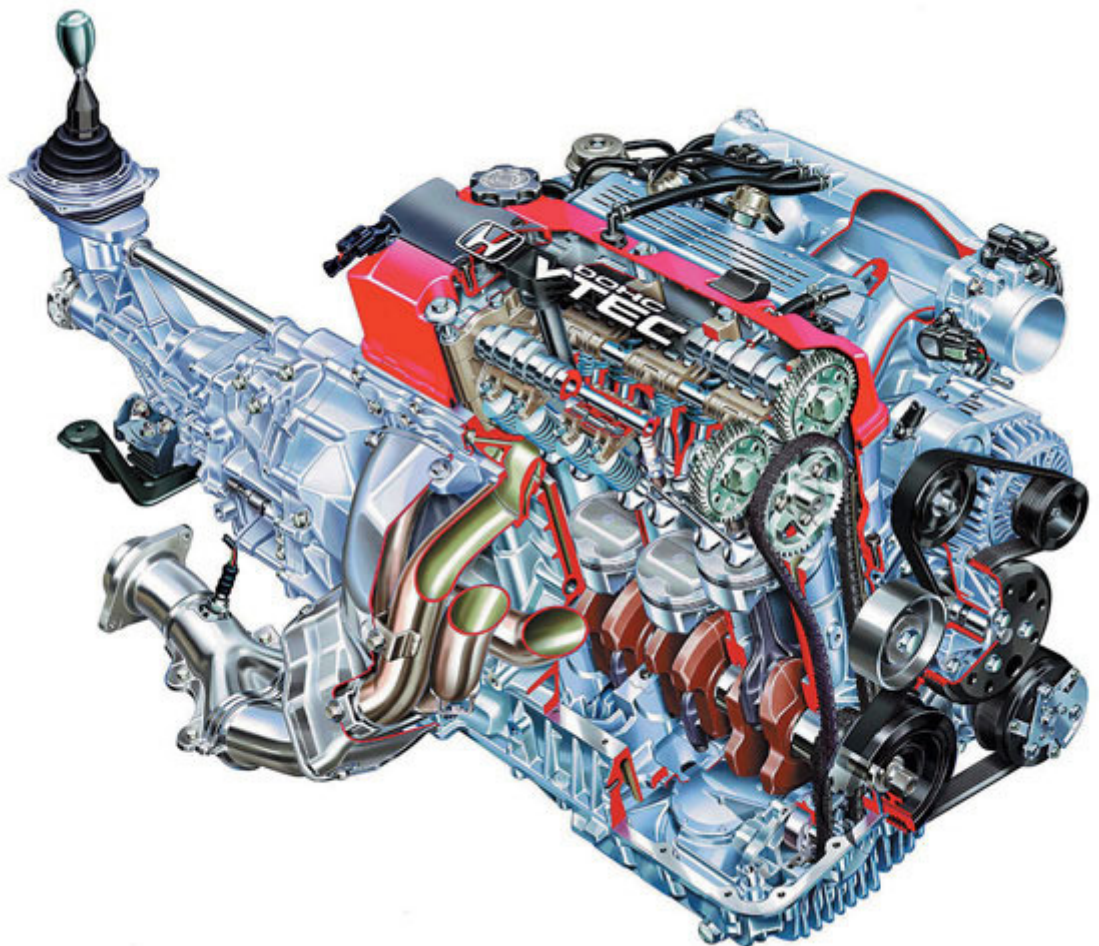


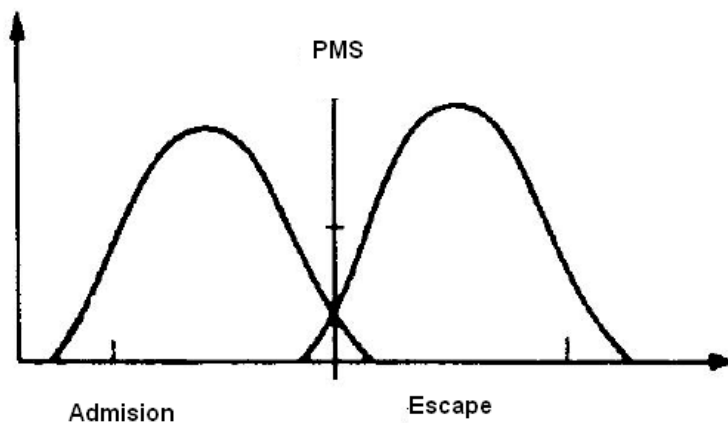
## El sistema de distribución variable Honda VTEC



## OBJETIVO DEL SISTEMA VTEC.

El entorno de combustión es uno de los factores más importantes que determinan el rendimiento del motor. El entorno de combustión dentro de un motor es influido en gran parte por la configuración de las válvulas - cuando se abren (tiempo) y cuánto se abren (alzamiento)-.

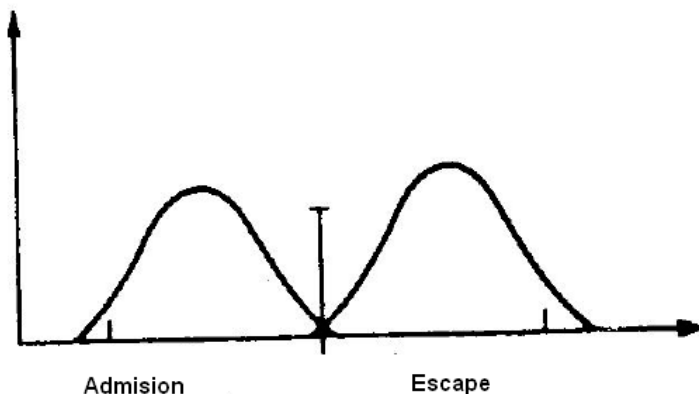
En motores de alto rendimiento, las válvulas se abren más y por más tiempo. Esto permite utilizar una mezcla rica de combustible/aire que desemboca en la cámara de combustión, generando alta potencia a altas revoluciones. Sin embargo, a revoluciones bajas, el ciclo de la combustión es más lento, así que la mezcla aire/combustible abandona la cámara de combustión sin ser completamente quemada. El resultado es un rendimiento pobre en bajas:



### Motor de competición

Potencia maxima	:	si
Par a bajo regimen	:	no
Estabilidad al ralenti	:	no

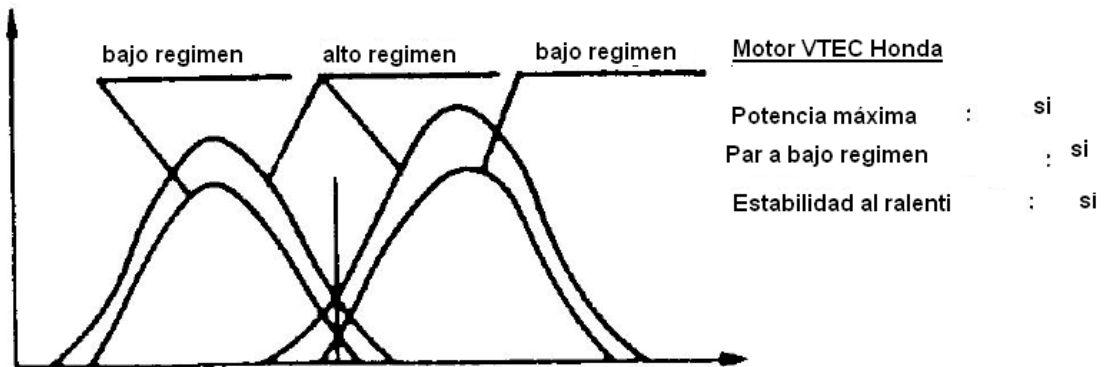
Por otra parte, los motores clásicos son capaces de producir más par en revoluciones bajas debido a la carga escasa de aire y combustible, pero pueden producir sólo una cantidad limitada de potencia:



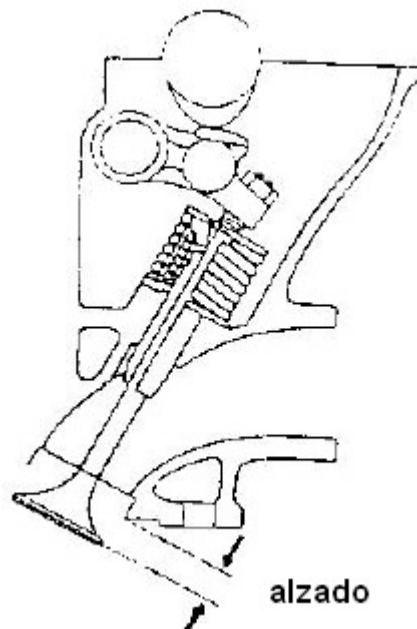
### Motor clasico

Potencia maxima	:	si
Par a bajo regimen	:	si
Estabilidad al ralenti	:	si

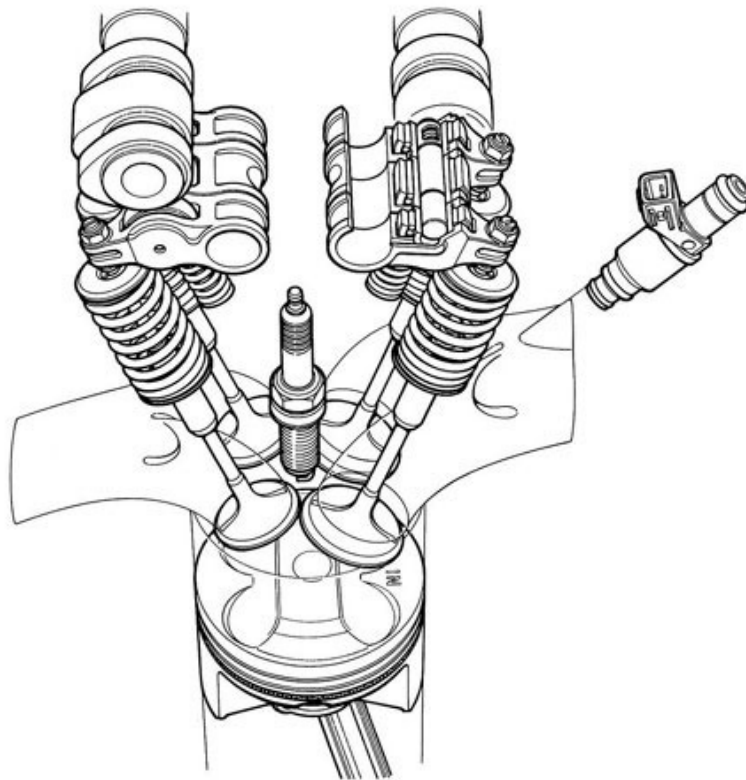
El sistema VTEC (Variable valve Timing and lift Electronic Control) de Honda resuelve el problema de combinar potencia a altas revoluciones y par a bajas vueltas. Los motores de Honda VTEC tienen una doble personalidad, siendo manejables en bajas vueltas y adoptando las características de un motor de alto rendimiento en revoluciones altas. Además economizan el combustible:



Es el primer mecanismo del mundo que permite modificar simultáneamente los valores del ángulo de apertura y cierre de las válvulas y los valores de alzado.



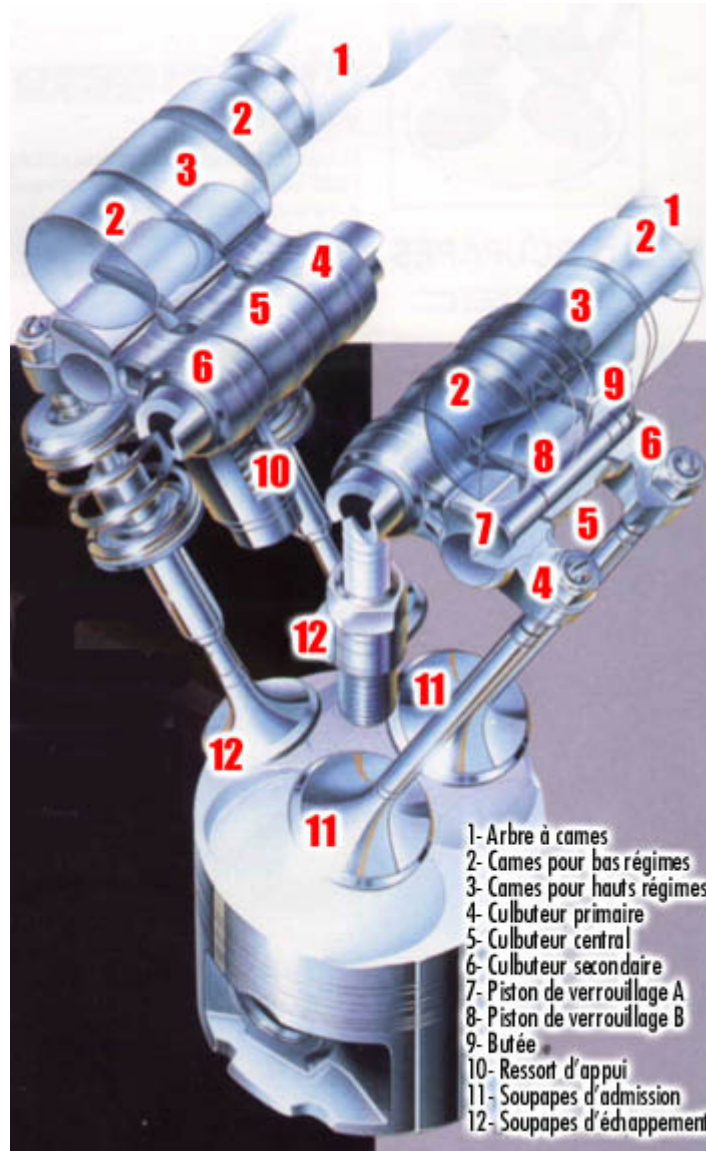
## Cómo funciona la distribución variable Honda VTEC:



El sistema VTEC de Honda es más sofisticado que los primeros sistemas variables de tiempo de apertura de válvulas de otros fabricantes, que sólo podían cambiar el tiempo que las válvulas de admisión/escape estaban abiertas a la vez (en cruce), en la transición entre los tiempos de escape y admisión. La configuración VTEC altera tanto el tiempo de apertura de válvulas como su alzamiento. En su forma clásica utilizada en los motores DOHC (dibujo de arriba), hay dos tipos de levas diferentes: uno usado bajo condiciones de baja velocidad y otro que actúa sólo a altas vueltas (normalmente por encima de las 4900 rpm). Las levas de bajo régimen tienen un perfil suave para una buena respuesta en bajas, emisiones reducidas y poco consumo. Por el contrario, la leva de alto régimen es como las levas de carreras, con un perfil agresivo y con una duración abierta de  $290^\circ$  en el caso del motor B18C5 del Integra.

El sistema se montó primero en los motores DOHC de alto rendimiento. Constaba de tres levas (dos de bajo régimen - nº 2 en la figura de la página 5- y una de alto régimen entre las anteriores - nº 3- ) y tres balancines para cada par de válvulas de admisión y de escape. A bajo y medio régimen los balancines de los extremos, que están alineados con las levas de bajas rpm (nº 4 y 6), actúan

directamente para abrir y cerrar las válvulas. El balancín extra de altas rpm (nº 5) se mueve hacia arriba y hacia abajo sobre el eje de balancines, actuando sobre un falso muelle de válvula (nº 10). A altas rpm el balancín extra de altas rpm (nº 5) se mueve solidariamente con el eje de balancines (y por consiguiente con las levas de bajas) y el conjunto es actuado directamente por la leva de altas rpm (nº 3).

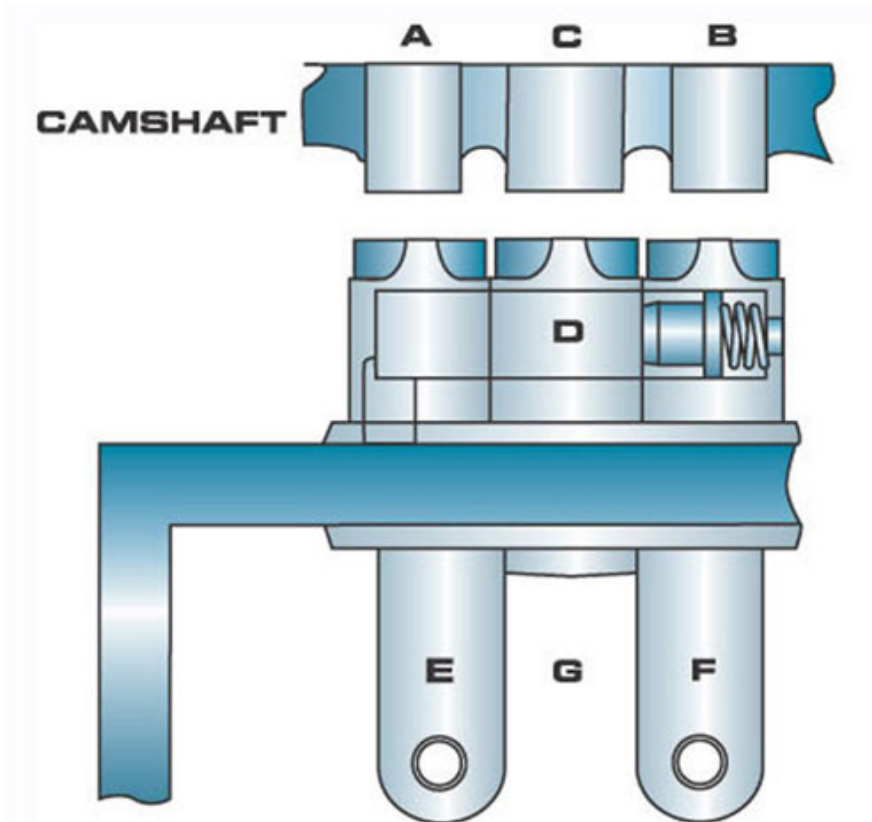


La conexión y desconexión del balancín de alto rendimiento al eje de balancines se consigue mediante un sistema de pasador hidráulico situado en el eje de balancines (nº 7,8 y 9). A un determinado régimen de motor, ese pasador accionado hidráulicamente se desliza por dentro de los tres balancines

bloqueándolos juntos. Esto da el control del conjunto entero de balancines a la leva extra. Con su perfil más alto, la leva extra abre las válvulas aún más y durante más tiempo, permitiendo entrar mayor flujo de combustible y aire en la cámara de la combustión. Con una carga más grande de combustible/aire y a mayores revoluciones, el motor genera más potencia.

Una vez que el motor baja de vueltas, el pasador que bloquea el conjunto de balancines se suelta, permitiendo a las levas de bajo perfil y sus balancines reanudar su operación.

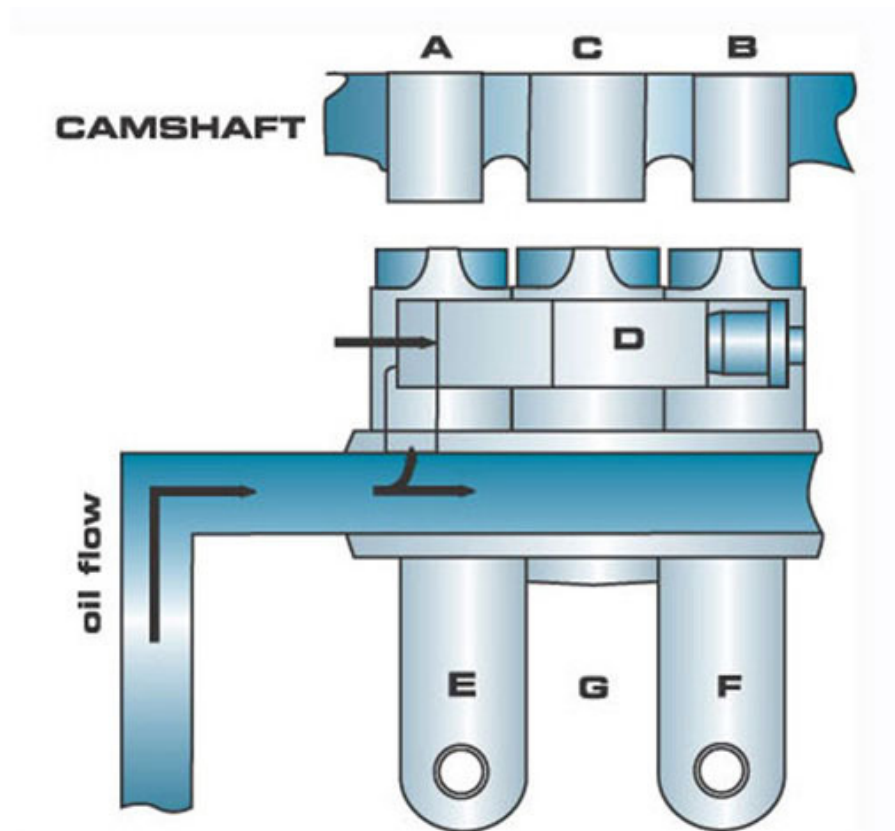
La siguiente figura es un esquema del funcionamiento a bajo régimen:



Se puede observar cómo los balancines de bajas (E y F) no están anclados al de altas (G). Entonces, las levas externas (A y B) actúan directamente los balancines de bajas y, a través de esos balancines, las válvulas. El balancín del medio (altas rpm) es actuado por la leva de alto rendimiento, pero debido a que no está conectado a nada no produce ningún efecto.



Esquema de funcionamiento a alto régimen:



En el esquema se ve que a un determinado número de revoluciones por minuto (típicamente entre las 5000 y las 6000 rpm), la centralita manda una señal a un distribuidor hidráulico que libera el aceite de la bomba hacia el pasador (D) por medio de una electro-válvula en la dirección de la flecha. Esto une los balancines externos con el del medio, causando que los tres balancines se muevan juntos como uno solo.

Control electrónico.

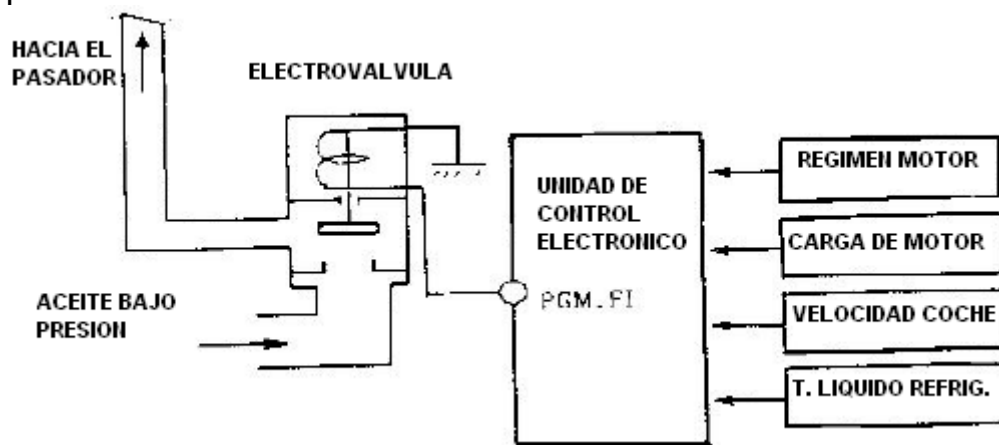
El momento de cambio es manejado por una Unidad Electrónica de Control (ECU), que cambia la presión del aceite para activar el pasador hidráulico. El pasador hidráulico se desliza en su lugar rápida y suavemente, produciendo en el motor alto rendimiento casi instantáneamente. En el caso del motor B16A del CRX y Civic la ECU PGM-F1 se encarga de vigilar constantemente las modificaciones que se producen en el motor tales como la carga, el régimen, la temperatura y la velocidad del vehículo. Estas informaciones son enviadas al ordenador de la inyección que,

después de una interpretación, decide el modo de funcionamiento del motor.

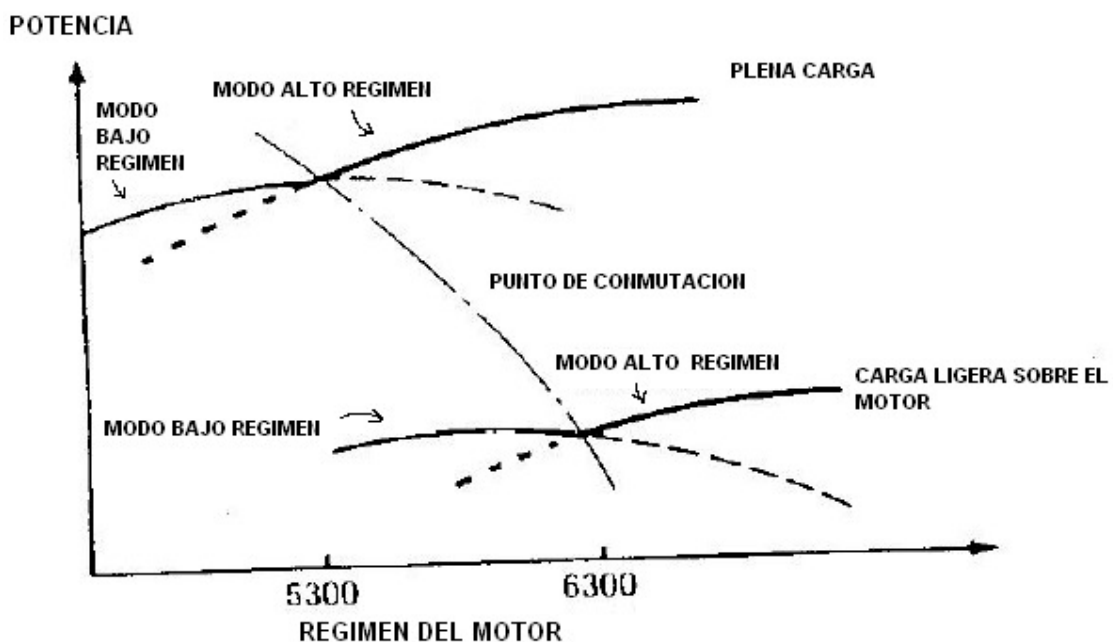
Las condiciones necesarias para que se conmute a modo altos regimenes en el motor B16A son las siguientes:

- Régimen de motor por encima de las 5300 rpm
- Velocidad del vehiculo por encima de los 30 Km/h
- Temperatura del líquido de refrigeración por encima de 60° C
- Carga del motor, detectada al medir la depresión en el colector de admisión por medio del captador MAP

Esquema del control electrónico de la electro-válvula:

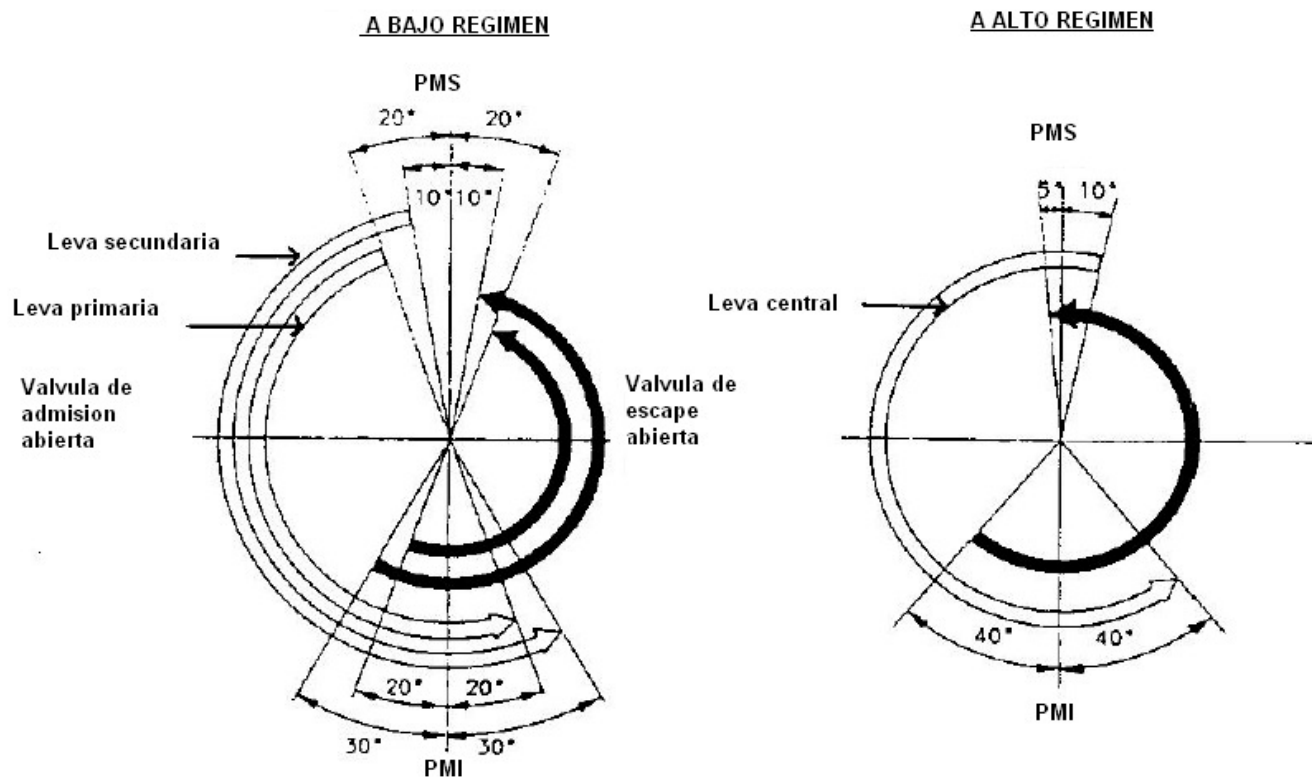


Además, en función de la carga y del régimen del motor la ECU puede modificar el punto de conmutación:





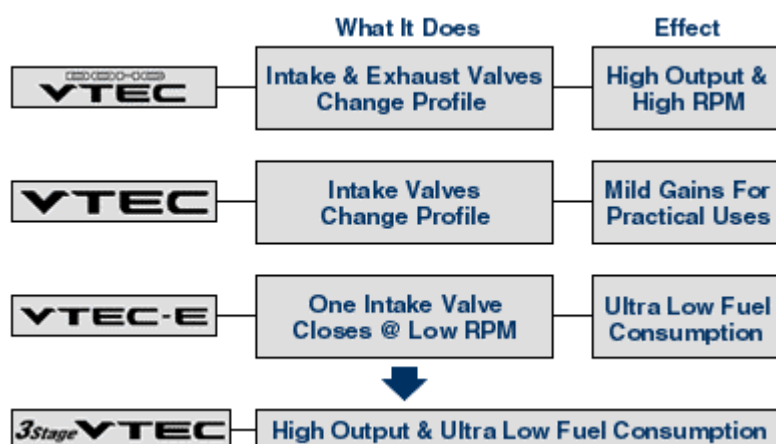
Consecuencias en el diagrama de la distribución:



En el diagrama de distribución de arriba se puede observar como, en el modo de alto régimen, los tiempos de apertura de las válvulas son mayores que en el modo bajo régimen, permitiendo un mejor llenado de los cilindros; la válvula de admisión se abre antes y se cierra mas tarde y lo mismo ocurre con la de escape, teniendo también entre ellas un mayor tiempo de cruce.

Cada modelo de Honda que equipa un motor VTEC DOHC ofrece, por litro, el mayor par y la mayor potencia entre los motores atmosféricos de su clase y con un consumo bastante reducido.

## Tipos de motores VTEC.



En el cuadro de arriba se describen por encima algunos tipos de motores VTEC:

-El motor DOHC VTEC actúa sobre las válvulas de admisión y escape, generando alta potencia a altas revoluciones. Es el tipo de motor usado en los modelos de mayor potencia como, por ejemplo, el motor del F20C del S2000, capaz de desarrollar 125 CV/l (250 CV y 1998 cm<sup>3</sup>). Otros motores espectaculares son el B16B del Civic Type R (185 CV y 1598 cm<sup>3</sup>) y el B18C del Integra Type R (200 CV y 1797 cm<sup>3</sup>).

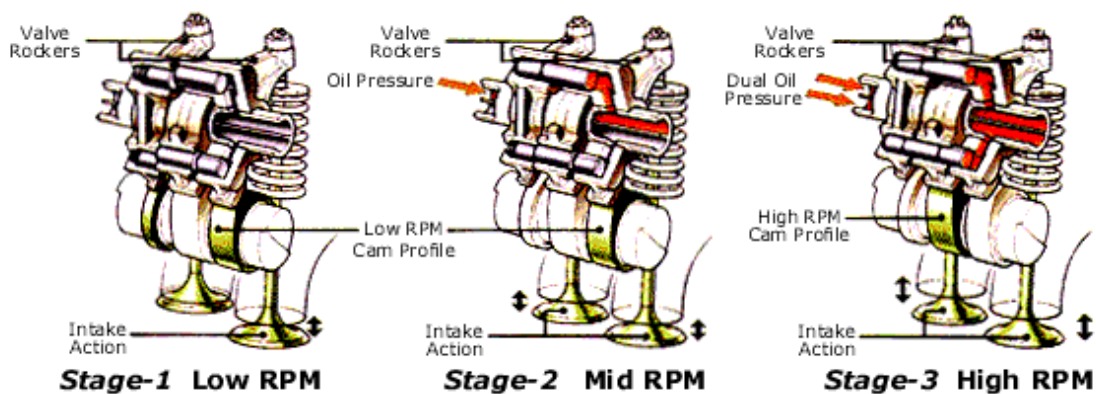
-El motor VTEC es del tipo SOHC, es decir, con un solo árbol de levas en cabeza. Este sistema es más simple: el juego de tres levas con tres balancines sólo es para las válvulas de admisión; las de escape actúan como aquéllas no VTEC. Su objetivo son suaves ganancias de par y potencia para un uso más agradable y práctico.

-El motor VTEC-E fue desarrollado para traspasar las barreras de eficacia del combustible y atender a una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> sin causar una disminución de la potencia. A bajos y medios regimenes, el motor VTEC-E realiza sus objetivos manteniendo retrasada (casi cerrada) una válvula de admisión. Esto causa un aumento de la tasa de aire que entra a la cámara de combustión y produce un “torbellino” que conduce a una estabilización de la combustión con mezclas más pobres.

El motor VTEC-E trabaja en combinación con un detector de la proporción aire/carburante lineal (LAF – Linear Air/Fuel), una pieza que normalmente se encuentra en el mundo de la F1. Esta controla la proporción de aire/carburante y dirige la cantidad de carburante inyectado por la unidad PGM-FI. Estos cumplimientos técnicos trabajan juntos para conseguir una combustión pobre en bajos y medios regímenes y un nivel más estable de combustión en la gama entera de régimen; también consiguen un par suficiente a bajo régimen, un alto rendimiento de carburante y conservan las buenas características de los motores de cuatro válvulas por cilindro en medios y bajos regímenes.

También hay un tipo de motores VTEC tipo D que montaban algunos Civic que ampliaban la banda de potencia simplemente avanzando o retardando la apertura de válvulas bajo diferentes condiciones.

-El sistema 3stage VTEC apareció en 1995 y fue diseñado entonces para un óptimo balance de supereconomía de carburante y alta potencia y margen de utilización. Es una combinación de los sistemas VTEC-E y VTEC SOHC:



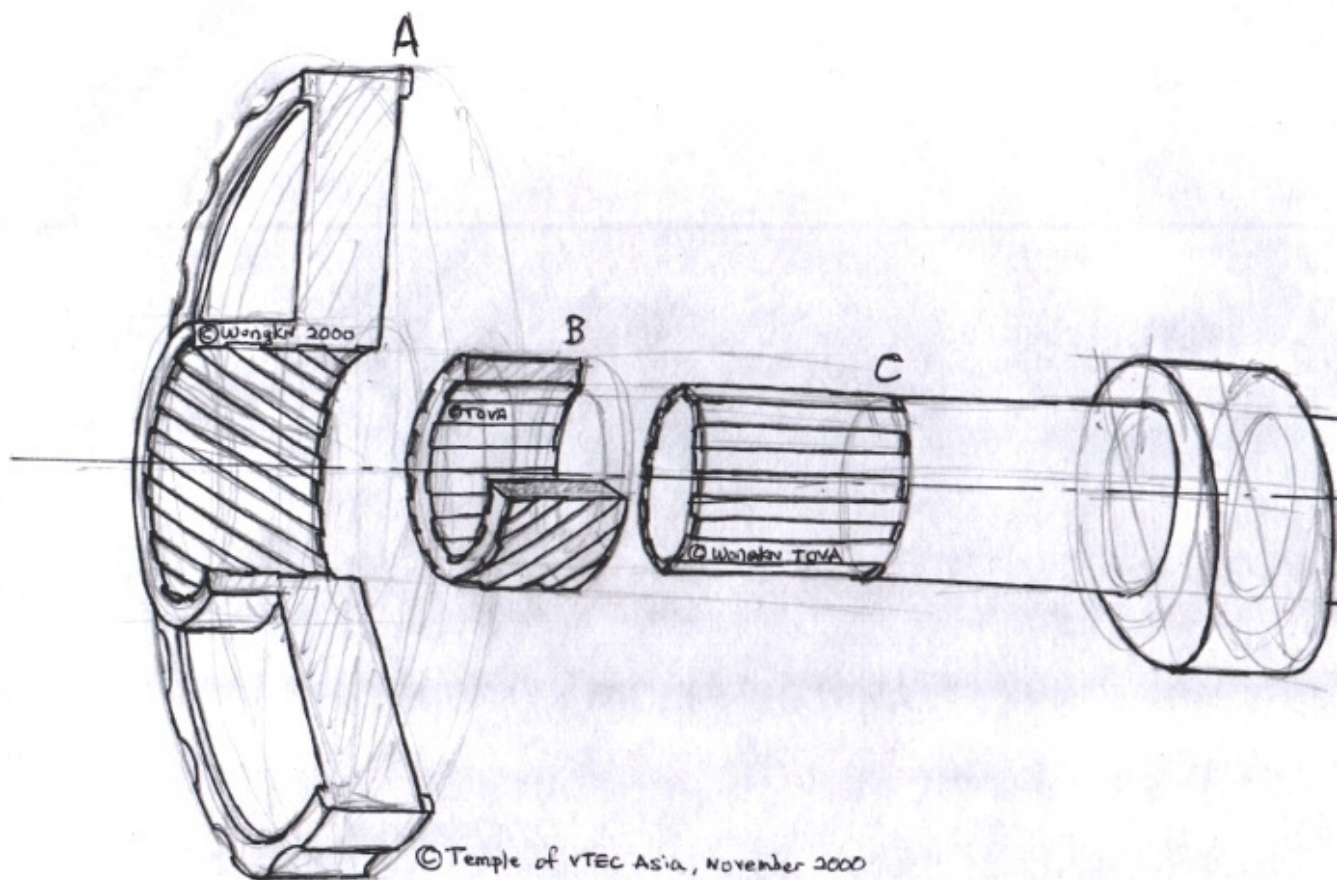
En la fase 1 actúa como el sistema VTEC-E: una válvula apenas se abre. En la fase 2 (a partir de 2500 rpm), por medio de la presión del aceite se bloquean los dos balancines de bajas y las válvulas se abren simultáneamente con las levas de bajo perfil (esto también lo hace el VTEC-E). En la fase 3 (a más de 4500 rpm), actúa como un VTEC SOHC, siendo comandados los balancines por la leva de alto perfil de la manera antes descrita.

El motor i-VTEC.

En el año 2000 apareció otra evolución de los motores VTEC: el i-VTEC DOHC. La i aparece por “inteligente” (intelligent VTEC).

Honda introdujo muchas novedades en este motor, pero la más significativa es el VTC (Variable Timing Control), nombrado así por ser un mecanismo de apertura y cruce de válvulas variable. Trabaja en el árbol de levas de admisión y permite que el solapamiento entre las válvulas de admisión y escape sea variado continuamente en función de la carga del motor. Esto permite un mayor refinamiento en la entrega de potencia, sobre todo a medio régimen. Pero lo más importante es la reducción de  $\text{NO}_x$  retrasando la apertura de las válvulas de admisión sin perjudicar el funcionamiento suave del motor. La apertura de las válvulas de admisión va avanzando progresivamente cuando las revoluciones suben.

Su funcionamiento, por encima, consiste en un mecanismo situado entre la polea del árbol de levas y el árbol propiamente dicho. El mecanismo tiene un enlace helicoidal a la polea y puede ser movido con relación a la polea a través de un medio hidráulico. Cuando se mueve, el dispositivo helicoidal, rota el árbol con respecto a la polea.



El dibujo de la pagina anterior sirve para ilustrar el principio básico de funcionamiento del VTC y otros sistemas genéricos (como VANOS de BMW, VVT-i en Toyota, Clio Renault sport...). La A es la polea movida por la correa de distribución. Normalmente el árbol de levas C va unido directamente a esa polea, pero en el sistema VTC se une al dispositivo intermedio B, con pistas helicoidales por su exterior y un estriado en su interior para girar solidario con el árbol y deslizarse a la vez por el. En el dibujo se puede ver que si movemos ese dispositivo B hacia adelante o hacia atrás moveremos el árbol de levas sobre su eje, independientemente de la polea, produciendo un avance o un retardo en la apertura o el cierre de las válvulas de admisión.

El sistema VTEC es capaz de variar los tiempos de aperturas de las válvulas, pero lo hace en dos o tres fases (o perfiles). El añadir el VTC permite que el cruce de válvulas sea continuamente variado, lo que no reemplaza al sistema VTEC, si no que complementa su efectividad, notándose sobre todo en medios regimenes.

### El motor i-VTEC I

Este motor aparece en 2004 y es un refinamiento del i-VTEC. Es de inyección directa y puede trabajar con 65 partes de aire por cada una de gasolina, Lleva el sistema VTC y se desarrolló para conseguir una alta economía de combustible, bajas emisiones y alta potencia.

En bajos regimenes (modo Fuel Economy) sólo se abre una válvula de admisión, el VTC optimiza el cruce y se realiza la inyección en la fase de compresión. Si se acelera más fuerte, el VTC adelanta la apertura de la válvula de admisión y se realiza la inyección en ese tiempo.

Con carga alta en el motor (modo High Output) funcionan las dos válvulas de admisión, el VTC optimiza el cruce de válvulas y la inyección se produce en la admisión.

Este motor recorre 15 Km/l en la version de 156 CV y tiene un catalizador especial y una EGR que lo hacen cumplir con normativas medioambientales muy exigentes.

En resumen, los motores VTEC tienen un rendimiento excepcional y un consumo muy bueno gracias a su inteligente distribución variable y además gozan de una fiabilidad excepcional: en los últimos trece años, Honda ha construido 15 millones de sistemas VTEC y ni uno solo ha tenido una avería.

## Bibliografía:

-Video "Honda Type R Special" de Best Motoring Int.

-Programa 02.11.2003 "Top Gear" de la BBC

-Diversas paginas de Internet:

[www.espiritvtec.com](http://www.espiritvtec.com)

[www.hotrod.com](http://www.hotrod.com)

[www.vtec.net](http://www.vtec.net)

[www.honda.co.jp](http://www.honda.co.jp)

[www.leecao.com](http://www.leecao.com)

[www.mecanicavirtual.org](http://www.mecanicavirtual.org)