



Mecánica del Automóvil

Motor



INDICE

- Definición de motor
- Nociones sobre el motor
- Partes principales del motor
- Cilindro

- **Cámara de compresión**
- **Tiempos del motor**
- **Orden de explosiones**
- **Relación de compresión**
- **Reglajes del motor**
- **Motor de dos tiempos**

Definición genérica de **motor**:

Aparato que transforma en trabajo mecánico cualquier otra forma de energía.

Nociones sobre el **motor**:

Para empezar, definamos lo que la mayoría de la gente entiende por automóvil. El significado estricto de la palabra, quiere decir "que se mueve por sí mismo, sin intervención externa."

Pero por ejemplo, para Ley de Seguridad Vial Española en el anexo de definiciones, un automóvil tiene, a demás, otras características, como la que excluye de esta categoría a los vehículos especiales. Personalmente, me quedo con la primera definición.

Entrando en materia, decir que de entre las diferentes clases de motores que existen, nos ocuparemos de los térmicos y dentro de éstos, de los de dos y cuatro tiempos que utilizan como combustible gas-olina (motores de explosión) o gas-oil (motores de combustión).

Estos motores basan su funcionamiento en la expansión, repentina, de una mezcla de combustible y aire en un recinto reducido y cerrado. Esta expansión, puede ser explosión o combustión según se trate de un motor de gas-olina o diesel. Para que se logre, debe mezclarse el carburante con aire, antes de entrar en los cilindros en los motores de gas-olina o una vez dentro en los de gas-oil, en una proporción, aproximada, de 10.000 litros de aire por 1 de carburante.

En la combustión, la mezcla, arde progresivamente, mientras que en la explosión, lo hace, muy rápido.

Los gases procedentes de la combustión, al ocupar mayor volumen que la mezcla, producen una fuerza que actúa directamente sobre la cabeza del pistón y hace que ésta se mueva, véase figura 1.

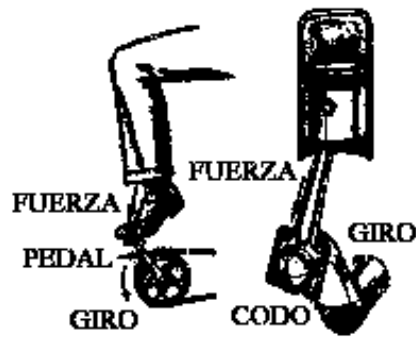


Fig. 1. Transmisión de la fuerza de la explosión al cigüeñal.

Este movimiento producido es recogido por la biela, que está unida al pistón por su **pie de biela** y a éste, por medio de un bulón.

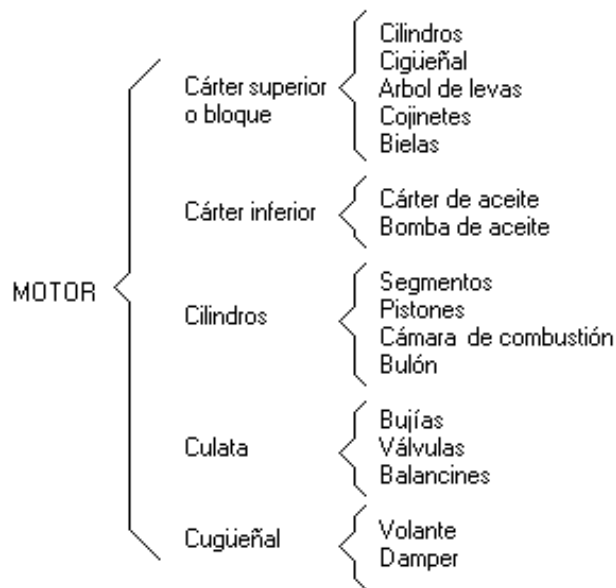
En la unión de la biela y el pistón, para atenuar el rozamiento, se interponen unos casquillos.

La biela se une por la **cabeza de biela** al cigüeñal, que es un eje de material resistente y con tantos **codos** como cilindros tenga el motor.

Acaba el cigüeñal en una rueda o volante pesado (contrapeso) con el objeto, de que acabado el tiempo de la explosión, no pierda sentido de giro, venciendo los puntos muertos hasta que se produzca una nueva explosión.

Todos estos elementos van encerrados en un bloque que por su parte inferior se cierra con una bandeja, llamada **cárter**. Del bloque asoman los extremos del cigüeñal al que sirve de apoyo, este punto, recibe el nombre de **bancada**, para que el cigüeñal no se deforme por efecto de las explosiones, se intercala otra bancada.

Esquema de los elementos del motor:



Cuadro 1.

Cilindro, pistón, cilindrada, calibre y carrera

La explosión debe producirse en un punto adecuado del recorrido del pistón, para que la onda expansiva se aproveche al máximo.

La explosión tiene lugar en el cilindro, en el que se desliza un émbolo o **pistón** que tiene forma de vaso invertido. Sobre su superficie superior actúa la presión de la onda expansiva producida por la explosión.

El pistón ajusta dentro del cilindro con holgura de forma que minimice el rozamiento, pero esto produciría la fuga de gases, para evitarla, en unas hendiduras **D** de la **falda E** del pistón (figura 2), se instalan unos semianillos flexibles (acerados) denominados **segmentos**. Hay dos tipos de segmentos, a saber: de compresión **A** y **B** y de engrase **C** (al primer segmento de compresión **A**, se suele denominar de fuego). Se suelen colocar dos o tres de compresión y uno o dos de engrase.

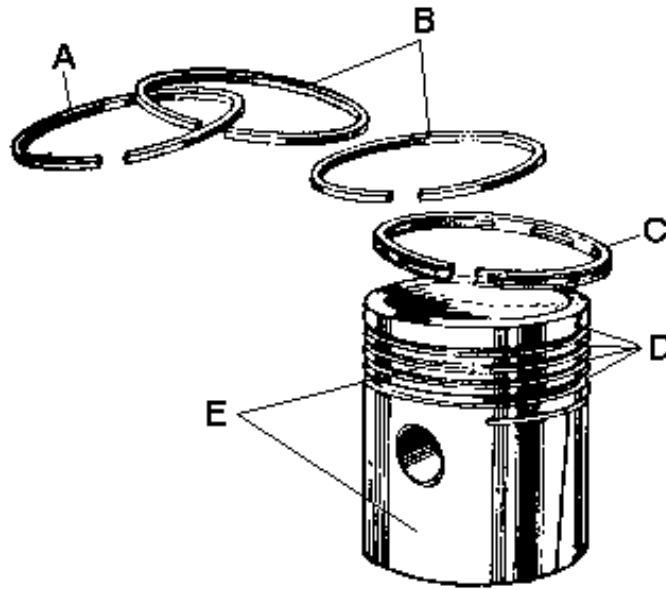


Fig. 2. Detalle de los segmentos y el pistón.

El pistón se desplaza en el interior del cilindro desde su punto muerto superior (P.M.S.), que es el más elevado que alcanza, al punto muerto inferior (P.M.I.) que es el más bajo de su recorrido. A esa distancia, se denomina **carrera**. Al diámetro, interior, del cilindro se denomina **calibre**. Estos datos, se expresan en milímetros.

Entendemos por **cilindrada**, el volumen comprendido entre el PMS y el PMI, es decir, el volumen de la parte del cilindro que comprende la carrera.

Si un motor tiene varios cilindros, la cilindrada total de éste será la suma de las cilindradas de todos los cilindros.

La cilindrada de un motor, se expresa en centímetros cúbicos (c.c.) o litros y se halla:

$$\text{CILINDRADA} = 3,1416 \times \frac{\text{CALIBRE}^2}{4} \times \text{carrera} \times \text{n}^{\circ} \text{ de cilindros}$$

Al alojamiento del conjunto de cilindros de un motor, se denomina bloque de cilindros. Los motores, generalmente, se clasifican tanto por el número de cilindros que montan, como por el sistema en que están dispuestos. Los principales, son:

- Motores de 4, 6 u 8 cilindros en línea.
- Motores de 6, 8 ó 12 cilindros en V.
- Motores de 2 ó 4 cilindros horizontales opuestos.

En el caso de los cilindros en V, dos cabezas de biela irán alojadas en cada code del cigüeñal.

A la capacidad de esfuerzo de un motor, se denomina potencia al freno, se mide en caballos de vapor (C.V.) y se determina aplicando un freno dinamométrico al volante motor.

No debemos confundir la potencia al freno con la "potencia fiscal". Esta última se obtiene por una fórmula, que no tiene nada que ver con la mecánica, y su finalidad es únicamente fiscal.

Camara de compresión:

Cada cilindro que cerrado, herméticamente, en su parte superior para que al producirse la explosión el pistón reciba toda la fuerza. La pieza que cierra los cilindros se denomina **culata** y al ajustarla, debe quedar una pequeña cavidad entre ésta y el PMS, llamada **cámara de compresión**, comparando su medida con la de todo el cilindro, nos dá la **relación de compresión** del motor.

La relación de compresión es un número abstracto, pero es fundamental para comprender algunas circunstancias, como el tipo de gas-olina a utilizar. Es normal que los motores de gas-oil, tengan una relación de compresión más elevada.

Obtendremos la relación de compresión con la formula siguiente:

$$\frac{V + v}{v}$$

Siendo "V" la cilindrada y "v" el volumen de la cámara de compresión, si tomamos $V+v = V'$, el resultado de la formula anterior se expresará como

$$V':v$$

Así, podemos decir que la relación de compresión en un motor de explosión, suele ser, de 7:1 ó 10:1.

Tiempos del motor

El ciclo de combustión es el conjunto de operaciones que se realizan en un cilindro desde que entra la mezcla carburada hasta que son expulsados los gases.

Cuando el ciclo se realiza en cuatro etapas, se dice que el motor es de cuatro tiempos: **Admisión, Compresión, Explosión y Escape**.

Primer tiempo: Admisión

El pistón comienza un movimiento, descendente, entre el PMS y el PMI. El cigüeñal da media vuelta mientras que el pistón, al estar cerrada la válvula de escape y abierta la de admisión, subciona la mezcla carburada llenando, con ella, el cilindro.

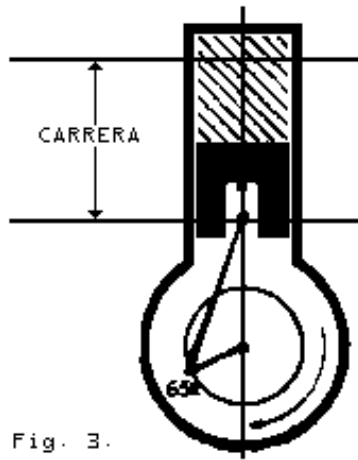


Fig. 3.

Tiempos del motor

*Segundo tiempo: **Compresión***

El pistón retorna del PMI al PMS, permaneciendo las dos válvulas cerradas, comprime, progresivamente, la mezcla carburada, dando el cigüeñal otra media vuelta.

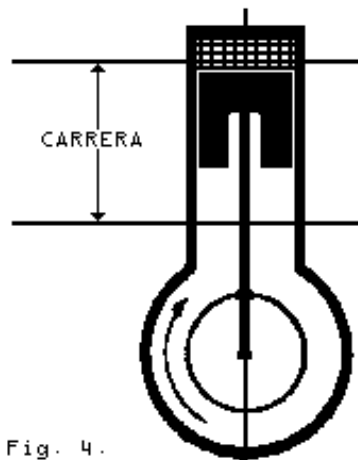


Fig. 4.

Tiempos del motor

*Tercer tiempo: **Explosión***

Una vez terminada la compresión salta la chispa de la bujía en el centro de la mezcla, que ha sido fuertemente comprimida, lo que hace que el pistón sea despedido con fuerza a su PMI, dando el cigüeñal otra media vuelta. Este tiempo se denomina de explosión o combustión, y las dos válvulas deben permanecer cerradas.

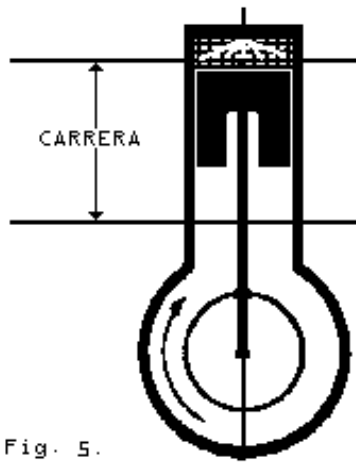


Fig. 5.

Tiempos del motor

Cuarto tiempo: *Escape*

El pistón vuelve a subir a su PMS y en su camino limpia el cilindro de los gases resultantes del tiempo anterior, dado que la válvula de admisión permanece cerrada y la de expulsión abierta. El cigüeñal da otra media vuelta, cerrando el ciclo.

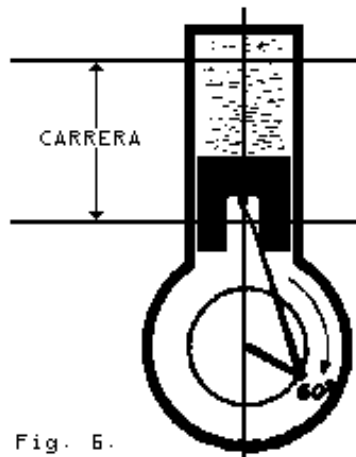


Fig. 6.

Tiempos del motor

Este es el ciclo de cuatro tiempos, en el que por cada explosión, de un mismo cilindro, el cigüeñal da dos vueltas completas, perdiendo gran parte de la fuerza entre explosión y explosión.

Si combinamos cuatro cilindros de tal forma que por cada media vuelta haya una explosión, minimizaremos la pérdida de fuerza.

RESUMIENDO

ADMISIÓN	PISTÓN: De PMS a PMI. VÁLVULAS: Admisión abierta, escape cerrada. FINALIDAD: Llenado de mezcla carburada.
COMPRESIÓN	PISTÓN: De PMI a PMS. VÁLVULAS: Las dos cerradas. FINALIDAD: Comprimir la mezcla para favorecer la explosión.
EXPLOSIÓN	PISTÓN: De PMS a PMI. VÁLVULAS: Las dos cerradas. FINALIDAD: Generar fuerza motriz.
ESCAPE	PISTÓN: De PMI a PMS. VÁLVULAS: Admisión cerrada, escape abierta. FINALIDAD: Vaciado de gases.

REGLAJES DEL MOTOR

Notese en las figuras 2, 3, 4 y 5, que la posición tando del pistón como de la biela, parece no corresponder con el tiempo que pretende representar. Esto es debido a que corresponden a los tiempos del **ciclo practico** y no al **ciclo teorico** que se describe. En teoria, los un tiempo empieza donde termina el anterior, pero si esto fuera realmente así, la potencia del motor se vería muy menguada. Para aprovechar toda la potencia, es necesario solapar los tiempos de manera que antes de que acabe uno ya haya empezado el siguiente. Para conseguir este solapamiento nos serviremos de los reglajes del motor.

Un reglaje de motor afecta a los tiempos de **admisión**, **explosión** y **escape**.

Reglaje de admisión

Consiste en adelantar la apertura de la válvula de admisión y retrasar su cierre, también se denomina **avance**. Por tanto, la válvula de admisión se abrirá antes de que el pistón llegue a su PMS y se cerrarán después de que haya pasado por su PMI. Con este reglaje, conseguimos un mejor llenado del cilindro con la mezcla carburada.

reglajes

Reglaje de explosión o encendido

Este consiste en adelantar el instante en el que salta la chispa de la bujía, es decir, que se efectuará el encendido antes de que el pistón llege al PMS. El porqué del **avance de encendido**, es muy simple, sabemos que aún siendo la combustión de la mezcla muy rápida, no es instantanea por tanto si la chispa saltara cuando el pistón se encuentra en su PMS, la combustión no sería completa antes de que éste empezara a descender. Pero si lo sería si la combustión empezara antes de llegar a su PMS siendo, en este caso, mayor la fuerza con que el pistón es empujado y mejor, también, el aprovechamiento del combustible.

El avance de encendido se mide en grados del volante motor. Así, si decimos que el avance es de 15° , queremos decir que al volante le faltan 15° para que el pistón llegue al PMS.

reglajes

Reglaje de escape

Su finalidad es la de conseguir un mejor baciado del cilindro de los gases. Para lo cual debe abrirse la válvula de escape momentos antes de que el pistón llegue al PMI y se cierre un poco después de haber pasado del PMS, coincidiendo con la apertura de la válvula de admisión.

Por tanto, el reglaje de escape tiene dos objetivos: primero, avanzar la apertura de la válvula de escape, operación que se denomina **avance de la apertura del escape** (A.A.I.), y segundo, retrasar el cierre de la mencionada válvula, que se denomina **retraso del cierre del escape** (R.C.E.).

ORDEN DE EXPLOSIONES

Por orden de explosiones se entiende la sucesión de encendidos en los distintos cilindros del motor. Se por una serie de números que señalan el orden. Cada número determina el ordinal del cilindro, empezando por el lado opuesto al del volante.

El orden de explosión más usado es 1-3-4-2, pudiéndose variar éste, siempre y cuando también variemos la disposición de los codos del cigüeñal.

	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
1ª media vuelta	Admisión	Compresión	Escape	Explosión
2ª media vuelta	Compresión	Explosión	Admisión	Escape
3ª media vuelta	Explosión	Escape	Compresión	Admisión
4ª media vuelta	Escape	Admisión	Explosión	Compresión



Fig. 6.

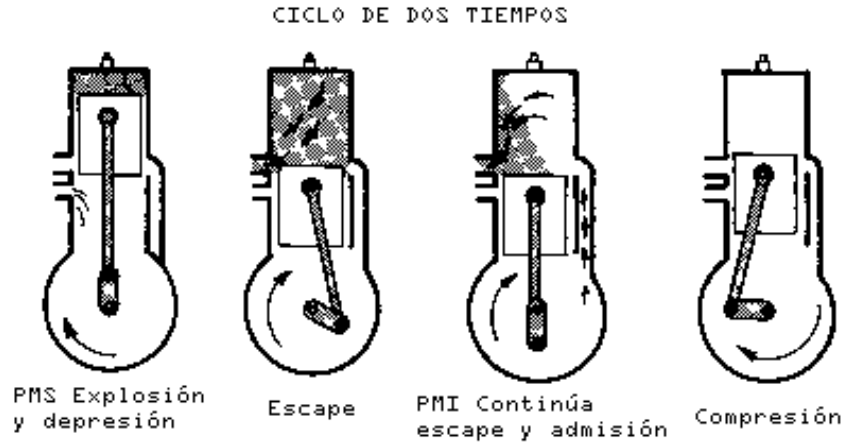
MOTOR DE DOSTIEMPOS

En estos motores la cuatro operaciones de que se compone el ciclo del motor de

cuatrotiempos se realizan en, sólo, dos carreras del pistón, existiendo una explosión por cada vuelta del cigüeñal.

No tienen válvulas sino que van provistos de tres ventanas o **lumbreras**. La primera es la de escape y está situada frente a la de admisión de mezcla. Hay una tercera lumbrera, por la que entra la mezcla al carter desde el que pasa al cilindro.

Al igual que en el motor de cuatro tiempos, en el de dos también hay segmentos de compresión, pero no de engrase dado que éste se efectúa directamente por el aceite que porta la mezcla carburada y que mantiene una proporción, aproximada, de medio litro de aceite por diez de gasolina.

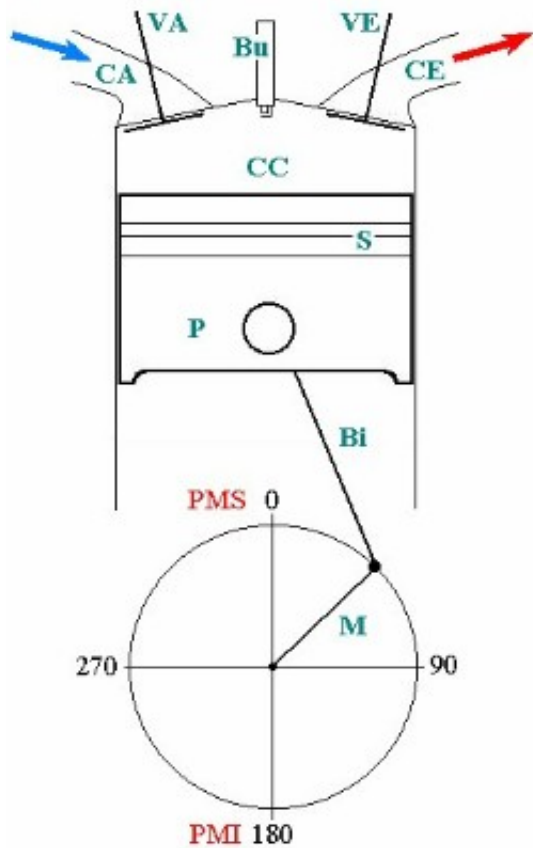


CARACTERÍSTICAS Y CICLOS

I.1 CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES TÉRMICOS:

- **SEGÚN EL MODO DE GENERAR EL ESTADO TÉRMICO:**
 - De **COMBUSTIÓN EXTERNA** (MCE): Al fluido de trabajo se le transmite el estado térmico a través de una pared.
 - De **COMBUSTIÓN INTERNA** (MCI): El estado térmico se genera en el propio fluido de trabajo (mediante un proceso de combustión).
- **SEGÚN LA FORMA EN QUE SE RECUPERA LA ENERGÍA MECÁNICA:**
 - **ALTERNATIVOS:**
 - Según el encendido de la mezcla aire-combustible:
 - Motor de encendido provocado (MEP)
 - Motor de encendido por compresión (MEC)
 - Según la forma en que se realiza el trabajo:
 - Motor de 4 tiempos (4T): 2 giros de cigüeñal realizan 1 ciclo.
 - Motor de 2 tiempos (2T): 1 giro de cigüeñal realiza 1 ciclo.
 - **ROTATIVOS:**
 - Turbomáquinas: Turbina de gas.
 - Volumétricos: Motor Wankel.
 - **REACCIÓN:**
 - Cohetes.
 - Aeroreactores.

I.2 PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE LOS MCIA:



CA: Colector de Admisión.

CE: Colector de Escape.

VA: Válvula de Admisión.

VE: Válvula de Escape.

Bu: Bujía.

CC: Cámara de Combustión.

S: Segmentos.

P: Pistón.

Bi: Biela.

M: Manivela.

D: Diámetro del pistón.

S: Carrera del pistón.

S/D: Relación carrera-diámetro.

Ap: Sección del pistón.

Vd: Cilindrada Unitaria o Volumen de Embolada.

Z: Número de Cilindros.

Vt: Cilindrada Total.

Vc: Volumen de la Cámara de Combustión.

Rc: Relación de Compresión.

n: Régimen de Giro.

Cm: Velocidad Media del Pistón.

$A_p = \frac{\pi D^2}{4}$	$V_d = A_p \cdot S$	$V_t = z \cdot V_d$	$R_c = \frac{V_d \cdot V_c}{V_c}$	$C_m = 2 S \cdot n$
---------------------------	---------------------	---------------------	-----------------------------------	---------------------

I.3 CICLOS REALES DE LOS MCIA 4T:

- El ciclo es abierto, se intercambia masa con el exterior durante los procesos de admisión y de escape.
- El fluido operante es reactivo y modifica sus propiedades al producirse la combustión.
- Proceso de compresión:
 - Hay pequeñas fugas de gas.

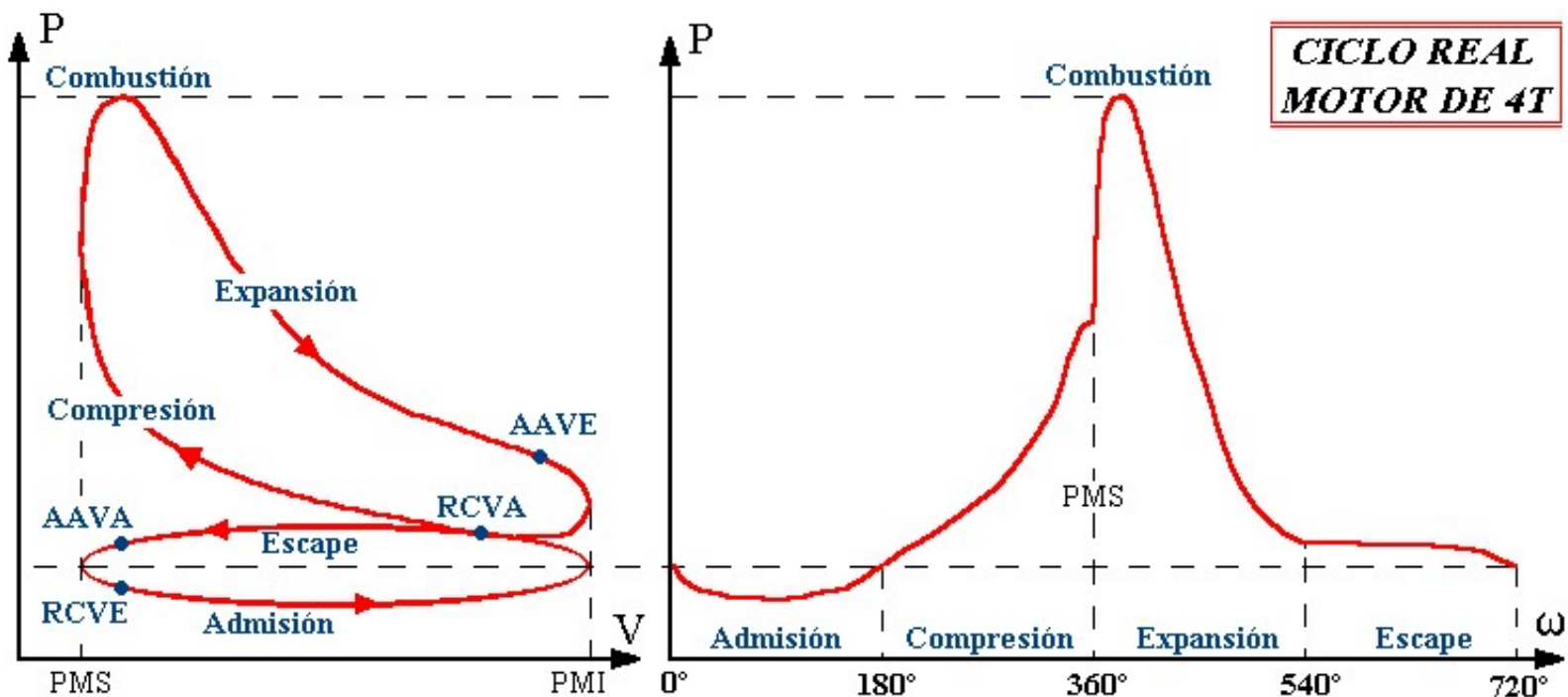
- Se produce intercambio de calor entre el fluido y la pared del cilindro, y por lo tanto el proceso no es adiabático.
- El retraso en el cierre de la válvula de admisión provoca una pérdida de fluido por la pipa de admisión.

- Proceso de combustión:

- Hay pérdidas de calor hacia el fluido refrigerante.
- La combustión es incompleta debido a las imperfecciones en la formación de la mezcla.
- La velocidad media del pistón y la del frente de llama son del mismo orden, esto impide que la combustión ocurra instantáneamente en el PMS.

- Proceso de expansión:

- Elevado gradiente de temperatura entre el fluido y la pared del cilindro, el proceso no es adiabático y ocurren grandes pérdidas de calor.
- La apertura de la válvula de escape antes del PMI provoca pérdidas de calor en los gases enviados al exterior.



I.4 DIFERENCIAS ENTRE MEP Y MEC:

CARACTERÍSTICA	MEP	MEC
Formación de la mezcla	Durante la admisión	Final de la compresión
Encendido de la mezcla	Provocado por una chispa eléctrica	Autoinflamación del combustible
Regulación de la carga	Cuantitativa	Cualitativa
Combustible	Gasolina, GLP, GN, Etanol, Biogas	Gasoil, Fueloil, Biocombustibles
Fluido operante en el proceso de admisión	Aire + Combustible	Aire
Relación de compresión	8 a 11	12 a 23
Velocidad media del pistón (m/s)	8 a 16 turismos	9 a 13 automoción
	15 a 23 deportivos	6 a 11 estacionarios
Régimen de giro máximo (rpm)	5500 a 8000 automoción	4000 a 5000 automoción
	12000 competición	500 a 1500 estacionarios 70 a 200 lentos de 2T