

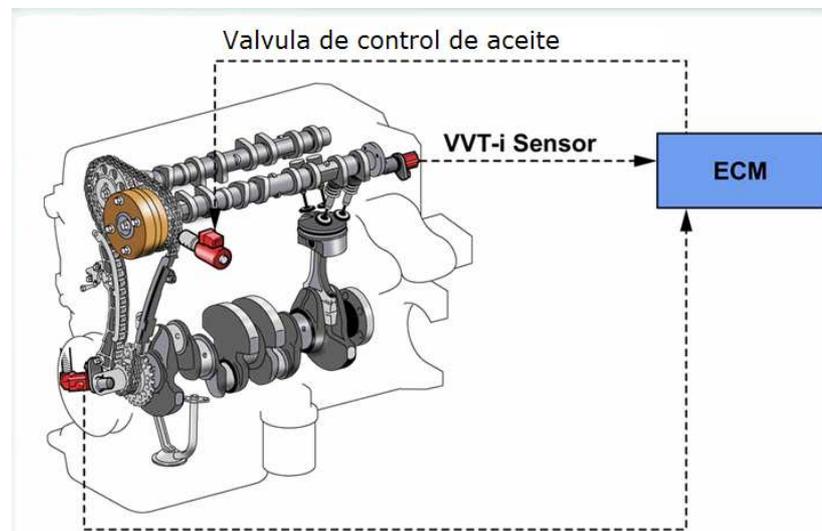
INSTITUTO NACIONAL DE APRENDIZAJE

PROCESO DE GESTION TECNOLOGICA

Proyectos de Investigación

NUCLEO MECANICA DE VEHICULOS SUBSECTOR PRODUCTIVO: VEHICULOS LIVIANOS

AREA FUNCIONAL: ELECTRONICA APLICADA AL VEHÍCULO LIVIANO



Nuevas tecnologías utilizadas en los sistemas de distribución valvular en los motores a gasolina para vehículos livianos.

FICHA DE CREDITOS

Elaborado por: Marvin Lepiz Ugalde

Asesoría metodológica: Javier Bonilla Herrera
Nombre

REVISION

Javier Bonilla Herrera
Proceso de Gestión Tecnológica Firma

.....
Fecha y sello

APROBACION

Rafael Murillo López
Jefatura del Núcleo de Formación Firma

.....
Fecha y sello

INDICE

Página

Distribución		5
	Sincronización de Válvulas	6
	Cruce de válvulas	7
	Distribución Variable	8
Desplazamiento del Árbol de Levas		11
	Sistema VANOS	15
	Sistema VarioCam	17
	Sistema VALVETRONIC	21
	Sistema VarioCam PLUS	26
	Sistema VVT Toyota	30
Alzada de levas Variable		33
	Sistema VTEC Honda	33
	Sistema VVT Toyota	36
Conclusión		39
Bibliografía		40

INTRODUCCIÓN

Los cambios en los sistemas automotrices son constantes y la aplicación de la electrónica para compensar y mejorar las técnicas existentes es una de las principales causas por las cuales los mecánicos deben de buscar alternativas de capacitación e información acerca de esos cambios.

La presente investigación consiste en estudiar los diferentes sistemas de distribución variable más comunes que tienen los vehículos actuales y las características que existen en cada una de las marcas automotrices que hay en nuestro entorno.

Distribución

Fundamentalmente, cuanto mayor es la cantidad de aire que penetra en el cilindro, mayor será la potencia que desarrolla el motor, por eso es fundamental el sistema de distribución que es el encargado regular los tiempos del funcionamiento del motor. La distribución (respiración) del motor va estar controlada por el árbol de levas que es el elemento fundamental junto con las válvulas.

Cuanto más rápido gira un motor, más difícil resulta llenar los cilindros, puesto que las válvulas abren y cierran mucho más deprisa.

Lo ideal es que la válvula de admisión se abra un poco antes del inicio de la carrera de admisión, y la de escape un poco antes de iniciarse la carrera de escape, para ayudar así al vaciado y llenado de los cilindros. El inconveniente proviene de que el momento óptimo de apertura de las válvulas es diferente para cada régimen del motor, por lo que resulta imprescindible sacrificar rendimiento en todos los regímenes de giro para obtener un resultado aceptable también en todos los regímenes de giro.

Lo que hace la distribución variable es precisamente cambiar el momento de apertura y cierre de las válvulas en función del régimen del motor. Los sistemas más sofisticados también pueden controlar el tiempo durante el que la válvula permanece abierta.

A la hora de cambiar los tiempos de distribución tenemos que hacer una serie de consideraciones sobre los sistemas de distribución en general:

Sincronización de las válvulas

Hay que destacar los siguientes puntos:

- La válvula de admisión debe abrirse antes del P.M.S., es decir, antes de que el pistón empiece a descender en el tiempo de admisión.

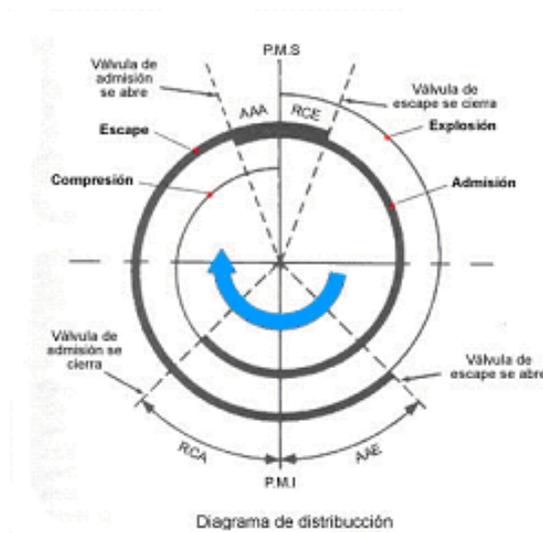
- La válvula de admisión permanece abierta mucho después del P.M.I., (en plena fase de compresión) para aprovechar la velocidad de los gases entrantes, lo cual ayuda a introducir una cantidad adicional de la mezcla de aire y combustible en el cilindro.

- La válvula de admisión regula el rango de revoluciones del motor. Si esta se cierra mas tarde, entra mas combustible en el cilindro y, por lo tanto, las revoluciones aumentan.

- El punto de cierre de la válvula de admisión también determina la relación de compresión efectiva, opuesto a lo que ocurre con la relación de compresión estática. Si la válvula se cierra mas tarde, la compresión real del motor será menor

-La válvula de escape debe abrirse mucho antes de que termine el tiempo de explosión para liberar la presión de los gases en expansión que están en el cilindro antes de que el pistón suba en el tiempo de escape.

La potencia del motor no se ve afectada por el hecho de que las válvulas de escape se abran en ese punto, ya que la mayor parte de la potencia de los gases en explosión ha sido transmitida al pistón durante el tiempo de explosión. La válvula de escape debe estar casi totalmente abierta en el momento en el que pistón alcance la velocidad máxima. De esta manera, no hay resistencia al movimiento causada por la presión del gas de admisión, la cual produciría una pérdida de bombeo.



Cruce de válvulas

El periodo de cruce de válvulas tiene lugar en el inicio del tiempo de admisión, cuando la válvula de admisión ya está abierta y la de escape no se ha cerrado por completo.

Los motores de serie tienen un cruce de válvulas de 15 a 30 grados de giro del cigüeñal. En el ejemplo de la figura superior la magnitud del cruce es de 20 grados. Los árboles de levas de los vehículos de carreras tienen cruces de válvulas que van de 60 a 100 grados.

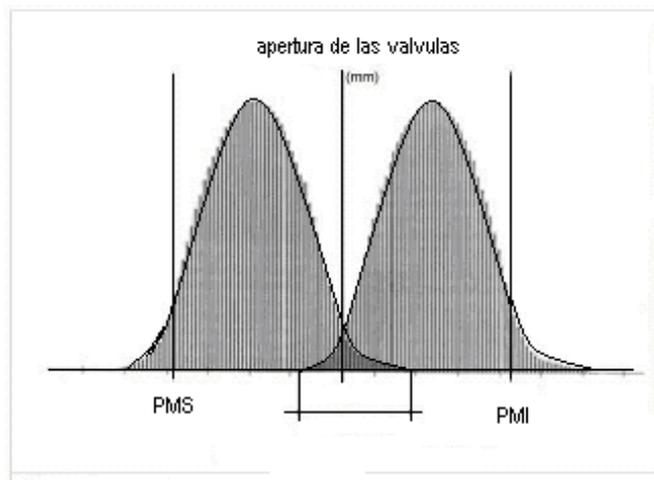
Un cruce adicional proporciona un llenado de cilindro más eficaz a altas revoluciones, pero produce un vacío en el motor más bajo, así como una mayor pobreza en el rendimiento en los bajos regímenes, en la calidad de marcha en ralentí y en la economía de combustible a baja velocidad.

Si la válvula de admisión se abre demasiado pronto, la calidad de marcha en ralentí se deteriora, mientras que el rendimiento en regímenes elevados no mejora demasiado. La velocidad máxima del pistón en el tiempo de admisión se alcanza antes de la apertura máxima de válvula, por lo que si la válvula se abre antes, podría mejorar la respiración del motor. El factor del cruce de válvulas que afecta al rendimiento en regímenes elevados es el cierre de la válvula de escape. De hecho, aumentar el tamaño de la válvula de escape y su orificio correspondiente no suele considerarse demasiado adecuado para la obtención de más potencia, ya que la válvula de escape limita en mayor medida el flujo procedente del cilindro a medida que se cierra.

Un cruce elevado de válvulas puede generar problemas de holguras entre la válvula y el pistón, es decir, que podrían llegar a tocarse. La elevada alzada de las válvulas no causa este problema, ya que el pistón está en una posición baja dentro del cilindro cuando la válvula se abre al máximo.

Un cruce válvulas mas reducido aumenta la presión en el cilindro a revoluciones más bajas.

Los diseñadores de árboles de levas intentan minimizar el cruce de válvulas al tiempo que procuran maximizar el rendimiento en regímenes elevados.



Distribución variable

Cuando el motor funciona al ralentí la válvula de obturación se encuentra totalmente cerrada, por lo que se genera un gran vacío en el múltiple de admisión. Por lo tanto en un motor sin VVT cuando se produce el traslape valvular, cierta cantidad de gases quemados ingresan al múltiple de admisión, creando en este un empobrecimiento de la mezcla que llenara los cilindros durante la carrera de admisión y a la vez tenemos un ralentí inestable.

Para corregir esta deficiencia lo que se hace en los motores convencionales es aumentar las RPM del motor enriqueciendo la mezcla en ralentí, por lo que obtiene un mayor consumo de combustible.

Con el uso del VVT lo que se consigue es retrasar la apertura de las válvulas de admisión y así evitar que los gases quemados ingresen al múltiple de admisión y a la vez se evita enriquecer la mezcla durante el ralentí.

Es entonces donde encontramos la primera ventaja del VVT que es más economía de combustible ya que el motor puede funcionar a muy bajas RPM.

Cuando se acelera el motor para hacer una salida, el VVT adelanta el tiempo de apertura de las válvulas de admisión en un grado mayor del que se establece en un motor sin VVT.

En ese momento se puede pensar que la entrada de los gases de escape afectarían el rendimiento del motor, pero no es así, ya que las RPM del motor aumentarían, y más bien los gases de escape pueden dar ciertas ventajas tales como:

Reducción del esfuerzo de los pistones cuando viajan del PMS al PMI, permitiendo un mejor llenado de los cilindros.

Los gases que no se han quemado aun en el escape(CO y HC) retornan al múltiple de admisión por lo que la contaminación por CO y HC se reduce obteniendo emisiones más limpias.

Además de lo anterior, los gases de escape al regresar por el cilindro, provocan que la cámara de combustión se enfríe evitando la producción de Nox, obteniendo también emisiones más limpias.

Es así como aparece la segunda ventaja del VVT que es la producción de emisiones más limpias.

Cuando el motor funciona a altas RPM, los pistones viajan a una velocidad mayor, como por ejemplo cuando se adelanta a otro vehículo.

En un motor convencional ese tiempo esta preestablecido limitando el llenado de los cilindros durante la carrera de admisión.

En un sistema con VVT se consigue que el adelanto de la apertura de las válvulas de admisión sea mayor permitiendo un mejor llenado de los cilindros.

Si bien es cierto con el adelanto de apertura de las válvulas se consigue también el adelanto de cierre de estas, pero ocurre que a pesar de ese adelanto de cierre, los cilindros ya se han llenado por completo.

Aparte de esto cuando el motor gira a altas velocidades en el escape se genera vacío, el cual evita que los gases de escape ingresen al múltiple de admisión, por lo que se consigue que los cilindros se llenen con una mezcla favorable de aire y combustible, dando como resultado una generación de potencia máxima que es la tercera ventaja del VVT

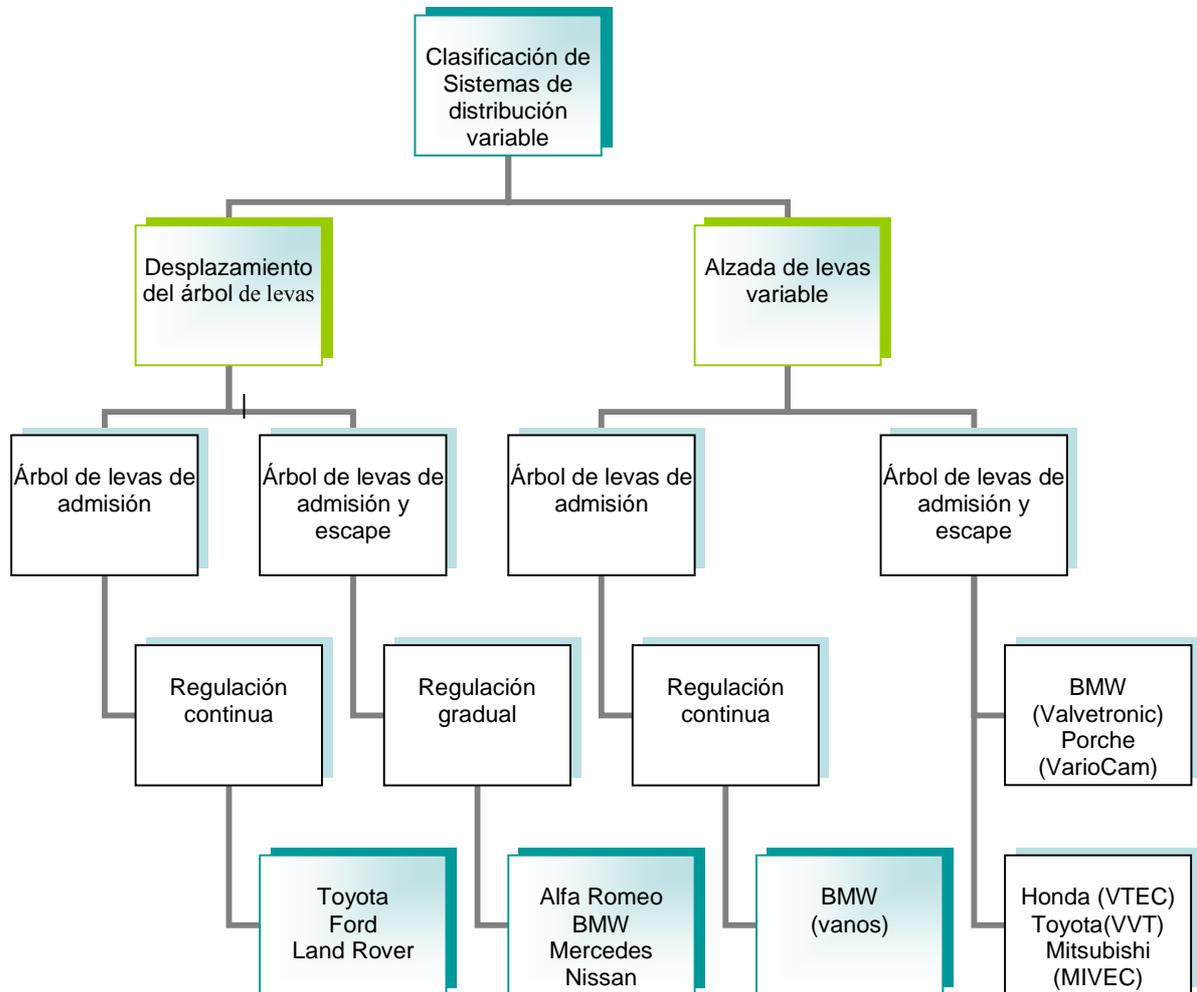
Estos sistemas permiten utilizar el tiempo óptimo de apertura y cierre de las válvulas a cualquier régimen de giro del motor. Según el fabricante del sistema se utilizan diferentes soluciones que modifican el calado de los árboles de levas, hacen actuar otra leva a altas revoluciones o modifican por medio de excéntricas la posición del árbol de levas sobre sus apoyos.

Hay dos sistemas fundamentales a la hora de variar la distribución.

1. Variación de la alzada de válvula, con ello se consigue modificar simultáneamente el avance y cierre de la válvula, además de disminuir el área de paso de los gases frescos.

2. Desplazamiento del árbol de levas con respecto al cigüeñal.

De la combinación de estos dos movimientos es posible ajustar cada uno de los ángulos de manera independiente al valor deseado.



Desplazamiento del árbol de levas

Convertidores de fase

Es posible adaptar el diagrama de distribución de un motor para conseguir un buen compromiso entre las exigencias de empuje a bajos regímenes y elevado rendimiento volumétrico (buen llenado de la cámara) a altos regímenes utilizando un variador de fase.

Los hay de varios tipos, pero el más utilizado es el que controla la admisión variando la posición angular del árbol de levas respecto al engranaje que lo

arrastra. Esta variación se controla a través de un accionador electromagnético comandado por la computadora del motor, de forma que la presión del aceite en el mecanismo variador de fase permite ese desacoplamiento de unos grados en el árbol.

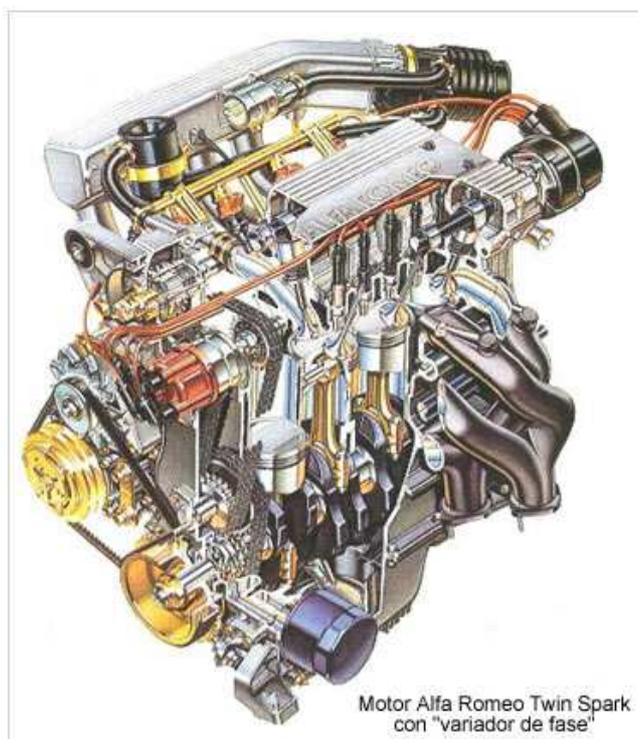
Los perfiles de las levas (alzada) propiamente dichos y, con ello, también la carrera de la válvula no se modifican.

Para un rendimiento eficaz de este sistema basta con modificar los tiempos de distribución de las válvulas de admisión.

Los ensayos realizados han demostrado que una modificación de los tiempos de distribución de las válvulas de escape no aporta una mejora significativa.

La utilización de convertidores de fase, normalmente, solo se hace en motores con dos árboles de levas en cabeza (DOCH), tal y como los encontramos en motores multiválvulas.

Sin embargo. La primera regulación de árboles de este tipo, fabricada en serie, se introdujo en un motor de 2 válvulas por cilindro de Alfa Romeo en 1987 en el modelo Twin Spark de 2,0 litros, el cual también dispone de 2 árboles de levas en cabeza. Este motor gracias al convertidor de fase y a un doble



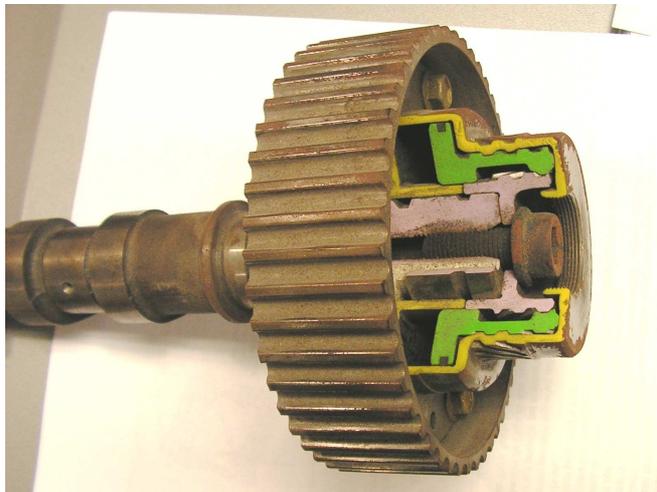
encendido, da unos valores de rendimiento de 150 CV que, normalmente, solo los alcanzan motores multiválvulas y, por tanto, demuestra como a pesar de usar un motor de 2 válvulas se consigue unos valores de potencia elevados.

El elemento más importante del "variador de fase" es el actuador electro-hidráulico acoplado al engranaje que arrastra en rotación al árbol de levas de las válvulas de admisión.

Este actuador permite dar al mismo árbol dos posiciones angulares diversas y, por lo tanto, variar los tiempos de apertura de las válvulas de admisión.

Su regulación está dirigida por el microprocesador del sistema electrónico de gestión del motor y que en este caso es la centralita que gestiona tanto el sistema de inyección como de encendido BOSCH Motronic.

La lógica de actuación de la variación de fase se establece de antemano, de manera tal que el cruce de válvulas -es decir, esa fracción del ciclo de funcionamiento del motor durante la cual están abiertas de manera simultánea las válvulas de admisión y de escape- se reduzca a los regímenes bajos y con poca carga, y aumente en los regímenes altos y en caso de fuerte sollicitación de potencia.



De ese modo se obtienen los siguientes resultados:

- En los regímenes altos y medio-altos y en caso de fuerte demanda de potencia

(puesta en fase normal), llenado óptimo de los cilindros y, por lo tanto, máximo de la potencia y del par.

- En los regímenes bajos y medio-bajos y con reducidas cargas (puesta en fase atrasada), regularidad óptima de funcionamiento y reducción de los consumos específicos.

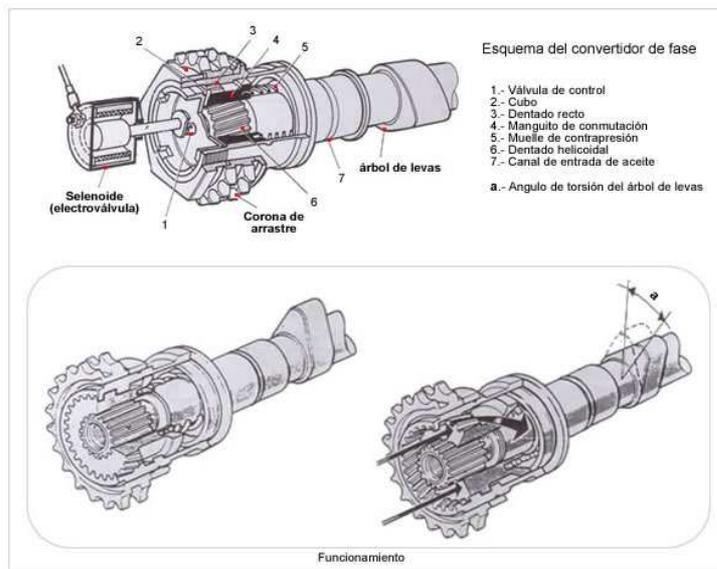
- En todos los regímenes, reducción al mínimo de las emisiones que contaminan.

En el convertidor de fase normalmente se regulan hacia adelante o hacia atrás los árboles de levas de admisión durante el funcionamiento alrededor de 10° a 20° con respecto al ángulo entre árboles de levas (que corresponde a $20 - 40^\circ$ del ángulo de calado respecto al cigüeñal. Para la construcción de tales mecanismos de regulación solo son adecuados aquellos mandos del árbol de levas en los que las cadenas de distribución (o correa de distribución) discurra a lo largo de los 2 árboles de levas o bien solo se accione el árbol de levas de escape. Entre la rueda de propulsión de accionamiento del árbol de levas y el árbol de levas de admisión se instala un mecanismo electrohidráulico de torsión, que lleva a cabo la torsión relativa deseada y que es gestionada electrónicamente.

Durante la torsión del árbol de levas de admisión se modifican los siguientes parámetros del diagrama de distribución.

- El cruce de válvulas
- El inicio de la apertura de admisión
- El fin del cierre de la válvula de admisión

Estos parámetros tienen una influencia esencial sobre la potencia y el par motor, pero también sobre la calidad de la marcha en vacío, del comportamiento de los gases de escape y del consumo.



Sistema Vanos

El sistema Vanos es otro sistema que consigue variar el ángulo del árbol de Levas. Este sistema no deja de ser un convertidor de fase aunque tenga una denominación distinta. VANOS son las siglas de Variable Nockenwellen Steuerung (separación variable del árbol de levas) que es un sistema de distribución variable empleado por la marca BMW. Consiste en desplazar el calado del árbol de levas utilizando la presión del aceite del sistema de engrase.

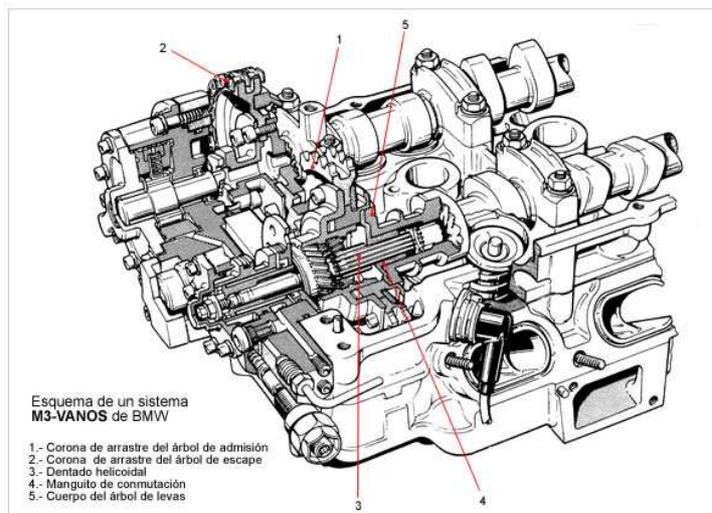
El sistema aumenta el cruce de válvulas cuando el motor gira a altas revoluciones. El adelanto o retraso del árbol de levas con respecto al cigüeñal dependerá de las condiciones de funcionamiento del motor (carga, r.p.m. y temperatura).

Por medio de una gestión electrónica del motor y también de un electroimán se conecta una válvula distribuidora 4-2 (4 vías, 2 posiciones), para lo cual un pistón hidráulico admite alternativamente presión del aceite del motor y se mantiene en sus dos posiciones iniciales posibles por medio de topes mecánicos.

En el pistón se encuentra un eje dentado montado sobre rodamientos de baja fricción, que transforma la carrera del pistón por medio de un dentado helicoidal en

un giro del árbol de levas con relación a la rueda dentada accionadora. El margen de ajuste es de 25° del ángulo de calado con respecto al cigüeñal.

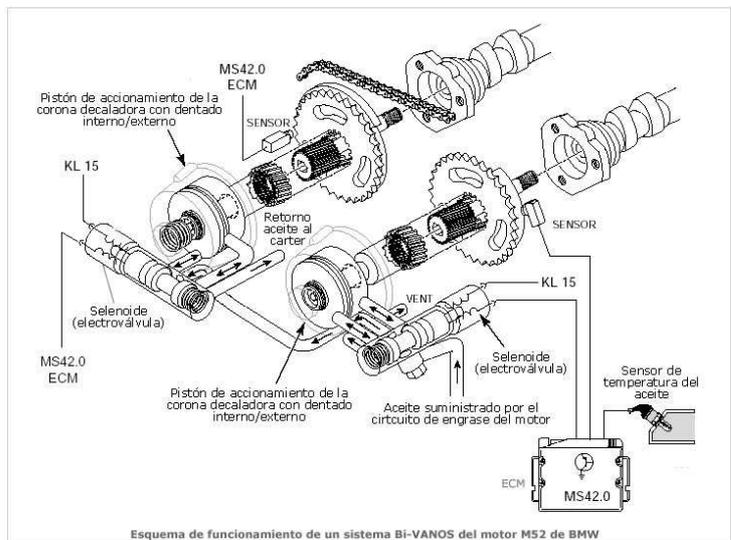
Gracias al sistema VANOS se ha logrado reducir el tiempo de apertura de las levas de admisión de 240° a 228°, sin reducir por eso el rendimiento máximo del motor. Esta medida tiene, ante todo una ventaja con respecto a la calidad en marcha en vacío.



El sistema de accionamiento que utiliza el aceite a presión para su funcionamiento cuenta con un sistema propio que trabaja con una presión de 100 bar y también dispone de un depósito de aceite. La bomba de aceite de alta presión esta integrada en la unidad de regulación y se acciona por medio del árbol de levas de escape. La presión elevada del aceite es necesaria, para mantener el pistón regulador, que realiza la torsión de la rueda dentada hacia el árbol de levas de admisión por medio de un dentado helicoidal, en cualquier posición intermedia con seguridad. Para ello se requieren también 2 válvulas de mando electromagnéticas, así como 2 ruedas con marcas para la posición de los árboles de levas con sus correspondientes indicadores de posición. La información necesaria para la regulación procede de un mecanismo de mando propio del motor.

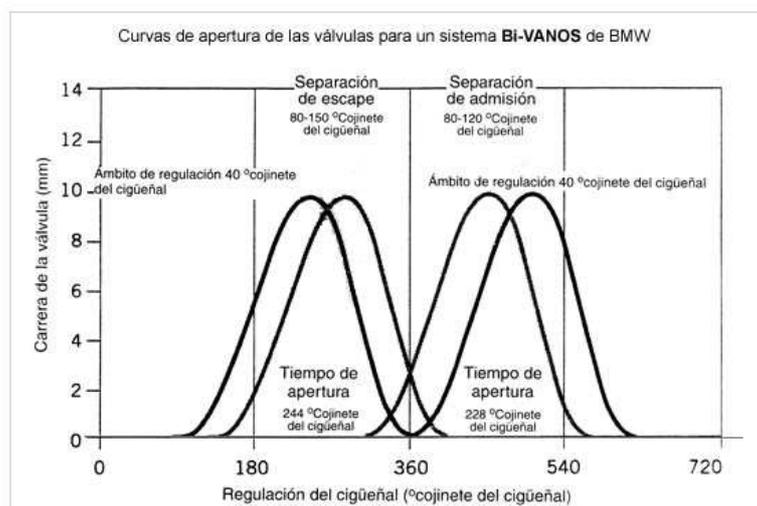
Con el paso del tiempo BMW incorpora la tecnología del sistema de decalador variable a los dos árboles de levas, es decir, al de admisión y también al de escape.

Se regulan en continuo los árboles de levas de admisión y de escape dentro de un campo amplio, lo que provoca una elevada potencia específica y al desarrollo homogéneo del par motor. El sistema VANOS doble o también denominado Bi-VANOS es la denominación que se da al sistema que se explicó anteriormente con regulación en ambos árboles de levas (admisión, escape).



El sistema VANOS doble o también denominado Bi-VANOS es la denominación que se da al sistema que se explicó anteriormente con regulación en ambos árboles de levas (admisión, escape).

Se puede apreciar en el siguiente gráfico como la variación de la apertura de las válvulas se da en ambos árboles variando de este modo la apertura de las válvulas de admisión y de escape.



Sistema

VarioCam

Porche: Utilizo en sus modelos 968 y en las primeras series del 996 Carrera un sistema (VarioCam) para variar los tiempos de distribución un tanto peculiar. El mecanismo hidráulico controlado por la unidad electrónica de control según el

régimen de vueltas del motor empuja con dos patines y abre la cadena, que mueve los árboles de levas, provocando su desplazamiento y por lo tanto se produce un reajuste de los los tiempos de apertura y cierre de las válvulas de admisión. Al reducir el número de vueltas del motor los muelles repliegan el mecanismo de empuje de la cadena a su posición inicial. Este dispositivo se monta sobre una distribución de 4 válvulas por cilindro y se complementa con un sistema de distribución variable.

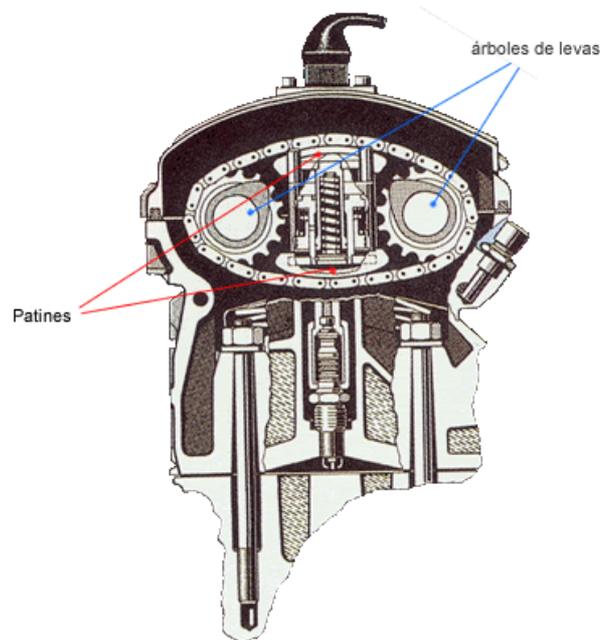
Este sistema de distribución variable es controlado por una señal eléctrica que envía la centralita de inyección (ECU) hacia un actuador que empuja unos patines que tensan la cadena de distribución.

La regulación de la distribución se hace siguiendo unos parámetros:

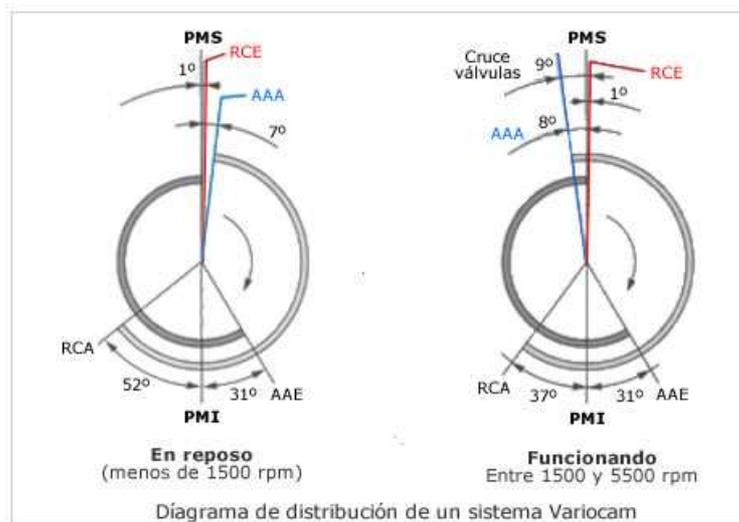
Para regímenes inferiores a 1500 rpm, las válvulas de admisión abren 7° después del PMS y cierra 52° después del PMI. Con estos parámetros, el motor funciona con un giro uniforme a bajas rpm, y la emisión gases sin quemar es muy baja debido a que no existe cruce de válvulas.

Para regímenes comprendidos entre 1500 y 5500 rpm, el árbol de levas de admisión recibe un avance de 9° respecto al de escape. Esto significa que las válvulas de admisión abren 8° antes del PMS y cierran 37° después del PMI. Con este diagrama se consigue un buen llenado de los cilindros y un aumento del par motor.

A partir de 5500 rpm, el árbol de admisión vuelve a la posición inicial, es decir, apertura 7° después del PMS y cierra 52° después del PMI. Como vemos esto es una contrariedad, pero es debido a que la alta velocidad de entrada de los gases de la mezcla necesitan un mayor retraso al cierre de admisión para aprovechar su inercia y lograr que entre más cantidad de mezcla en los cilindros.

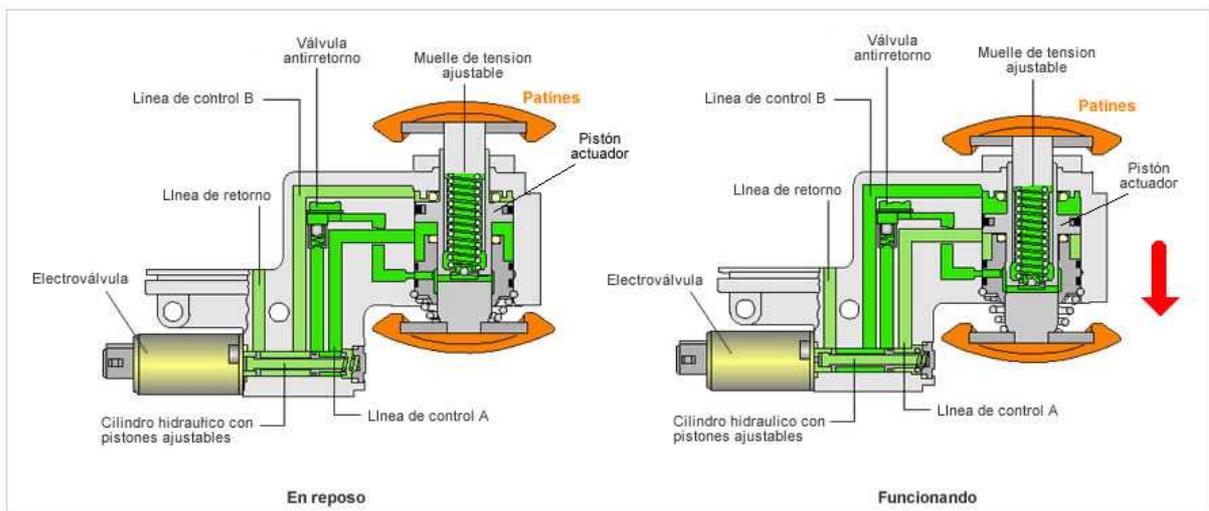
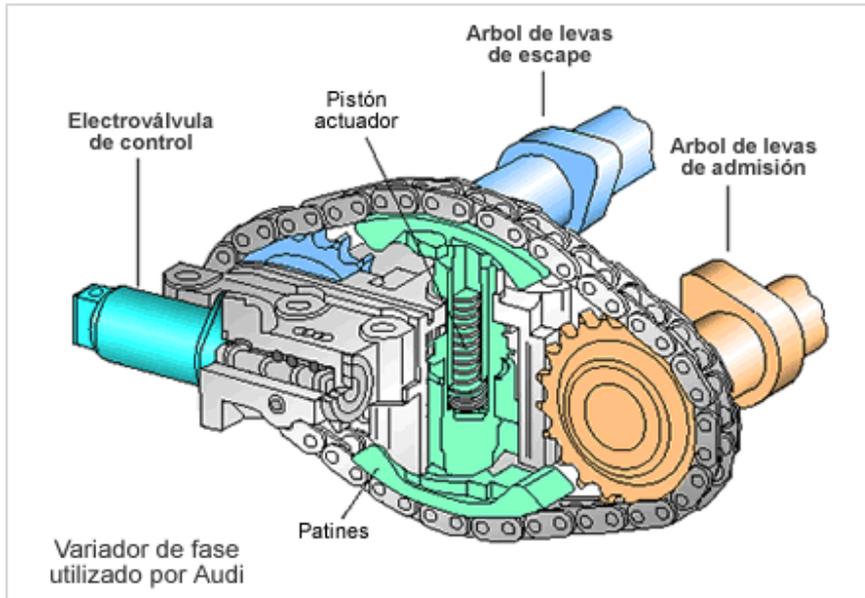


Este sistema de distribución cambia el momento en que abren y cierran las válvulas de admisión pero el ángulo total de apertura permanece invariable. Las válvulas de escape cuyos tiempos de distribución permanecen



constantemente, tienen un adelanto a la apertura de escape (AAE) de 31° y un retraso al cierre de escape (RCE) de 1°.

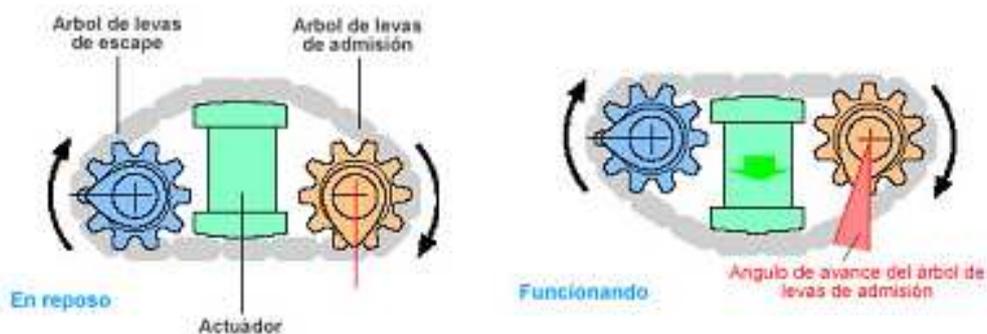
Audi A3 1.8l 5V y 2.8 V6: este motor utiliza un sistema parecido al anterior donde se varían los tiempos de distribución actuando sobre el árbol de levas de admisión



En la posición de reposo la "línea de control A" esta abierta y el aceite a presión actúa sobre el "pistón actuador" por debajo del "pistón actuador", por lo tanto no hay variación en la apertura de las válvulas de admisión.

Por encima de las 1300 rpm la "línea de control B" esta abierta y el aceite a presión actúa por encima del "pistón actuador" que empuja los patines hacia abajo, con lo que se adelanta la apertura de las válvulas de admisión.

A partir de 5000 rpm, el árbol de admisión vuelve a la posición inicial, es decir se retrasa la apertura de las válvulas de admisión. Esto se debe a que la alta velocidad de entrada de los gases necesita de un mayor retraso al cierre de admisión, para aprovechar su inercia y lograr que entre mas cantidad de mezcla en los cilindros. Este variador de los tiempos de distribución cambia el momento de apertura y cierre de las válvulas de admisión pero el ángulo total de apertura permanece invariable.



Sistema Valvetronic

El sistema Valvetronic de BMW combina la regulación de los tiempos de distribución (VANOS doble) con una regulación continua de la carrera de las válvulas de admisión. El árbol de levas no actúa directamente sobre la palanca de arrastre que, por su parte acciona la válvula, sino que actúa sobre una palanca intermedia. Sin embargo, esta palanca intermedia no se encuentra en posición horizontal debajo del árbol de levas sino que está ubicada en posición vertical

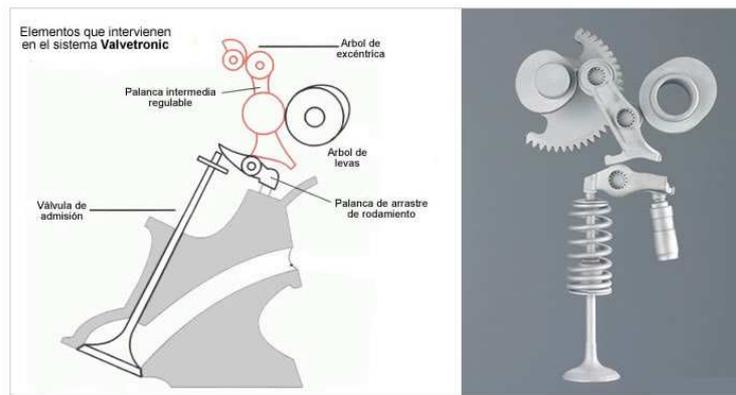
junto a dicho árbol. La palanca intermedia está dotada en el centro de un rodillo que está en contacto con la leva (árbol de levas).

El extremo inferior de la palanca intermedia está apoyado sobre el rodillo de la palanca de arrastre, mientras que en la parte superior está apoyada en un eje excéntrico dotado a su vez de un segundo rodillo.

Cuando gira el árbol de levas, la palanca intermedia ejecuta un movimiento pendular. Para conseguir que este movimiento horizontal se transforme en un movimiento vertical, la palanca intermedia tiene en su parte inferior un perfil sumamente complejo que, a primera vista, tiene forma de bumerang, ya que la mitad del perfil transcurre casi paralelamente a la palanca de arrastre, mientras que la otra mitad tiene un ligero ángulo. Sólo cuando la parte en ángulo actúa sobre el rodillo de la palanca de arrastre presionándola hacia abajo, se abre la válvula.

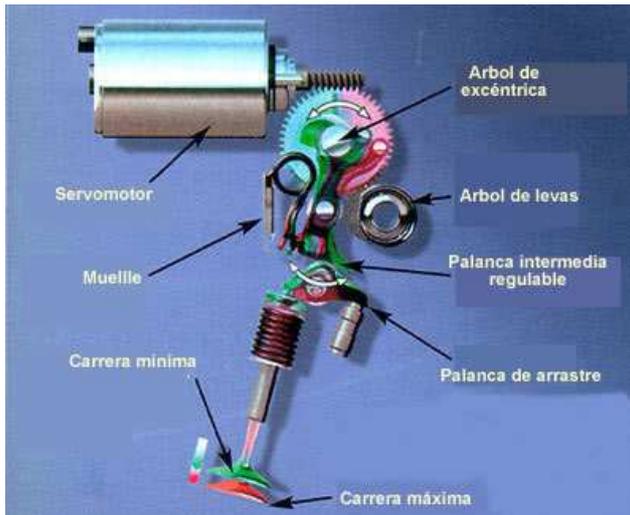
La relación de la palanca ha sido definida de tal modo que tan sólo aproximadamente la mitad de todo el perfil que tiene forma de bumerang actúa sobre la palanca de arrastre. El principio y el final de esa mitad son determinados por el fulcro de la palanca de desviación. Es aquí donde interviene el árbol de excéntrica accionado por un motor eléctrico: si aplica presión sobre el rodillo superior de la palanca de desviación en dirección del árbol de levas, cambia el fulcro de la palanca y, en consecuencia, cambia también la parte efectiva del perfil en forma de bumerang. De esta manera es posible variar de modo continuo la carrera de la válvula de admisión, teóricamente desde las posiciones completamente cerrada hasta completamente abierta. Este es el principio de funcionamiento del sistema VALVETRONIC.

Cuando el motor ha de entregar su máxima potencia, la alzada de las válvulas es alta de modo que descubren una mayor sección de paso al aire, facilitando su entrada a los cilindros. Si se le hace funcionar a cargas bajas, la alzada se reduce, de forma que la sección de paso es menor, limitando de este modo la entrada de aire. La alzada de las válvulas puede variar desde los 0,0 a los 9,7 milímetros, en función del aire necesario para la combustión.



Si el llenado de los cilindros del motor no se controla por medio de una válvula mariposa, sino por medio de una carrera variable de las válvulas, se puede mejorar el rendimiento del motor otto en aproximadamente un 10%, porque ya no es necesario aspirar en contra de la depresión existente en el múltiple de admisión.

Para la fabricación del sistema valvetronic de BMW se utilizan unos valores de tolerancias muy reducidos. Para garantizar que todas las válvulas de admisión tengan siempre el mismo grado de apertura, se funden, durante el montaje de la culata, cada uno de los conductos por separado. Si se producen desviaciones, deben sustituirse las piezas mecánicas de accionamiento. Cuantos más cilindros (bancadas de cilindros) tenga un motor, más difícil resultara esa tarea. Además de la complejidad del montaje es considerable, por lo cual se trata de un sistema de distribución muy caro.

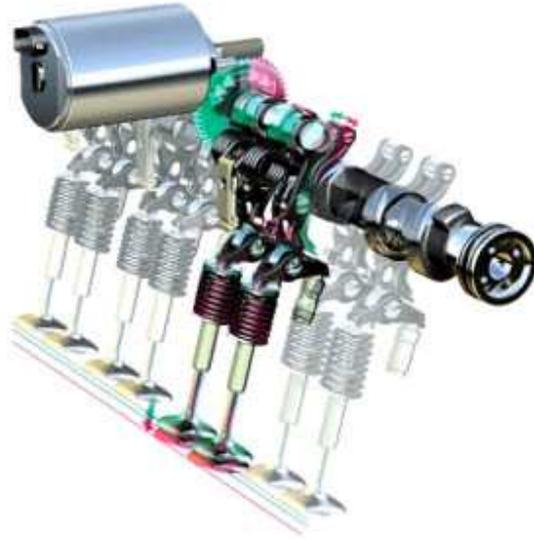


Funcionamiento con alzada de válvula variable mediante una regulación electrónica continua

El sistema Valvetronic de BMW combina la regulación de los tiempos de distribución (VANOS doble) con una regulación continua de la carrera de las válvulas de admisión. Un servomotor eléctrico torsiona el árbol de excéntricas que forma la base de apoyo para la palanca intermedia, que actúan sobre las palancas de arrastre.

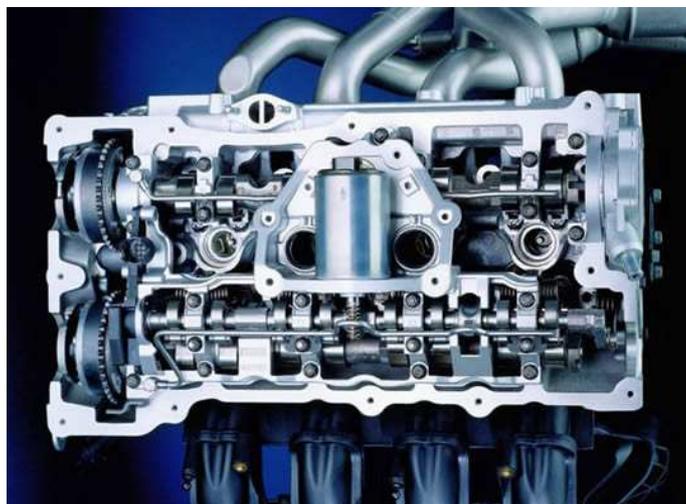
Un procesador de 32 bits, físicamente independiente de la centralita del motor (ECU), controla el movimiento del motor eléctrico (8), que coloca estos actuadores intermedios, en la posición requerida. El tiempo necesario para cambiar la carrera de las válvulas desde la mínima a la máxima alzada es de 300 ms, el mismo que necesita el sistema de distribución variable Bi-VANOS, en ajustar los tiempos de apertura.

La regulación del caudal de aire de entrada se sigue consiguiendo a costa de introducir una restricción a su paso por las válvulas de admisión, y por tanto, de unas ciertas pérdidas por bombeo, pero las pérdidas a través de las válvulas de admisión del motor Valvetronic son menores que la suma de las que se producen en la válvula del acelerador y las de admisión de un motor convencional.



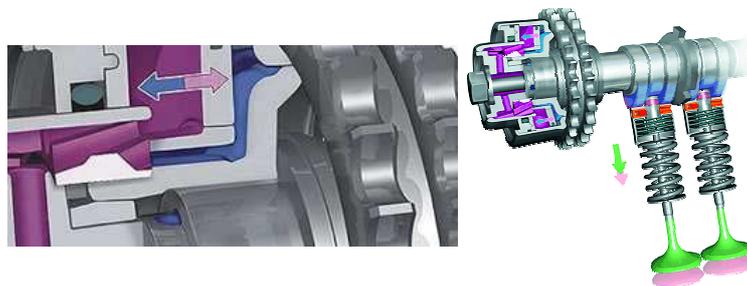
Únicamente para funciones de diagnóstico y en caso de avería del sistema, el motor Valvetronic de BMW sigue equipando una válvula de mariposa convencional a la entrada del conducto de admisión, que en condiciones normales permanece completamente abierta, ofreciendo una resistencia despreciable a la entrada del aire.

Con este sistema BMW asegura una reducción de consumos, menos emisiones contaminantes sin necesidad de recurrir a catalizadores especiales y una notable mejoría en el agrado de conducción.



Sistema Vario Cam Plus

Porche adopta un sistema de distribución variable cambiando la alzada de las válvulas por medio de empujadores de vaso invertido cambiables. Este sistema lo utilizo por primera vez para el Carrera turbo del año 2000 y, posteriormente, también para los motores por aspiración. Para la marcha en vacío y para una carga reducida son los empujadores de vaso invertido dobles (concéntricos) los que funcionan sobre una leva plana con una carrera de la válvula de solo 3 mm. Si la carga es superior, el sistema cambia a 2 levas mas inclinadas con una carrera de válvula de 10 mm. Simultáneamente, la marca Porsche aprovecha la posibilidad de la regulación de fases (variación de los tiempos de distribución) del árbol de levas de admisión (de ahí la palabra -PLUS- de la denominación del sistema), para optimizar la separación y el solapamiento. Porsche utiliza la abreviatura CVCP para el regulador continuo del árbol de levas que funciona con pistones de desplazamiento axial (turbo) o reguladores equipados con alabes.



El sistema de control de la carrera de válvulas consta de empujadores de vaso invertido cambiables controlados por una electro válvula de 3 vías. Los árboles de levas cuentan con levas de diferentes tamaños. Según las necesidades del motor, el sistema se adaptará proporcionando la carrera de las válvulas más adecuada a esta situación. Se utilizan dos empujadores concéntricos, que pueden bloquearse por medio de un pequeño bulón. El interior tiene contacto con la leva pequeña y el exterior con la leva grande. En el mecanismo va integrado además un sistema para el reglaje hidráulico del juego de válvulas.

Los empujadores de vaso invertido cambiables son una obra maestra de la mecánica de precisión. La regulación de la carrera de la válvula funciona como sigue: para la transmisión de 2 carreras diferentes de las válvulas se ha

subdividido el empujador de vaso invertido en una carcasa externa y en otra interna situada concéntricamente en el interior de la externa. El mecanismo de cierre que se localiza en la zona del empujador de vaso invertido propio de la leva permite el acoplamiento de control hidráulico de la carcasa interna y de la externa por medio de la presión del aceite del motor. Una válvula de inversión electro hidráulica da admisión a los pistones de bloqueo, que dan lugar a un acoplamiento de las 2 piezas del empujador al alcanzar una presión de aceite de, como mínimo de 1,2 bar.

Carrera pequeña de la válvula: Los empujadores funcionan sin acoplamiento.

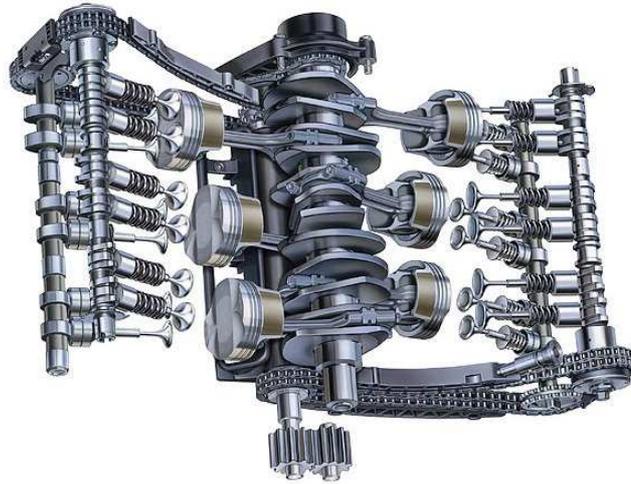
El empujador interno y la leva central (plana) son determinantes para la carrera.

El empujador interno también soporta el elemento para la compensación hidráulica de juego de las válvulas. El empujador externo se mueve con relación al empujador interno y dependiendo de la curva de elevación de la válvula de las dos levas externas (altas. Realiza, por así decirlo, un movimiento en vacío, es decir, no acciona la válvula. Además existe un muelle débil de la carrera del pistón diferenciadora que es el que garantiza el contacto con las levas.

Carrera grande de la válvula: El empujador interno y el empujador externo están acoplados. Pero es el empujador externo el que determina la carrera del pistón y el que sigue las curvas de elevación de las 2 levas externas. La disposición doble de las 2 levas altas también sirve para reducir la presión superficial y para evitar el momento basculante.

El sistema de distribución denominado "VarioCam Plus" consta de cuatro válvulas por cilindro, elementos de regulación de los árboles de levas (convertidores de fase) y empujadores de vaso invertido. Las cuatro válvulas de cada cilindro están dispuestas en forma de "V" con un ángulo de 27,4 grados. Para reducir las masas oscilantes en el mecanismo, los vástagos de las válvulas tienen un diámetro de seis milímetros. A diferencia del 996 Carrera, dispone de dos muelles por válvula.

Este sistema optimiza la potencia y el par en todos los regímenes, ayuda a reducir el consumo y las emisiones y a mejorar el confort de marcha del motor.



El sistema VarioCam Plus está formado en realidad por dos mecanismos que se complementan: la distribución variable mejora el funcionamiento del motor al ralentí al accionar la leva pequeña (carrera de 3 mm) y ajustar un pequeño cruce de válvulas. En función de la longitud de la carrera de válvulas disminuyen los rozamientos internos en el mecanismo de distribución. Los tiempos cortos de apertura permiten además una combustión de la mezcla en los cilindros más homogénea y eficaz. Los niveles de consumo y emisiones son hasta un diez por ciento más favorables, mejorando al mismo tiempo la estabilidad de giro del motor al ralentí. Para mejorar los niveles de consumo en carga parcial, es conveniente aprovechar la recirculación interna de gases de escape. El sistema de distribución variable conecta en este caso un cruce de válvulas más amplio, con carrera corta de las válvulas de admisión, con lo que se alarga el tiempo disponible para aspirar gases desde el colector de escape.

En condiciones de plena carga, el conductor del 996 Turbo deberá alcanzar los máximos niveles de par y potencia. La carrera de válvulas es en este caso de diez milímetros, con tiempos de apertura y cierre adaptados. Pero el sistema Porsche VarioCam Plus ofrece otras propiedades, notables en el momento del arranque: con bajas temperaturas, la fase de calentamiento es más rápida y las emisiones contaminantes, por lo tanto, más limpias.

Tanto la distribución variable como el control de la carrera de válvulas están controladas por la unidad de mando del Motronic ME7.8, que ha sido diseñada específicamente con una capacidad de proceso más alta. El sistema VarioCam Plus requiere numerosos parámetros para su control, como por ejemplo el régimen del motor, la posición del acelerador, temperatura de aceite y agua y detección de la marcha acoplada. El sistema compara los deseos del conductor en cuanto a potencia y par en un momento dado con los contenidos de su memoria.

En milésimas de segundo, el ordenador decide si debe intervenir el VarioCam Plus.

En caso afirmativo, las operaciones de regulación y ajuste son efectuado de forma imperceptible.

Las ventajas de este metodo (VarioCam Plus) para el control variable de la alzada de las válvulas las encontramos en los costes relativamente bajos del sistema, en el peso reducido y en una estabilidad superior del numero de revoluciones (en comparación con el sistema Valvetronic de BMW. Si bien tampoco se consigue con este sistema el objetivo de un control de la carga completamente libre de estrangulaciones, si que se aprovecha una gran parte de las ventajas que tiene.

Además se puede realizar una desconexión total de las válvulas por medio del empujador de vaso invertido (carrera de la válvula cero), lo cual puede aprovecharse para la desconexión del cilindro o la anulación del conducto. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta que, en tal caso, solo se dispone de un perfil de leva.

Sistema VVT

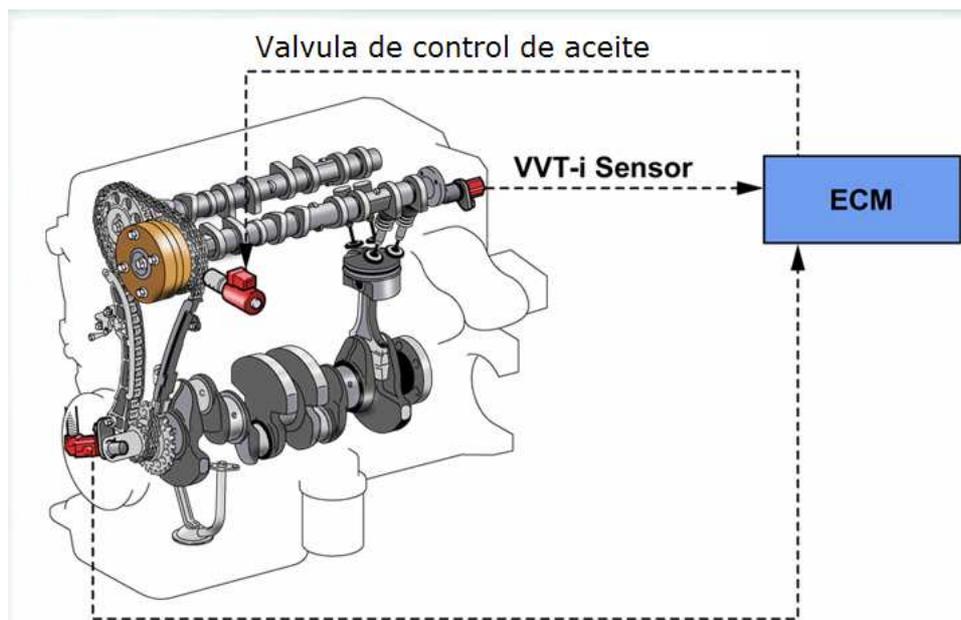
Toyota, Daihatsu, Hyundai tienen uno de los sistemas más comunes que se encuentran actualmente en algunos de los vehículos que vemos en nuestro entorno.

Las siglas VVT significan variación de tiempo Valvular.

Las ventajas de este sistema radican en:

- Economía de combustible ya que utiliza solamente el necesario.
- Menor contaminación Ambiental.
- Aumento en la potencia del motor, mejorando el llenado de los cilindros.

La computadora del sistema recibe las señales de los sensores de posición del cigüeñal, del sensor del árbol de levas y otros sensores, para que luego de que estas han sido procesadas, envíe señales de activación y de desactivación a la válvula de control de aceite para adelantar o retrasar el tiempo de apertura de las válvulas de admisión a través del control de VVT.



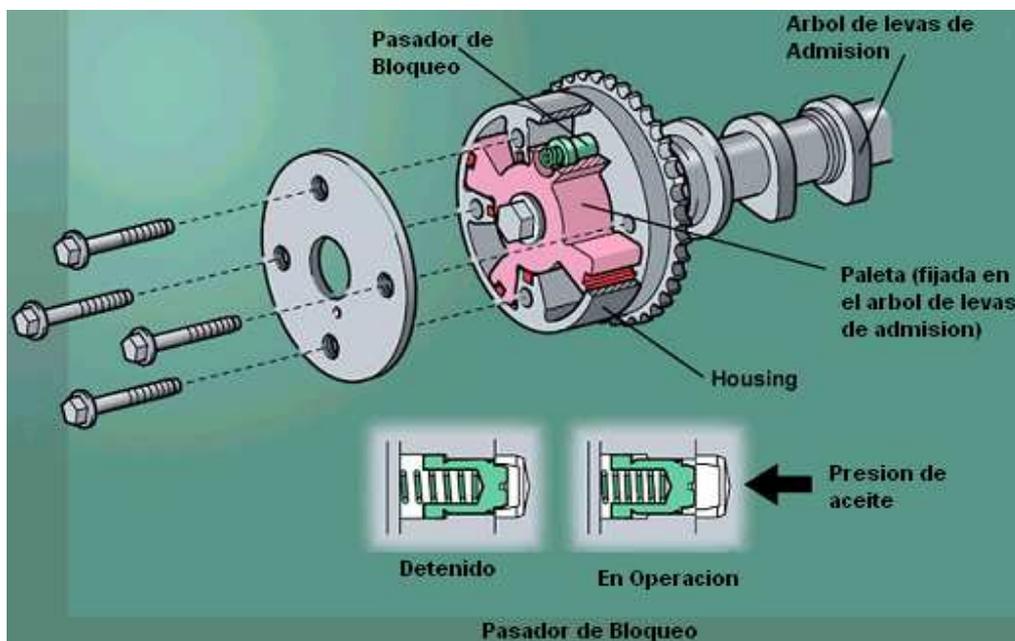
Funcionamiento del VVT

El controlador del VVT es una envoltura o carcaza que es impulsada por la por la cadena de distribución y la paleta que esta fijada al arbol de levas mediante un tornillo.

Entre la envoltura y la paleta se forman cámaras en las cuales se va alojar el aceite del motor para ocasionar que el árbol de levas gire a la derecha o la izquierda, según sea la dirección en que dirija el flujo de aceite la válvula OCV, para adelantar el tiempo de apertura de las válvulas de admisión.

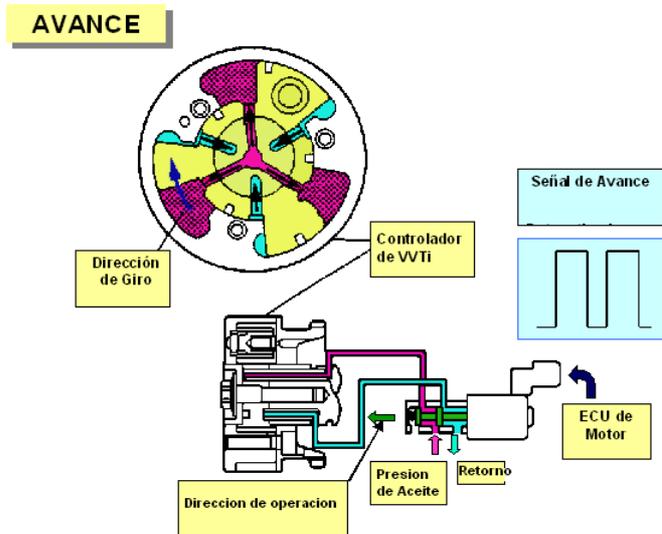
Además el controlador posee un pasador, llamado pasador de bloqueo que tiene la función de producir un bloqueo entre la paleta y la envoltura, mientras el circuito es llenado por completo.

De este modo se evita el golpeteo de la envoltura y la paleta durante el arranque del motor, luego de haber permanecido por un tiempo muy prolongado.



Avance:

En este estado las señales de activación son más anchas que las señales de desactivación, por lo que lo OCV se mueve a la posición desde adelante, permitiendo que las cámaras de aceite de adelante del controlador se llenen de aceite y la paleta se mueva a la derecha y transmita este movimiento de avance al árbol de levas.

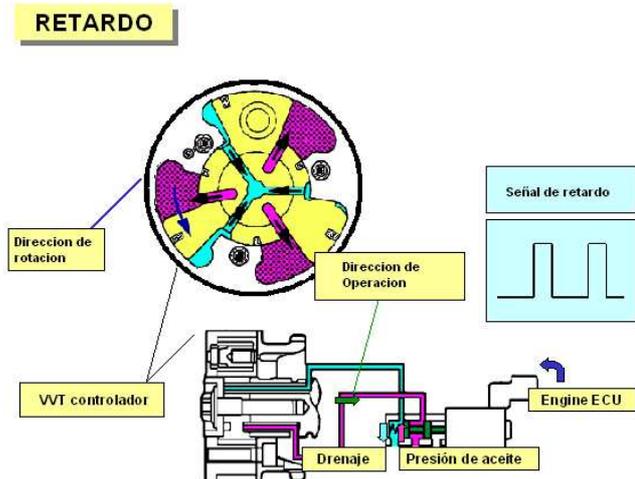


Cuando la válvula OCV esta colocada de la forma como se muestra en la figura de la izquierda por medio de la señal de avance recibida por la computadora, la presión de aceite resultante se aplica en la cámara de paletas del lado de avance de distribución para hacer girar el

árbol de levas en dirección de avance de distribución.

Retardo:

En este caso las señales de activación de la OCV son mas angostas que las señales de desactivación, por lo que la OCV se mueve a la posición de retraso, permitiendo que las cámaras de aceite de retraso del controlador se llenen de aceite y la paleta se mueva a la izquierda y transmita este movimiento de retraso al árbol de levas.



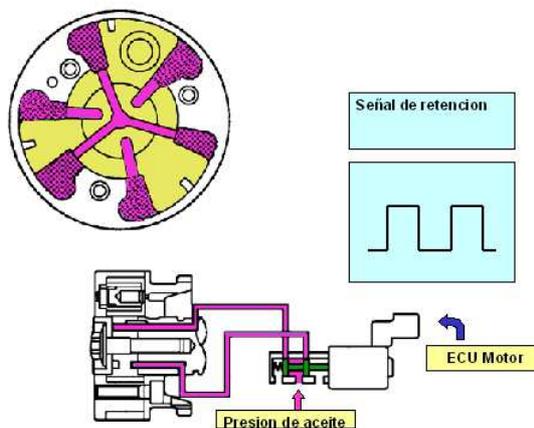
Cuando la válvula OCV esta colocada de la forma como se muestra en la figura de la izquierda por medio de la señal de retardo recibida por la computadora, la presión de aceite resultante se aplica en la cámara

de paletas del lado de retardo de distribución para hacer girar el árbol de levas en dirección de retardo de distribución.

Retención:

En esta condición podemos observar que las señales de activación y de desactivación tienen una anchura igual por lo que ambas cámaras de avance y de retraso se llenan por igual y que la válvula OCV toma una posición neutral manteniendo una distribución fija.

RETENCION



La ECU del motor calcula el ángulo de distribución de objetivo de acuerdo con el estado de recorrido para efectuar el control de la forma descrita anteriormente después de ajustar la distribución de objetivo, la distribución de válvulas es retenida manteniéndola válvula de control de aceite de distribución del cigüeñal en

posición neutra a menos que él

Alzada de levas Variable

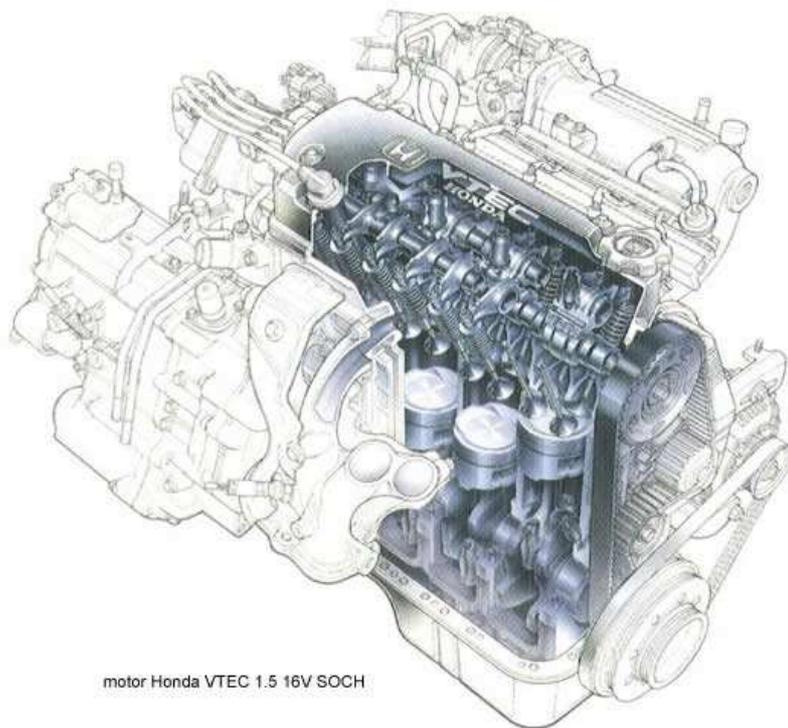
Sistema VTEC de Honda

Siglas de Variable Valve Timing and Lift Electronic Control System.

Honda presento en el año 1989 un sistema para la variación de los tiempos de distribución, en el cual los árboles de levas no se torsionan. No solo se regula la fase de apertura, sino el también el tiempo y la sección de la misma.

El objetivo de esta medida son leyes creadas a medida para la apertura de las válvulas para regímenes de revoluciones diferentes. Para un número de

revoluciones medio, los tiempos de apertura mas cortos y una carrera de válvula menor eleva la velocidad de gas y, por tanto, también el llenado y el par motor dentro de este margen. Para un número de revoluciones superior, los tiempos de apertura más largos y una carrera de válvula más grande intensifican la respiración del motor, lo cual, a su vez, tiene un efecto sobre la potencia.

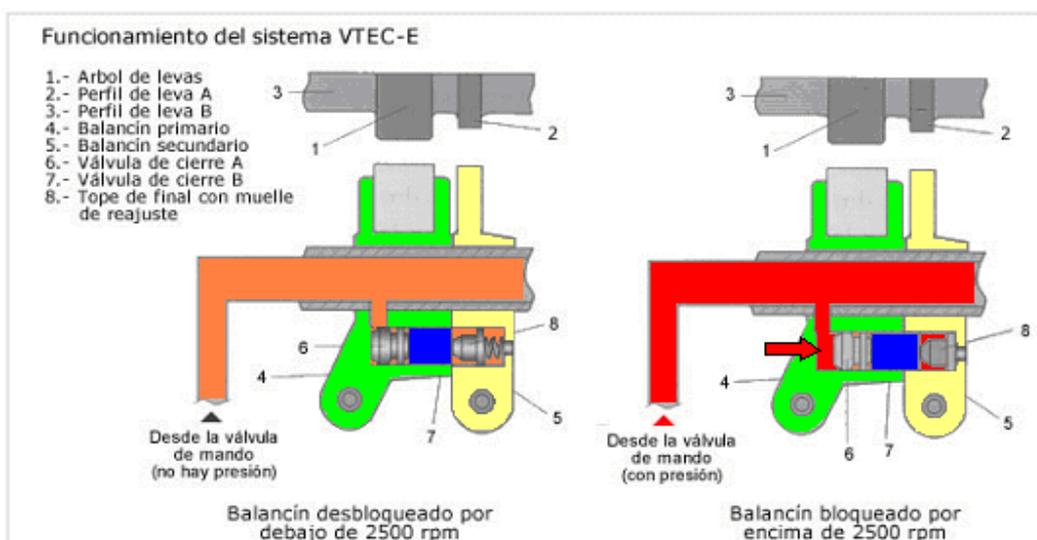


motor Honda VTEC 1.5 16V SOHC

El método por el cual puede conseguirse este efecto, requiere para 4 válvulas por cilindro, 6 levas y 6 balancines de palanca. Las levas externas, que están asignadas directamente a las válvulas, portan perfiles suaves y la leva central tiene los tiempos de distribución más largos y la carrera de la leva más grande. En el régimen de revoluciones bajo, solo están activas las levas externas, mientras que la leva central se acciona, por decirlo de alguna forma, en vacío, es decir, no tiene efecto alguno sobre las válvulas de los balancines de palanca centrales. Un muelle adicional evita que se pierda el contacto entre la leva y el balancín de palanca. Existen unos pasadores que se pueden desplazar de forma hidráulica y que entre 5000 y 6000 r.p.m. realizan una conexión mecánica entre los 3 balancines de palanca. Desde ese momento es la leva central más grande la que señala la apertura de la válvula. La presión de distribución necesaria para el desplazamiento la proporciona el circuito de aceite lubricante del motor. Para que

el acoplamiento de los balancines de palanca funcione bien, es necesario que los círculos de base de todas las levas sean iguales, de modo que cuando las válvulas estén cerradas los alojamientos y los pasadores estén alineados. Honda ha demostrado la capacidad de rendimiento del sistema VTEC (DOCH) que tiene dos árboles de levas situados en la parte superior

Resumiendo el sistema de distribución variable empleado por Honda en sus automóviles se basa en una tercera leva en cada cilindro que entra en funcionamiento a altas revoluciones. El balancín de esta leva no actúa a bajas revoluciones, mientras que al acelerar, la presión del aceite desplaza un vástago entre los balancines de las otras levas y el de la leva central, quedando todo el conjunto unido. En este momento los balancines son abiertos por la leva con mayor perfil (que es la central) y se incrementa el alzado de las válvulas y su momento de apertura y de cierre. Cuando el motor reduce el régimen de giro, el vástago se recoge y el balancín central queda suelto. El perfil que ahora actúa es el de las levas exteriores. Este sistema se acopla a las válvulas de admisión y escape en los motores de doble árbol de levas (DOCH) y solamente a las válvulas de admisión en los motores de un árbol de levas (SOCH).



Dependiendo del enclavamiento de los pernos o bulones se pueden obtener los siguientes estados de funcionamiento.

Estado 1. Por debajo de las 2500 rpm y con el motor con poca carga, los tres bulones están desenclavados con lo que los balancines pueden girar unos con respecto a los otros. El de más a la izquierda está apoyado sobre un anillo mecanizado en el árbol de levas, con lo que la alzada de la válvula correspondiente será nula, permaneciendo cerrada. El motor pues, estará funcionando en modo 12 válvulas (3 válvulas por cilindro. El balancín intermedio por no estar enclavado no acciona ninguna válvula.

El balancín de la derecha es accionado por la leva de perfil más suavizado, accionando su correspondiente válvula, con lo que se obtiene un diagrama de distribución propio de un motor elástico con un rendimiento de la combustión alto.

Estado 2. Al sobrepasar las 2500 r.p.m. o acelerar, se introduce presión al bulón superior, enclavándolo, con lo que los balancines extremos se hacen solidarios. Con ello las dos válvulas de admisión son accionadas por el perfil de leva más suave, funcionando el motor en modo 16 válvulas. El motor opera en este estado desde alrededor de las 2500 r.p.m. hasta las 6000.

Estado 3. Cuando el motor sobrepasa las 6000 r.p.m. se manda presión al bulón inferior, haciendo solidarios los tres balancines, con lo que pasan a ser accionados por el perfil de leva de mayor alzada. Con ello se consigue una mayor potencia, propia de un motor rápido.

Sistema VVTI-i (Variable Valve Timing & Lift - Intelligent) de Toyota

El sistema VVTI-i controla las siguientes funciones:

Control de los tiempos de distribución.

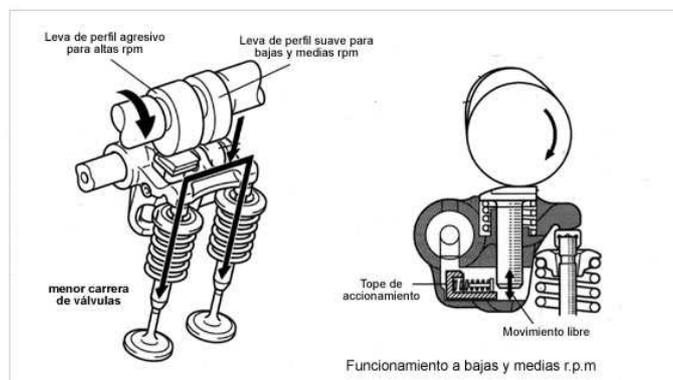
Control mediante dos estados de funcionamiento de la alzada de la leva.

Control tanto en el árbol de levas de admisión como en el de escape.

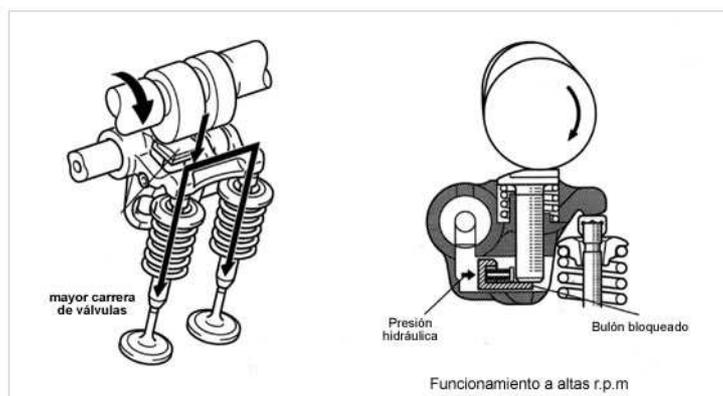
El mecanismo consta de un solo balancín, el cual acciona las dos válvulas de admisión a la vez. Dicho balancín es accionado por dos levas de diferente perfil, uno más suave que el otro.

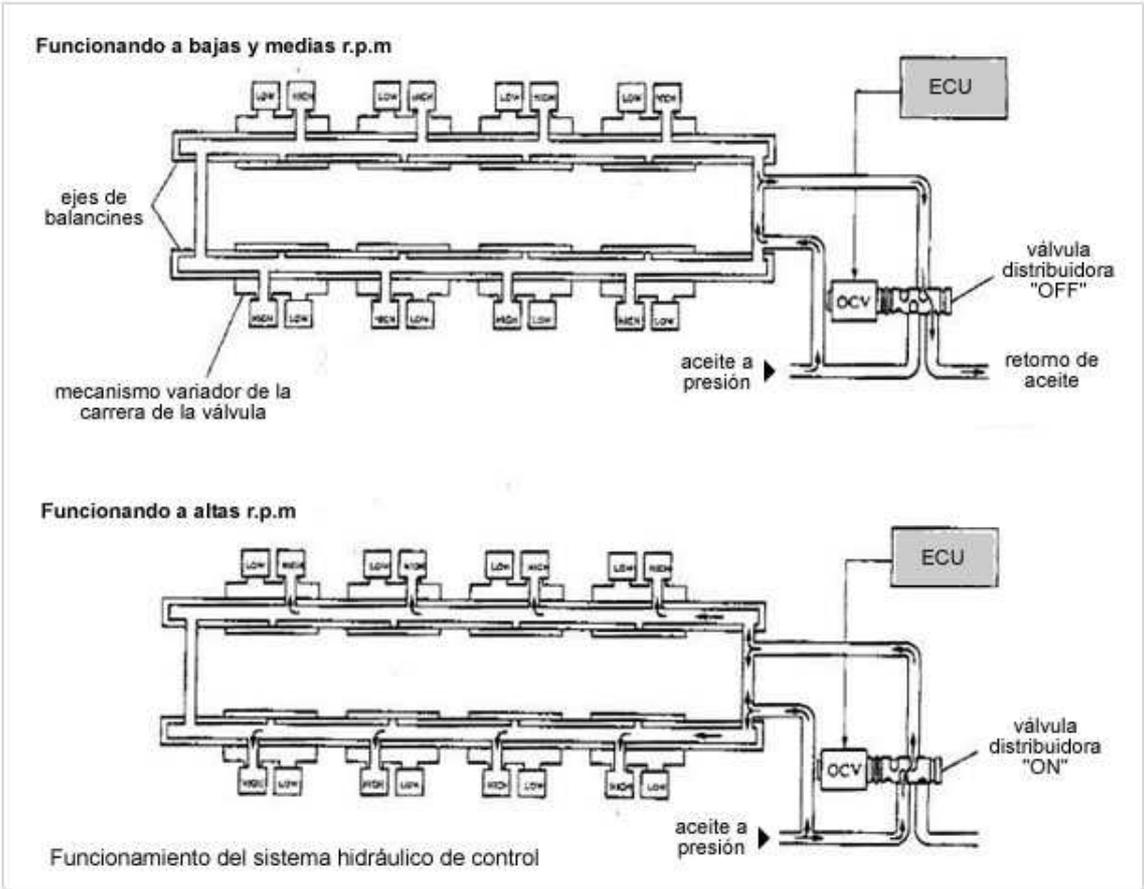
El apoyo del perfil de leva agresivo es un bulón al cual se le permite un cierto desplazamiento mientras no actúe un tope que se acciona hidráulicamente.

Cuando el motor funciona a bajas y medias vueltas el tope no está accionado, con lo que el bulón sube y baja, de manera que el perfil de leva agresivo no acciona el balancín, siendo las válvulas accionadas por el perfil de leva suave.



A altas r.p.m., la unidad de control electrónica acciona la válvula hidráulica, con lo que el mecanismo se acciona bloqueando el bulón, de manera que es ahora el perfil de leva agresivo el que acciona a las válvulas consiguiéndose así un diagrama de distribución propio de un motor rápido.





	Escape					Admisión				
	Apertura AAE	Cierre RCE	Duración	centro de leva	Alzada de leva (mm)	Apertura AAA	Cierre RCA	Duración	centro de leva	Alzada de leva (mm)
Bajas R.P.M.	34°	14°	228°	110°	7.6	-10 a 33°	58 a 15°	228°	124 - 81°	7.6
Altas R.P.M.	56°	40°	276°	108°	10.0	15 a 58°	97 a 54°	292°	131 - 88°	11.2

Conclusiones

Los sistemas de Distribución Variable Valvular son cada vez mas utilizados por las marcas que distribuyen automóviles en nuestro país asimismo los sistemas son mas aceptados por el publico en general.

Se ha demostrado técnicamente que los vehículos que poseen estos sistemas en sus motores son más económicos, generan mas potencia y contribuyen a un ambiente mas sano ya que son menos contaminantes.

Los tipos más comunes que hay actualmente en nuestro país son:

Por desplazamiento del árbol de levas

BMW VALVETRONIC

BMW VANOS

Lexus

Toyota VVT

Hyundai CVVT

Daihatsu DVT

Por Alzada de levas variable

Toyota VVT

Honda VTEC

Mitsubishi MIVEC

Se puede resumir que sin importar la marca o las siglas que cada una tiene los sistemas son muy similares y funcionan en forma similar.

Bibliografía

Visita Técnica las siguientes agencias automotrices:

Mitsubishi
Toyota
Honda

Direcciones de internet:

www.tecnicadelautomovil/tallervirtual

www.mecanicavirtual

www.tecnologiadelautomovil

Charlas recibidas en la escuela CEA de CTV Hyundai y VVT Toyota