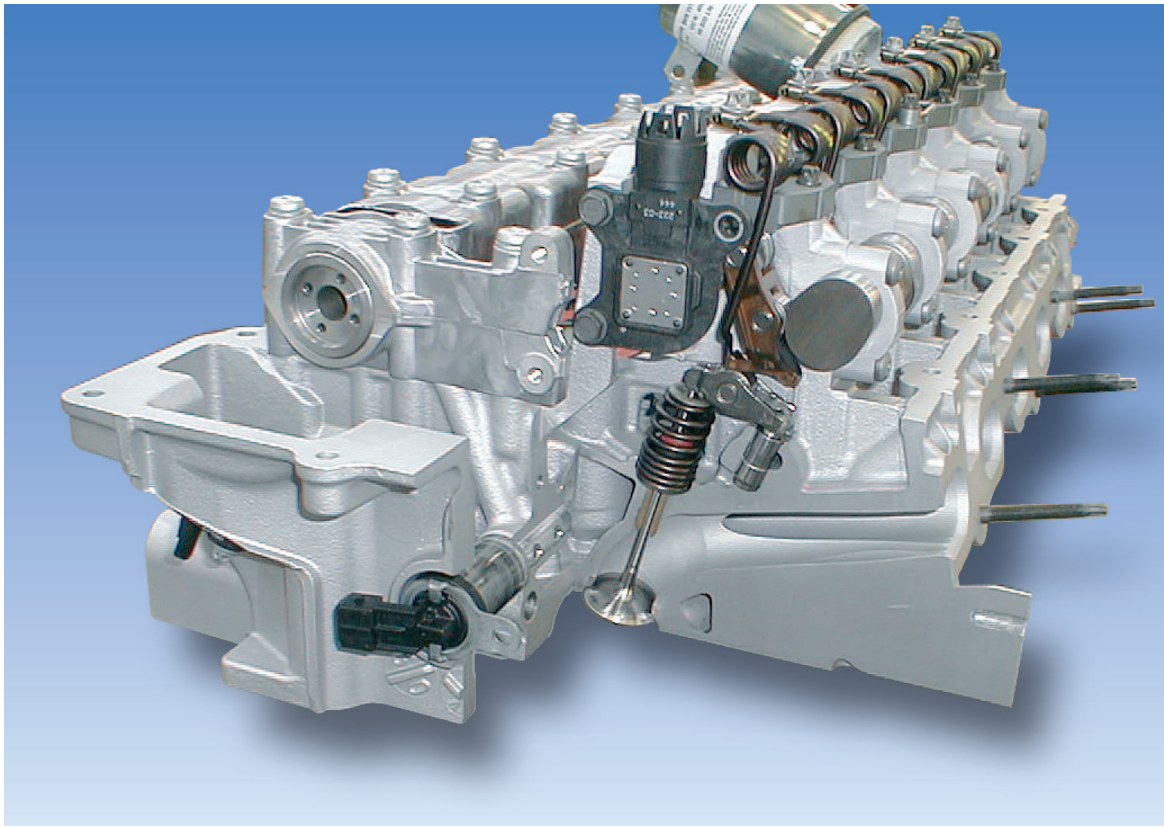
Aftersales Training - Información de producto
VALVETRONIC



BMW Service

Toda la información contenida en la información de producto constituye, junto con el libro de trabajo, una herramienta sólida y fundamental de la literatura de formación del BMW Aftersales Training.

Las modificaciones y los suplementos de los datos técnicos deben tomarse de la información actualizada correspondiente de BMW Service.

Actualización de la información: octubre de 2005

conceptinfo@bmw.de

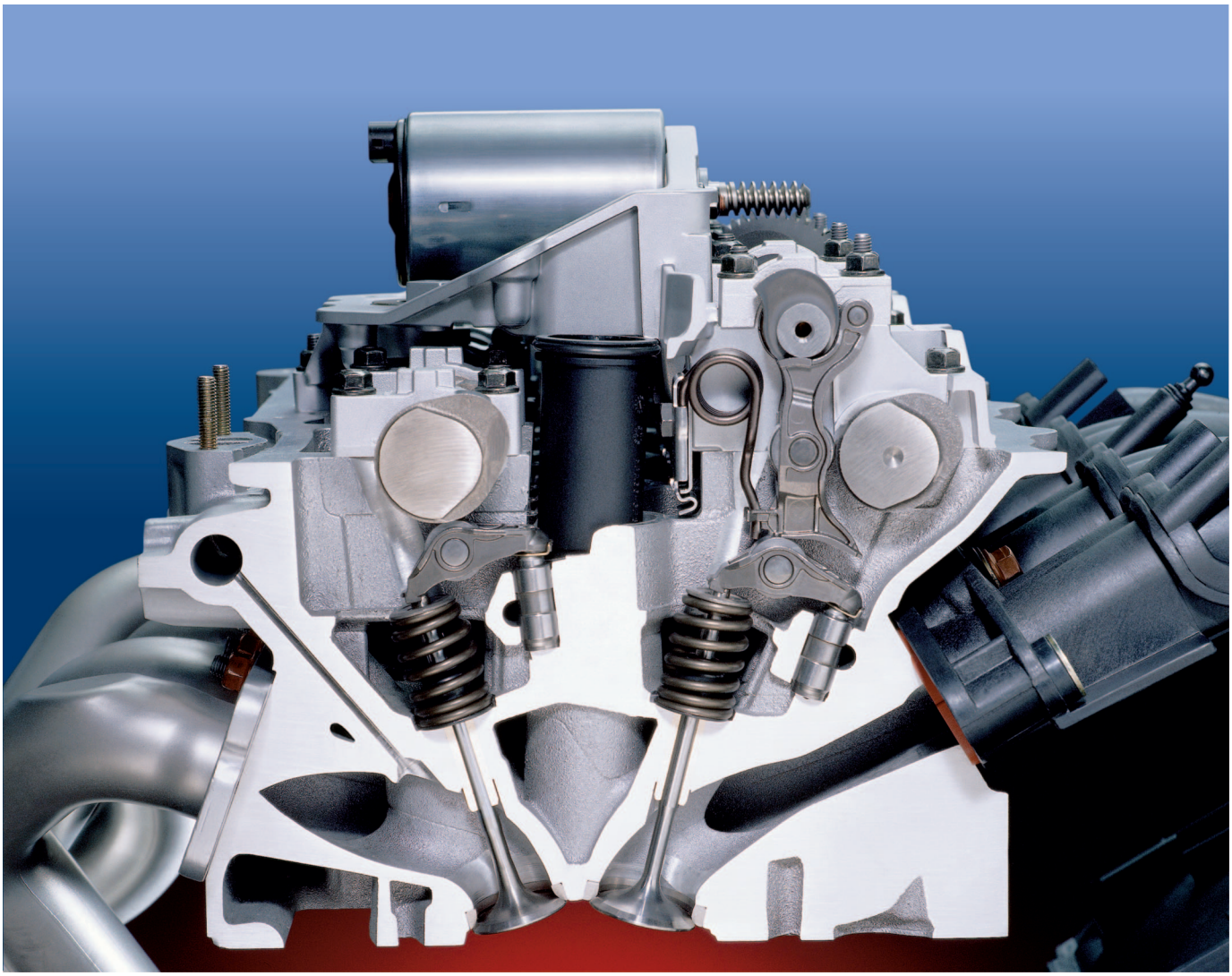
© 2005 BMW AG
München, Germany. Solo está permitida la reproducción, total o parcial, con la autorización por escrito de
BMW AG, München.
VS-12 Aftersales Training

Información de producto
VALVETRONIC

Incremento de la dinámica de motor

Incremento del rendimiento

Perfeccionamiento de los valores de emisión de gases de escape



Indicaciones sobre esta información de producto

Símbolos utilizados

Para facilitar la comprensión y destacar la información importante, en la presente documentación de producto se utilizan los siguientes símbolos:

⚠ Contiene información que permite transmitir mejor un concepto en relación con los sistemas descritos y su funcionamiento.

◄ Identifica el final de una indicación.

Actualidad de la información de producto

Debido al constante desarrollo en el diseño y el equipamiento de los vehículos de BMW, es posible que se presenten diferencias entre esta documentación y los vehículos disponibles en el seminario.

En la publicación solo se han documentado vehículos con volante a la izquierda. En los vehículos con volante a la derecha algunos elementos de mando se colocan de un modo diferente al que se muestra en esta información de producto.

Fuentes de información adicionales

Encontrará más información sobre cada tema en los siguientes documentos:

- Manual de instrucciones
- Sistema de Diagnóstico BMW
- Documentación de los sistemas de taller
- Técnica del Servicio Posventa BMW SBT.

Índice
VALVETRONIC

Objetivos 1
Información de producto y documentación de consulta para la práctica 1

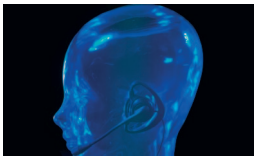
Modelos 3
Accionamiento de válvulas totalmente variable 3

Introducción 5
Control de carga mediante el accionamiento de válvulas 5

Componentes del sistema 9
Estructura 9
Mecanismo 13
Sistema eléctrico 21

Indicaciones para el mantenimiento 23
Control de carga mediante el accionamiento de válvulas 23
Estructura 24
Mecanismo 25
Sistema eléctrico 26

Resumen 27
Cuestiones a recordar. 27



Preguntas de test 29
Catálogo de preguntas 29
Respuestas al catálogo de preguntas 30

Objetivos
VALVETRONIC

Información de producto y documentación de consulta para la práctica

No olvide estudiar con detenimiento el SIP (Programa de instrucción e información) sobre este tema. Los conocimientos básicos proporcionan seguridad en la teoría y en la práctica.

Cuestiones generales

Esta información de producto debe proporcionarle información sobre el montaje y funcionamiento del VALVETRONIC en los vehículos BMW.

La información de producto está diseñada como documentación de consulta y completa el contenido del seminario prefijado por BMW Aftersales Training. Esta información es apropiada también para el estudio individual.

Para la preparación de la formación técnica, esta información ofrece una visión sobre el VALVETRONIC de los modelos actuales de BMW. Junto con los ejercicios prácticos de la formación, la información de producto debe formar a los participantes para llevar a cabo trabajos de servicio en el VALVETRONIC de los modelos de BMW.

Los conocimientos técnicos y prácticos de los modelos actuales de BMW facilitan la compresión de los sistemas aquí presentados y de sus funciones.

Programas SIP disponibles

- Motor N42
- Motor N52
- Motor N62
- Motor N73

Modelos
VALVETRONIC

Accionamiento de válvulas totalmente variable

BMW utiliza la tecnología VALVETRONIC desde 2001. Desde entonces casi todos los motores de gasolina BMW presentan un sistema VALVETRONIC.

Vista general en forma de tabla

Motor	Variante VTC	Carrera de válvula de admisión mm	Carrera de válvula de escape mm	Sistema de control del motor	Ángulo de apertura °cigüeñal admisión/escape	Decalaje de admisión °cigüeñal	Decalaje de escape °cigüeñal	Introducción en la serie	Potencia en CV/kW por r.p.m.
N42B18	X1	0,3 - 9,7	9,7	ME9.2	258°/250°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	12/ 2001	115/85 5500
N42B20	X1	0,3 - 9,7	9,7	ME9.2	258°/250°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	09/ 2001	143/105 6000
N46B18	X2	0,3 - 9,7	9,7	MEV9.2	250°/258°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	03/ 2004	116/85 5500
N46B20	X2	0,3 - 9,7	9,7	MEV9.2	250°/258°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	03/ 2004	143/105 6000
N46B20UL	X2	0,3 - 9,7	9,7	MEV9.2	250°/247°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	12/ 2004	129/95 5750
N46B20OL	X2	0,3 - 9,7	9,7	MEV9.2	250°/258°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	09/ 2004	150/110 6200
N52B25UL	X3	0,18 - 9,5	9,7	MSV70	255°/263°	55° hasta 125°	-60° hasta -115°	03/ 2005	/130 5800
N52B25OL	X3	0,18 - 9,5	9,7	MSV70	255°/263°	55° hasta 125°	-60° hasta -115°	03/ 2005	218/160 6500
N52B30UL	X3	0,18 - 9,9	9,7	MSV70	255°/263°	50° hasta 120°	-60° hasta -115°	03/ 2005	218/160 6500
N52B30OL	X3	0,18 - 9,9	9,7	MSV70	255°/263°	50° hasta 120°	-60° hasta -115°	09/ 2004	258/190 6600
N62B36	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2	282°/254°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	11/ 2001	272/200 6200

Motor	Variante VTC	Carrera de válvula de admisión mm	Carrera de válvula de escape mm	Sistema de control del motor	Ángulo de apertura °cigüeñal admisión/escape	Decalaje de admisión °cigüeñal	Decalaje de escape °cigüeñal	Introducción en la serie	Potencia en CV/kW por r.p.m.
N62B44	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2	282°/254°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	11/ 2001	333/245 6100
N62B44 (X5)	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2.1	282°/254°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	09/ 2003	320/235 6100
N62B48 (X5)	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2.2	282°/254°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	04/ 2004	360/265 6200
N62B40TU	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2.2	282°/254°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	03/ 2005	306/225 6300
N62B48TU	X1	0,3 - 9,85	9,7	ME9.2.2	282°/254°	60° hasta 120°	-60° hasta -120°	03/ 2005	367/270 6200
N73B60	X1	0,3 - 9,85	9,7	2x MED9.2.1	282°/254°	60° hasta 120°	-63° hasta -126°	01/ 2003	435/327 6000

X1 = con dispositivo de mando VALVETRONIC; X2 = VALVETRONIC integrado en DME; X3 = VALVETRONIC II;

Introducción
VALVETRONIC

Control de carga mediante el accionamiento de válvulas

Incremento del rendimiento del motor

Puntos de partida

Fundamentalmente se ofrecen tres posibilidades para aumentar el rendimiento del motor y por consiguiente reducir el consumo de combustible:

- Incremento del rendimiento del proceso
- Descenso de las pérdidas mecánicas
- Descenso de las pérdidas en el cambio de carga

Incremento del rendimiento del proceso

Para incrementar el rendimiento del proceso hay tres posibilidades:

- Optimización de la combustión

  Los criterios esenciales son el centro de gravedad de la combustión y la duración de la combustión. Con ayuda de los sistemas actuales de control del motor para cada punto de trabajo se ajusta el punto óptimo de encendido e inyección. Una optimización adicional aporta tan sólo mejoras insignificantes.

- Relación variable de compresión

  La relación máxima de compresión admitida se determina por el límite de resistencia a la detonación a plena carga. El potencial realizable se estimula con la aplicación de sensores de picado. La relación de compresión podría aumentarse hacia cargas bajas. Por el momento no hay a la vista una solución aceptable bajo la relación ganancias/costos.

- Funcionamiento pobre

  En una relación carburante/aire $\lambda > 1$ disminuye el consumo de combustible. Para $\lambda = 1{,}6$ en aprox. 5 - 8 %. Para mantener los valores límite de emisión válidos en todo el mundo se necesita un combustible sin azufre. Con el contenido de azufre en el combustible se "intoxica" el catalizador NO_x. Por consiguiente el funcionamiento del catalizador disminuye mucho. Por el momento no es previsible una disponibilidad con cobertura mundial de combustible sin azufre.

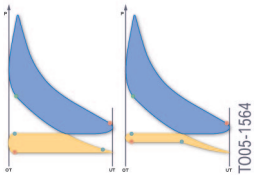
Descenso de las pérdidas mecánicas

Las pérdidas mecánicas derivan principalmente de factores relacionados con el número de revoluciones y sólo en escasa medida de la carga. Una disminución de la pérdida de fricción tan sólo es posible dentro del marco de optimizaciones de gran precisión. Las medidas como pasar de rozamiento de deslizamiento a rozamiento de rodadura en el accionamiento de válvulas y aceites de motor mejores ya se han efectuado. Desde el punto de vista actual no se pueden llevar a cabo medidas adicionales de un modo conveniente.

Descenso de las pérdidas en el cambio de carga

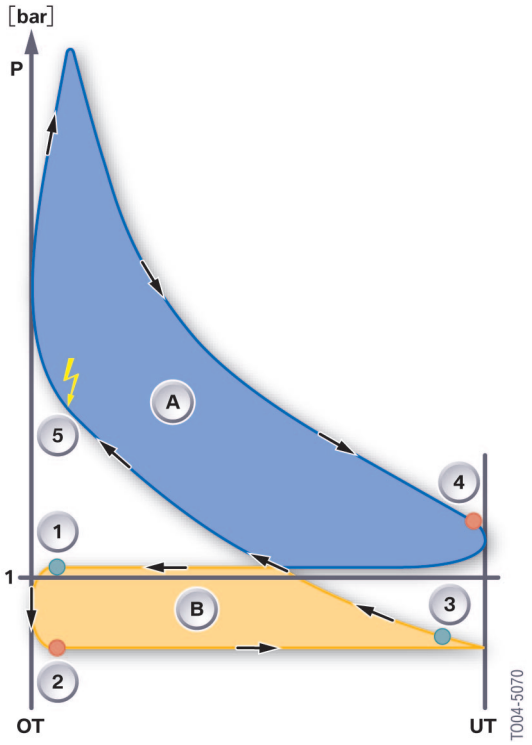
La potencia suministrada al cigüeñal (par motor) se regula mediante la estrangulación del aire de aspiración por medio de una válvula de admisión. Por consiguiente en el canal de aspiración se genera según el punto de carga un vacío más o menos elevado. La generación de este vacío es la causa por la que aumenta fuertemente la proporción de trabajo de cambio de carga para cargas bajas. Aspirando a presión ambiente y realizando un control de carga sin estrangulación es posible reducir drásticamente las pérdidas del cambio de carga. De este modo desciende considerablemente el consumo. Para realizar controles de carga sin estrangulación hay toda una serie de posibilidades. Pero sólo se pueden llevar a la práctica dos de ellas:

- La proporción de combustible necesaria para el estado de carga deseado se regula con el llenado de cilindro completo ($\lambda > 1$). El motor está en funcionamiento de mezcla pobre. Esto puede realizarse mediante la inyección directa de gasolina. El inconveniente en este caso es la falta de disponibilidad en todas partes de combustible sin azufre.
- Mediante una solución apropiada en el diseño puede ajustarse la cantidad de mezcla deseada según sean las necesidades y sin generar pérdidas. Es de suponer que esta tarea le corresponde al accionamiento de válvulas. Se necesita un accionamiento de válvulas completamente variable con el objetivo de poder elegir con libertad el momento de cierre de la admisión.

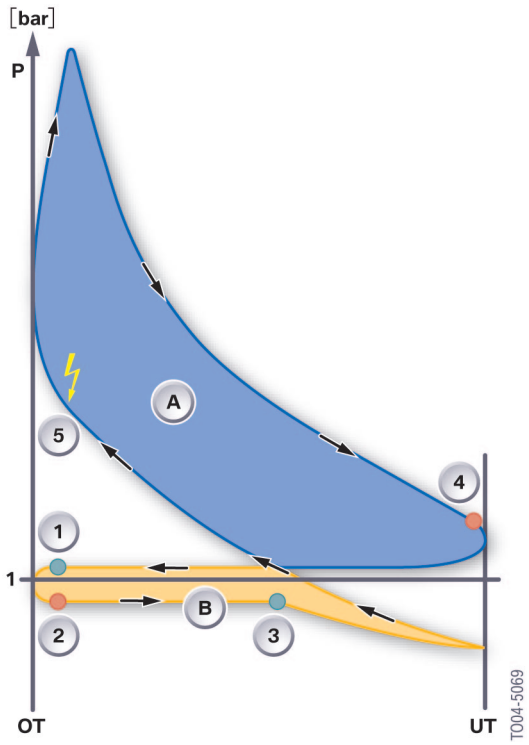


El VALVETRONIC es el primer control de válvulas completamente variable del mercado. El VALVETRONIC consta siempre del control variable de la carrera de la válvula de aspiración y de la VANOS doble. Con el VALVETRONIC pueden reducirse las pérdidas en el trabajo de cambio de carga. El ahorro promedio en comparación con un motor convencional es de aprox. 10 %.

Control de carga sin estrangulación



1 - Motor con control mediante válvula de estrangulación



2 - Motor con VALVETRONIC

Índice	Explicación	Índice	Explicación
OT	Punto muerto superior	4	Salida abierta
UT	Punto muerto inferior	5	Punto de encendido
1	Entrada abierta	A	Ganancia de trabajo
2	Salida cerrada	B	Pérdida de trabajo
3	Entrada cerrada	P	Presión

En el gráfico de la izquierda se representa el procedimiento habitual con una pérdida algo mayor. En el gráfico de la derecha puede verse una sensible reducción de la pérdida. La superficie superior representa la potencia ganada en el proceso de combustión del motor de gasolina. La superficie inferior muestra la pérdida de este proceso.

La superficie de pérdida puede equipararse con el trabajo de cambio de carga. Este consiste en la energía que debe utilizarse para expulsar los gases de escape del cilindro y, a continuación, volver a aspirar gas fresco hacia el interior del cilindro. La aspiración de gas fresco en un motor con control por válvula de admisión se realiza, salvo en la posición de pleno gas, siempre contra la resistencia que opone la válvula de admisión a los gases que fluyen hacia el interior. En el proceso de aspiración del motor con VALVETRONIC, la válvula de admisión está casi siempre completamente abierta. El control de la carga tiene lugar mediante el momento de cierre de la válvula de aspiración.

A diferencia del motor anterior, que se controla mediante una válvula de admisión, en el sistema de aspiración no se produce vacío. Es decir, se elimina el gasto de energía para la generación de vacío en todo el sistema de aspiración. La mejora del rendimiento se consigue debido a una menor pérdida de potencia en el proceso de aspiración. En el cilindro se genera un vacío después de cerrar la válvula de aspiración. El trabajo necesario para ello se reconduce de nuevo después de sobrepasar el punto muerto inferior del pistón.

⚠ Para la purga de aire del cárter del cigüeñal es precisa una depresión mínima en el sistema de aspiración. Para esto se ajusta ligeramente la válvula de admisión. ◄

VALVETRONIC

El VALVETRONIC es el primer mando de válvulas totalmente variable del mercado. Antes de la primera concesión de patente el 19.08.1993 hasta su introducción por primera vez en una serie en el año 2001 transcurrieron tan solo 9 años.

El VALVETRONIC ahorra un combustible semejante al de un motor de gasolina con inyección directa. No presenta las desventajas del tratamiento ulterior de emisiones que tiene un motor de gasolina con inyección directa.

Definición

⚠ El VALVETRONIC consta de un control totalmente variable de la carrera de la válvula y del control variable del árbol de levas (VANOS doble), por lo que se puede seleccionar con libertad el momento de cierre de la válvula de aspiración.

El control de la carrera de la válvula tiene lugar sólo en el lado de admisión, el control del árbol de levas en el lado de admisión y de escape.

Sólo es posible controlar la carga sin estrangulación cuando:

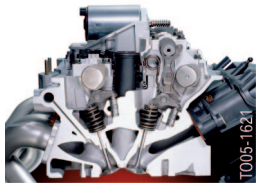
- la carrera de la válvula de aspiración,
- y el reajuste del árbol de levas de admisión y de escape pueden ser controlados de forma variable.

Resultado:

=> La duración de apertura de la válvula de aspiración se puede elegir con libertad. ◄

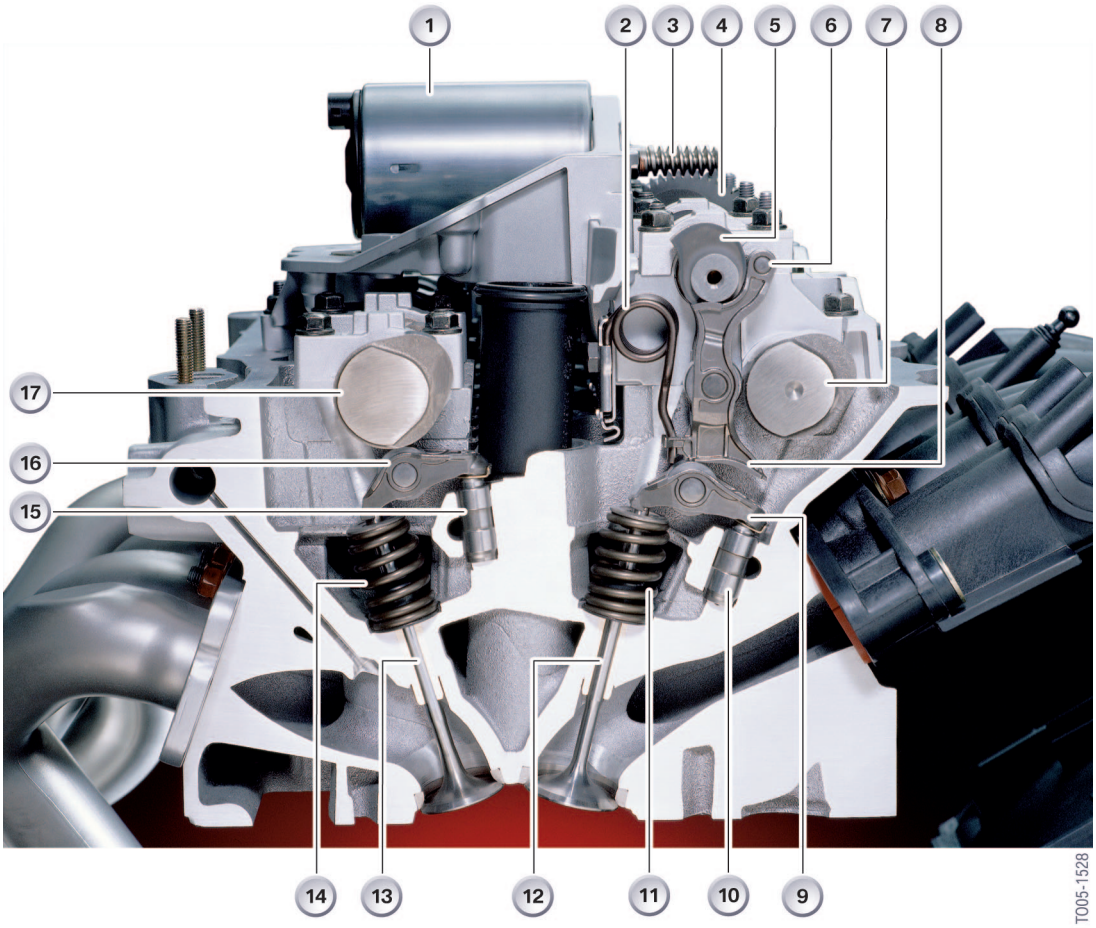
Componentes del sistema
VALVETRONIC

Estructura



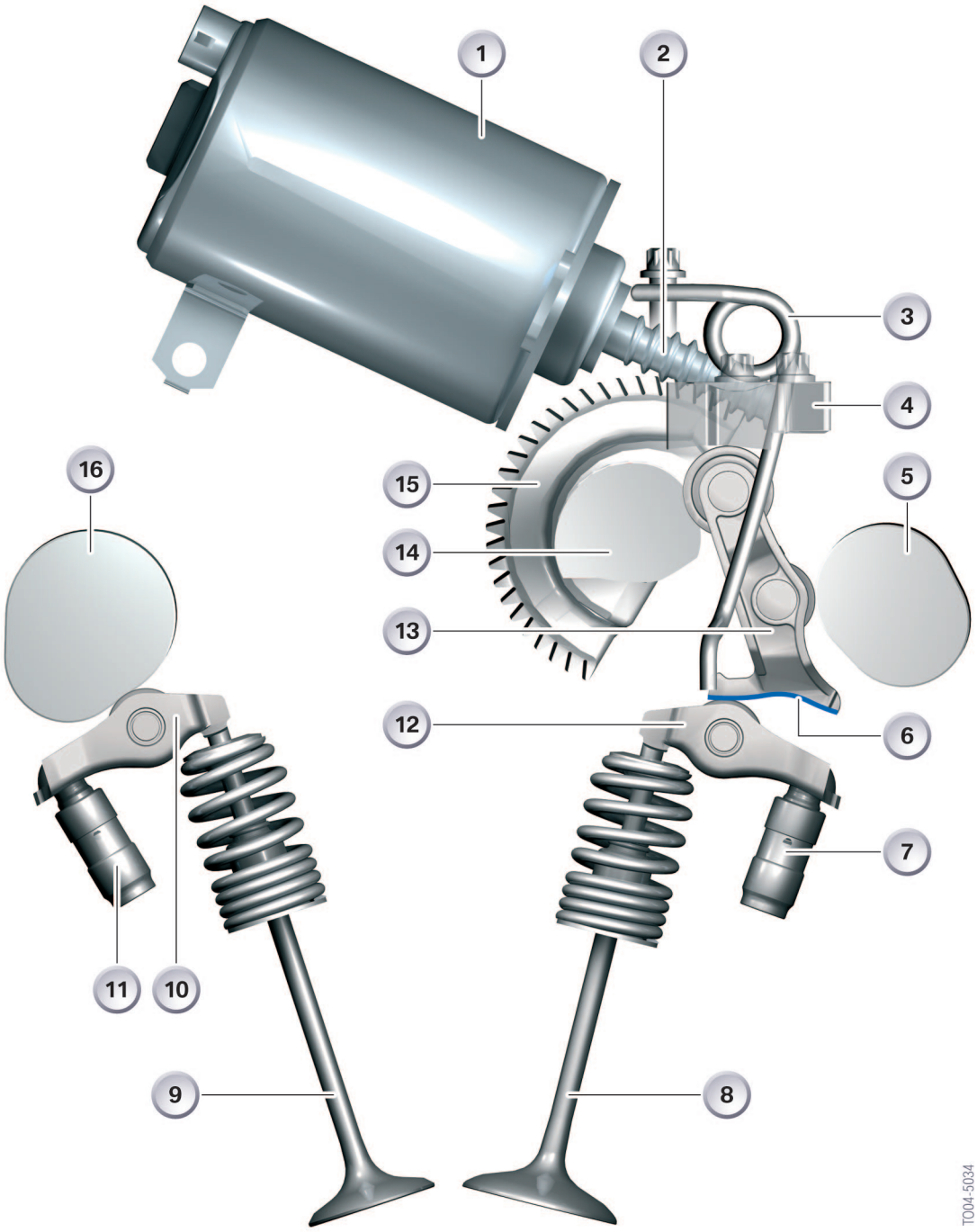
El VALVETRONIC asume en muchas partes la función de la válvula de admisión. Para que esto sea posible es necesario que haya un control completamente variable de la carrera de la válvula. El control completamente variable de la carrera de la válvula se hace posible mediante componentes adicionales en el accionamiento de válvulas. A ello se añade en primer lugar el servomotor, el eje de excéntrica, la palanca intermedia y el muelle de torsión.

Control de la carrera de válvula totalmente variable



1 - Culata del motor N42

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Servomotor	10	Compensación hidráulica del juego de válvulas (HVA)
2	Resorte de torsión	11	Muelle de válvula
3	Eje helicoidal	12	Válvula de aspiración
4	Rueda helicoidal	13	Válvula de escape
5	Eje excéntrico	14	Muelle de válvula
6	Palanca intermedia	15	HVA
7	Árbol de levas de admisión	16	Palanca de arrastre de rodillos
8	Rampa	17	Árbol de levas de escape
9	Palanca de arrastre de rodillos		



2 - VALVETRONIC II

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Servomotor	9	Válvula de escape
2	Eje helicoidal	10	Palanca de arrastre de rodillos
3	Resorte de torsión	11	HVA
4	Alojamiento	12	Palanca de arrastre de rodillos
5	Árbol de levas de admisión	13	Palanca intermedia
6	Rampa	14	Eje excéntrico
7	HVA	15	Rueda helicoidal
8	Válvula de aspiración	16	Árbol de levas de escape

El servomotor (1) está colocado sobre el árbol de levas. El servomotor sirve para regular el eje de excéntrica (14). El eje helicoidal (2) del servomotor se acopla en la rueda helicoidal colocada en el eje excéntrico (15). El eje excéntrico no debe bloquearse tras el ajuste de un modo especial ya que el engranaje helicoidal tiene un frenado automático suficiente.

Mediante el giro del eje de excéntrica se desplaza la palanca intermedia (13) del alojamiento (4) en dirección al árbol de levas de admisión (5). Pero como la palanca intermedia también está en contacto con el árbol de levas de admisión, cambia la posición de la palanca de arrastre de rodillos (12) respecto a la palanca intermedia. La rampa (6) de la palanca intermedia se desplaza en dirección al árbol de levas de escape (16).

Debido al giro del árbol de levas y al movimiento de la leva hacia la palanca intermedia, entra en acción la rampa que hay en la palanca intermedia. La rampa mueve con más fuerza hacia abajo la palanca de arrastre de rodillos y por consiguiente la válvula de aspiración (8). Así se abre más la válvula de aspiración.

La palanca intermedia (13) modifica la relación de desmultiplicación entre el árbol de levas (5) y la palanca de arrastre de rodillos (12). En la posición de pleno gas la carrera de la válvula y la duración de apertura son máximas. En la posición de ralentí la carrera de la válvula y la duración de apertura son mínimas.

⚠ Puesto que la carrera de la válvula a ralentí es muy corta, debe garantizarse una distribución uniforme del contenido del cilindro. Todas las válvulas deben abrirse con la misma alzada.

Por este motivo, la palanca de arrastre de rodillos y la palanca intermedia correspondiente deben estar clasificadas. Con un número característico indicado, los componentes pueden diferenciarse unos de otros en las clasificaciones. En cada cilindro siempre están montadas las mismas clases. La asignación de la palanca de arrastre de rodillos y la palanca intermedia en fábrica garantiza que los cilindros se llenen de forma homogénea incluso en la carrera mínima. ◄

Para poder clasificar los componentes, éstos se miden con exactitud. En función de los resultados de la medición, se asigna una clase al componente y se añade a la clasificación. De esta forma se posibilita que las tolerancias de las curvas de trabajo de todas las palancas intermedias de un motor se encuentren dentro de los 7 µm. Es decir, la suma de todas las tolerancias de los componentes del accionamiento de válvulas en estado de montaje está dentro de los 0,02 mm.

En la palanca de arrastre de rodillos se mide la distancia del punto de giro del elemento de compensación hidráulico del juego de válvulas HVA hasta el centro del rodillo. En la palanca intermedia se mide la rampa.

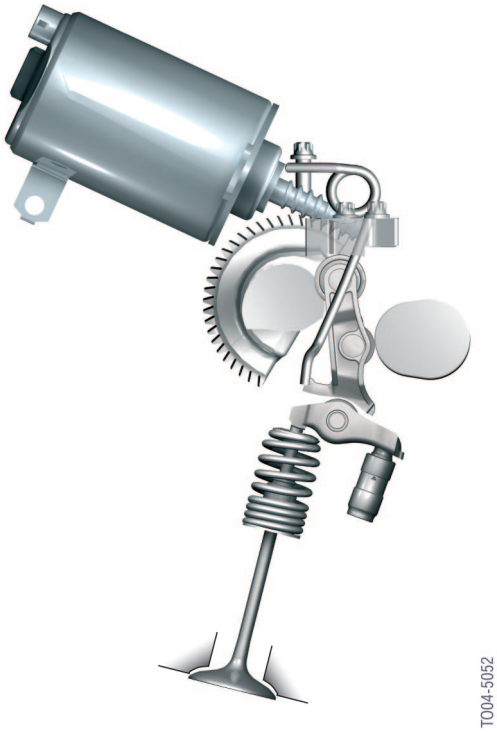
Clases de palanca de arrastre de rodillos y palanca intermedia:

Motor	Clases de palanca de arrastre de rodillos	Clases de palanca intermedia
N42	4	4
N46	4	5
N52	5	6
N62	4	5
N62TU	4	5
N73	3	5

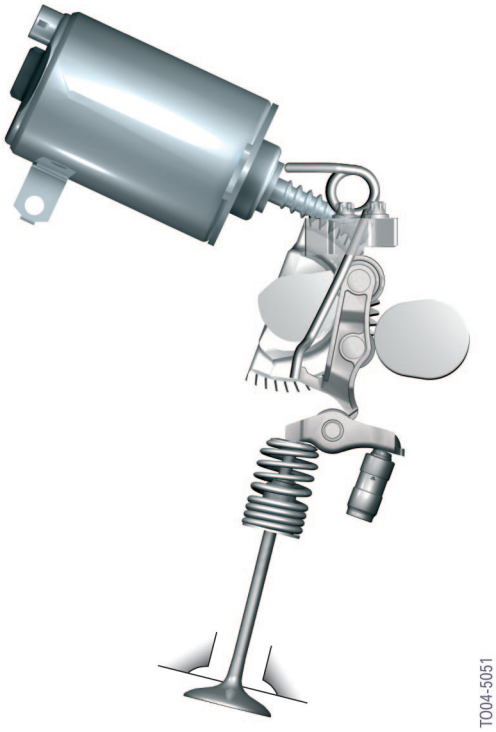
Durante la fabricación se miden las variaciones de la distribución uniforme de la carrera de válvula. Para ello se aplican dos procedimientos diferentes. En motores en V

se mide directamente la carrera de válvula. En los motores en línea se determina en frío el caudal del aire en todos los cilindros con ayuda del medidor de volumen de aire de película térmica y se compara. En ambos procedimientos se calcula el valor medio para todos los cilindros así como la variación máxima del valor medio. Si se sobrepasa un valor umbral determinado, se rectifica. En caso de que fuera necesario se monta un par adecuado de palancas de arrastre de rodillos y/o un par de palancas intermedias con otra clasificación y de esta forma se lleva la carrera de válvula hacia la banda adecuada de tolerancia. Este par de palancas de arrastre de rodillo y/o el par de palancas intermedias pueden diferir entonces del resto de palancas de arrastre de rodillos y/o palancas intermedias de la clasificación.

⚠ Al desarmar el accionamiento de válvulas debe tenerse en cuenta que todas las piezas deben volver a colocarse en la misma posición. Si no se tiene en cuenta esta observación, podrían producirse distribuciones no uniformes del llenado de los cilindros. La consecuencia de una distribución no uniforme es una marcha excéntrica del motor. ◄



3 - Carrera mínima del motor N52



4 - Carrera máxima del motor N52

Mecanismo

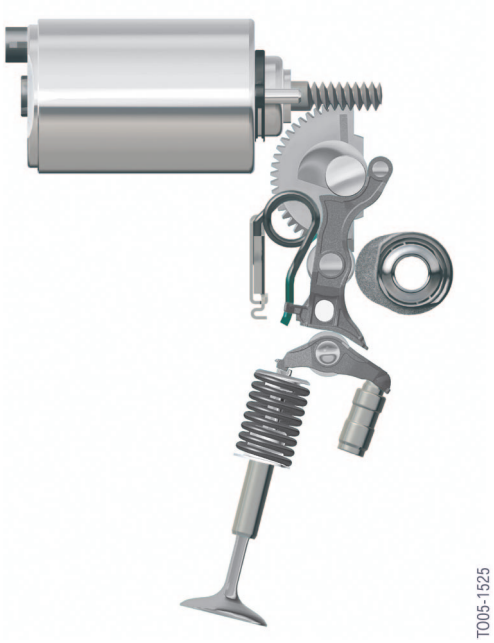
VALVETRONIC I

Funcionamiento

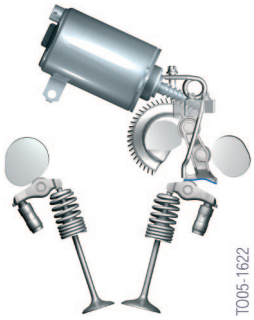
El VALVETRONIC I consta de una palanca intermedia que está equipada con un cojinete de deslizamiento para los árboles de excéntrica. La carrera de la válvula está entre 0,3 mm y 9,7 mm.

El siguiente diagrama muestra el campo de regulación del VALVETRONIC. En el lado de admisión puede verse el campo de regulación de la carrera completamente variable de la válvula (B) y el campo de regulación VANOS (A). La regulación de carrera de válvula mínima a carrera de válvula máxima se realiza en 300 ms. El eje de excéntrica gira para ello 170 °.

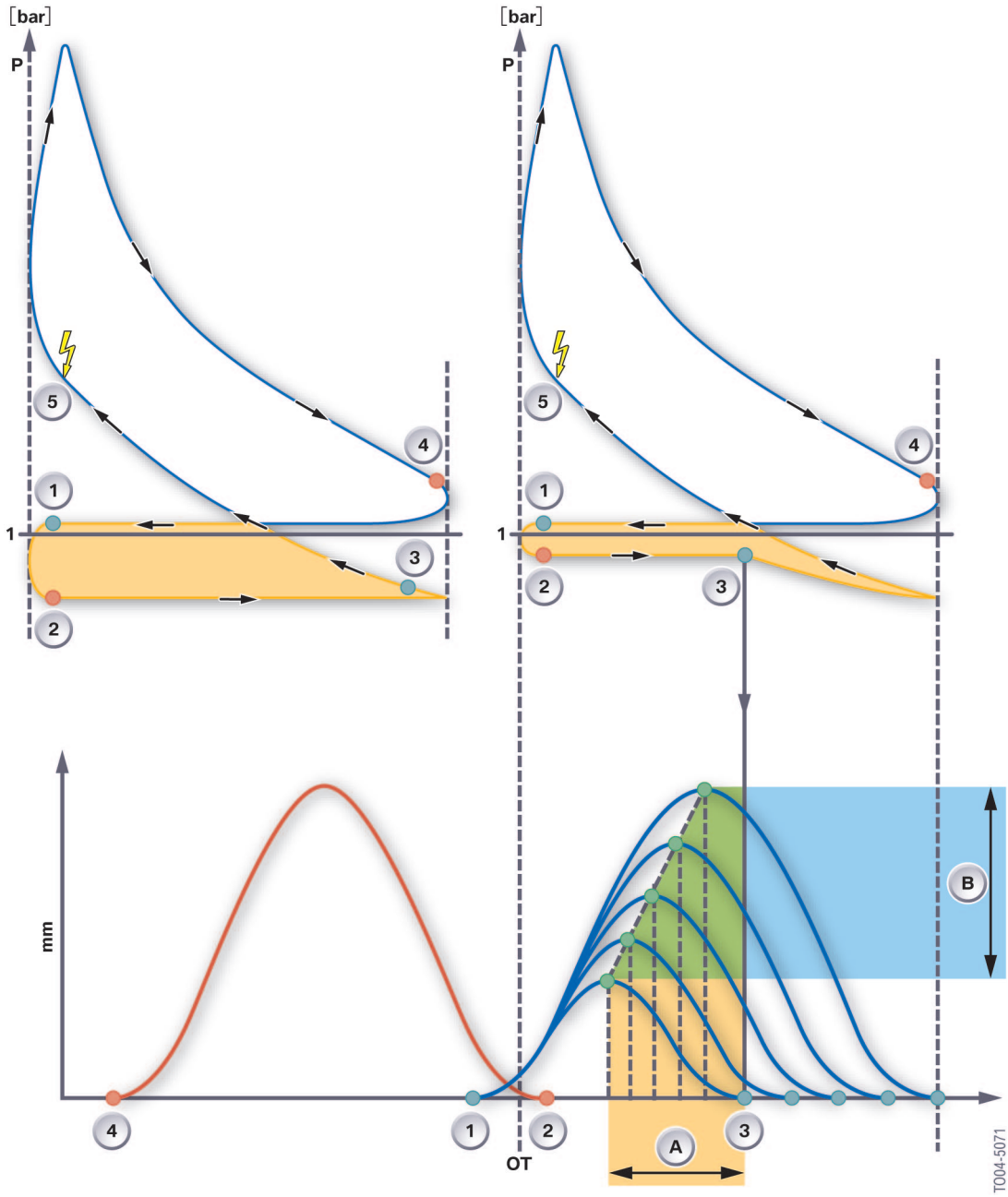
La carrera de válvula por sí sola no permite un control de carga sin estrangulación. Para ello es necesaria su combinación con la VANOS mediante la que se regula el momento de cierre de la válvula.



5 - Carrera mínima del motor N42



Con el VALVETRONIC I en el motor N42 se aplicó por primera vez en serie el accionamiento de válvulas completamente variable. Las pérdidas de cambio de carga se reducen claramente en el margen de carga inferior. Hacia la plena carga disminuyen de forma continua las ventajas. La carrera de la válvula de aspiración se ha podido reducir hasta 0,18 mm, la carrera máxima se ha ampliado a 9,9 mm. El comportamiento en el arranque en frío ha mejorado con el VALVETRONIC.



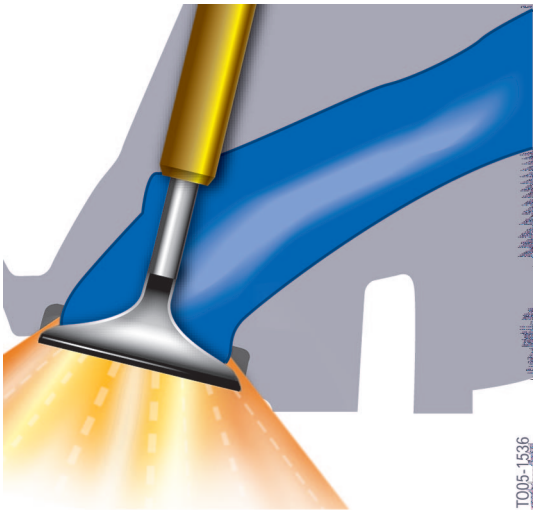
6 - VALVETRONIC es el producto de los efectos combinados del campo de regulación de VANOS y el mecanismo de válvulas totalmente variable

Índice	Explicación	Índice	Explicación
OT	Punto muerto superior	4	Salida abierta
UT	Punto muerto inferior	5	Punto de encendido
1	Entrada abierta	A	Campo de regulación de VANOS
2	Salida cerrada	B	Campo de regulación de la carrera de válvula
3	Entrada cerrada	P	Presión

Mediante el VALVETRONIC se controla la válvula de aspiración (carrera de válvula y momento de cierre de la válvula) de tal forma que en el momento "cierre de la válvula de aspiración" la mezcla deseada se encuentra en la cámara de combustión. La siguiente expansión y la subsiguiente compresión del volumen del cilindro cerrado se realiza casi sin pérdidas.

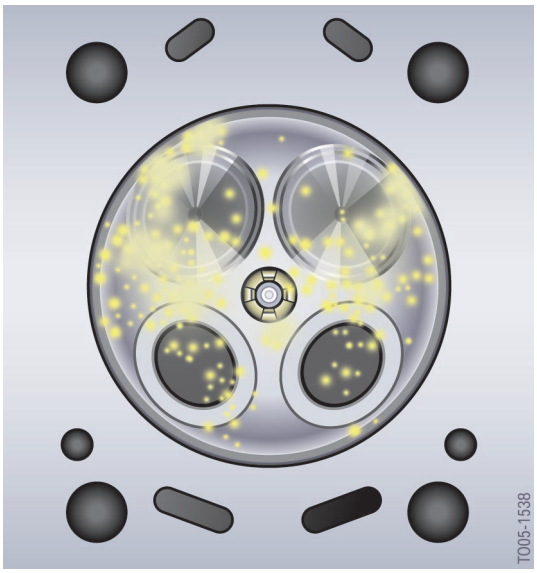
La ventaja del cambio de carga que se asocia a ello disminuye continuamente de forma natural hacia la plena carga. En caso de plena carga la ventaja del cambio de carga es cero. Para cargas pequeñas es necesario un tiempo de apertura muy reducido, que sólo es posible mediante una reducción sobreproporcional de la carrera de válvula. De este modo la sección de apertura de la válvula se ha reducido de tal manera que aparentemente aparece un efecto de estrangulación dañino. Pero se aprecia que la velocidad de admisión en la ranura de la válvula aumenta aprox. 50 m/s sobre 300 m/s y que el flujo circula alrededor de toda la válvula uniformemente. Este efecto favorece el proceso de formación de la mezcla de forma óptima.

El siguiente gráfico muestra el flujo de la mezcla hacia el interior para 1 mm de carrera de válvula.



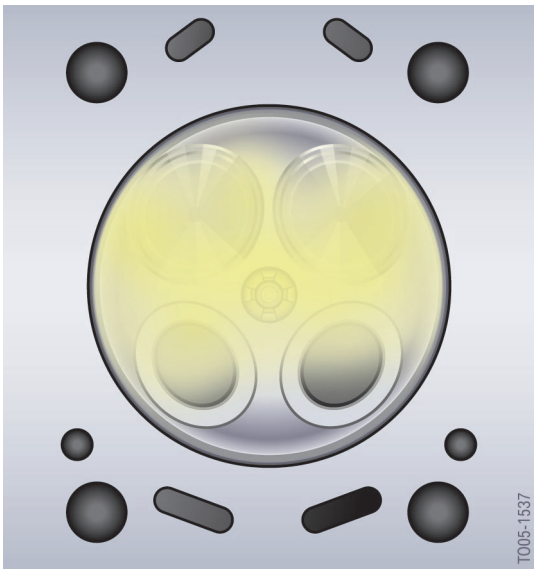
7 - Flujo hacia el interior en la ranura de la válvula

El siguiente gráfico muestra la distribución del combustible para una carrera completa de la válvula en un motor con estrangulación convencional. La distribución no homogénea del combustible con gotas relativamente grandes termina con una combustión no óptima en ralentí.



8 - Distribución del combustible con una carrera completa de la válvula

En el siguiente gráfico puede verse la formación de la mezcla para igual carga pero con VALVETRONIC y por ello con una carrera de válvula de 1 mm. El estado de la mezcla es considerablemente más homogéneo. Debido al flujo uniforme alrededor de la válvula con una carrera corta, la mezcla se distribuye mucho mejor en la cámara de combustión. Debido a la elevada velocidad de flujo hacia el interior y a la gran diferencia de presión en la ranura de la válvula el tamaño de las gotitas se reduce. De ese modo el resultado es una muy buena formación de la mezcla y con ello una menor fluctuación de la potencia suministrada así como emisiones más reducidas de HC y NO_x.

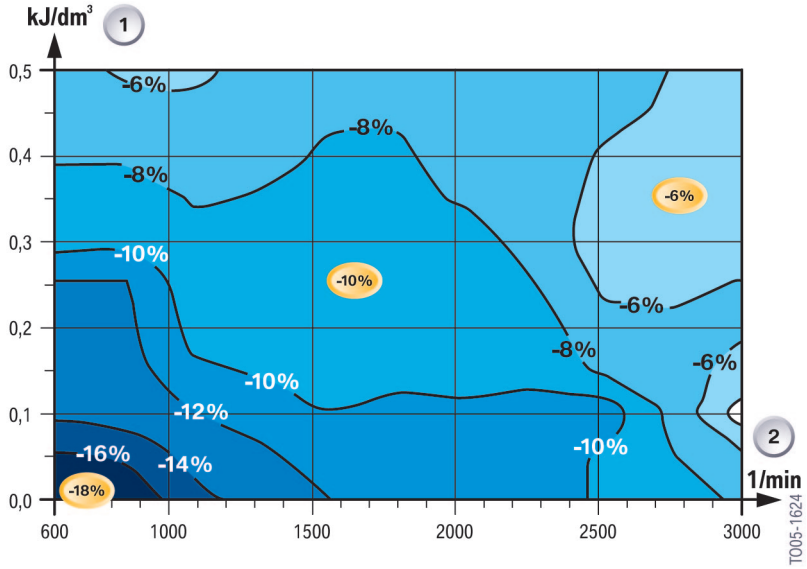


9 - Distribución del combustible con una carrera pequeña de la válvula

Además de estas ventajas, el proceso de la formación de la mezcla es tan estable que incluso aunque se registren las más bajas temperaturas permite la realización de un arranque en frío con la mitad de la cantidad de combustible que necesita un motor con control de estrangulación.

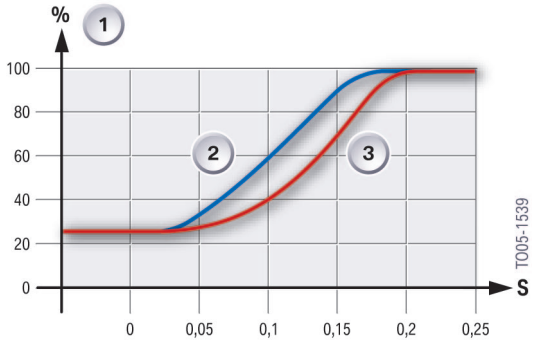
⚠ La supresión de la estrangulación puede apreciarse especialmente para cargas reducidas. El consumo de combustible disminuye hasta un 20 %. A medida que aumenta la carga se reduce el potencial de ahorro. Como media se produce un ahorro de aprox. el 10 % para el funcionamiento con una relación estequiométrica de combustible-aire ($\lambda = 1$). A plena carga el VALVETRONIC ofrece ninguna ventaja, ya que a plena carga la carrera de la válvula es la máxima y para un motor de convencional la válvula de mariposa se abre completamente. ◄

El siguiente gráfico muestra una reducción del consumo en comparación con el control de carga convencional. Se representa la carga en kJ/dm^3 para régimen en r.p.m.



10 - Diagrama característico del consumo de combustible

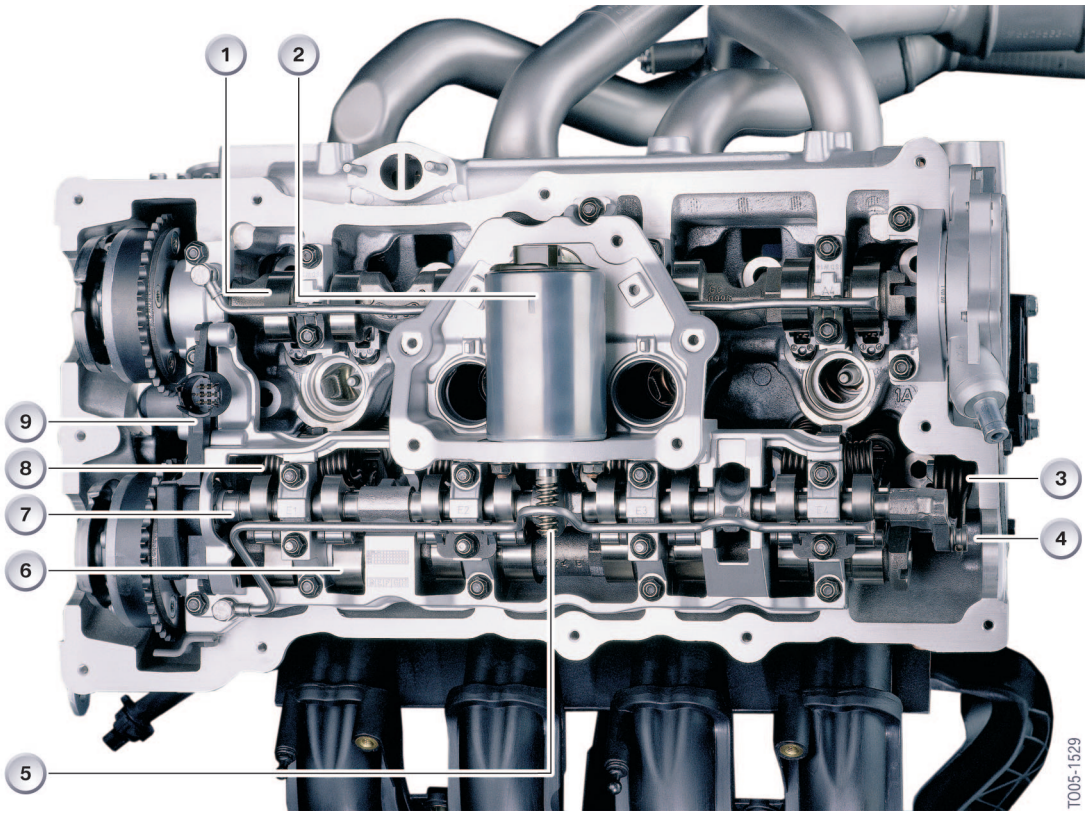
Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Carga	2	Número de revoluciones



11 - Comportamiento de respuesta del motor VALVETRONIC

Índice	Explicación
1	Par (en %)
2	Motor con VALVETRONIC
3	Motor con estrangulación

La respuesta del motor mejora debido al control de carga que tiene lugar directamente en el cilindro. A diferencia de lo que ocurre con el control de válvula de mariposa, no tienen que llenarse primero el colector de aire de aspiración y los colectores de admisión, sino que el VALVETRONIC actúa sin más retardo directamente sobre el llenado del cilindro.



12 - Culata del motor N42

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Árbol de levas	6	Árbol de levas
2	Servomotor	7	Eje excéntrico
3	Resorte de torsión	8	Resorte de torsión
4	Alojamiento del muelle de torsión del árbol de levas	9	Sensor del árbol de excéntrica
5	Eje helicoidal		

El muelle de torsión (3) está en contacto con el alojamiento del muelle de torsión del eje de excéntrica (4) y ejerce mediante éste una fuerza de palanca sobre el eje de excéntrica. Este muelle de torsión se denomina muelle compensador de momento y equilibra el par diferente del eje de excéntrica en la regulación. El muelle de torsión (3) se suprime ya que las investigaciones han mostrado que no tiene ninguna influencia sobre la resistencia a la fatiga del servomotor.

Particularidades del motor V8

Una particularidad del motor V8 es el control de carga con dos bancos de cilindros independientes mecánicamente y una necesidad de aire de los cilindros a ralentí mucho menor en comparación con el motor de 4 cilindros.

La menor necesidad de aire y tolerancias de la mecánica hacen necesario que se equilibren las cantidades de aire aspirado de ambos bancos de cilindros.

Puesto que sólo hay montado un medidor de masa de aire, éste no puede utilizarse para el equilibrado.

Por este motivo se ha desarrollado un nuevo procedimiento para equilibrar los bancos de cilindros. El sistema de control del motor calcula a partir de los valores de estabilidad de marcha de la detección de fallos de encendido un valor medio de estabilidad de marcha para cada banco de cilindros. Los valores estabilidad de marcha en el cilindro de la detección de fallos de encendido son una medida para el suministro de par de cada uno de los cilindros.

Si los valores medios de estabilidad de marcha de los bancos de cilindros se desvían en un valor definido unos de otros, la masa de aire del banco de cilindros aumenta con el mínimo suministro de par, hasta que queda por debajo del valor umbral.

Para mejoras adicionales de la estabilidad de marcha se analiza la duración de inyección por banco de cilindros. Para una regulación λ activa, para el mismo llenado de cilindros la duración de inyección de los bancos de cilindros debería ser idéntica. Si se percibe una diferencia entonces la masa de aire del banco de cilindros con menor llenado se elevará hasta que la duración de inyección de ambos bancos de cilindros sea igual.

Con estas funcionalidades es posible compensar zonas problemáticas en el lado mécanico, mantener el consumo en sus límites y conseguir una marcha óptima del motor.

Particularidades del motor V12

Con el motor V12 se acopla la inyección directa de gasolina con el VALVETRONIC. El VALVETRONIC asume el control de la carga parcial sin estrangulación y con una reducción del consumo. Como el motor V12 funciona por mezcla homogénea ($\lambda = 1$) es posible su empleo universal sin tener en consideración las calidades disponibles de combustible.

VALVETRONIC II

Funcionamiento

En relación con el principio del control de la carga, el VALVETRONIC II se corresponde con el VALVETRONIC I introducida con el N42.

La optimización del sistema se produce mediante una modificación del accionamiento de válvulas, cambios en el servomotor y la adaptación de la gama de regulación de las unidades VANOS.

Las principales diferencias son las siguientes:

- En la palanca intermedia, el cojinete de deslizamiento del eje excéntrico se ha sustituido por un cojinete de rodillos. Esto reduce la fricción en el mecanismo de válvulas.
- La guía de la palanca intermedia es más precisa. Aún es preciso un muelle para la guía y la fijación de la palanca.
- La masa movida del mecanismo de válvulas se ha reducido en un 13 %.
- El ámbito de carrera de la válvula de aspiración se ha mejorado. La carrera máxima se ha incrementado hasta 9,9 mm pero, sobre todo, la carrera mínima se ha reducido hasta 0,18 mm.

El resultado global se basa también en una mejora del dinamismo del colector de admisión y los gases de escape.

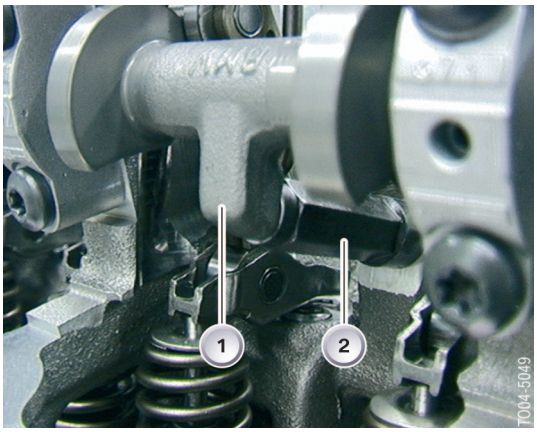
Los resultados del desarrollo posterior son:

- Incremento del dinamismo del motor
- Incremento de la eficiencia del motor
- Mejora de los valores de emisión de gases de escape

Con estos resultados se ponen de relieve las propiedades típicas del motor BMW:

- El régimen máximo aumenta a 7.000 r.p.m.
- La potencia específica se eleva a 63,4 kW/l
- El par motor específico es de aprox. 100 Nm/l
- Un mejor comportamiento de respuesta debido al notable incremento de la aceleración de las válvulas y la optimización del rozamiento de las piezas de transmisión
- Se reducen las emisiones de CO_2 de más del 10 % sobre su predecesor en NEFZ (nuevo ciclo de conducción europeo)
- Se satisfacen los valores de gases de escape más estrictos del mundo

Topes finales del eje de excéntrica

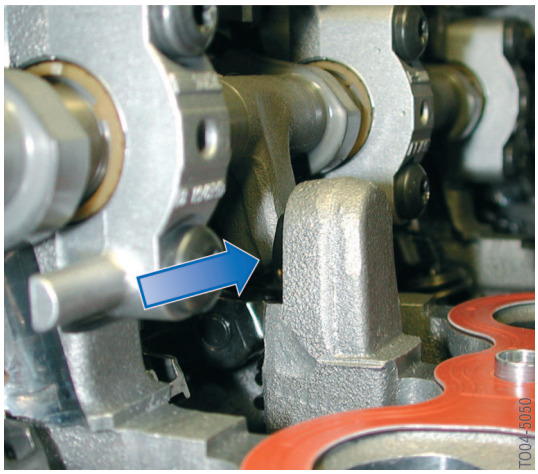


13 - Eje de excéntrica en el tope mínimo

Índice	Explicación
1	Tope del eje de excéntrica
2	Tope de la culata

Para carreras de válvula mínimas el tope del eje de excéntrica (1) toca el tope de la culata (2) que está atornillado en la culata. La carrera mínima de válvula se limita así mecánicamente.

La carrera máxima de la válvula también se limita con un tope mecánico como se muestra visiblemente en el siguiente gráfico.



14 - Eje de excéntrica en el tope máximo

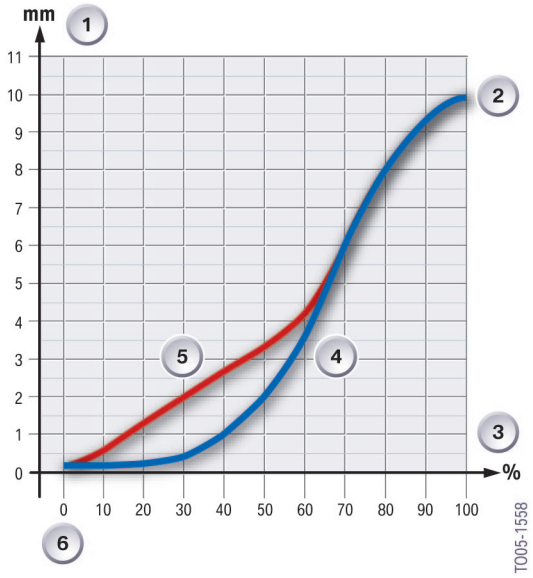
⚠ Para la detección de los topes mecánicos puede introducirse una rutina apropiada entre ambos topes. El eje excéntrico se ajusta entre la carrera mínima y la máxima. La rutina de tope solo se lleva a cabo cuando la electrónica del motor detecta valores no plausibles en el arranque del motor. La rutina de topes también puede activarla el sistema de diagnóstico. ◄

Ajuste en fase (phasing)

La válvula totalmente variable, el VALVETRONIC II, permite llevar a cabo una regulación rápida y precisa del par.

En el ámbito inferior de la carrera de la válvula existe la posibilidad de adaptación apoyada en el denominado ajuste en fase. Las válvulas de aspiración de un cilindro se abren de forma sincronizada hasta una carrera de 0,2 mm. A partir de esta carrera, la válvula 1 comienza a adelantarse. La válvula 2 se abre con un pequeño retraso un poco más tarde y alcanza de nuevo a la válvula 1 en una carrera de aprox. 6 mm. A partir de este punto, vuelve a abrirse de forma sincronizada. El ajuste en fase es posible debido a un diseño distinto de ambas excéntricas del eje de excéntrica de un cilindro.

Este comportamiento de apertura favorece el flujo de gases hacia el cilindro. Gracias a que la sección transversal de apertura de las válvulas de aspiración se mantiene pequeña, con un volumen aspirado que se mantiene igual la velocidad de flojo es sensiblemente mayor. Dicha velocidad se utiliza junto con la geometría de la parte superior de la cámara de combustión para mejorar la calidad de la mezcla aspirada.



15 - Recorrido de la carrera de la válvula de aspiración

Índice	Explicación
1	Carrera de válvula (en mm)
2	Carrera de válvula máxima a plena carga
3	Carga (en %)
4	Válvula de aspiración 2
5	Válvula de aspiración 1
6	Carrera de válvula mínima a ralentí

Sistema eléctrico

Se han necesitado componentes electrónicos nuevos para posibilitar el funcionamiento VALVETRONIC. A estos componentes nuevos pertenecen el dispositivo de mando de la carrera de la válvula, que se ha integrado en el sistema de control del motor del VALVETRONIC II, el servomotor y el sensor del eje de excéntrica. La válvula de admisión asume nuevas tareas y se utiliza en caso de emergencia cuando falla el VALVETRONIC.

Dispositivo de mando de la carrera de válvula

El control de la carrera de la válvula lo realiza el sistema de control del motor y en las primera generación del VALVETRONIC un dispositivo de mando adicional de la carrera de la válvula.

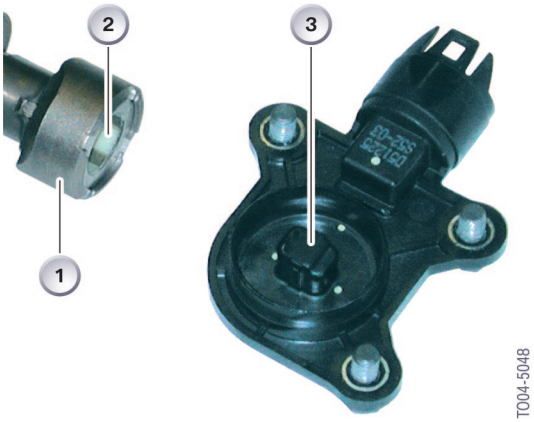
La tarea del dispositivo de mando de la carrera de la válvula es el accionamiento del motor eléctrico para la regulación del eje de excéntrica según las especificaciones del dispositivo de mando de control del motor.

Para conseguir la dinámica deseada, se precisan intensidades de corriente muy elevadas. Por este motivo en los motores VALVETRONIC se realiza una adaptación del dispositivo de mando encargado del funcionamiento de la luz para evitar una "fluctuación" de la iluminación interior y exterior.

Servomotor

La regulación del eje de excéntrica se lleva a cabo mediante un motor de corriente continua con colector. Con una inversión de la dirección de giro y la duración del accionamiento sincronizado se regula adecuadamente el eje de excéntrica. En la regulación máxima el servomotor puede conseguir hasta 40 A de corriente.

Sensor del árbol de excéntrica



16 - Sensor del eje de excéntrica y rueda imantada en el eje de excéntrica

Índice	Explicación
1	Rueda imantada
2	Tornillo de fijación
3	Sensor del árbol de excéntrica

El sensor del eje de excéntrica registra el ángulo de giro del eje de excéntrica y por lo tanto suministra la magnitud efectiva para la regulación.

La posición del eje de excéntrica se transmite a través del sensor del eje de excéntrica (3) al dispositivo de mando de la carrera de la válvula o bien a la electrónica digital del motor. Registra un margen de ángulo de 180 °.

El sensor del eje de excéntrica trabaja según el principio de magnetorresistencia: Un conductor ferromagnético modifica su resistencia cuando el campo magnético adjunto cambia su posición. Para ello se coloca una rueda imantada sobre el eje excéntrico (1) que contenga un imán permanente. Al girar el eje, las líneas de fuerza magnética de este imán cortan el material conductor magnético del sensor. El del dispositivo de mando del motor convierte la modificación de resistencia resultante en una carrera de válvula.

⚠ La rueda imantada debe fijarse con un tornillo de fijación no magnético (2) al eje de excéntrica ya que, de lo contrario, el sensor no funciona. ◄

Dispositivo de mando del motor

El sistema de control del motor contiene un campo de características para el control de la carrera de la válvula. La información principal para la carrera necesaria de la válvula es la demanda de carga del conductor mediante el pedal acelerador. A partir de los datos de entrada se determina el llenado nominal del cilindro.

El llenado nominal se convierte en una carrera de válvula y dominio del tiempo de control. A partir de estos factores se infiere el momento de cierre de la válvula de aspiración.

La cantidad de gas residual necesario para una combustión óptima se regula sola mediante la regulación del árbol de levas de escape (VANOS de escape), ya que falta un vacío de recirculación en el colector de admisión.

El equilibrado del VANOS se realiza mediante el sistema de control del motor. El equilibrado de la carrera de válvula en el caso del VALVETRONIC II también se realiza mediante el sistema de control del motor.

En el VALVETRONIC I la especificación de la carrera se envía mediante la interfaz de bus CAN al dispositivo de mando de la carrera de válvula y se regula con ayuda del sensor del eje de excéntrica y del servomotor.

Válvula de admisión

Los motores VALVETRONIC también necesitan una válvula de admisión para

- la purga de aire del depósito,
- la purga de aire del cárter del cigüeñal,
- el funcionamiento en caso de emergencia,
- el calentamiento del catalizador.

⚠ Con ayuda de la válvula de admisión se regula un vacío menor del colector de admisión de aprox. 50 mbar. Este vacío se necesita para asegurar la purga de aire del depósito y la purga de aire del cárter del cigüeñal. Como referencia se utiliza un sensor de presión en el sistema de aspiración.

En caso de error en el VALVETRONIC se regula la carrera de válvula al máximo posible y la válvula de admisión asume el control de carga.

La regulación del ralentí la realiza el sistema de control del motor controlado por diagramas característicos. En función de los diagramas característicos puede realizarse la regulación del ralentí durante el arranque mediante la válvula de admisión. En caso de que el motor esté a temperatura de régimen se conmuta a funcionamiento sin estrangulamiento después de aprox. 60 s (válvula de admisión completamente abierta). Sin embargo en condiciones meteorológicas frías se arranca con la válvula de admisión completamente abierta, ya que esto repercute positivamente en el comportamiento de arranque. ◄

Control de carga mediante el accionamiento de válvulas

Estas Instrucciones de servicio las encontrará en la introducción.

Control de carga sin estrangulación

⚠ Para la purga de aire del cárter del cigüeñal es precisa una depresión mínima en el sistema de aspiración. Para esto se ajusta ligeramente la válvula de admisión. ◄

Definición

⚠ El VALVETRONIC consta de un control totalmente variable de la carrera de la válvula y del control variable del árbol de levas (VANOS doble), por lo que se puede seleccionar con libertad el momento de cierre de la válvula de aspiración.

El control de la carrera de la válvula tiene lugar sólo en el lado de admisión, el control del árbol de levas en el lado de admisión y de escape.

Sólo es posible controlar la carga sin estrangulación cuando:

- la carrera de la válvula de aspiración,
- y el reajuste del árbol de levas de admisión y de escape pueden ser controlados de forma variable.

Resultado:

=> La duración de apertura de la válvula de aspiración se puede elegir con libertad. ◄

Estas Instrucciones de servicio las encontrará en los componentes de sistema.

Estructura

Control de la carrera de válvula totalmente variable

⚠ Puesto que la carrera de la válvula a ralentí es muy corta, debe garantizarse una distribución uniforme del contenido del cilindro. Todas las válvulas deben abrirse con la misma alzada.

Por este motivo, la palanca de arrastre de rodillos y la palanca intermedia correspondiente deben estar clasificadas. Con un número característico indicado los componentes pueden diferenciarse unos de otros en las clasificaciones. En cada cilindro siempre están montadas las mismas clases. La asignación de la palanca de arrastre de rodillos y la palanca intermedia en fábrica garantiza que los cilindros se llenan de forma homogénea incluso en la carrera mínima. ◄

⚠ Al desarmar el accionamiento de válvulas debe tenerse en cuenta que todas las piezas deben volver a colocarse en la misma posición. Si no se tiene en cuenta esta observación, podrían producirse distribuciones no uniformes del llenado de los cilindros. La consecuencia de una distribución no uniforme es una marcha excéntrica del motor. ◄

Mecanismo

VALVETRONIC I

Funcionamiento

⚠ La supresión de la estrangulación puede apreciarse especialmente para cargas reducidas. El consumo de combustible disminuye hasta un 20 %. A medida que aumenta la carga se reduce el potencial de ahorro. Como media se produce un ahorro de aprox. el 10 % para el funcionamiento con una relación estequiométrica de combustible-aire ($\lambda = 1$). A plena carga el VALVETRONIC no tiene ventajas, ya que a plena carga la carrera de la válvula es la máxima y para un motor de convencional la válvula de mariposa se abre completamente. ◄

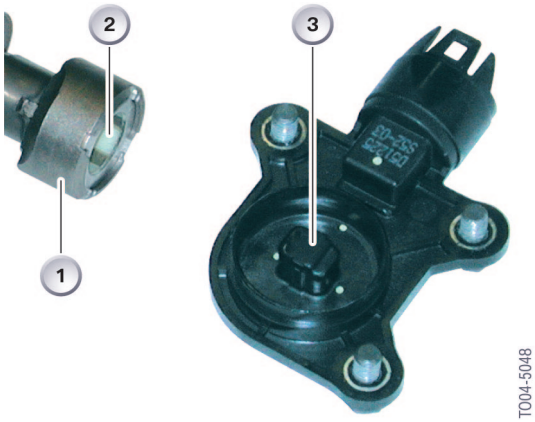
VALVETRONIC II

Topes finales del eje de excéntrica

⚠ Para la detección de los topes mecánicos puede introducirse una rutina apropiada entre ambos topes. El eje excéntrico se ajusta entre la carrera mínima y la máxima. La rutina de tope solo se lleva a cabo cuando la electrónica del motor detecta valores no plausibles en el arranque del motor. La rutina de topes también puede activarla el sistema de diagnóstico. ◄

Sistema eléctrico

Sensor del árbol de excéntrica



1 - Sensor del eje de excéntrica y rueda imantada en el eje de excéntrica

Índice	Explicación
1	Rueda imantada
2	Tornillo de fijación
3	Sensor del árbol de excéntrica

⚠ La rueda imantada debe fijarse con un tornillo de fijación no magnético (2) al eje de excéntrica ya que, de lo contrario, el sensor no funciona. ◄

Válvula de admisión

⚠ Con ayuda de la válvula de admisión se regula un vacío menor del colector de admisión de aprox. 50 mbar. Este vacío se necesita para asegurar la purga de aire del depósito y la purga de aire del cárter del cigüeñal. Como referencia se utiliza un sensor de presión en el sistema de aspiración.

En caso de error en el VALVETRONIC se regula la carrera de válvula al máximo posible y la válvula de admisión asume el control de carga.

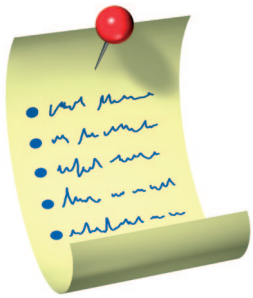
La regulación del ralentí la realiza el sistema de control del motor controlado por diagramas característicos. En función de los diagramas característicos puede realizarse la regulación del ralentí durante el arranque mediante la válvula de admisión. En caso de que el motor esté a temperatura de régimen se conmuta a funcionamiento sin estrangulamiento después de aprox. 60 s (válvula de admisión completamente abierta). Sin embargo en condiciones meteorológicas frías se arranca con la válvula de admisión completamente abierta, ya que esto repercute positivamente en el comportamiento de arranque. ◄

Resumen
VALVETRONIC

Cuestiones a recordar.

En las siguientes tablas se resume la información más importante sobre el tema Fundamentos del motor VALVETRONIC.

La relación pretende transmitir los contenidos de esta información de producto de un modo compacto, permitiendo además una nueva comprobación de los conocimientos.

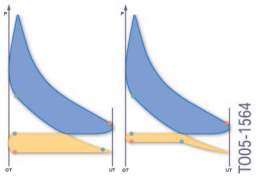


Observaciones para el día a día en teoría y práctica.

Modelos

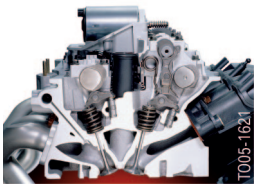
BMW utiliza el VALVETRONIC desde 2001. Desde entonces casi todos los motores de gasolina BMW presentan un sistema VALVETRONIC.

Introducción



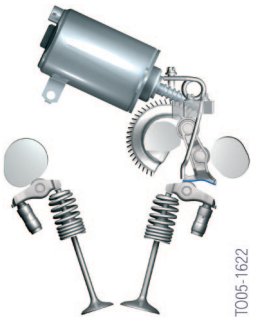
El VALVETRONIC es el primer mando de válvulas totalmente variable del mercado. El VALVETRONIC consta siempre del control variable de la carrera de la válvula de aspiración y de la VANOS doble. Con el VALVETRONIC pueden reducirse las pérdidas en el trabajo de cambio de carga. El ahorro promedio en comparación con un motor convencional es de aprox. 10 %.

Estructura



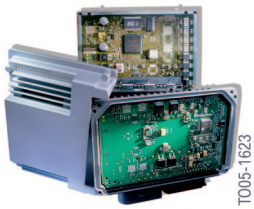
El VALVETRONIC asume en muchas partes la función de la válvula de admisión. Para que esto sea posible es necesario que haya un control completamente variable de la carrera de la válvula. El control completamente variable de la carrera de la válvula se hace posible mediante componentes adicionales en el accionamiento de válvulas. A ello se añade en primer lugar el servomotor, el eje de excéntrica, la palanca intermedia y el muelle de torsión.

Mecanismo



Con el VALVETRONIC I en el motor N42 se aplicó por primera vez en serie el accionamiento de válvulas completamente variable. Las pérdidas de cambio de carga se reducen claramente en el margen de carga inferior. Hacia la plena carga disminuyen de forma continua las ventajas. La carrera de la válvula de aspiración se ha podido reducir hasta 0,18 mm, la carrera máxima se ha ampliado a 9,9 mm. El comportamiento en el arranque en frío ha mejorado con el VALVETRONIC.

Sistema eléctrico



Se han necesitado componentes electrónicos nuevos para posibilitar el funcionamiento VALVETRONIC. A estos componentes nuevos pertenecen el dispositivo de mando de la carrera de la válvula, que se ha integrado en el sistema de control del motor del VALVETRONIC II, el servomotor y el sensor del eje de excéntrica. La válvula de admisión asume nuevas tareas y se utiliza en caso de emergencia cuando falle el VALVETRONIC.

Preguntas de test
VALVETRONIC

Catálogo de preguntas

Profundizar y examinar de nuevo los conocimientos adquiridos.

En este apartado puede examinar los conocimientos adquiridos.

Se plantean preguntas sobre el tema VALVETRONIC tratado.

1. ¿Qué afirmación es correcta?

- ☐ Con el VALVETRONIC se aumenta el rendimiento del motor mediante el funcionamiento con carga pobre.
- ☐ Con el VALVETRONIC se aumenta el rendimiento del motor reduciendo las pérdidas mecánicas.
- ☐ Con el VALVETRONIC se aumenta el rendimiento del motor disminuyendo las pérdidas de cambio de carga.

2. ¿Qué definición es correcta?

- ☐ El VALVETRONIC es el control completamente variable de la carrera de la válvula.
- ☐ El VALVETRONIC consta del control completamente variable de la carrera de la válvula y de la VANOS doble
- ☐ El VALVETRONIC consta del control completamente variable de la carrera de la válvula y de la VANOS de admisión

3. ¿Cómo se asegura la distribución uniforme de la cantidad de mezcla en cada uno de los cilindros?

- ☐ En la fabricación se adaptan las válvulas correspondientemente.
- ☐ Se montan palancas intermedias y palancas de arrastre de rodillos de la misma clase.
- ☐ La distribución uniforme de los cilindros se comprueba durante la fabricación y se corrige en caso de diferencias con las correspondientes palancas intermedias y/o palancas de arrastre de rodillos.

4. ¿Qué ventaja ofrece un motor VALVETRONIC en comparación con un motor de estrangulación convencional durante el arranque en frío?

- ☐ Ninguna ventaja.
- ☐ El motor VALVETRONIC necesita menos combustible en el arranque en frío.
- ☐ El motor VALVETRONIC necesita una válvula de admisión cerrada para arrancar el motor.

5. ¿Qué se entiende bajo el concepto de "phasing"?

- ☐ Se entiende como "phasing" la forma especial de la palanca intermedia.
- ☐ Se entiende como "phasing" la apertura diferente de la válvula de aspiración de un cilindro hasta los 6 mm de carrera de válvula.
- ☐ Se denomina "phasing" a la forma especial del árbol de levas de admisión.

Respuestas al catálogo de preguntas

1. ¿Qué afirmación es correcta?

☐ Con el VALVETRONIC se aumenta el rendimiento del motor mediante el funcionamiento con carga pobre.

☐ Con el VALVETRONIC se aumenta el rendimiento del motor reduciendo las pérdidas mecánicas.

☑ Con el VALVETRONIC se aumenta el rendimiento del motor disminuyendo las pérdidas de cambio de carga.

2. ¿Qué definición es correcta?

☐ El VALVETRONIC es el control completamente variable de la carrera de la válvula.

☑ El VALVETRONIC consta del control completamente variable de la carrera de la válvula y de la VANOS doble

☐ El VALVETRONIC consta del control completamente variable de la carrera de la válvula y de la VANOS de admisión

3. ¿Cómo se asegura la distribución uniforme de la cantidad de mezcla en cada uno de los cilindros?

☐ En la fabricación se adaptan las válvulas correspondientemente.

☐ Se montan palancas intermedias y palancas de arrastre de rodillos de la misma clase.

☑ La distribución uniforme de los cilindros se comprueba durante la fabricación y se corrige en caso de diferencias con las correspondientes palancas intermedias y/o palancas de arrastre de rodillos.

4. ¿Qué ventaja ofrece un motor VALVETRONIC en comparación con un motor de estrangulación convencional durante el arranque en frío?

☐ Ninguna ventaja.

☑ El motor VALVETRONIC necesita menos combustible en el arranque en frío.

☐ El motor VALVETRONIC necesita una válvula de admisión cerrada para arrancar el motor.

5. ¿Qué se entiende bajo el concepto de "phasing"?

☐ Se entiende como "phasing" la forma especial de la palanca intermedia.

☑ Se entiende como "phasing" la apertura diferente de la válvula de aspiración de un cilindro hasta los 6 mm de carrera de válvula.

☐ Se denomina "phasing" a la forma especial del árbol de levas de admisión.

BMW Service
Aftersales Training

80788 München

Fax +49 89 382-34450