

PRINCIPIOS BÁSICOS

En este apartado se darán los conceptos básicos necesarios para entender el funcionamiento físico de los motores de combustión interna, tanto a nivel termodinámico, como a nivel de trabajo final realizado por el motor. En este apartado también explicaremos como funciona el ciclo de cada motor de combustión interna (Otto, Diesel, Wankel y turbina de gas).

PRINCIPIOS TERMODINÁMICOS

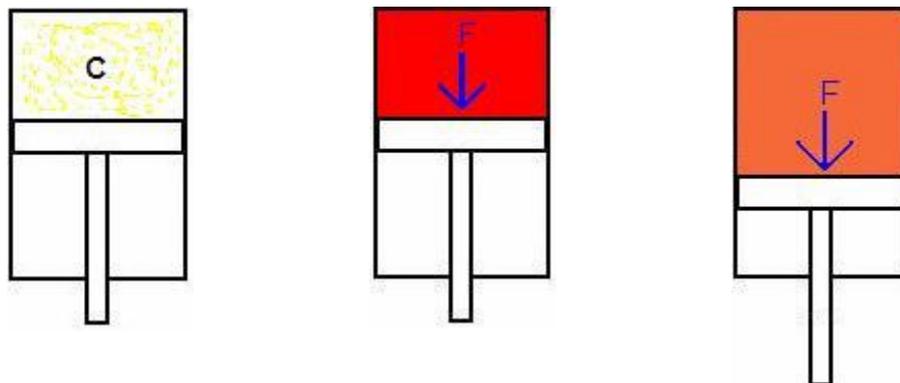
La finalidad de un motor es la de realizar un trabajo lo más eficazmente posible, para eso varias personas idearon el motor de combustión interna que remplazaría a la máquina de vapor, de esta manera optimizarían el mundo del motor.

En el caso de los motores de combustión interna, el trabajo a realizar se consigue gracias a una explosión, esa explosión se consigue gracias a la energía interna del combustible que se enciende.

Todo combustible tiene una energía interna que puede ser transformada en trabajo, entonces, en los motores de combustión interna, la energía utilizada para que el motor realice un trabajo es la energía interna del combustible.

Esta energía interna se manifiesta con un aumento de la presión y de la temperatura (explosión), que es lo que realizará un trabajo.

Supongamos que tenemos un cilindro dentro del cual hay un combustible mezclado con aire repartido por todo su volumen, en el momento que lo calentamos, hacemos reaccionar dicho combustible con el oxígeno del aire y, por tanto, aumenta la presión y la temperatura del gas, expandiéndose y presionando al pistón con una fuerza F y desplazándolo hacia abajo.



Esa fuerza F hace desplazar al pistón una distancia, por lo tanto tendríamos un trabajo realizado.

Este sería el funcionamiento básico de un motor de combustión interna, donde un combustible reacciona dentro de un cilindro y hace desplazar un pistón para realizar un trabajo.

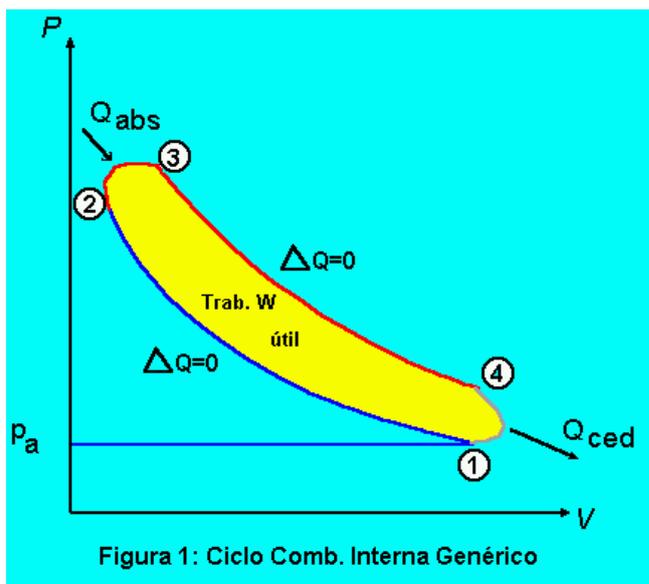
CICLO TEÓRICO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Para que ocurra esa explosión, como ya hemos dicho antes tiene que haber un combustible mezclado con aire para que pueda reaccionar y explotar.

Por lo tanto, no solo basta con un proceso de explosión del combustible, sino que hace falta un proceso de admisión para que este carburante (aire y combustible) entre en el cilindro. También para poder realizar el ciclo hace falta un proceso de escape, para poder vaciar el cilindro y que pueda volver a entrar el carburante.

Con estos tres procesos ya podemos seguir un ciclo (admisión – expansión – escape). Aunque fue Alphonse Beau de Rochas quien optimizó notablemente el motor de combustión interna añadiendo otro proceso al ciclo, el proceso de compresión.

Con el proceso de compresión conseguimos que el aumento de presión en el momento de la explosión sea mucho mayor, ya que antes de explotar, los gases reactivos ya están presionados. Así se ha quedado el ciclo del motor de combustión interna hasta hoy, con 4 procesos por ciclo (admisión – compresión – expansión – escape).

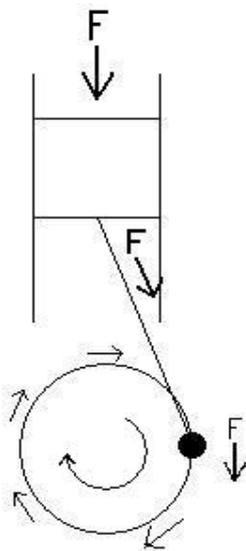


Como vemos en la figura, podemos ver el ciclo teórico del motor de combustión interna. En 1 tenemos el proceso de admisión ya acabado, con una presión inicial (P_a). De 1 a 2 vemos el proceso de compresión donde el supuesto pistón se desplaza para reducir el volumen y aumentar la presión del carburante. De 2 a 3 es el momento donde ocurre la explosión del gas, el sistema absorbe calor y aumenta la presión y la temperatura del gas. Ese gas

a alta presión y temperatura se expande y desplaza el pistón realizando un trabajo útil (3 a 4). Finalmente de 4 a 1 los gases quemados salen del cilindro dejando a este limpio para volver a empezar el ciclo.

PRINCIPIOS FÍSICOS

Para poder seguir el ciclo, hace falta un mecanismo capaz de producir cuatro carreras de pistón para realizar los cuatro procesos del ciclo, el mecanismo biela-manivela utilizado también en la máquina de vapor es el más adecuado.



En la imagen observamos en que se basa el mecanismo biela-manivela. En el proceso de expansión es cuando realizamos el trabajo del ciclo, en este instante los gases empujan al pistón con una fuerza F hacia abajo, esa fuerza del pistón es transmitida a la biela, que es la pieza encargada de convertir el movimiento rectilíneo del pistón en rotativo. La biela le da la fuerza al cigüeñal, que es la pieza que girará sobre sí mismo regido a la fuerza que le suministra la biela.

La fuerza suministrada al cigüeñal que esta en movimiento realiza un trabajo. El trabajo que realiza el motor por cada vuelta que el cigüeñal da sobre sí mismo lo definimos como par motor.

Por tanto, el par motor es proporcional a la fuerza de la explosión, ya que no intervienen las vueltas del cigüeñal por unidad de tiempo.

Donde si que intervienen las vueltas del cigüeñal es en la potencia desarrollada, que la definimos como la cantidad de trabajo (par motor) por unidad de tiempo.

La potencia es proporcional al par motor y las vueltas que da el cigüeñal por unidad de tiempo (rpm):

$$\text{Potencia} = \text{Par motor} \times \text{rpm}$$

El par motor como ya hemos dicho depende de la fuerza de la explosión. La fuerza de la explosión no es constante para cada velocidad del motor. En una cierta velocidad del motor tenemos el punto de máximo par, que es donde se consigue la máxima fuerza suministrada y por

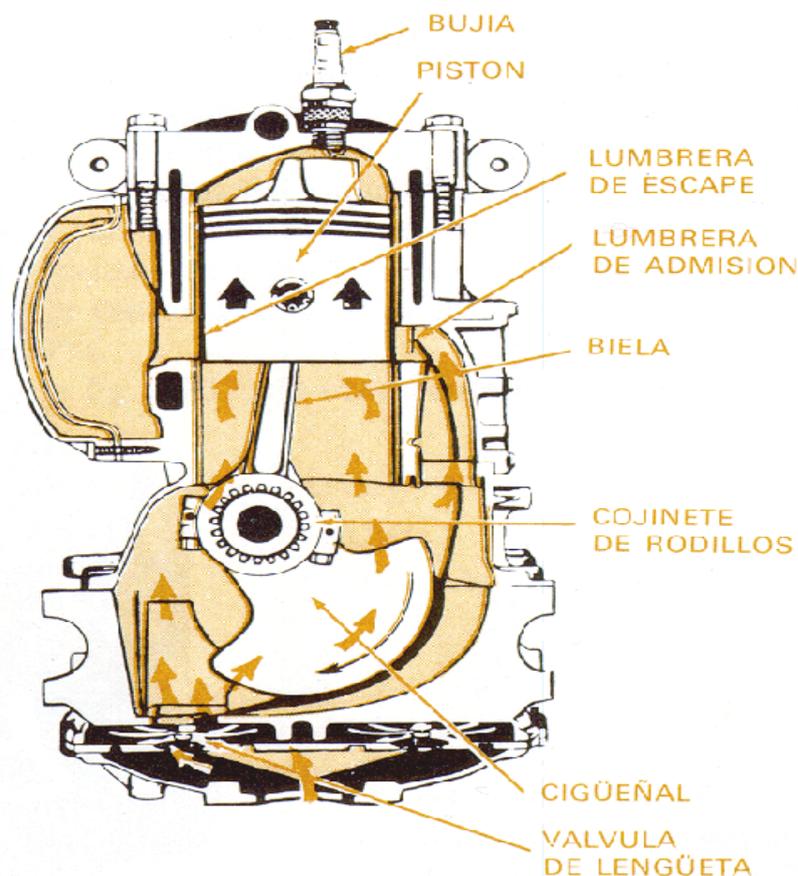
tanto la máxima aceleración del vehículo. Por eso, interesa mantener el par motor lo más alto y constante posible.

La potencia se ve reflejada en la aceleración media máxima y en la velocidad punta, es decir, contra más potencia menos tiempo para alcanzar una velocidad y una velocidad máxima mayor del vehículo.

MOTOR DE 2 TIEMPOS

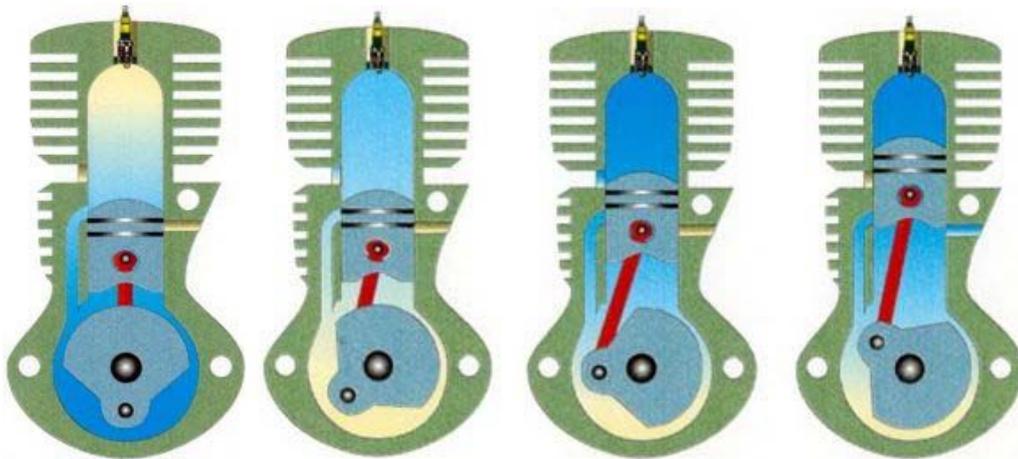
El motor de dos tiempos fue el primer motor de combustión interna que se construyó. La fabricación, mantenimiento y funcionamiento es mucho más sencillo que el motor de cuatro tiempos, a continuación explicaremos sus partes básicas y el ciclo de funcionamiento.

Para la construcción de un motor de dos tiempos nos podemos basar en dos ciclos, el Otto y el Diesel. En este apartado solo citaremos el motor de dos tiempos de Otto, ya que el Diesel no se utiliza hoy en día.

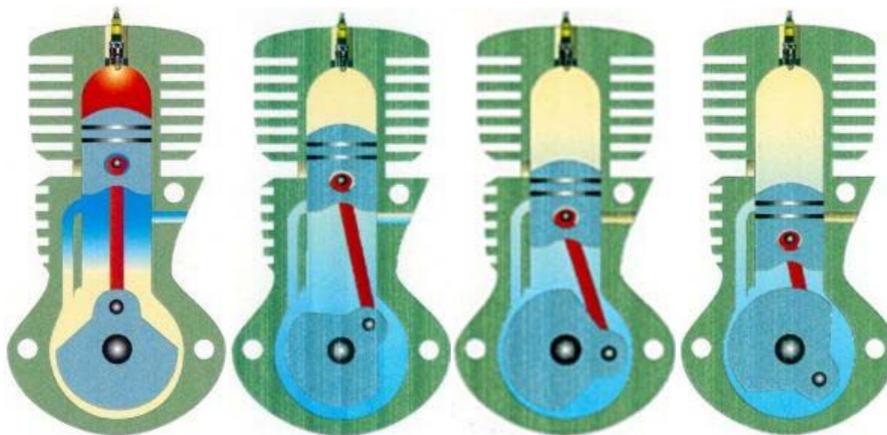


(Motor de 2 tiempos: Aquí vemos la estructura básica de un motor de dos tiempos con el nombre de todas las piezas básicas del motor)

Ciclo Otto de 2 tiempos:



1er tiempo: Admisión – compresión: Cuando el pistón está en el punto más bajo, es decir en el Punto Muerto Inferior (PMI), empieza el proceso de admisión. La lumbrera de admisión deja pasar el carburante (aire y combustible) hacia el cilindro. Una vez aspirado el carburante el pistón va ascendiendo mientras comprime la mezcla.



2º tiempo: Expansión - escape de gases: En el momento que el pistón está en el punto más alto, es decir, el Punto Muerto Superior (PMS), la bujía (en caso del ciclo Otto) hace saltar una chispa que enciende la mezcla, incrementando la presión en el cilindro y hace desplazar al pistón hacia abajo. Cuando está a la altura de la lumbrera de escape, la propia presión de los gases tiende a salir del cilindro, dejando al cilindro vacío para volver a empezar un nuevo ciclo.

Este motor como podemos observar hace un trabajo en cada revolución, es decir una explosión en cada vuelta del cigüeñal. Esto crea una mayor potencia frente a los motores de cuatro tiempos que hacen una explosión cada dos vueltas del motor. También, el motor de dos tiempos incorpora menos piezas móviles como las válvulas, levas, árbol de levas, etc, y su funcionamiento es más sencillo. En contrapartida el motor de

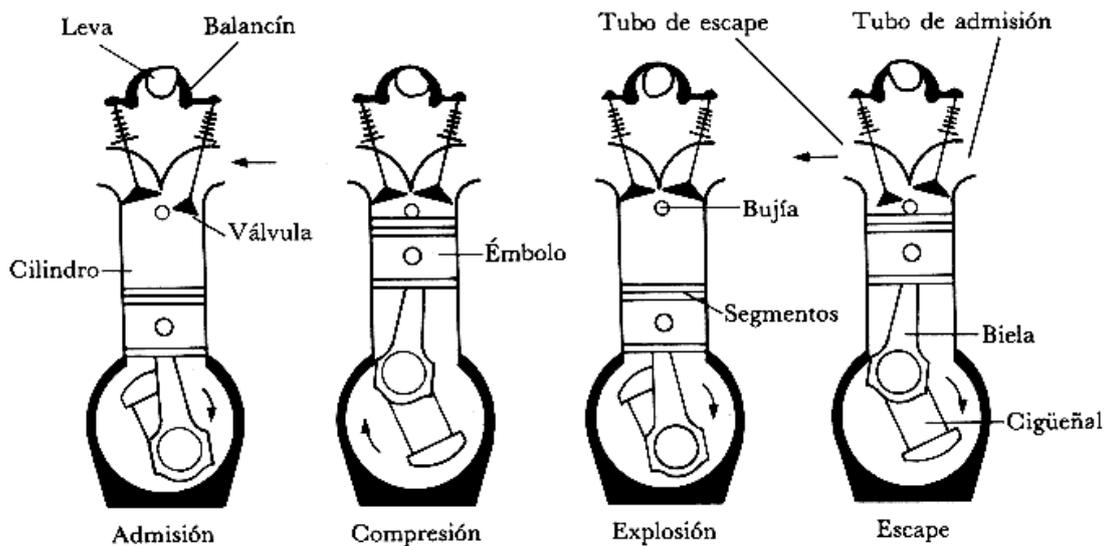
cuatro tiempos hay más facilidades a la hora de modificarlo, rinde mucho más, consumiendo mucho menos y contaminando menos.

Este tipo de motor, hoy en día aún se utiliza, aunque siempre en motores de pequeña cilindrada como: ciclomotores, cortacésped, motosierras, etc.

El combustible utilizado en el motor Otto de dos tiempos, al igual que en el ciclo Otto de cuatro tiempos es la nafta o llamado comúnmente gasolina.

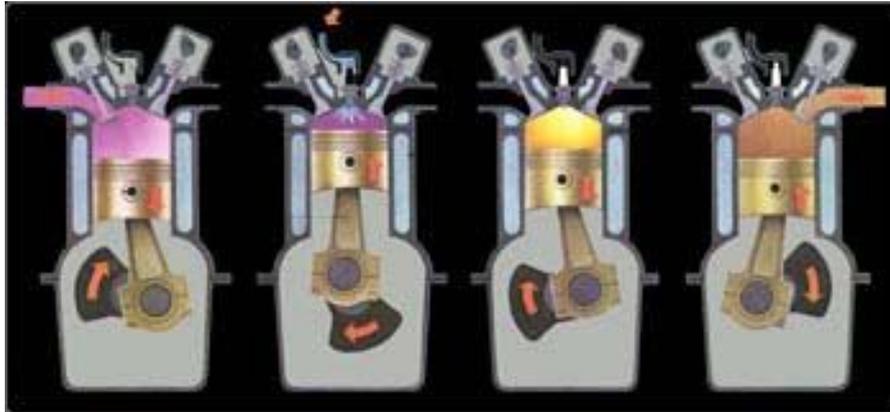
MOTOR DE 4 TIEMPOS

El motor de 4 tiempos fue toda una revolución en el mundo del motor, desde que Alphonse Beau de Rochas ideó este ciclo y más tarde Nikolaus August Otto lo mejoró, ha habido muchos más cambios que han mejorado su rendimiento y hasta hoy en día es utilizado. A continuación explicaremos en que se basa el ciclo de 4 tiempos.



(Motor de 4 tiempos: Aquí vemos la estructura básica de un motor de cuatro tiempos con el nombre de todas las piezas básicas del motor)

Ciclo Otto de 4 tiempos



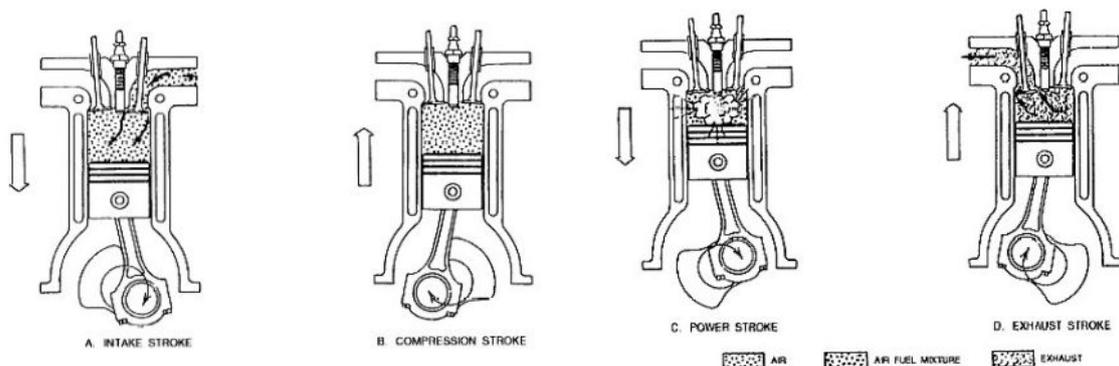
1er tiempo: Admisión: En el momento que el pistón está en el punto más alto (PMS), la válvula de admisión se abre y el propio pistón por el vacío que se crea dentro del cilindro aspira la mezcla (aire y combustible) hasta llegar al punto más bajo del cilindro (PMI).

2º tiempo: Compresión: Después del ciclo de admisión, el pistón se encuentra en el punto más bajo (PMI), en este momento la válvula de admisión se cierra y el pistón empieza a ascender comprimiendo la mezcla hasta llegar al punto más alto del cilindro (PMS)

3er tiempo: Expansión: Una vez que en la carrera de compresión se ha comprimido la mezcla, la bujía hace saltar una chispa y enciende la mezcla, aumentando la presión en el cilindro y haciendo descender el pistón hacia el punto más bajo (PMI). En esta carrera de expansión es donde se realiza el trabajo útil.

4º tiempo: Escape de gases: Cuando el pistón llega al punto más bajo (PMI), se abre la válvula de escape y el pistón empieza a ascender empujando los gases quemados hacia el exterior. En el momento que llega al punto más alto (PMS) la válvula de escape se cierra.

Ciclo Diesel de 4 tiempos



1er tiempo: Admisión: En el momento que el pistón está en el punto más alto (PMS), la válvula de admisión se abre y el pistón aspira aire fresco (a diferencia del ciclo Otto de 4 tiempos) hasta llegar al punto más bajo del cilindro (PMI).

2º tiempo: Compresión: Después del ciclo de admisión, el pistón se encuentra en el punto más bajo (PMI), en este momento la válvula de admisión se cierra y el pistón empieza a ascender comprimiendo el aire hasta llegar al punto más alto del cilindro (PMS)

3er tiempo: Expansión: Una vez que en la carrera de compresión se ha comprimido la mezcla, el inyector se encarga de inyectar el combustible dentro del cilindro. La propia presión del aire enciende la mezcla, aumenta la presión en el cilindro y desciende el pistón hacia el punto más bajo (PMI). En esta carrera de expansión es donde se realiza el trabajo útil.

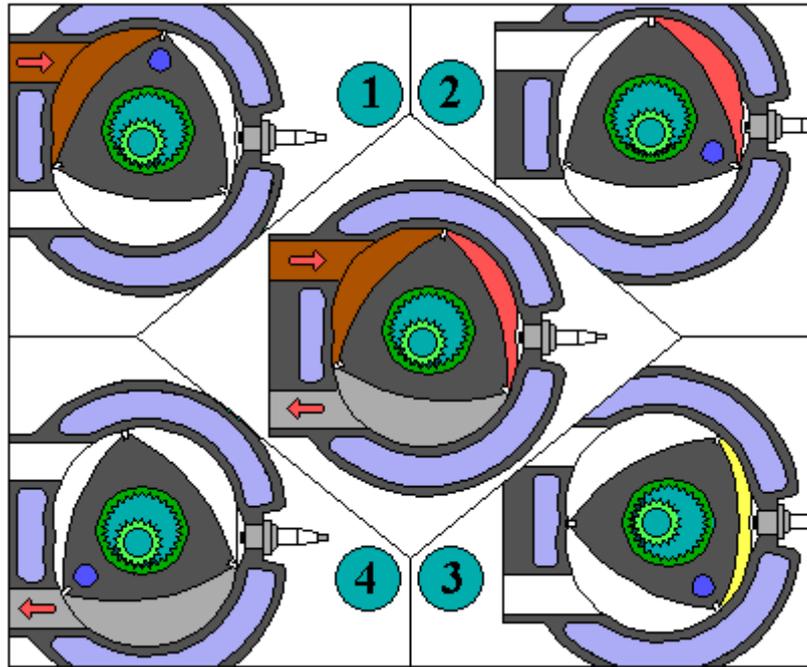
4º tiempo: Escape de gases: Cuando el pistón llega al punto más bajo (PMI), se abre la válvula de escape y el pistón empieza a ascender empujando los gases quemados hacia el exterior. En el momento que llega al punto más alto (PMS) la válvula de escape se cierra.

El motor Diesel de 4 tiempos es la máquina térmica más eficiente de todos los tiempos, superando al ciclo Otto con creces. Ese rendimiento tan alto se consigue que al entrar solo aire, la carrera de compresión puede ser mucho más eficaz comprimiendo mucho más sin problemas de detonación y realizando más trabajo. En contrapartida la velocidad máxima del motor está muy limitada, ya que para que se encienda la mezcla hace falta un volumen mínimo de aire.

El combustible utilizado en el motor Diesel es el aceite pesado o más comúnmente llamado gasoil.

Ciclo Wankel de 4 tiempos

El ciclo Wankel es un proceso muy similar al motor Otto de 4 tiempos, aunque en este caso la única pieza móvil dentro del motor (sin contar válvulas) es el rotor, es una pieza con forma de triángulo equilátero que va girando constantemente (a diferencia del motor a pistón que tiene puntos muertos) y por lo tanto es la pieza que realiza el trabajo.

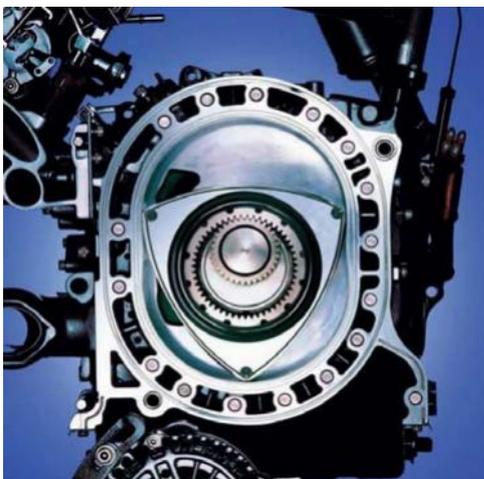


1er tiempo: Admisión: La entrada de admisión permanece constantemente abierta. Cuando cualquiera de los tres lados del rotor pasa por esa apertura, éste aspira la mezcla de carburante.

2º tiempo: Compresión: La parte del estator donde ocurre el proceso de compresión (lugar donde ocurren los procesos) es más estrecha que todas las demás. El rotor trae la mezcla que ha cogido en el proceso de admisión donde aquí al ser más estrecho se comprimirá.

3er tiempo: Expansión: Una vez comprimida la mezcla, la bujía hace saltar una chispa que empujará el rotor para que siga su recorrido. En este tiempo de expansión es donde se realizará el trabajo útil.

4º tiempo: Escape de gases: Aquí, al igual que en el tiempo de admisión, la apertura de escape permanece constantemente abierta. Una vez que ha explotado la mezcla, los gases están a alta presión. Entonces al encontrar esta apertura los gases quemados salen por su propia presión. A partir de aquí vuelve a empezar el ciclo.



El rotor de este motor como vemos es idéntico en todas sus partes, la única pieza que no es de forma igual es el estator o carcasa. Por lo tanto, como el rotor es simétrico, los cuatro procesos (admisión, compresión, expansión y escape) ocurren tres veces en cada revolución. Esto quiere decir que da tres explosiones por revolución a diferencia del motor Otto o Diesel de 4 tiempos que solo da una explosión cada dos revoluciones.

Este motor además de tener como ventaja frente al motor Otto o Diesel de 4 tiempos, 3 explosiones por revolución, dando una potencia mucho más elevada para la misma capacidad, tiene otras muchas ventajas como: 40% menos de piezas, la mitad de volumen con un peso similar a los motores de pistón, un diseño más simple, con pocas vibraciones y no hay problemas de disipación de calor.

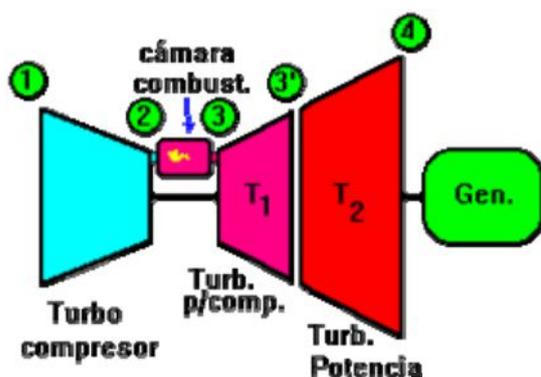
En contrapartida el motor Wankel tiene desventajas muy importantes como son los problemas de estanqueidad que presenta en la parte saliente del rotor, pudiendo compartir gases de diferentes fases y esto provoca un gran problema que lo hacen estar lejos de los motores alternativos a pistón. También como contrapartida tiene un diferencial de temperatura muy grande. La parte donde ocurre la admisión y compresión son fases frías donde la temperatura no pasa de los 150°C, en cambio las fases de expansión y escape llegan a sobrepasar temperaturas de 1000°C, creando esta diferencia de temperatura y es un problema a la hora de refrigerar.

El motor rotativo Wankel aunque por el momento no está en auge, hay algunas marcas que utilizan sus motores para la venta al usuario e incluso equipan sus motores en competiciones muy importantes como las *24 horas de Le Mans*. Esta marca que patrocina tanto este motor es Mazda.

El combustible utilizado en este motor es el mismo que se utiliza en el motor Otto o motor de explosión, la nafta o comúnmente llamada gasolina.

Turbinas de gas y turborreactores

Las turbinas de gas y los turborreactores son también considerados motores de combustión interna. Este motor es mucho más sencillo que cualquier otro motor de combustión interna y su funcionamiento también lo es. Es considerado un motor de combustión interna porque la combustión ocurre dentro del motor y porque las fases son parecidas a los demás motores.



Primeramente el compresor recoge el aire del exterior (fase 1 de admisión). El compresor (movido por la turbina 1 -T1-) presiona el aire para meterlo en la cámara de combustión (fase 2 de compresión). Después se enciende el combustible mezclado con aire que ha enviado el compresor y esos gases se expanden por la

primera turbina y más tarde por la segunda turbina. La presión de esos

gases hace mover a las dos turbinas y éstas últimas mueven un cigüeñal o eje motor (fase 3 de expansión). Finalmente los gases salen al exterior (fase 4 de escape de gases).

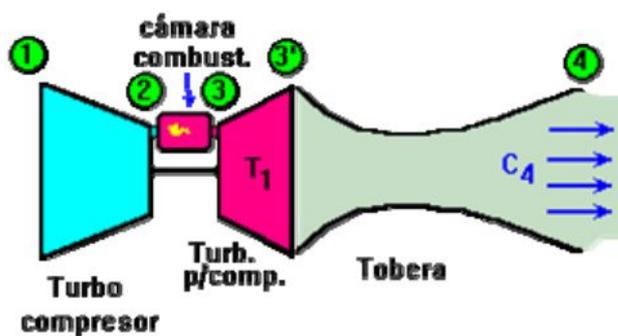


El funcionamiento de la turbina de gas es idéntico a los turbo-compresores utilizados en los motores alternativos a pistón para comprimir el aire de admisión. La turbina de gas tiene un alto rendimiento térmico, es decir con poco combustible es capaz de entregar una gran potencia. Con una pequeña turbina de gas podemos entregar potencias mucho mayores que cualquier otro motor de combustión interna. En contrapartida, la turbina de gas para que entregue esa gran potencia, necesita un régimen de giro muy alto, por lo tanto en arrancadas es un motor muy débil. También a estas turbinas les cuesta mucho cambiar de régimen lo que no dejaría

efectuar grandes aceleraciones a pequeñas velocidades. Eso la deja lejos del mercado de los en automóviles.

Es utilizada para mover hélices en la antigua aviación, actualmente se utilizan para la propulsión de aviones a reacción, es decir para impulsar el avión antes de volar. En automoción se han hecho algunos prototipos como el Volvo ECC, aunque no se llevo a la venta. Donde más se utilizan estos motores es en generadores de corriente en centrales térmicas.

Otro tipo de motor de combustión interna es el turborreactor, donde su funcionamiento es muy parecido a la turbina de gas.



Primeramente, al igual que en la turbina de gas, el compresor recoge el aire del exterior (fase 1 de admisión). El compresor (movido por la turbina 1 -T1-) presiona el aire para entrarlo en la cámara de combustión (fase 2 de compresión). Después se enciende el combustible mezclado con aire que ha enviado el compresor y esos

gases se expanden parcialmente por la primera turbina. La turbina al moverse hace mover al compresor que va fijado a ella mediante un eje, esto provoca poder seguir con la compresión. Los gases cuando salen de la turbina se acaban expandiendo en el exterior, transformando esa energía en energía cinética de los gases que provocará una gran potencia de reacción (fases de expansión y de escape).

El principio de funcionamiento del turborreactor es el famoso fenómeno físico de acción – reacción, es decir, al salir los gases de la turbina se expanden en el exterior provocando una fuerza contraria de igual de módulo que la que ellos hacen, por lo tanto impulsan el avión.

Los turborreactores o motores a reacción son los motores que se utilizan hoy en día en la aviación, sobretodo en aviones supersónicos, es decir aviones capaces de traspasar la velocidad del sonido.



CURVAS DE POTENCIA Y PAR

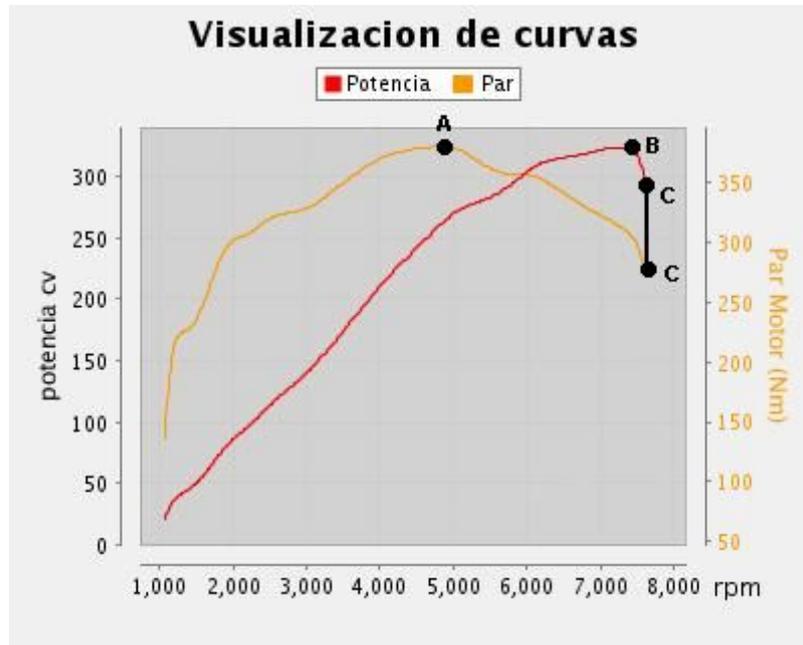
En el momento de construir un motor, es muy importante hacer una estimación del comportamiento de este motor en diferentes regímenes, de esta manera a partir de las características de cada motor podemos deducir el comportamiento que tendrá y lo podremos ajustar lo más posible al trabajo que haya de realizar o al mercado del usuario (en caso de automóviles).

El comportamiento del motor en diferentes regímenes se representa en las curvas de potencia y par, por lo tanto, dicho de otra manera, las curvas representan la potencia y el par que da para cada régimen que en cada motor es distinta.

Estos gráficos se obtienen en ensayos prácticos en un banco de potencia. Se utiliza un método donde al motor se le implanta una resistencia a vencer (resistencia al freno) y a partir del comportamiento del motor contra una resistencia a vencer se dibujan estas gráficas.

Las curvas de potencia y par, están representadas por tres parámetros distintos: la potencia generada, generalmente en caballos de vapor (Cv) o Kilowatts (Kw), el par motor o trabajo realizado por vuelta del motor en kilogramos fuerza por metro (kgm) o Newton por metro (Nm), y por último tenemos las revoluciones o vueltas por minuto del motor (rpm).

Los dos gráficos representados son: la curva de potencia (curva roja) y la curva de par motor (curva amarilla). Las revoluciones del motor (rpm), es el parámetro por el cual podemos ver como evoluciona el par motor y la potencia.

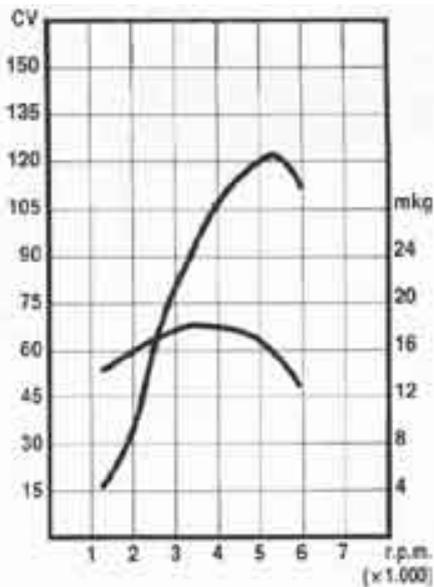


Tal y como vemos en la gráfica, podemos distinguir 3 puntos distintos, A, B y C:

- El punto A representa el máximo par de este motor (BMW M3 3.0 V6 343 cv) y podemos observar que lo obtiene alrededor de las 5000 rpm. El máximo par como hemos citado en el apartado anterior, se obtiene por el máximo rendimiento volumétrico del motor (llenado del cilindro), por lo tanto la explosión es más violenta y la fuerza transmitida al pistón y al cigüeñal se efectúa con más fuerza. Éste será el punto de máxima aceleración del vehículo.
- El punto B representa la máxima potencia del motor, podemos observar que la potencia máxima se obtiene a altas rpm del motor ya que esta va en función del par motor y de las rpm. La potencia es la cantidad de par motor (trabajo) que realiza por rpm (tiempo).
- El punto C representa la máxima revolución de este motor. Este punto viene dado porque el par decrece tanto que la potencia también empieza a decrecer. Si pasásemos de esta velocidad del motor no solo la aceleración del vehículo sería mucho menor sino que, el consumo sería muy elevado (dado que el rendimiento es mucho menor) y sería muy fácil averiar el motor.

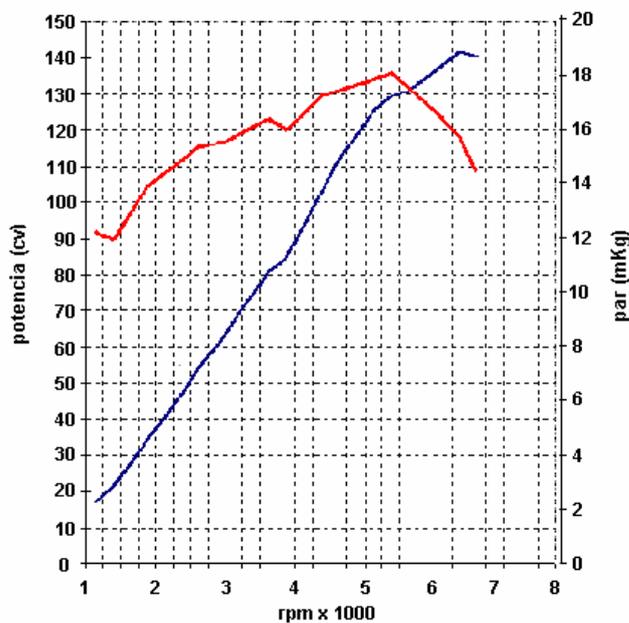
Normalmente el usuario al comprar un vehículo únicamente tiene en cuenta la potencia máxima del motor, pero ahora veremos como estas curvas representan muy bien que la potencia máxima del motor no es lo único que hay que tener en cuenta a la hora de comprar un automóvil.

Como evoluciona la curva de potencia es lo que realmente importa, ha de ser una evolución lo más lineal posible, es decir, sin cambios bruscos de pendiente. Esto se consigue a partir de la curva de par, donde interesa que sea constantemente lo más proxima a su máximo. Los motores utilizados en vehículos (4 tiempos), pueden tener 3 comportamientos diferentes:



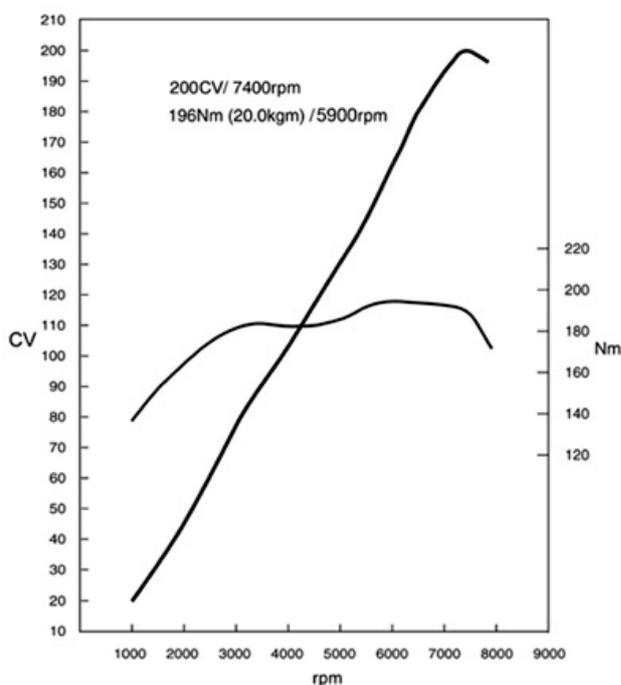
Este comportamiento es el más común en motores de vehículos de 4 tiempos, esta gráfica en concreto pertenece a un Seat Ibiza GTi, con un motor de explosión de 4 cilindros de 2 litros de cilindrada y de 2 válvulas por cilindro. Podemos observar en esta gráfica donde el máximo par se obtiene en un régimen medio (18,4 Kgm a 3400 rpm) y el incremento de potencia es muy elevado desde las 2000 rpm hasta las 4000 rpm, donde a 4000 rpm ya obtiene 105 cv de potencia. A partir de ahí, la potencia y el par empieza a decrecer considerablemente hasta llegar a las 5400 rpm que es donde se obtiene 120 cv, su máxima potencia. A partir de ahí el par, y por lo tanto la potencia decrecen

demasiado hasta alcanzar su máximo régimen a las 6100 rpm. Esto significa que este motor es un motor preparado para trabajar a un régimen medio, donde no vale la pena subirlo de las 4000 rpm. De esta gráfica también podemos deducir que el máximo rendimiento volumétrico lo obtiene a regímenes más bien bajos. Este comportamiento es producto de diferentes características del motor (válvulas por cilindro, características del colector, etc) que se explicarán en los próximos temas.



Esta gráfica de potencia y par pertenece al motor equipado por el Peugeot 206 GTi, con un motor de explosión de 4 cilindros, de 2 litros de cilindrada y de 4 válvulas por cilindro. Esta gráfica, a diferencia de la otra, podemos observar que el máximo par (18 kgm) lo obtiene a un régimen muy elevado, alrededor de las 5500 rpm. Antes de ese número de vueltas, el motor se queda algo escaso de potencia por debajo de las 4000 rpm (90 cv a 4000 rpm). Se puede observar como este motor es un motor preparado para trabajar a altas rpm, el par

es muy bajo por debajo de las 4000 rpm y se mantiene bien hasta las 5500 rpm. A partir de ahí el par empieza a decrecer hasta las 6500 rpm donde el par ya decrece muy rápido y alcanza la máxima potencia del motor (140 cv a 6500 rpm). A partir de ahí la potencia y el par decrecen considerablemente hasta alcanzar su máximo régimen a las 6800 rpm. A partir de esta gráfica podemos deducir que el llenado de los cilindros a bajo y medio régimen es muy pobre, aunque a altas rpm el rendimiento volumétrico es efectivo. Esto significa que al trabajar bien a alto régimen, posiblemente equipará más de 2 válvulas por cilindro (efectivamente este en concreto equipa 4 válvulas por cilindro), colectores de gran diámetro y de corta longitud.



Esta gráfica pertenece a un Honda Civic Type R, equipado con un motor de explosión de 4 cilindros con 2 litros de cilindrada y de 4 válvulas por cilindro. Este comportamiento es el comportamiento que más se acerca a la máxima efectividad para cualquier motor de combustión interna, donde podemos observar que el par es casi constante desde las 3000 rpm hasta las 7400 rpm. Esto quiere decir, que el trabajo realizado por el motor será potente y constante en regímenes bajos, medios y altos. Podemos ver que el

máximo par lo obtiene a las 5900 rpm (20 kgm), aunque lo obtenga a un número alto de rpm, lo mantiene muy bien hasta las 7400 rpm que es donde obtiene su máxima potencia (200 cv). A partir de ahí el par y la potencia empiezan a decrecer considerablemente hasta alcanzar el máximo régimen de revoluciones que es capaz de alcanzar (8000 rpm). A partir de esta gráfica también podemos deducir las características técnicas del motor: para mantener el par desde regímenes bajos hasta altos va equipado con un sistema de distribución variable (2 válvulas por cilindro para bajas rpm y 4 válvulas para altas rpm) y posiblemente equie un sistema de colectores variables (varia la longitud y diámetro del colector).

Hemos comparado 3 motores de explosión de cilindradas iguales (2000 cm³) y hemos analizado como puede variar el comportamiento del motor a partir de modificar diferentes parámetros (válvulas por cilindro, colectores, etc) y de que manera se comportarán.

Hemos observado que el Honda Civic Type R para el mismo motor (2 litros de cilindrada) es capaz de generar 200 cv de potencia con un par máximo de 20 kgm. Este par tan elevado frente a los otros motores lo obtiene porque tiene un gran rendimiento volumétrico gracias al sistema muy logrado de distribución y alimentación. No solo el par es más elevado que los otros motores, sino que la potencia es muy superior, lo consigue gracias al incremento de rpm que tiene respecto al Ibiza y al 206.

Con todo esta comparación lo que quiero llegar a dar a entender es que en un motor no solo importa su capacidad cúbica o cilindrada que pueda llegar a tener, sino que depende de muchos más factores como en este caso muy claro es el número de válvulas por cilindro.