

Para explicar cómo tiene lugar el ciclo real de un motor de cuatro tiempo, primero hay que conocer el ciclo teórico. Es posible que tú ya lo sepas, si es así, te puedes saltar el siguiente punto.

Ciclo teórico:

1- El primer tiempo es el de aspiración de la carga fresca (mezcla de aire –comburente- y gasolina –combustible-). El pistón desciende desde el PMS (punto muerto superior) hasta el PMI (punto muerto inferior), mientras que el cigüeñal gira 180° (media vuelta). La válvula de admisión abre en $a = 0^\circ$ hasta $a = 180^\circ$ para dejar paso a la mezcla.

2- El segundo tiempo es el de compresión. La válvula de admisión se cierra en $a = 180^\circ$, dejando el interior del cilindro sellado. Así pues, al subir el pistón la mezcla eleva su presión al ver reducido el volumen que la contiene. El pistón sube de nuevo hasta el PMS y el cigüeñal completa la primera vuelta : $a = 360^\circ$

3- La combustión (que no explosión), ocurre cuando salta la chispa de la bujía, momento en el que el pistón se encuentra en el PMS (usease, arriba del todo). La energía liberada se transforma en su mayor parte en calor (y la tiramos a la basura mediante el circuito de refrigeración y de ahí al aire, donde para lo único que se aprovecha es para calentarnos las manos en los crudos días de invierno al parar en la gasolinera). Pero una parte (sobre un 30%) se emplea en una violenta expansión, lo que fuerza al pistón a bajar. Esta es la segunda carrera descendente (360° a $a = 540^\circ$), **y la única que produce trabajo**. Las otras tres carreras se producen a costa de pérdida de energía.

4- Bueno, ya volvemos a tener el pistón abajo del todo, y el cilindro lleno de gases de la combustión. Ahora hay que retirarlos, empujados por la segunda carrera ascendente del pistón. Para ello se abre la válvula de escape, desde el momento que el pistón comienza a subir (PMI) hasta que llega arriba (PMS). Una vez que está arriba ($a = 720^\circ$, esto es, dos vueltas del cigüeñal), se cierra la válvula de escape, y se abre la admisión para volver a empezar otro nuevo ciclo a **1**

Ciclo real :

¿En verdad os habéis creído todo ese rollo? Pues es un puro cuento para niños. La realidad es muuuucho más complicada. Vamos a intentar explicar un poco algunas cosillas que diferencian al mundo real de las fantasías:

Avance de la apertura de la válvula de admisión (AAA): Érase una vez un pistón que subía evacuando productos lácteos hacia el PMS, barriendo a todos los gases de combustión y sacándolos por la válvula de escape, que estaba abierta para ese fin. Bien, pues va un ingeniero y decide que cuando aún queda un trecho para que llegue el pistón arriba (unos 15° antes del PMS), se abra la válvula de admisión.

-Ese ingeniero esta gilipollas-, pensarás tú.

Puede que sí, pero en este caso tiene razón. Verás, los gases saliendo de la cámara de combustión provocan una depresión (vacío). Si abrimos en ese momento la válvula de admisión aprovechamos ese

vacío para que entre la carga fresca (cuanto antes empecemos a meter carga, mejor). Además, así como a tu moto le cuesta ponerse a 200 Km/h unos segundos (a tu scooter quizá algunos años, a no ser que busques un puente lo suficientemente alto), a la mezcla le cuesta ponerse en movimiento (aunque no te lo creas, tiene que alcanzar desde parado, velocidades próximas a la velocidad del sonido, en una milésima de segundo). A esa resistencia se le llama inercia, y debido a ella es mejor darle un poquito de tiempo extra para que empiece a moverse.

Retraso del cierre de la válvula de escape (RCE): La segunda parida de nuestro ingeniero loco es la ostia. Cuando ya el pistón a empezado a bajar, aspirando el aire fresquito con la sulfa...¡no cierra la válvula de escape!

-Joder, ese tío esta tonto, se va a ir por ahí toda la sulfa. Ni que fuera gratix!!!

Bueno, tienes razón en eso que dices. Pero has de tener en cuenta que así como a los gases frescos le costaba ponerse en movimiento, hay un chorro ardiente saliendo por la válvula de escape a una velocidad de la ostia...y como tu moto cuando vas a 200...cuesta un huevo detenerlo. En este caso nos vamos a beneficiar de esa inercia de la masa de gases de la combustión para que sigan saliendo a pesar de que el pistón ya está bajando. Así, cerrando un poco más tarde, conseguimos una mejor limpieza de los gases residuales que, de otra forma, estarían ocupando un espacio que no podrían rellenar los gases nos interesan, que son los que vienen del bendito carburador....

Lo más tarde que cerremos es poco, unos 10°. Por supuesto que si nos pasamos, ocurrirá lo que tú ya intuías: que se nos va la carga por el escape!!!!.

Retraso del cierre de la admisión (RCA): Supongo que ya no habrá nada en este cuento real que os sorprenda. Por supuesto que la válvula de admisión, además de abrir antes....también cierra más tarde (al revés del horario de trabajo de un funcionario). Este es el valor más importante de todos, por la importancia que tiene en la cantidad de carga que entra. Así pues, cuando ya el pistón está en la carrera de compresión (y de hecho, bien arriba, hasta unos 65°), aún la válvula de admisión está abierta dejando entrar mezcla. Cómo es eso? Pues por la inercia....¿A que lo habíais adivinado? Jejejeje.

En esto interviene un principio de la dinámica de fluidos que tiene el sugestivo nombre de “efecto ariete” (debe ser el único principio que no tiene un espantoso nombre de físico cabezón). Este dice, má o meno, que cuando empezamos a cerrar la válvula de admisión, el flujo entrante se “agolpa” en las inmediaciones de la copa, aumentando localmente la presión, y por lo tanto pudiendo entrar un poco más de mezcla al cilindro, que está a menor presión. Ese poquito es el que marca la sutil diferencia entre adelantar a un colega o arrancarle las pegatinas. Tú veras si es importante el dichoso efecto ariete...

¿Y si nos pasamos? Pues como con todo, que la cagamos. Si cerramos demasiado pronto, dejamos sin meter carga, con lo cual à menos potencia, y las pegatas de nuestro colega siguen intactas. Si cerramos demasiado tarde, la presión en el cilindro es ya muy grande (el pistón ya empuja muy fuerte) y la columna de mezcla invierte su recorrido y sale por la pipa de admisión en vez de entrar, con lo cual à a lo mejor eres tú el que tiene que pararse a recoger las pegatas...

Avance del encendido: (AE): Como te puedes imaginar, la velocidad de la chispa es altísima. Pero no vayas a pensar que ahí acaba la combustión. Nooooooooo. Más bien aún no ha ni empezado. Aún se tienen que formar una serie de productos intermedios, los cuales son los que verdaderamente arderán al ser alcanzados por el frente de llama. Imagínate el frente de un incendio forestal, que avanza arrasando el monte, y dejando cenizas a su paso. Pues muy parecido es el frente de llama, empieza en la zona de la bujía, y va avanzando por toda la cámara de combustión. Como esto tarda un tiempo, la chispa ha de saltar un pelín antes. A ese pelín se le llama avance del encendido.

De él depende mucho la potencia que consigamos y la temperatura en el motor. Pero claro, si nos pasamos, pueden existir detonaciones, para lo cual un captador de picado retrasa automáticamente el encendido para que todo vuelva a la normalidad.

Avance apertura de escape (AAE): Aquí ninguna válvula hace las cosas cuando debe, y la de escape no iba a ser menos. Y hace bien.

Cuando acaba de pegar el pedo la mezcla, y el pistón está bajando impulsado por los gases se nos ocurre...abrir la válvula de escape para que se vayan!!!!

-Pero te has vuelto loco!!!!

Traaaaaaaanqui. Me explico. Sí que es verdad que perdemos (mejor dicho, no aprovechamos) algo de trabajo si abrimos antes de tiempo. Pero date cuenta que la gran presión que existe en ese momento facilita la salida de los gases residuales, y así, cuando el pistón tire para arriba, le quedarán menos gases que empujar, con lo cual el trabajo de expulsarlos será menor (trabajo de bombeo).

Además, si echas un ojo a un diagrama p-V, comprobarás que en la última parte de la carrera de expansión, el trabajo suministrado (área del diagrama entre esos dos puntos) es bastante reducido. Así que no perdemos gran cosa, y ganamos tiempo para ir vaciando bien el cilindro para que al siguiente ciclo se llene bien del fluido milagroso.

Consideraciones finales:

No se si te habrá parecido hasta aquí fácil o difícil lo explicado. La verdad es que la cosa tiene muchos bemoles, los cuales desde luego yo (y casi nadie en este país), somos quien de interpretar.

Piensa que puedes, estudiando bien tu motor, saber en qué momento conviene cerrar o abrir esa válvula. Ya has visto que si lo haces un poco antes o un poco después, estás perdiendo rendimiento. Tiene que ser el momento exacto. Pero...en qué condiciones?

Me explico. El momento de apertura o cierre de una válvula puede ser el idóneo para un determinado régimen, pero no para otros. Por ejemplo, a bajo régimen, un motor con mucho retraso de cierre de la admisión (muy deportivo), al tener muy poca inercia el flujo aspirado, en seguida invertiría su dirección, y estaríamos sacando parte de la carga ya metida hasta que la bendita válvula se dignase en cerrar. Pero qué hacemos? Cerramos antes? Entonces cuando ese motor suba de vueltas, cerraremos la admisión,

cuando aún estábamos en disposición de seguir metiendo más carga al cilindro (y más carga, como ya sabéis, es más potencia). Por eso es normal que una moto muy deportiva (hecha para dar lo mejor de sí a altas vueltas), se ahogue en bajos y medios.

Así habrá una posición óptima para cada régimen, pero también para cada solicitud (no es lo mismo estar a 5000 rpm acelerando a tope, que a 5000 rpm con el gas cortado en una reducción). Y así con infinidad de parámetros....Pero ¡las levas son rígidas! Así pues, tienes que buscar una solución de compromiso...pero ya se sabe que quien mucho abarca, poco aprieta.

Y ello por no hablar de que no sólo importa cuándo cerramos, sino cómo lo hacemos (más rápido al principio, al final, despacio...), y de cuánto abrimos la válvula (alzada de válvula), que a su vez influye en el área de paso (y por lo tanto en la cantidad de mezcla que podemos meter sin que se produzca el bloqueo sónico de la pipa), pero también de las inercias del sistema de distribución, el cual es el que verdaderamente limita la capacidad de sobrerégimen de un motor.

Lo mejor...hacer que las levas se muevan, es decir se adapten a cada circunstancia variando la alzada de la válvula según nos interese. Así el motor daría lo mejor de sí a cualquier régimen y carga. Eso se llama sistemas de distribución variable, y que yo sepa en motos poca cosa se ha hecho. Honda con el V-Tec, y otras marcas están haciendo algo en este interesantísimo campo.

O si no...pasar de levas. La válvula va gobernada por un electroimán o por un mecanismo neumático (las Aprilia de Moto G, como suenan!!!!). Así, podemos abrir o cerrar cuando y como nos interese. Fantástico!!!! Sin duda alguna, el futuro.

A todo esto habría que añadir las ondas de presión que viajan por los conductos de admisión y por los colectores de escape. El ya mencionado efecto ariete, provoca un sobrepresión / depresión que se transmite por los conductos. Cuando vuelve esta onda al cilindro (del que salió u otro), puede tener unos efectos cojonudos o desastrosos para el funcionamiento del motor. Por ejemplo, si llega una onda de depresión a la pipa de escape en el momento que estamos evacuando los gases residuales, es muy bueno, porque estos saldrán mejor. Pero como nos llegue una onda de sobrepresión...la hemos cagao, porque impedirá a los gases que salgan y el siguiente ciclo el cilindro estará lleno de mierda en lugar de mezcla fresca. Con lo cual... a parar y empezar a recoger las pegatas.

A que todo eso funciones bien se le llama “sintonizar el escape”, y está directamente relacionado con la válvula Exup, etc...Aunque eso ya es otro tema. En cuanto a esto, sólo os recomiendo tener mucho ojo con el escape que ponéis, con su retención y con la longitud de los colectores.

Epílogo:

Si alguien quiere saber más sobre el tema, que me escriba, y muy gustoso le daré algunos títulos donde seguir aprendiendo.

Si por el contrario os he aburrido, y a estas alturas estáis preguntándoos para qué cojones os sirve saber eso...pues probablemente para nada, ya que no es algo que convenga meterse a tocar (al menos no conozco a nadie con las pelotas de variar la alzada de un árbol de levas a ojo).

Si no os gusta saber lo que pasa en las entrañas de vuestras niñas, lo que no entiendo es para qué coño os habéis metido en una página de mecánica. ¿Por ver si encontrabas un “truqui” que le diera a tu CBR900

Para explicar cómo tiene lugar el ciclo real de un motor de cuatro tiempo, primero hay que conocer el ciclo teórico

esos 20 caballitos que le faltan para ser una moto seria? Pues lo siento, pero para esto no hay “briconsejos”. Gástate la pasta en un buen preparador que sepa lo que hace, porque este no es el Vespino de tu hermano q le cambiabas el escape, le ponías cilindro de 65 y le metías cuatro patadas y ya cogía 80 por hora. Nonononono. Nada de eso.

Beggar