



Técnica Diagnóstico de averías

Diagnóstico de averías



LUK



El contenido de este folleto no será legalmente vinculante y únicamente tiene propósitos informativos. En la medida legalmente permitida, Schaeffler Automotive Aftermarket GmbH & Co. KG no asumirá ninguna responsabilidad derivada de este folleto o en relación con el mismo.

Todos los derechos reservados. Queda prohibida cualquier copia, distribución, reproducción, puesta a disposición del público o publicación de este folleto en su totalidad o en extractos sin el consentimiento previo por escrito de Schaeffler Automotive Aftermarket GmbH & Co. KG.

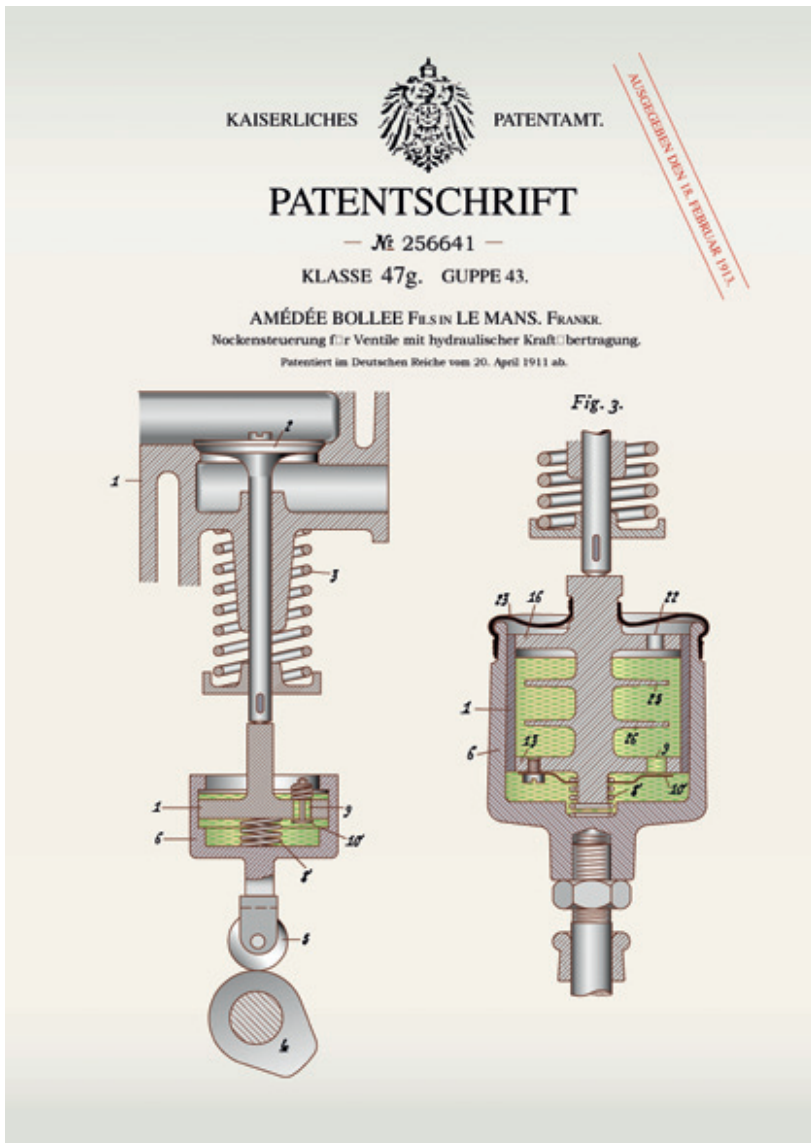
Copyright ©
Schaeffler Automotive Aftermarket GmbH & Co. KG
Junio de 2012

Índice

	Página
1 Historia	4
2 El accionamiento de válvulas	5
2.1 Requisitos	5
2.2 Modelos	6
2.3 Juego de válvulas	7
2.4 Compensación del juego de válvulas	7
3 Diseño y funcionamiento de los componentes del accionamiento de válvulas	8
3.1 Taqué	8
3.2 Palanca oscilante con pivote	11
3.3 Balancín con elemento insertado	13
3.4 Levantaválvulas con elementos insertados	15
3.5 Accionamiento de válvulas OHV	17
3.6 Elementos conmutables de compensación del juego de válvulas	18
4 Sistemas de regulación del árbol de levas	21
4.1 Informaciones generales	21
4.2 Visión general de distintos conceptos de regulación del árbol de levas	21
4.3 Componentes del sistema de ajuste del árbol de levas y su funcionamiento	22
4.4 Regulador del árbol de levas	23
4.5 Válvula de control	29
5 Mantenimiento y servicio	32
5.1 Sustitución de taqués mecánicos	32
5.2 Sustitución de taqués hidráulicos	33
5.3 Sustitución de la palanca oscilante con pivote hidráulico	33
5.4 Sustitución del balancín con elemento hidráulico insertado	34
5.5 Informaciones generales para talleres	34
5.6 Recomendaciones para purgar elementos hidráulicos de compensación del juego de válvulas	35
5.7 Recomendaciones para sustituir reguladores del árbol de levas	36
6 Diagnóstico/evaluación de averías	37
6.1 Información general sobre evaluación de averías	37
6.2 Suciedad residual	38
6.3 Evaluación de averías de los componentes del accionamiento de válvulas	38

1 Historia

El desarrollo histórico de los componentes hidráulicos de compensación del juego de válvulas se remonta a principios de los años 30 del siglo pasado, cuando nació la idea y se solicitaron las primeras patentes en Estados Unidos. A finales de los años 50, el 80% de todos los motores de vehículos de dicho país estaban equipados de serie con compensación hidráulica del juego de válvulas.



En Europa, por motivos económicos, en aquel entonces se diseñaban motores relativamente pequeños con altas revoluciones. La primera producción en serie en la República Federal de Alemania tuvo lugar en el año 1971. En 1987, un gran número de los automóviles alemanes, ingleses, suecos, españoles y japoneses ya estaban equipados con taqués hidráulicos, y su uso ha ido aumentando de forma continua. Desde 1989, los turismos franceses e italianos también disponen de esta avanzada

tecnología.

Cada vez son mayores las exigencias a las que se enfrentan ingenieros y técnicos encargados del desarrollo de nuevos motores, sobre todo las exigencias siguientes:

- Compatibilidad con el medio ambiente
- Emisión de ruidos
- Fiabilidad
- Rentabilidad
- Costes de mantenimiento
- Rendimiento

Todas estas exigencias influyen en el procedimiento de diseño de la distribución de válvulas y sus elementos, independientemente del tipo de motor (motor OHV, OHC). En cualquier caso, resulta decisivo eliminar el juego de las válvulas y mantener constantes los valores característicos del motor durante toda su vida útil.

Principalmente el desgaste y las dilataciones térmicas de los componentes del accionamiento de válvulas modifican incontroladamente el juego de servicio en los sistemas mecánicos de distribución de válvulas. La consecuencia es la variación de los tiempos de distribución de las válvulas con respecto a los tiempos óptimos. Los componentes hidráulicos de compensación del juego de válvulas de INA se ajustan a las exigencias requeridas a las distribuciones de válvulas de los motores modernos.

Éstos hacen que los motores sean:

- **Poco contaminantes**
Los tiempos de distribución optimizados del motor, y con ello los valores de emisión, se mantienen prácticamente constantes durante la vida útil del motor y en cualquier régimen del mismo.
- **Silenciosos**
El nivel de ruido del motor se reduce, ya que se evita la formación de ruido causada por el juego de las válvulas.
- **Duraderos**
El desgaste se reduce gracias a la unión cinemática de fuerza entre los componentes, lo que permite tener una velocidad de cierre de las válvulas siempre baja y constante.
- **Rentables**
No es necesario ajustar el juego de las válvulas durante el primer montaje.
- **Libres de mantenimiento**
No es necesario ajustar el juego de las válvulas durante toda la vida útil del motor.
- **Resistentes a las altas revoluciones**
La construcción ligera específica de INA permite a los motores mantener altos números de revoluciones durante mucho tiempo.

2 El accionamiento de válvulas

Un motor de combustión debe recibir aire fresco de forma cíclica y evacuar los gases de escape que produce. En un motor de 4 tiempos, la entrada de aire fresco y la salida de los gases de escape se denominan cambio de carga. En el transcurso de varios cambios de carga, los órganos de control de los cilindros (los canales de admisión y escape) se abren y se cierran periódicamente gracias a órganos de bloqueo (las válvulas de admisión y escape). Los órganos de bloqueo desempeñan determinadas tareas.

Tienen que

- Permitir una sección transversal de abertura lo más grande posible,
- Llevar a cabo con rapidez los procedimientos de apertura y cierre,
- Poseer una forma que favorezca el flujo para mantener baja la pérdida de presión que se produce,
- Lograr un buen efecto de sellado cuando están cerrados,
- Disponer de una alta estabilidad.

2.1 Requisitos

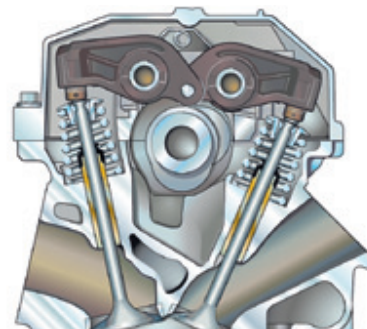
El accionamiento de válvulas está sometido a altas aceleraciones y retrasos. Las fuerzas de inercia asociadas aumentan al incrementarse las revoluciones y suponen una sollicitación considerable sobre la construcción. Además, las válvulas de escape deben resistir altas temperaturas generadas por los gases de escape calientes.

Para poder funcionar correctamente en estas condiciones, se exigen ciertos requisitos a los componentes del accionamiento de válvulas. Por ejemplo, tienen que

- Disponer de una alta resistencia (durante toda la vida útil del motor),
- Funcionar con poca fricción,
- Garantizar una evacuación suficiente del calor de las válvulas (en particular de las válvulas de escape).

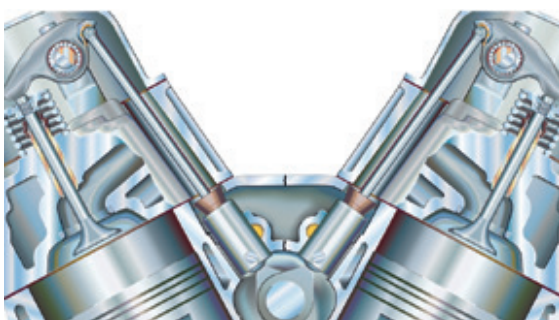
Además, hay que fijarse en que los componentes del accionamiento de válvulas no provoquen ningún impulso en el sistema y que entre los componentes acoplados en arrastre de fuerza no puedan producirse pérdidas de contacto.

Árbol de levas en cabeza



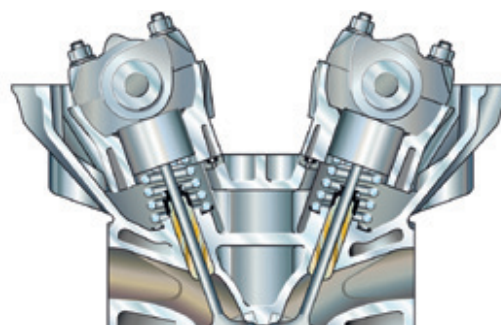
Los árboles de levas superiores se encuentran por encima de la línea divisoria de la culata y el bloque de cilindros. Si sólo hay un árbol de levas, esta construcción se denomina árbol de levas en cabeza (Overhead Camshaft u OHC).

Válvulas en cabeza



Los árboles de levas inferiores están montados por debajo de la línea divisoria de la culata y el bloque de cilindros. El accionamiento de válvulas de dicho motor también se conoce como accionamiento de válvulas en cabeza (accionamiento de válvulas OHV).

Doble árbol de levas en cabeza



En caso de dos árboles de levas, se habla de doble árbol de levas en cabeza (Double Overhead Camshaft o DOHC).

2.2 Modelos

Existen distintos modelos de accionamientos de válvulas. Todos tienen en común el accionamiento a través del árbol de levas. La diferencia entre los accionamientos de válvulas estriba en

- El número de las válvulas que accionan, y

- El número y la posición de los árboles de levas a través de los que se accionan.

Los árboles de levas pueden montarse en dos lugares del motor, y se denominan árbol de levas superior e inferior, respectivamente.

Tipos de accionamientos de válvulas

Accionamiento de válvulas OHV

La figura 1 muestra el llamado accionamiento de válvulas OHV con varilla de empuje y con árbol de levas inferior. En este concepto se necesitan muchas piezas de transmisión para transmitir la elevación de la leva a la válvula: émbolo, varilla de empuje, balancín, rodamiento del balancín. Conforme se van perfeccionando los motores se precisan revoluciones cada vez mayores, aunque siempre siendo más potentes, compactos y ligeros. En este sentido, el accionamiento por varilla de empuje OHV pronto alcanzó su límite de revoluciones debido a su moderada rigidez total. Por lo tanto, el número de piezas en movimiento del accionamiento de válvulas tenía que ser menor.

Figura 2:

El árbol de levas se ha desplazado a la culata, por lo que pudo prescindirse de la varilla de empuje.

Accionamiento de válvulas OHC

Figura 3:

En el accionamiento de válvulas OHC se suprime el émbolo, el árbol de levas está mucho más arriba y la elevación de la leva puede transmitirse directamente mediante balancín o palanca oscilante.

Figura 4:

Este accionamiento por palanca oscilante corresponde a la forma constructiva más rígida de un accionamiento de válvulas por palanca.

Figura 5:

Los accionamientos de válvulas OHC, cuyas válvulas se accionan directamente mediante taqués, son adecuados para elevadas revoluciones. En este caso también se suprimen el balancín o la palanca oscilante.

En la actualidad, todos los tipos de accionamiento de válvulas (figuras 1 a 5) se encuentran en motores a gran escala. Los ingenieros deben sopesar las ventajas y los inconvenientes según lo esencial del diseño: potencia, par, cilindrada, embalaje, costes de fabricación, etc. y decidirse por un tipo u otro para que todos los accionamientos de válvulas tengan su razón de ser, desde el accionamiento por varilla de empuje hasta el accionamiento de válvulas OHC compacto con válvulas accionadas directamente.

Figura 1

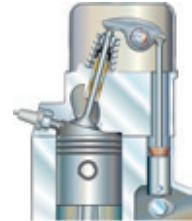


Figura 2



Figura 3

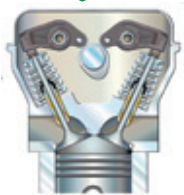


Figura 4



Figura 5



2.3 Juego de válvulas

Un sistema de accionamiento de válvulas debe disponer de un juego definido (el juego de válvulas) cuando la válvula está cerrada. Sirve para compensar los cambios de longitud o dimensiones de los componentes que resultan del desgaste y de las variaciones de temperatura, como por ejemplo:

- Oscilaciones de temperatura en los distintos componentes del motor (p. ej. en la culata),
- El uso de distintos materiales con coeficientes de dilatación térmica diferentes,
- El desgaste en los puntos de contacto entre el árbol de levas y la válvula.

2.4 Compensación del juego de válvulas

Tanto en el pasado como en la actualidad, durante el primer montaje del accionamiento de válvulas mecánico y después en determinados intervalos de mantenimiento había que ajustar el juego de válvulas mediante tornillos o discos de ajuste. Al mismo tiempo, también se ha establecido la compensación hidráulica del juego de válvulas automática, que consigue una menor variabilidad de intersección de las curvas de elevación en todos los ciclos de servicio durante toda la vida útil del motor y de este modo emisiones bajas de forma constante.

Las consecuencias de un juego de válvulas demasiado pequeño o grande van desde el desarrollo de ruido en el accionamiento de válvulas hasta daños en el motor. Otro punto importante es la mayor contaminación medioambiental a causa de los peores valores de emisión.

A continuación se enumeran las posibles repercusiones de un juego de válvulas demasiado pequeño o grande.

El juego de válvulas es demasiado pequeño

La válvula se abre antes y se cierra más tarde

- Debido al tiempo de cierre más corto, no puede emitirse suficiente calor del plato al asiento de la válvula.
- El plato de la válvula de escape se calienta. Con un calentamiento demasiado extremo, la válvula se estropea.
→ daño del motor

La válvula no se cierra por completo

- Existe el peligro de que la válvula de escape o la válvula de admisión no se cierren por completo cuando el motor está caliente.
- En la válvula de escape entran gases de escape y en la válvula de admisión hay llamas que vuelven al conducto de aspiración.
- Se producen pérdidas de gas y potencia, disminuye la potencia del motor
→ peores valores de emisión
- Las válvulas se sobrecalientan debido a los gases de escape calientes que fluyen de forma continua, por lo que el plato y el asiento de la válvula se queman.

Alta sollicitación mecánica de la válvula

- Desarrollo de ruidos en el accionamiento de válvulas

El juego de válvulas es demasiado grande

La válvula se abre más tarde y se cierra antes

- Esto provoca tiempos de apertura más cortos y secciones transversales de apertura más pequeñas.
- El cilindro se llena con muy poca mezcla de combustible, disminuye la potencia del motor.
→ peores valores de emisión

Alta sollicitación mecánica de la válvula

- Desarrollo de ruidos en el accionamiento de válvulas
- El cuello de la válvula se dobla.
→ daño del motor

Podrá encontrar más información sobre la compensación del juego de válvulas en taqués, palancas oscilantes y balancines en el siguiente capítulo 3 “Diseño y funcionamiento de los componentes del accionamiento de válvulas”.

3 Diseño y funcionamiento de los componentes del accionamiento de válvulas

3.1 Taqué

El accionamiento de válvulas por taqué es un accionamiento de válvulas con accionamiento directo. Entre la válvula y el árbol de levas no hay colocado ningún miembro de transmisión. La elevación de la leva se transmite directamente a la válvula mediante la base del taqué. Los accionamientos directos se caracterizan por muy buenos valores de rigidez y al mismo tiempo pequeñas masas en movimiento. Por lo tanto, a altas revoluciones también presentan un buen comportamiento. Los taqués poseen un desgaste por deslizamiento, es decir, entre la base del taqué y las bielas se produce pérdidas de fricción, que pueden mantenerse bajas gracias a una combinación adecuada de materiales. Para

reducir aún más el desgaste producido, la leva se rebaja en diagonal y se coloca enfrente del taqué desplazada lateralmente de tal modo que el taqué gire un cierto ángulo cada vez que se acciona.

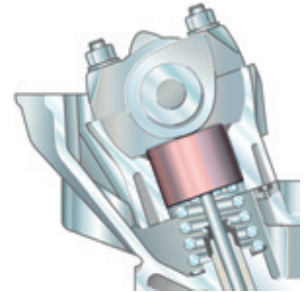


Figura:
Accionamiento de válvulas del taqué

Taqué mecánico

Características:

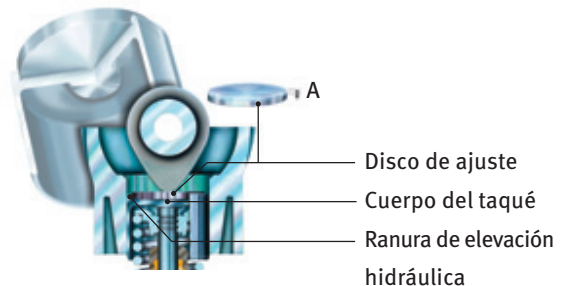
- Cuerpo principal de acero
- La válvula se acciona directamente.
- El juego de válvulas se ajusta de forma mecánica.

Taqué mecánico con disco de ajuste superior

Características

El disco de ajuste:

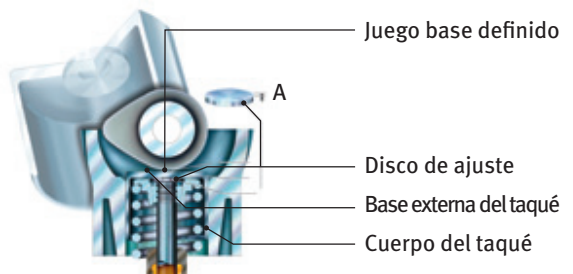
- Está colocado suelto en el cuerpo principal,
- Está disponible en varios espesores,
- Se puede seleccionar libremente en cuanto a material y termotratamiento,
- Por su espesor, es responsable del juego de válvulas "A" ajustado.



Taqué mecánico con disco de ajuste inferior

Características

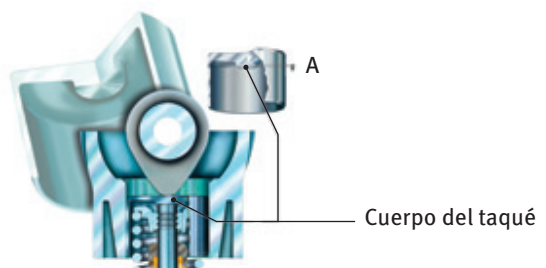
- Juego base definido entre el círculo base de la leva y la base externa del taqué por el espesor del disco de ajuste
- Masa del taqué muy pequeña para reducir las fuerzas elásticas de la válvula y la pérdida de fricción
- Gran zona de contacto con la leva



Taqué mecánico de espesor variable

Características

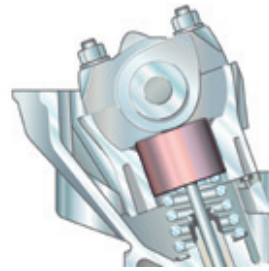
- El juego de válvulas "A" se ajusta mediante el espesor del taqué.
- Masa más reducida del taqué.
- Las fuerzas elásticas de la válvula (y con ellas también la pérdida de fricción) se reducen.
- Gran zona de contacto con la leva.
- Fabricación económica.



Taqué hidráulico

Características

- La válvula se acciona directamente.
- Rigidez muy elevada del accionamiento de válvulas
- El juego de válvulas se compensa automáticamente.
- Sin mantenimiento durante toda la vida útil
- Accionamiento de válvulas muy silencioso
- Emisiones de escape bajas de forma uniforme durante toda la vida útil



Taqué hidráulico antivaciado

Características

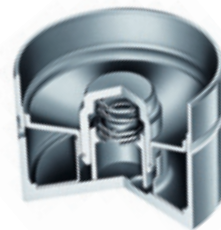
- Durante la fase de detención del motor no puede salir aceite de la cámara exterior, con lo que se obtiene un mejor comportamiento de arranque múltiple.



Taqué hidráulico con admisión inferior

Características

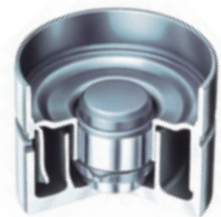
- Permite aprovechar mejor el volumen de la cámara de aceite, con lo que se obtiene un mejor comportamiento de arranque múltiple.



Taqué hidráulico con laberinto

Características

- Combinación de antivaciado y admisión inferior
- Comportamiento de arranque múltiple mucho mejor



Taqué 3CF

(3CF = cylindrical cam contact face)

Características

- Con superficie cilíndrica de contacto con la leva y mecanismo anti-rotación
- Alimentación sencilla de aceite
- Aceleración de apertura y cierre
- 80% de reducción de paso de aceite gracias al guiado del émbolo
- Baja presión superficial en el contacto con la leva
- Se consigue una característica de elevación de la válvula más efectiva con un diámetro de émbolo más pequeño, que permite:
 - Mínima masa de émbolo
 - Máxima rigidez
 - Reducida potencia de fricción



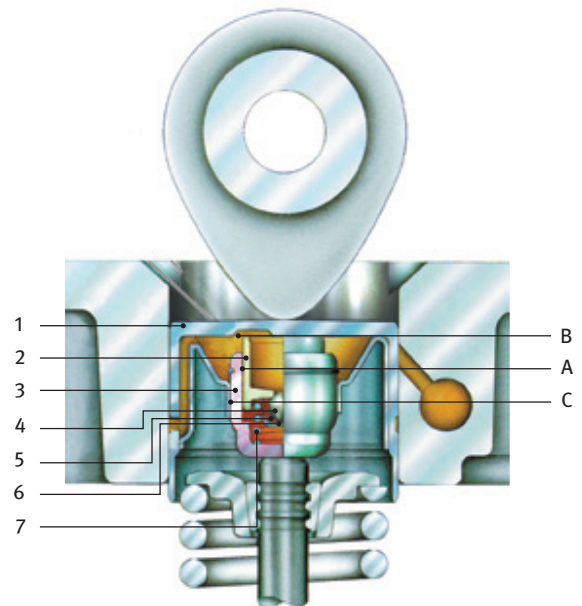
3.1 Taqué

Compensación hidráulica del juego de válvulas en el taqué

Fase de descenso (elevación de la leva)

- El taqué es cargado por la fuerza elástica de la válvula del motor y las fuerzas de inercia.
- La distancia entre el pistón y la carcasa interior se acorta. Esto hace que una pequeña cantidad de aceite se fuerce de la cámara de alta presión a través de la abertura de escape "A" y vuelva a la cámara de aceite "B".
- Al final de la fase de descenso se produce un pequeño juego de válvulas.
- A través del orificio de admisión y/o la abertura de guiado se fuerza una pequeña cantidad de aceite-aire "C".

- 1 Carcasa exterior
- 2 Pistón
- 3 Carcasa interior
- 4 Bola de la válvula
- 5 Muelle de la válvula
- 6 Tapa de la válvula
- 7 Muelle de recuperación

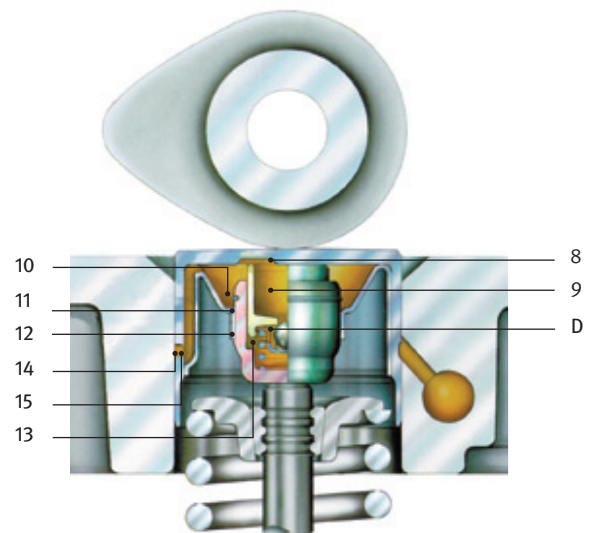


- Aceite a presión de aceite del motor
- Aceite a alta presión

Fase de compensación (círculo base)

- El muelle de recuperación presiona al pistón y a la carcasa interior separándolos hasta que el juego de válvulas se compensa.
- La válvula de retención de bola se abre gracias a la diferencia de presión entre la cámara de alta presión y la cámara de aceite (pistón).
- El aceite fluye desde la cámara de aceite "10" a través del rebose de aceite, la cámara de aceite "9" y la válvula de retención de bola hasta la cámara de alta presión "D".
- La válvula de retención de bola se cierra; el arrastre de fuerza en el accionamiento de válvulas se vuelve a generar.

- 8 Rebose de aceite
- 9 Cámara de aceite (pistón)
- 10 Cámara de aceite (carcasa exterior)
- 11 Abertura de escape
- 12 Abertura de guiado
- 13 Cámara de alta presión
- 14 Ranura de alimentación de aceite
- 15 Orificio de admisión



- Aceite a presión de aceite del motor

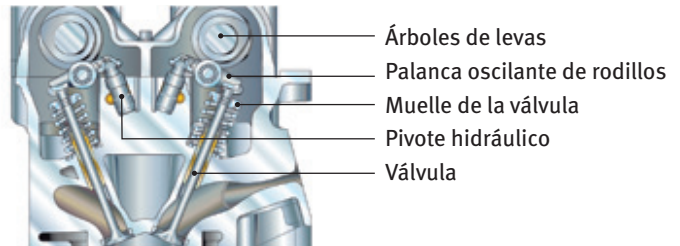
3.2 Palanca oscilante con pivote

Las palancas oscilantes se fabrican preferiblemente con chapa. El contacto con las levas a menudo lo realiza un rodillo con rodamiento (palanca oscilante de rodillos). Además existen palancas oscilantes fabricadas con el procedimiento de fundición fina de acero. A diferencia de los taqués, las palancas cortas generan momentos de inercia más pequeños. Pueden realizarse diseños con masas más pequeñas reducidas del lado de la válvula. Sin embargo, con respecto a la rigidez, las palancas oscilantes de rodillos son muy inferiores a los taqués.

Los distintos diseños de accionamiento de válvulas requieren levas conformadas de modo diferente. Si se comparan las levas utilizadas en un accionamiento de válvulas por taqué con las de las palancas oscilantes de rodillos, estas últimas poseen un radio de punta mayor, así como bordes cóncavos y, dependiendo de la relación de transmisión, crean una menor elevación de la leva.

El árbol de levas se encuentra encima del rodillo, que preferiblemente está dispuesto en el medio entre la válvula y el pivote. Esta disposición hace que la palanca oscilante sea interesante para motores diésel de 4 válvulas. En estos

motores, las válvulas están dispuestas o en paralelo o en un ángulo pequeño, de tal modo que al usar palancas oscilantes se crea una distancia lo suficientemente grande entre los árboles de levas.



Características de la palanca oscilante

- Para el contacto entre la palanca oscilante y la leva se usa preferiblemente un rodillo de levas con rodamiento
- Fricción muy baja en el accionamiento de válvulas
- Montaje fácil de la culata
- Suministro de al aceite a la culata muy sencillo
- Requiere poco espacio de construcción

Palanca oscilante de acero laminado

Características

- Conformado de acero laminado
- Se puede seleccionar libremente la altura de asiento del vástago de la válvula
- Opcionalmente, con orificio de alimentación de aceite
- Opcionalmente, con estribo de sujeción: facilita el montaje de la culata
- Superficies de apoyo muy amplias en las zonas de la culata y de asiento de las válvulas
- Muy económico



Palanca oscilante de fundición

Características

- Posibilidad de complejas geometrías de levas
- Soporta elevadas cargas
- Elevada rigidez, según la ejecución
- Bajo momento de inercia de masas, según la ejecución



Pivote hidráulico

Características

- Asegurado contra el desmontaje mediante un anillo poligonal
- Apoyo seguro de las elevadas fuerzas transversales

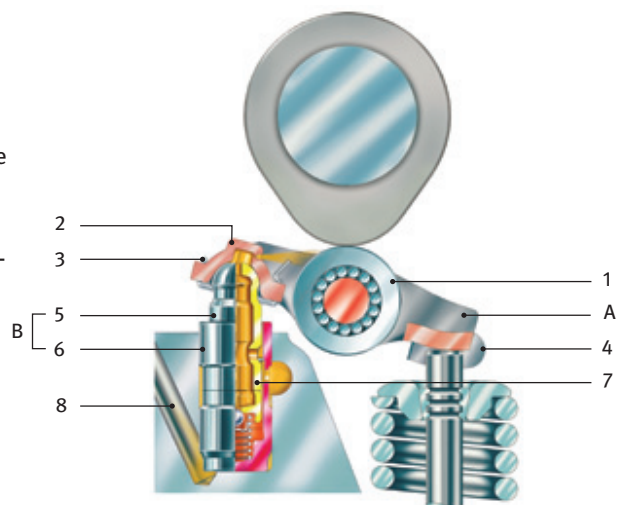


3.2 Palanca oscilante con pivote

Compensación hidráulica del juego de válvulas en la palanca oscilante

Fase de descenso (elevación de la leva)

El pivote hidráulico es sometido a la fuerza del muelle de la válvula y a las fuerzas de inercia, por lo que se acorta la distancia entre el pistón y la carcasa. Una pequeña cantidad de aceite se expulsa de la cámara de alta presión a través de una abertura de escape y vuelve a la cámara de aceite a través de la ranura colectora de aceite y el orificio de admisión. Al final de la fase de descenso, se crea un pequeño juego en el accionamiento de válvulas. Una pequeña cantidad de aceite-aire se expulsa a través del orificio de purga y la abertura de escape.

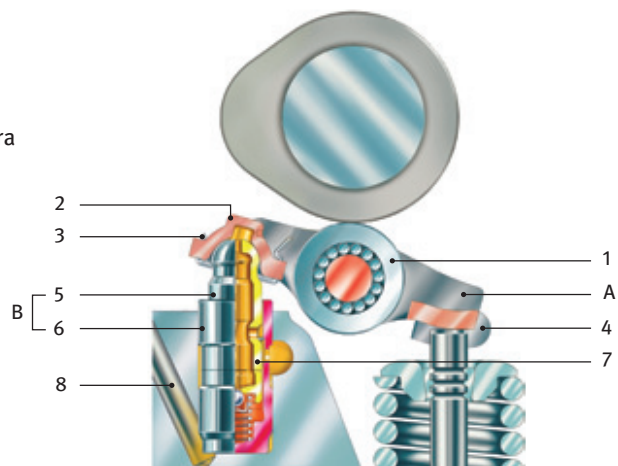


— aceite a la presión de aceite del motor
— aceite a alta presión

- | | |
|---|--|
| 1 Rodillo de leva | 7 Anillo de retención (anillo poligonal) |
| 2 Orificio de alimentación de aceite (opcional) | 8 orificio de purga/ orificio de descarga de presión |
| 3 Estribo de sujeción (opcional) | A Palanca oscilante de chapa con rodillo de leva |
| 4 Asiento del vástago | B Pivote |
| 5 Pistón | |
| 6 Carcasa | |

Fase de compensación (círculo base)

El muelle de recuperación presiona al pistón y a la carcasa separándolos hasta que el juego de válvulas se compensa. La válvula de retención se abre gracias a la diferencia de presión entre la cámara de alta presión y la cámara de aceite. El aceite fluye desde la cámara de aceite a través de la válvula de retención hasta la cámara de alta presión. La válvula de retención se cierra y el arrastre de fuerza en el accionamiento de válvulas se vuelve a generar.

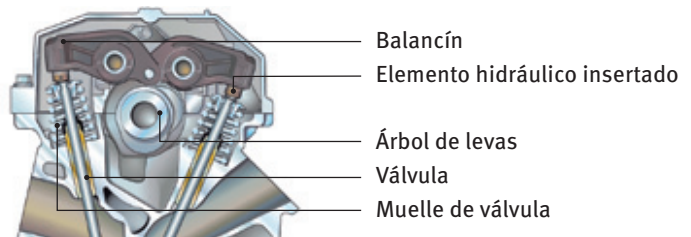


— aceite a presión de aceite del motor

3.3 Balancín con elemento insertado

En los accionamientos de válvulas por balancín, el árbol de levas está colocado debajo del balancín en uno de sus extremos. La elevación de la leva se transmite a la palanca mediante un desgaste por deslizamiento o un rodillo (balancín de rodillos). Para mantener bajas las pérdidas por fricción, en los balancines modernos se utilizan rodillos de leva con rodadura de agujas. En el otro extremo del balancín se encuentra un elemento hidráulico de compensación del juego de válvulas (p. ej. un elemento hidráulico insertado) o un tornillo de ajuste para el ajuste mecánico del juego de válvulas. Mediante este extremo del balancín se accionan las válvulas de admisión y de escape. El punto de contacto entre el elemento de compensación (elemento insertado) y la válvula siempre debe estar en el extremo del eje de la válvula. Puesto que el balancín realiza un movimiento giratorio, la superficie de contacto del elemento insertado con respecto al elemento de accionamiento de la válvula debe poseer una forma ligeramente arqueada (de bola). De ello resulta una superficie de contacto muy pequeña que a su vez da lugar a una presión superficial igual de grande en el extremo del eje de la válvula. Si alcanza valores muy altos, se utilizan elementos insertados que poseen un pie giratorio o rótula de contacto. El pie giratorio (o rótula de contacto) está

unido al elemento insertado mediante una articulación de bolas y por lo tanto siempre reposa plano sobre el extremo del eje de la válvula. Se genera una mayor superficie de contacto y la presión superficial disminuye.



Características de los elementos hidráulicos insertados

- Compensan automáticamente el juego de válvulas
- Sin mantenimiento
- Muy silenciosos
- Emisiones de gases bajas de forma constante durante toda la vida útil
- El suministro de aceite de los elementos insertados se realiza mediante el eje del balancín, que conduce desde los orificios en el balancín hasta los elementos insertados

Elemento hidráulico insertado sin rótula de contacto

Características

- Espacio de construcción reducido
- Poco peso (baja masa de movimiento)
- Muy económico



Elemento hidráulico insertado con rótula de contacto

Características

- Se apoya en el elemento insertado mediante una unión cóncavo/convexa
- La rótula de contacto está fabricada de acero templado
- Las presiones superficiales en contacto con la válvula son muy bajas



Rótula de contacto

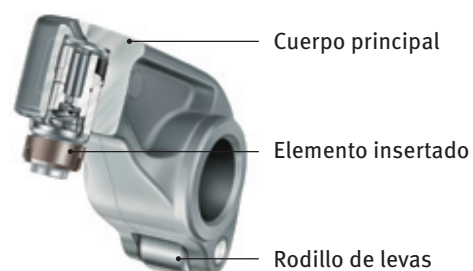
Balancín

Características

El cuerpo principal del balancín está fabricado preferiblemente de aluminio. Cuenta con:

- Un rodillo de levas con rodadura de agujas
- Un elemento hidráulico insertado

La fricción en el accionamiento de válvulas mediante balancín es muy baja. Además, tan sólo se requiere un pequeño espacio de construcción, ya que todas las válvulas pueden accionarse con un árbol de levas.

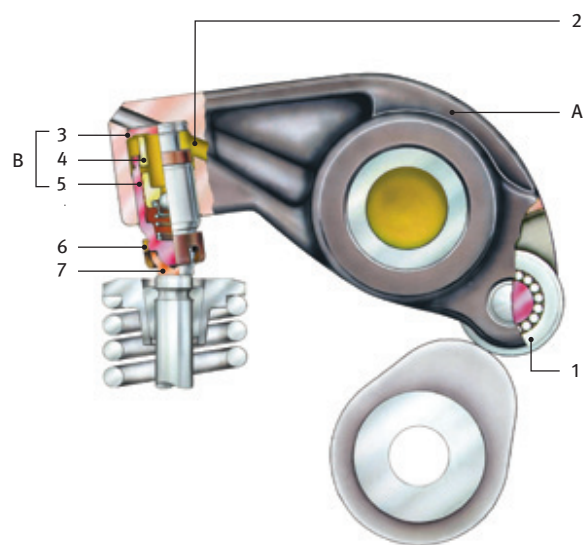


3.3 Balancín con elemento insertado

Compensación hidráulica del juego de válvulas en el balancín

Fase de descenso (elevación de la leva)

El elemento hidráulico insertado es sometido a la fuerza del muelle de la válvula y a las fuerzas de inercia, por lo que se acorta la distancia entre el pistón y la carcasa. Una pequeña cantidad de aceite se expulsa de la cámara de alta presión a través de una abertura de escape y vuelve a la cámara de aceite a través de la ranura colectora de aceite y el orificio de admisión. Al final de la fase de descenso, se crea un pequeño juego en el accionamiento de válvulas. Una pequeña cantidad de aceite-aire se expulsa a través del orificio de purga y la abertura de escape.

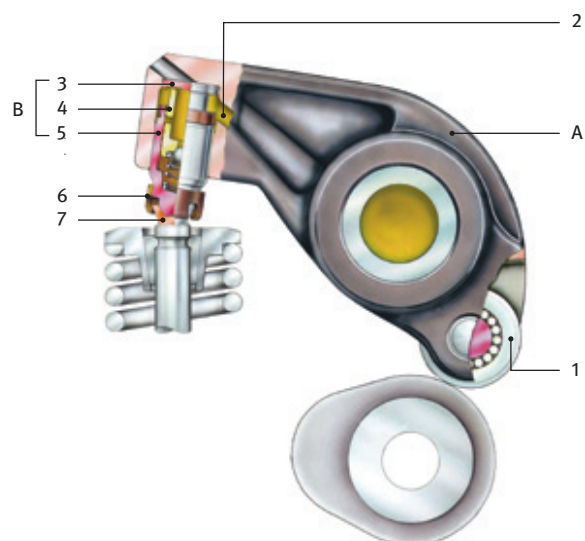


— aceite a presión de aceite del motor
— aceite a alta presión

- | | |
|-------------------|--|
| 1 Rodillo de leva | 6 Jaula de retención de chapa o plástico |
| 2 Canal de aceite | 7 Rótula de contacto |
| 3 Disco de apoyo | A Balancín |
| 4 Pistón | B Elemento insertado |
| 5 Carcasa | |

Fase de compensación (círculo base)

El muelle de recuperación presiona al pistón y a la carcasa separándolos hasta que el juego de válvulas se compensa. La válvula de retención de bola se abre gracias a la diferencia de presión entre la cámara de alta presión y la cámara de aceite. El aceite fluye desde la cámara de aceite a través de la válvula de retención de bola hasta la cámara de alta presión. La válvula de retención de bola se cierra y el arrastre de fuerza en el accionamiento de válvulas se vuelve a generar.

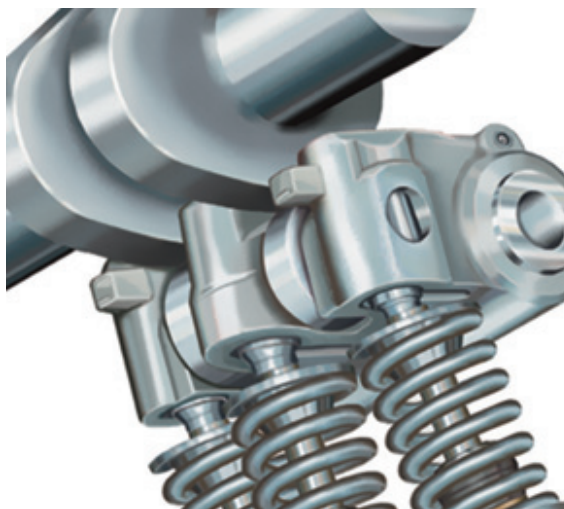


— aceite a presión de aceite del motor

3.4 Levantaválvulas con elementos insertados

Accionamiento de válvulas por levantaválvulas

En los accionamientos de válvulas por levantaválvulas, el árbol de levas está colocado encima del levantaválvulas y puede accionar varias válvulas al mismo tiempo. El accionamiento lo realizan dos levas que actúan sobre dos o tres elementos insertados mediante dos rodillos de la palanca. En la ejecución con dos elementos insertados, se habla de un levantaválvulas doble, con tres de un levantaválvulas triple. Este principio se aplica en motores diésel de varias válvulas. Incluso cuando estos levantaválvulas presentan una disposición girada de las válvulas, resulta posible accionar todas las válvulas mediante sólo un árbol de levas. Al mismo tiempo, esta disposición deja espacio suficiente para los inyectores.

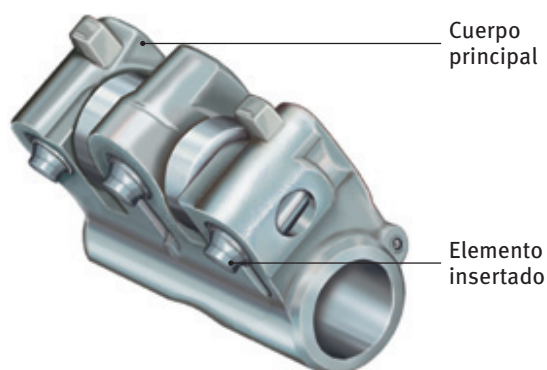


Características del levantaválvulas de rodillos

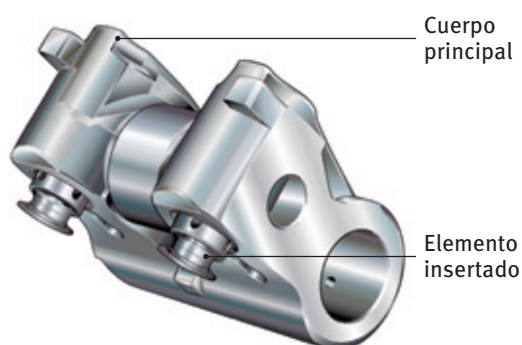
El cuerpo principal del levantaválvulas está fabricado preferiblemente de aluminio. Cuenta con:

- Rodillos de levas con rodadura de agujas
- Elementos hidráulicos insertados
 - Separados para cada válvula
 - Compensan automáticamente el juego de válvulas
 - Sin mantenimiento
 - Muy silenciosos
 - Emisiones de escape bajas de forma uniforme durante toda la vida útil
- Muy resistente a las revoluciones
- Baja potencia de fricción

Levantaválvulas triple



Levantaválvulas doble



3.4 Levantaválvulas con elementos insertados

Compensación hidráulica del juego de válvulas en el levantaválvulas

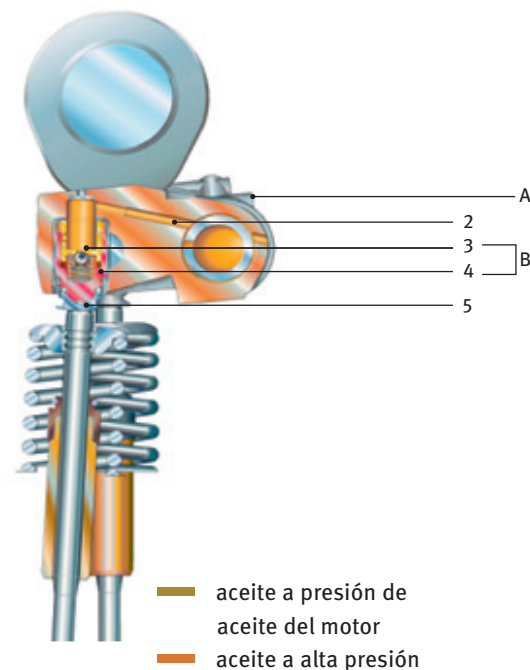
Fase de elevación de la leva (vista de frente)

El elemento hidráulico insertado es sometido a la fuerza del muelle de la válvula y a las fuerzas de inercia, por lo que se acorta la distancia entre el pistón y la carcasa.

Una pequeña cantidad de aceite se expulsa de la cámara de alta presión a través de una abertura de escape y vuelve a la cámara de aceite a través de la ranura colectora de aceite y el orificio de admisión.

Al final de la fase de descenso, se crea un pequeño juego en el accionamiento de válvulas.

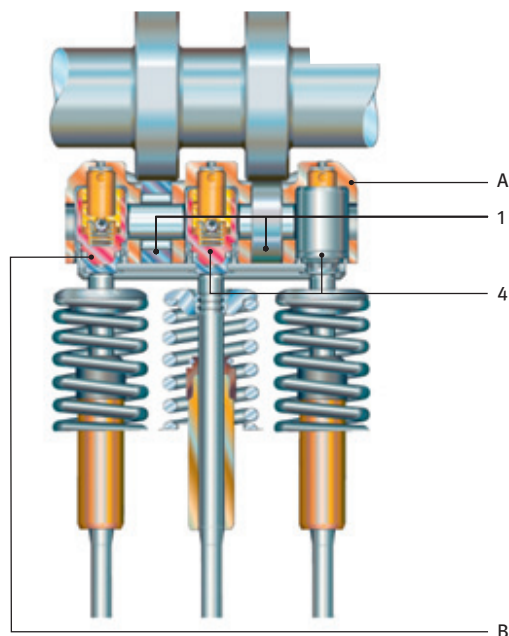
Una pequeña cantidad de aceite-aire se expulsa a través del orificio de purga y la abertura de escape.



- | | |
|----------------------------------|---|
| 1 Rodillo de leva | 5 Rótula de contacto del elemento insertado |
| 2 Canal de aceite | |
| 3 Pistón del elemento insertado | A Levantaválvulas de rodillos triple |
| 4 Carcasa del elemento insertado | B elemento insertado |

Fase de círculo base (vista lateral)

El muelle de recuperación presiona al pistón y a la carcasa separándolos hasta que el juego de válvulas se compensa. La válvula de retención de bola se abre gracias a la diferencia de presión entre la cámara de alta presión y la cámara de aceite. El aceite fluye desde la cámara de aceite a través de la válvula de retención de bola hasta la cámara de alta presión. La válvula de retención de bola se cierra y el arrastre de fuerza en el accionamiento de válvulas se vuelve a generar.

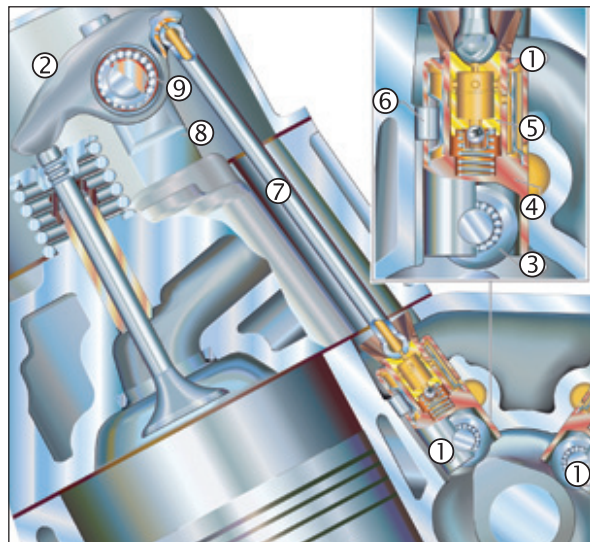
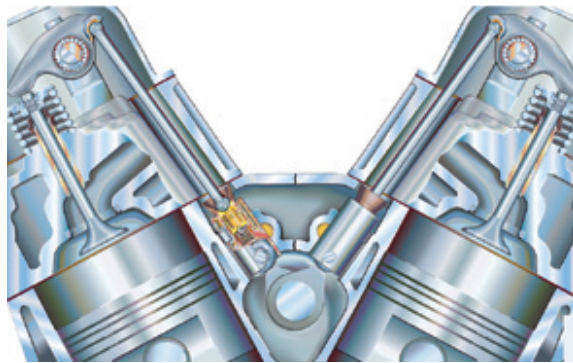


3.5 Accionamiento de válvulas OHV

Elementos del accionamiento de válvulas OHV

En motores con árbol de levas inferior, la distancia entre las levas y la palanca es relativamente grande. En este caso, una varilla de empuje transmite el movimiento de elevación a la palanca. Se utilizan varillas de empuje en combinación con seguidores de leva y/o émbolos especiales, que crean el contacto con la leva o bien mediante una superficie de deslizamiento (émbolo plano o de seta) o mediante un rodillo (émbolo de rodillo) y además tienen la tarea de conducir la varilla de empuje.

- 1 Émbolo de rodillo hidráulico
- 2 Balancín
- 3 Rodillo de leva
- 4 Carcasa
- 5 Pistón
- 6 Dispositivo anti-giro
- 7 Varilla de empuje
- 8 Soporte del balancín
- 9 Rodamiento de agujas



Émbolo de rodillo hidráulico

Características

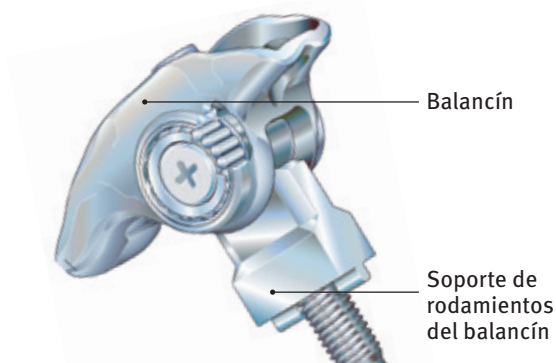
- Dispone de un sistema
- Muy silencioso
- Emisiones de escape bajas de forma uniforme durante toda la vida útil



Balancín con soporte de rodamientos del balancín

Características

- Se suministra como unidad lista para montar, que contiene el balancín y los rodamientos del mismo
- El balancín puede oscilar.
- El balancín se apoya en su soporte mediante rodamientos de agujas.
- Movimiento de oscilación con baja fricción



3.6 Elementos conmutables de compensación del juego de válvulas

El deseo de los constructores de motores y especialistas en termodinámica de transmitir distintas curvas de elevación a una válvula ya es realidad desde principios del siglo XX, un hecho que demuestra el gran número de patentes.

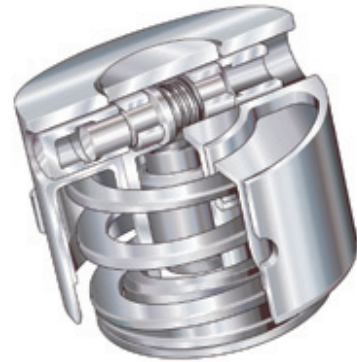
Las normas más estrictas sobre las emisiones de gases y la exigencia de un menor consumo de combustible aumentando al mismo tiempo el placer de conducción, que se expresa en magnitudes como la potencia, el par y la característica de respuesta, requieren una mayor flexibilidad del accionamiento de válvulas.

En la actualidad ya se fabrican sistemas de cambio de elevación con los respectivos seguidores de leva, como balancines, palancas oscilantes o taqués conmutables. El cambio de elevación se usa para poder conseguir distintas curvas de elevación de las válvulas dependiendo del punto de funcionamiento, es decir, ajustar la elevación óptima de la válvula respectivamente. La condición es que para cada elevación de válvula alternativa también exista una respectiva leva como elemento elevador, a menos que la alternativa sea la cero elevación, es decir, el cierre de la válvula. En este sentido, el elemento engranado con la válvula se apoya en la leva de círculo base.

La desconexión de cilindros o el cierre de válvulas se utiliza sobre todo en motores multicilíndricos de gran volumen (con p. ej. ocho, diez o doce cilindros). El objetivo de este procedimiento es minimizar las pérdidas por cambio de carga (pérdidas de la bomba o del estrangulador) o cambiar el punto de funcionamiento. Debido a las secuencias de encendido equidistantes (uniformes), los motores habituales V8 y V12 pueden “cambiarse” a máquinas R4 o R6. Ensayos en un motor V8 en funcionamiento fijo demuestran que el uso de una desconexión de cilindros en ciclos de conducción habituales conlleva ahorros de combustible de entre un 8% y un 15%. Para cerrar una válvula, se prescinde de una segunda leva de elevación por seguidor de leva.

En este caso, el elemento que adopta la elevación de la leva se desengancha de la válvula. El movimiento del elemento de agarre pasa a punto muerto, por lo que también se habla de la elevación “Lost-motion”. Como ya no existe una conexión con el muelle de la válvula, las fuerzas de inercia producidas tienen que ser absorbidas por otro muelle (el llamado muelle “Lost-motion”). La parte del accionamiento de válvulas para la que no se prevé ningún cierre o desconexión de cilindros realiza el movimiento de la leva sin cambios. En los cilindros desactivados, el árbol de levas sólo funciona contra las fuerzas elásticas “Lost-motion”, que son entre cuatro y cinco veces inferiores a las respectivas fuerzas del muelle de la válvula. De este modo se reducen las pérdidas por fricción.

Taqué mecánico conmutable



Pivote conmutable



Émbolo de rodillo conmutable



Funcionamiento del taqué conmutable

Fase de círculo base (procedimiento de cambio)

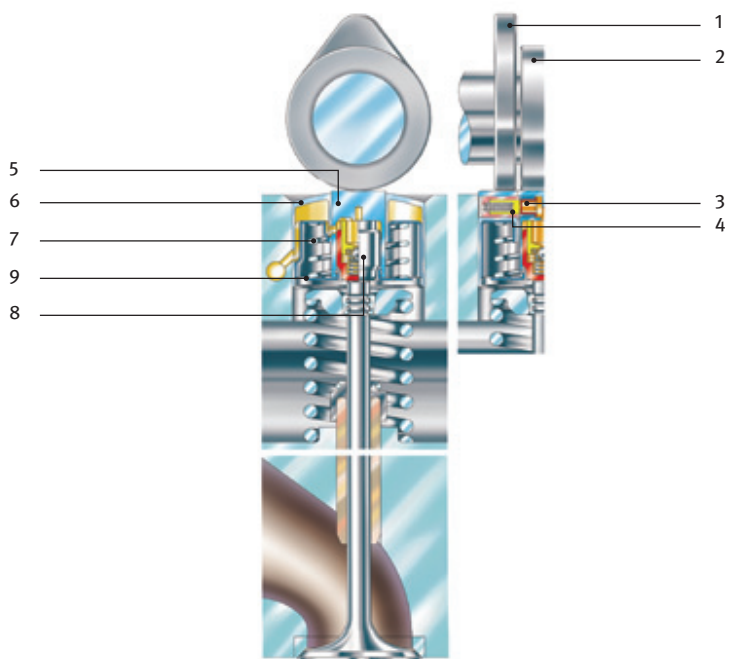
- El muelle de apoyo presiona el émbolo exterior contra el tope del émbolo interior.
- El émbolo interior está en contacto con la leva interior; entre la leva exterior y el émbolo exterior existe un pequeño juego.
- Cuando disminuye la presión del aceite del motor, el pistón de bloqueo apoyado sobre muelles une el émbolo exterior con el émbolo interior.
- Si la presión del aceite del motor es mayor que la presión del aceite conmutable, el pistón de accionamiento vuelve a presionar al pistón de bloqueo hacia el émbolo exterior. De este modo, el émbolo exterior se desacopla del émbolo interior.
- El elemento hidráulico de compensación en el émbolo interior compensa el juego de válvulas.

Fase de elevación de la leva, desbloqueado (elevación cero o parcial)

- El par de levas exteriores mueve el émbolo exterior contra el muelle de apoyo hacia abajo.
- La válvula del motor sigue el contorno de la leva interior.
- Si se desactivan todas las válvulas del motor de un cilindro (émbolo exterior desbloqueado), puede desconectarse el cilindro. Así se reduce considerablemente el consumo de combustible.

Fase de elevación de la leva, bloqueado (elevación plena)

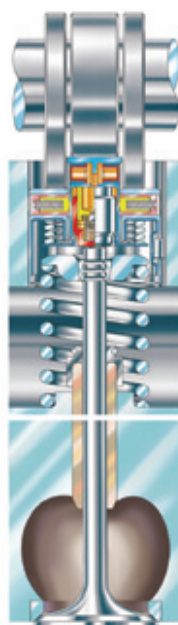
- El par de levas exteriores mueve el émbolo exterior y el émbolo interior bloqueados entre sí hacia abajo y abre la válvula del motor.
- El elemento hidráulico de compensación se carga.
- Una pequeña cantidad de aceite se fuerza de la cámara de alta presión a través de la abertura de escape.
- Tras alcanzar la fase de círculo base, el juego de válvulas se pone en cero.



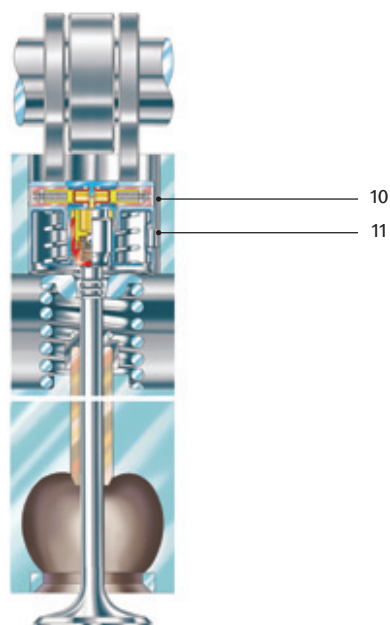
- 1 Leva exterior
- 2 Leva interior
- 3 Pistón de accionam.
- 4 Pistón de bloqueo
- 5 Émbolo interior
- 6 Émbolo exterior
- 7 Muelle de apoyo

- 8 Elemento de compensación
- 9 Chapa de apoyo
- 10 Ranura guía
- 11 Dispositivo antigiro
- Presión limitada del aceite del motor
- aceite a presión de aceite del motor
- aceite a alta presión

desbloqueado

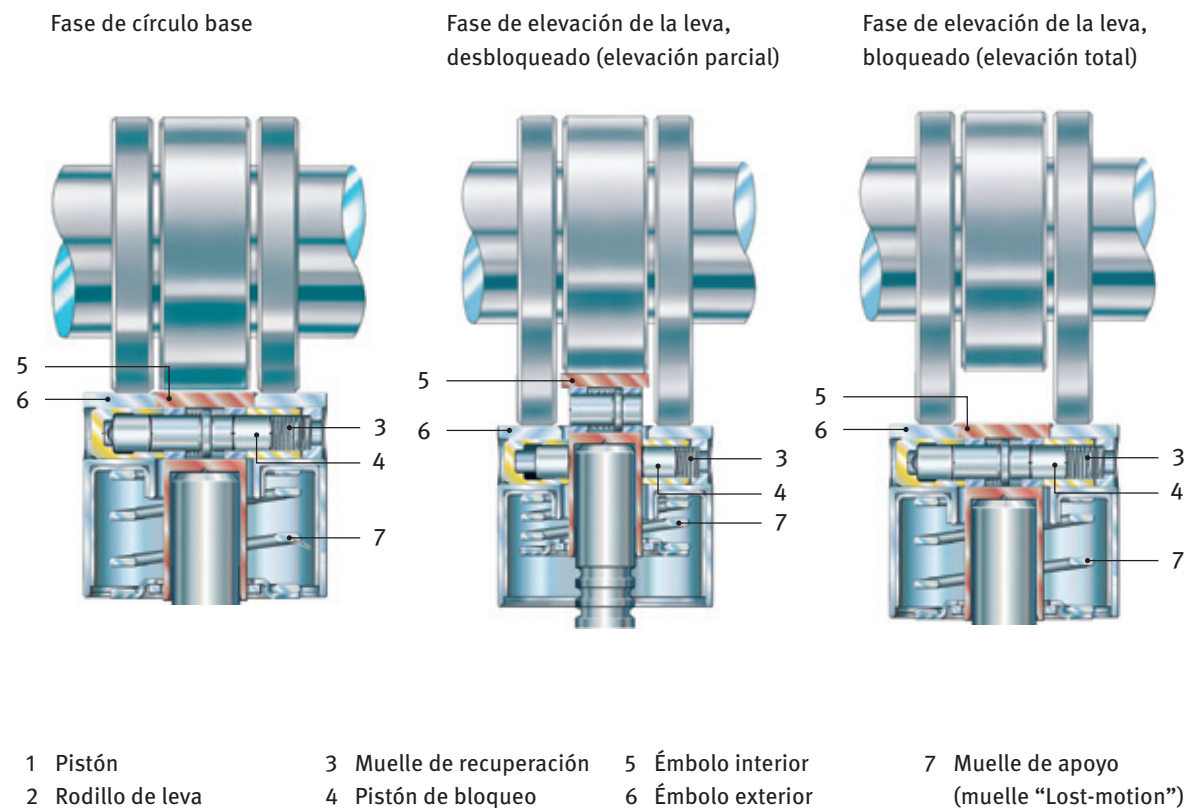


bloqueado

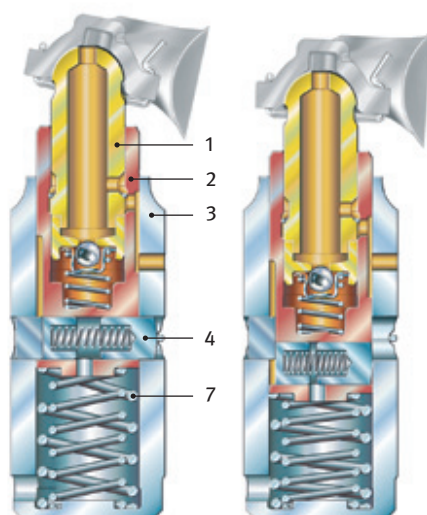


3.6 Elementos conmutables de compensación del juego de válvulas

Estados de conmutación de un taqué mecánico conmutable

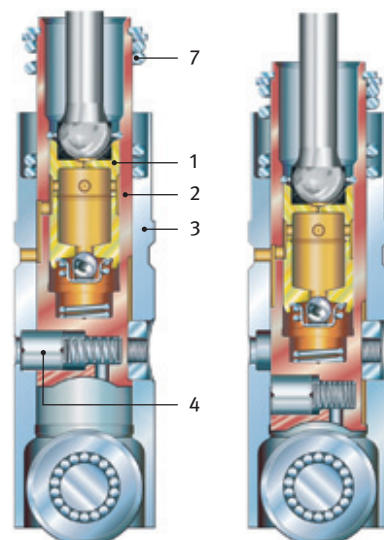


Pivotes conmutables



bloqueado (elevación total) desbloqueado (elevación cero)

Émbolo de rodillos conmutable

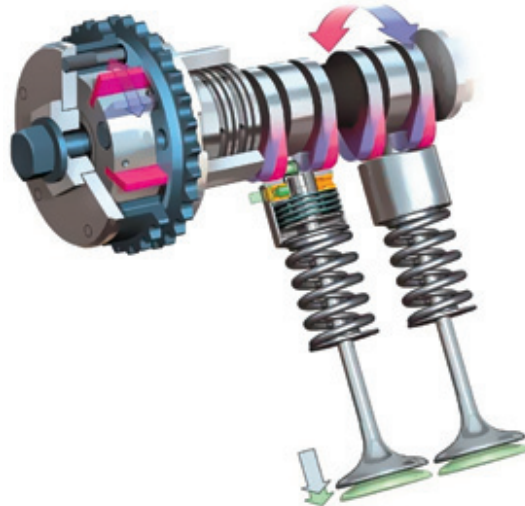


bloqueado (elevación total) desbloqueado (elevación cero)

4 Sistemas de regulación del árbol de levas

4.1 Informaciones generales

El objetivo de la regulación del árbol de levas es modificar los tiempos de distribución de las válvulas del motor de combustión. En este sentido, es posible tanto una regulación de admisión como una regulación de escape del árbol de levas, así como una combinación de ambas. Gracias a la regulación del árbol de levas, se reducen las emisiones de gases y el consumo de combustible. Los ángulos típicos de regulación se sitúan entre 20° y 30° en el árbol de levas y entre 40° y 60° en el cigüeñal. Los sistemas de regulación del árbol de levas se utilizan en motores de transmisión por correa y por cadena. Distintos diseños compactos satisfacen distintos requisitos de espacio de construcción.



4.2 Visión general de distintos conceptos de regulación del árbol de levas

Los distintos conceptos de regulación permiten obtener distintas ventajas:

Concepto	Ventajas	Curvas de elevación de las válvulas de cambio de gas
Regulación del árbol de levas de admisión	- Reducción de emisiones - Reducción del consumo de combustible - Mejora del confort (reducción de las revoluciones en ralentí) - Aumento del par y de la potencia	
Regulación del árbol de levas de escape	- Reducción de emisiones - Reducción del consumo de combustible - Mejora del confort (reducción de las revoluciones en ralentí)	
Regulación independiente del árbol de levas de admisión y de escape (DOHC)	- Reducción de emisiones - Reducción del consumo de combustible - Mejora del confort (reducción de las revoluciones en ralentí) - Aumento del par y de la potencia	
Regulación síncrona del árbol de levas de admisión y de escape (DOHC/SOHC)	- Reducción de emisiones - Reducción del consumo de combustible	

..... Regulador en posición retardada

- - - - - Regulador en posición avanzada

— Posición regulada (El regulador se mantiene en un ángulo fijo o constante)

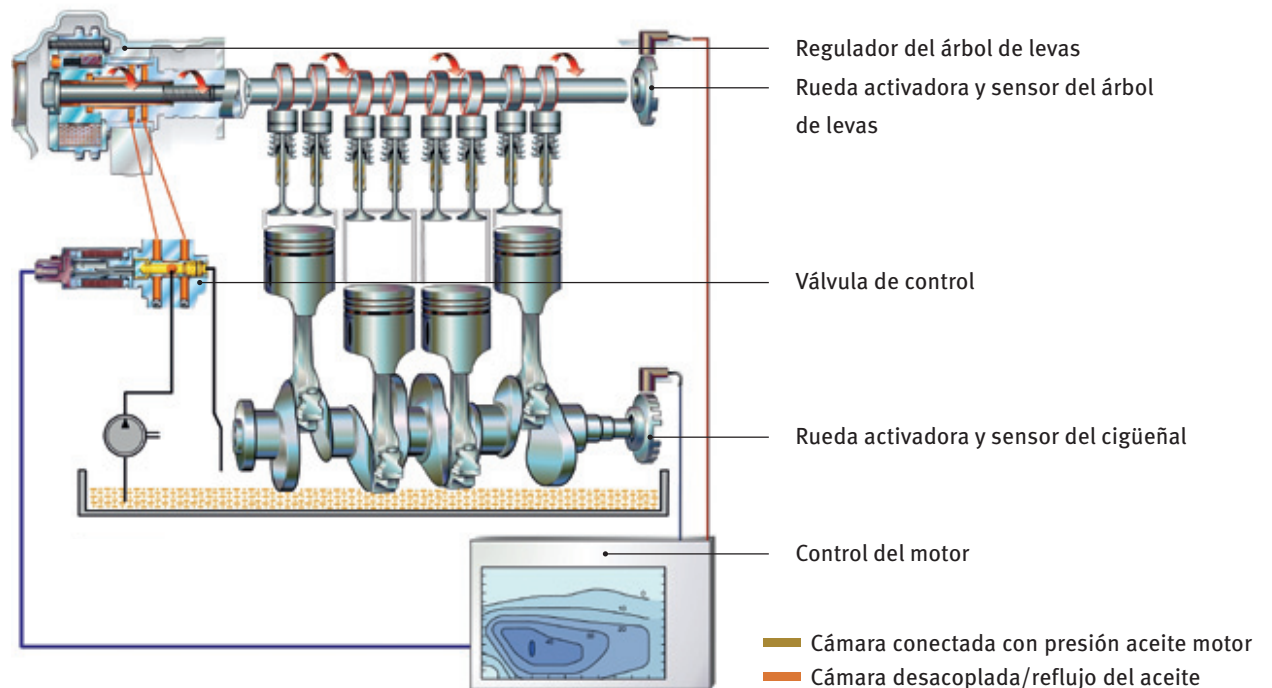
EO → Escape abierto

EC → Escape cerrado

IO → Admisión abierta

IC → Admisión cerrada

4.3 Componentes del sistema de regulación del árbol de levas y su funcionamiento



Regulación del árbol de levas – circuito de regulación

El árbol de levas se regula continuamente en un circuito de regulación cerrado. El sistema de regulación se acciona con la presión de aceite del motor:

- En el control del motor se lee el ángulo nominal del tiempo de distribución de las válvulas de cambio de gas dependiendo del estado de carga, la temperatura y las revoluciones del motor a partir de un diagrama característico.
- El ángulo real del tiempo de distribución de las válvulas de cambio de gas se calcula a partir de señales de los sensores en el árbol de levas y el cigüeñal en la unidad de control del motor y se compara con el ángulo nominal.
- Si el ángulo nominal y real difieren entre sí, la corriente en la válvula de control se modifica de tal modo que fluye aceite del circuito de aceite del motor a la cámara de aceite que hay que hacer más grande en el regulador del árbol de levas y fluye aceite de la cámara de aceite que hay que hacer más pequeña al cárter.

- Dependiendo del caudal de aceite, se produce un giro relativo más o menos rápido del árbol de levas hacia el cigüeñal o un desplazamiento de los tiempos de distribución de las válvulas de cambio de gas hacia un tiempo de apertura y cierre avanzado o retardado.
- El cálculo del ángulo real y la comparación con el ángulo nominal en la unidad de control del motor se realizan de forma permanente y con alta frecuencia.

Ventajas del circuito de regulación

- Los saltos del ángulo nominal se compensan en poco tiempo.
- Se mantiene un ángulo nominal constante con alta precisión de ángulo.

4.4 Regulador del árbol de levas

En la actualidad, en las aplicaciones en serie se utilizan dos diseños distintos: reguladores axiales de pistones y reguladores de aletas.

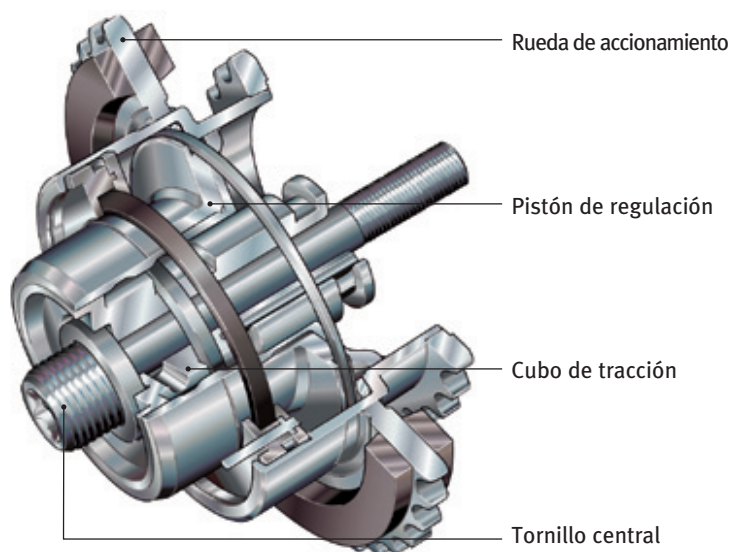


Regulador axial de pistones

Componentes principales de un regulador axial de pistones

Características

- Existen reguladores axiales de pistones tanto para transmisiones por cadena como por correa.
- Según la función y el espacio de instalación, las líneas que alimentan el aceite a las cámaras del regulador pueden tener distintos grados de capacidad sellante:
 - A menudo se utilizan anillos obturadores (de acero o de plástico) en el árbol de levas (en la zona del rodamiento del árbol de levas).
 - De forma alternativa, el aceite puede alimentarse al árbol de levas a través de ranuras simples en el rodamiento de deslizamiento.
- El montaje del regulador axial de pistones en el árbol de levas se realiza mediante un tornillo central.
- El suministro de aceite se realiza mediante el primer rodamiento del árbol de levas y el árbol de levas.
- Este tipo de regulador se caracteriza por un robusto diseño, pocas fugas de aceite y alta precisión de regulación.



4.4 Regulador del árbol de levas

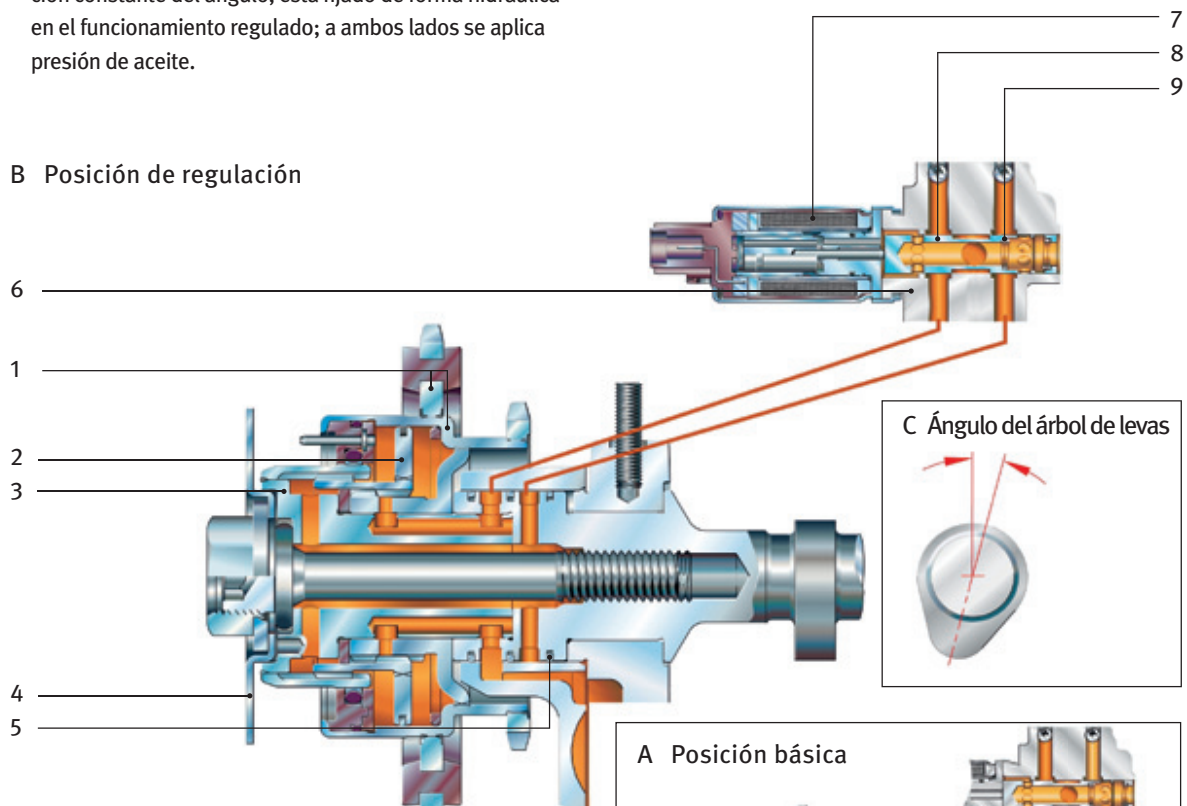
Regulador axial de pistones

Funcionamiento de un regulador axial de pistones

- Dependiendo de los requisitos, aplicar corriente a los electroimanes hace que la corredera hidráulica (en la parte hidráulica de la válvula de control) regule el flujo de aceite en una de las dos cámaras de aceite del regulador.
- La rueda de accionamiento y el cubo de tracción están conectados entre sí en pares mediante un dentado helicoidal.
- Un desplazamiento axial del pistón de regulación, como órgano de unión entre la rueda de accionamiento y el cubo de tracción, permite un giro relativo entre el árbol de levas y el cigüeñal.
- El rango típico de regulación del ángulo del árbol de levas es de entre 20° y 30° y del ángulo del cigüeñal entre 40° y 60°.
- El pistón de regulación, que sirve para mantener una posición constante del ángulo, está fijado de forma hidráulica en el funcionamiento regulado; a ambos lados se aplica presión de aceite.

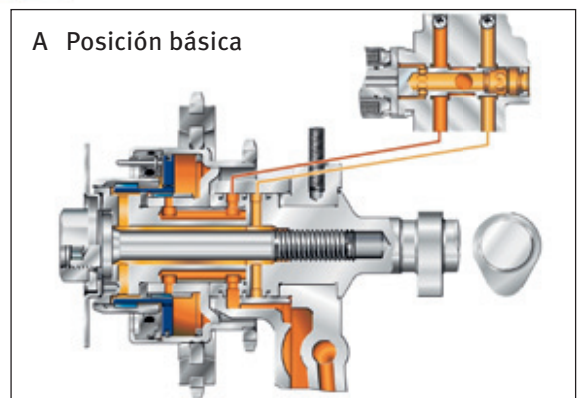
- 1 Rueda de accionamiento
- 2 Pistón de regulación
- 3 Cubo de tracción
- 4 Rueda activadora del árbol de levas
- 5 Anillo obturador
- 6 Válvula de control, parte hidráulica
- 7 Válvula de control, electroimán
- 8 Corredera hidráulica
- 9 Muelle

B Posición de regulación



- Cámara conectada con presión de aceite del motor
- Cámara desacoplada/reflujo del aceite

A Posición básica



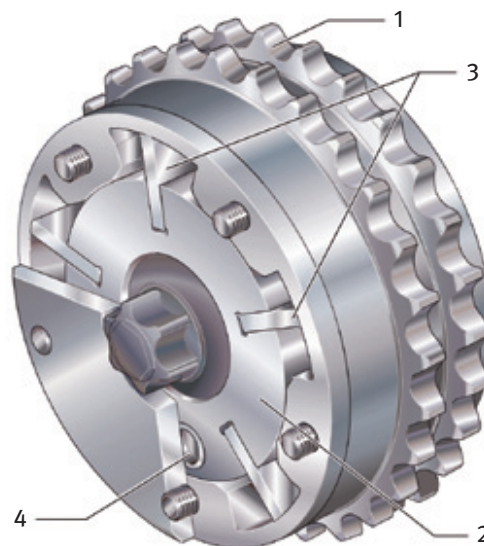
Regulador de aletas

Regulador de aletas para transmisiones por cadena

Características

- Existen reguladores de aletas tanto para transmisiones por cadena como por correa.
- El estator está unido al cigüeñal mediante el accionamiento primario, y el rotor al árbol de levas mediante el tornillo central.
- El rotor está montado radialmente entre dos topes finales en el estator.
- El rango típico de regulación del ángulo del árbol de levas es de entre 20° y 30° y del ángulo del cigüeñal entre 40° y 60°.
- Las “aletas” insertadas en el rotor y soportadas por muelles al mismo tiempo forman, junto con segmentos del estator, pares de cámaras de aceite que están totalmente llenas de aceite durante el funcionamiento.

Transmisiones por cadena



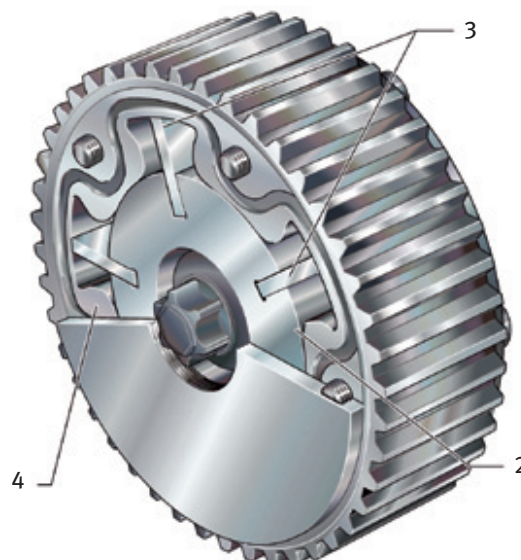
- 1 Estator (rueda de accionamiento)
- 2 Rotor (cubo de tracción)
- 3 “Aleta”
- 4 Elemento de bloqueo

Regulador de aletas para transmisiones por correa

Características

- La transmisión del par del estator al rotor se realiza mediante las “aletas” fijadas hidráulicamente.
- La cantidad típica de aletas se sitúa entre tres y cinco, dependiendo de la velocidad de regulación requerida y las cargas sobre el sistema en general.
- Un elemento de bloqueo garantiza una conexión mecánicamente fija entre el accionamiento y la salida durante el proceso de arranque del motor. Se desbloquea hidráulicamente en cuanto el regulador puede volver a desplazarse de la posición básica.

Transmisiones por correa



4.4 Regulador del árbol de levas

Diferencias entre reguladores por cadena y por correa

Regulador en la transmisión por cadena

- El regulador por correa debe ser 100% estanco. Esto no es necesario en el regulador en la transmisión por cadena, ya que la transmisión por cadena está protegida por una tapa.

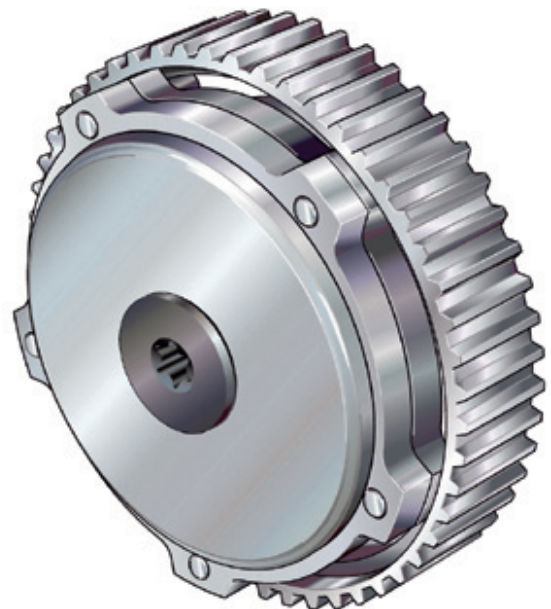
Transmisión por cadena



Regulador por correa

- El sellado del regulador por correa se realiza mediante elementos de sellado en el regulador, mediante la tapa trasera, que sirve como superficie de contacto con el anillo obturador del árbol, y mediante la tapa de cierre delantera, que sella al regulador por delante después de montar el tornillo central.

Regulador por correa



Diferencias entre regulación de admisión y de escape

Regulación de admisión por el regulador de aletas en la transmisión por cadena

Regulador en la posición básica "A"

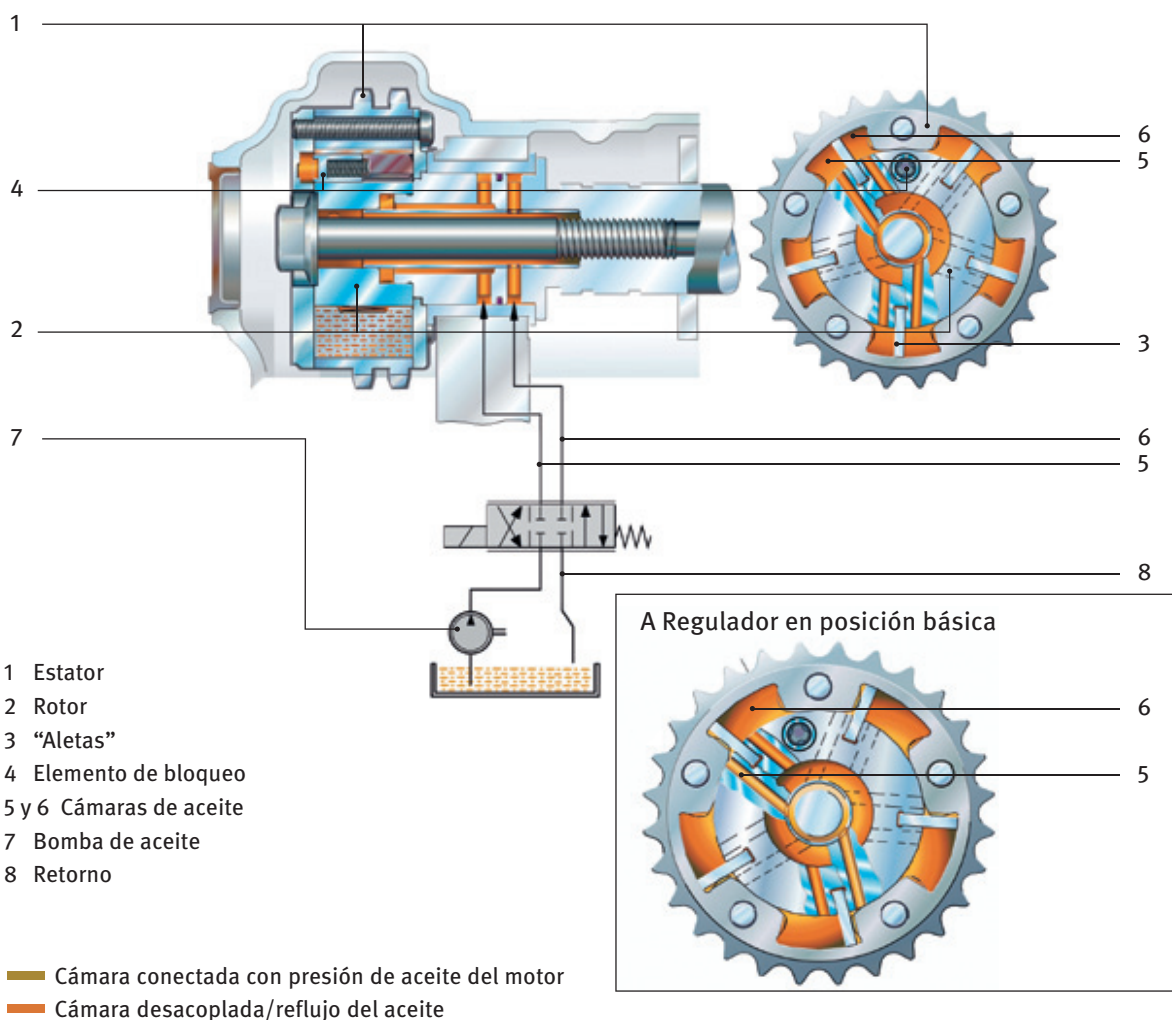
- El tiempo de distribución de la válvula se encuentra en la posición "retardada".
- El elemento de bloqueo está engranado.
- Al mismo tiempo, el aceite de la cámara de aceite presiona las "aletas" en un lado y las mantiene en el tope final.
- La válvula de control no recibe corriente.

Regulador en funcionamiento regulado "B"

- La válvula de control recibe corriente.
- Entra aceite en la segunda cámara.
- El aceite desbloquea el elemento de bloqueo y hace girar el rotor.
- De este modo, el árbol de levas gira en dirección "avanzada".

Para detenerse en una posición intermedia, la válvula de control se coloca en la llamada posición de regulación. De este modo, todas las cámaras de aceite se cierran en su mayor parte. Sólo se compensa la fuga de aceite que puede tener lugar.

B Regulador en funcionamiento regulado



4.4 Regulador del árbol de levas

Diferencias entre regulación de admisión y de escape

Regulación de escape por el regulador de aletas en la transmisión por correa

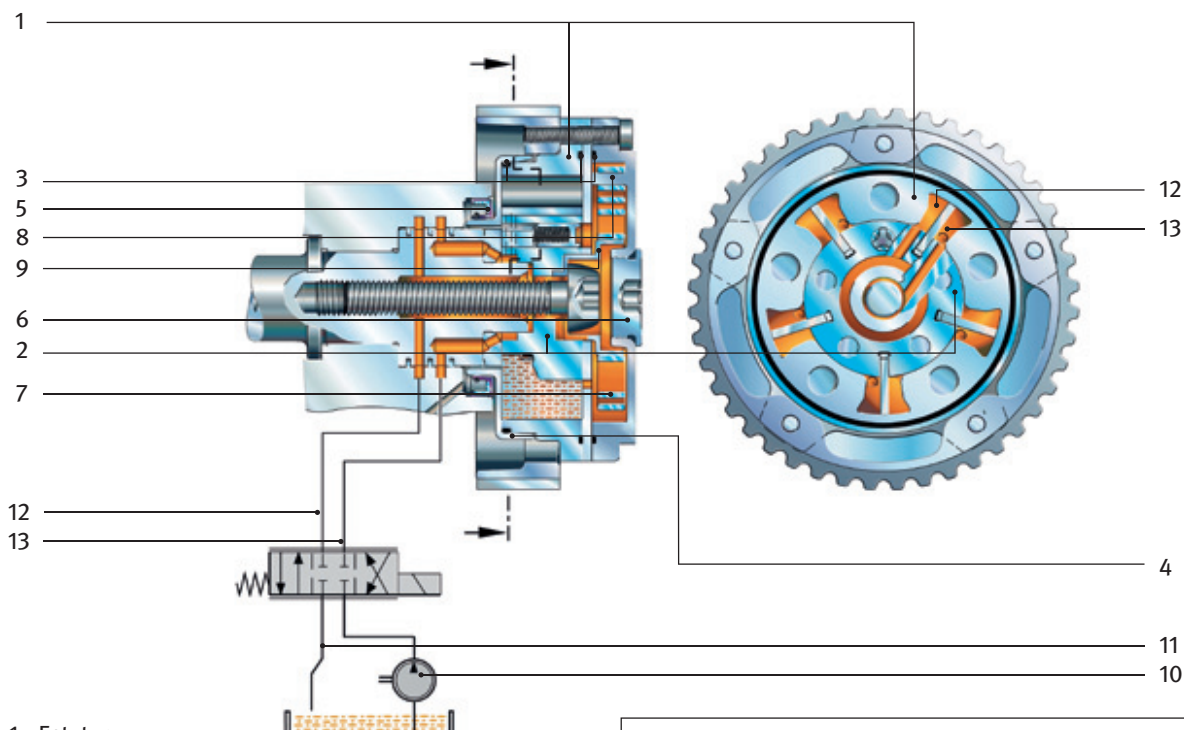
Regulador en la posición básica "A"

- El tiempo de distribución de la válvula se encuentra en la posición "avanzada" o "retardada".
- El elemento de bloqueo está engranado.
- La fricción de arrastre del árbol de levas tiene un efecto desacelerador en dirección "retardada".
- El muelle espiral posee un par más grande que el par de fricción del árbol de levas.
- El muelle espiral está agarrado a la tapa y conectado al rotor en el centro mediante un chapa de soporte que se encuentra en la unión de apriete del tornillo central.

Regulador en funcionamiento regulado "B"

- La válvula de control recibe corriente.
- Entra aceite en la segunda cámara.
- El aceite desbloquea el elemento de bloqueo y hace girar el rotor.
- De este modo, el árbol de levas gira en dirección "retardada".

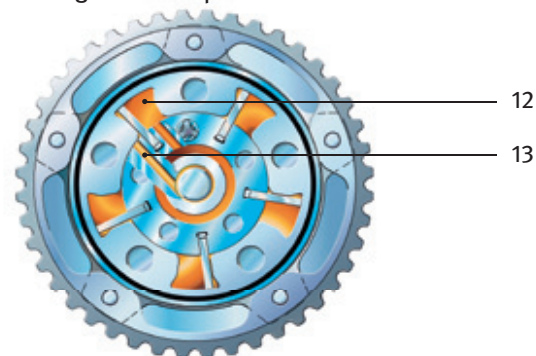
B Regulador en funcionamiento regulado



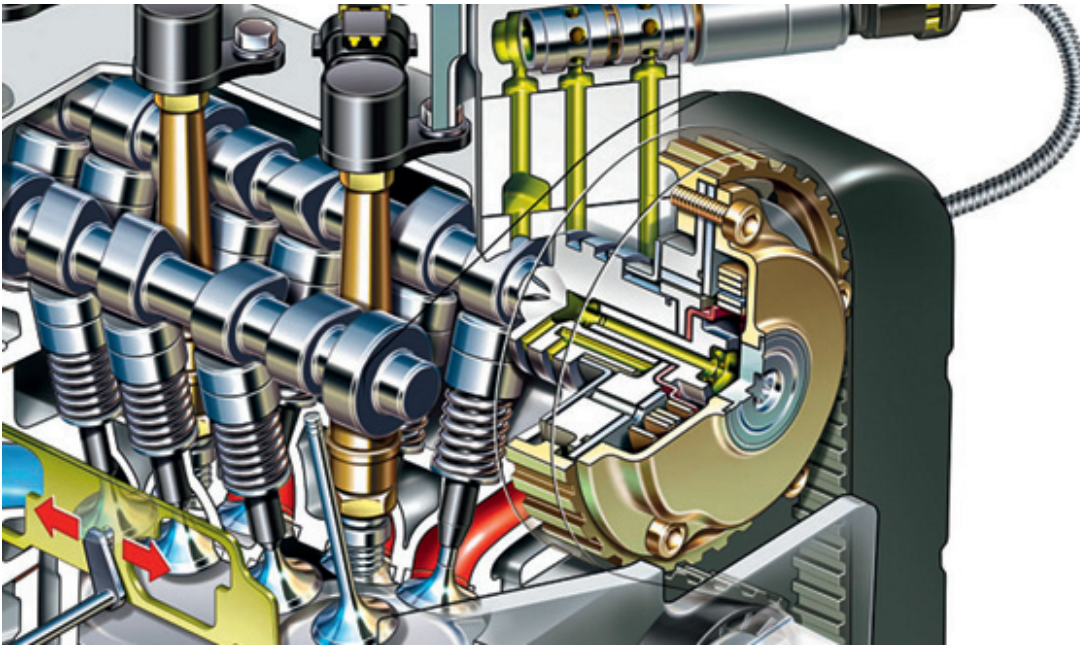
- 1 Estator
- 2 Rotor
- 3 Elementos de sellado
- 4 Tapa posterior
- 5 Anillo obturador del árbol
- 6 Tapa de cierre delantera
- 7 Muelle
- 8 Tapa
- 9 Chapa de soporte
- 10 Bomba de aceite
- 11 Retorno
- 12 y 13 Cámaras de aceite

- Cámara conectada con presión de aceite del motor
- Cámara desacoplada/reflujo del aceite

A Regulador en posición básica



4.5 Válvula de control

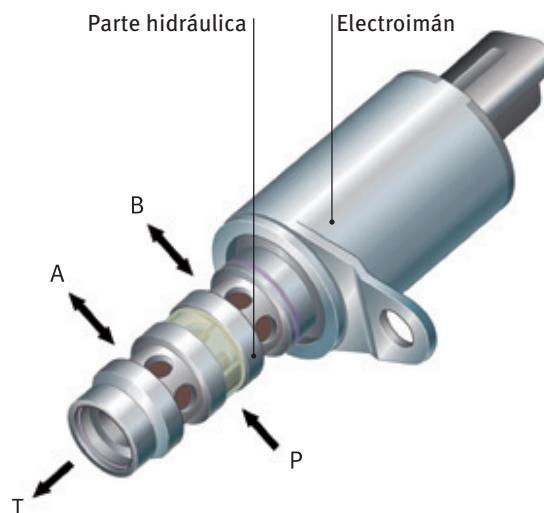


Válvula encajable

Componentes principales de una válvula encajable

Características

- La válvula es compacta, pero con un diseño modular, y permite realizar modificaciones para ajustarse a la respectiva aplicación.
- De este modo, la posición y la forma del conector y la brida de atornillado, así como la alimentación de aceite a presión (lateral o frontal) y la posición de la obturación entre la parte hidráulica “húmeda” y la zona del conector “seca” pueden seleccionarse con flexibilidad.
- La válvula de control como solución insertada presenta dos variantes:
 - Integrada directamente en la culata
 - Montada a través de una carcasa intermedia
- La válvula está conectada eléctricamente con la unidad de control del motor.
- La corredera hidráulica reposa en un orificio con conexiones para el suministro de aceite, las cámaras de trabajo del regulador del árbol de levas y del retorno de aceite.
- La corredera es cargada axialmente por un muelle en dirección “posición básica” y desplazada contra la fuerza de este muelle cuando la corriente fluye a través de los electroimanes.
 - Cambian la entrada y salida de aceite de ambas cámaras.
- En la llamada posición de regulación, todas las vías de aceite están cerradas en su mayor parte, de modo que el rotor en el regulador del árbol de levas



está bloqueado de forma rígida. La válvula de control está realizada como válvula proporcional con cuatro conexiones, con una conexión cada una a:

- Bomba de aceite “P”
- Retorno “T”
- Cámara de trabajo “A” del regulador del árbol de levas
- Cámara de trabajo “B” del regulador del árbol de levas

4.5 Válvula de control

Válvula encajable

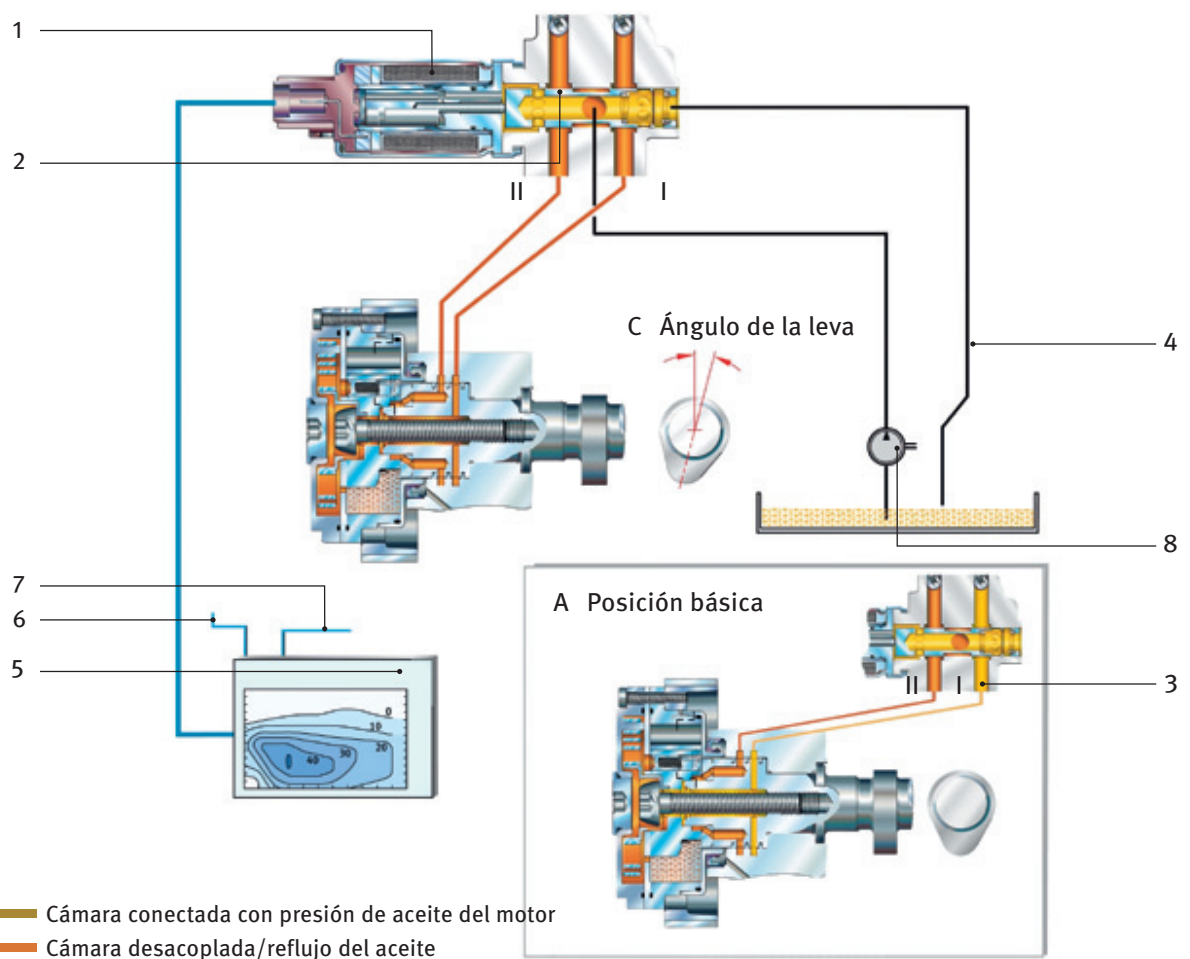
Funcionamiento de una válvula encajable

Al aplicar corriente a los electroimanes, ésta desplaza la corredera interna de control contra una fuerza elástica en la parte hidráulica de la válvula y de este modo enciende la presión del aceite entre las cámaras de trabajo I y II.

La cámara de trabajo no solicitada con presión del aceite está conectada con el retorno. Para fijar una posición de tiempo de distribución, la válvula se mantiene en la llamada posición media, donde todas las conexiones se desconectan entre sí casi por completo.

- 1 Electroimán
- 2 Corredera de control
- 3 Alimentación de la cámara de aceite
- 4 Retorno
- 5 Unidad de control del motor
- 6 Conexión con el sensor del cigüeñal
- 7 Conexión con el sensor del árbol de levas
- 8 Bomba de aceite

B Posición de regulación



Válvula central

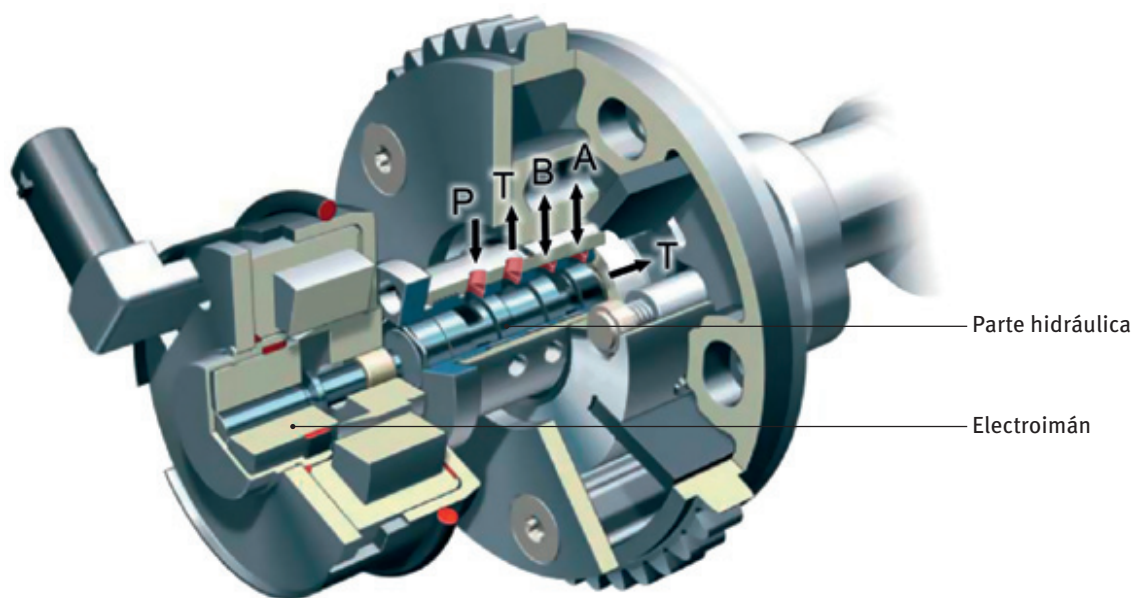
Componentes principales de la válvula central

Características

- El imán central separado está colocado coaxialmente delante de la válvula central.
- La válvula central se atornilla en el árbol de levas.
- El regulador del árbol de levas está montado fijamente en el árbol de levas (unión soldada).
- Distancias cortas del aceite entre la válvula central y el regulador del árbol de levas consiguen bajas pérdidas de presión del aceite y altas velocidades de ajuste.

Características

Al aplicar una corriente a los electroimanes dispuestos coaxialmente, ésta desplaza la corredera interna de control contra una fuerza elástica en la parte hidráulica de la válvula y de este modo enciende la presión del aceite entre las cámaras de trabajo. La cámara de trabajo no solicitada con presión del aceite está conectada con el retorno. Para fijar una posición de tiempo de distribución, la válvula se mantiene en la llamada posición media, donde todas las conexiones se desconectan entre sí casi por completo.



La válvula central está realizada como válvula proporcional con cinco conexiones, con una conexión cada una a:

- Bomba de aceite “P”
- Retorno “T” (2 x)
- Cámara de trabajo “A” del regulador del árbol de levas
- Cámara de trabajo “B” del regulador del árbol de levas

5 Mantenimiento y servicio

Importante:

- Para evitar disfunciones causadas por cuerpos extraños, la LIMPIEZA debe ser imperativa.
- Incluso la más pequeña contaminación puede perjudicar el funcionamiento de los componentes y provocar una avería total.
- Debe tenerse en cuenta la instalación correcta de las piezas (casquete sobre cabeza esférica y superficie de contacto de la válvula en el eje de la válvula).

- Debido a diferencias de construcción en los balancines, debe respetarse la posición de montaje (codo).
- Debido a la precisión de los componentes hidráulicos de compensación del juego de válvulas, éstos no deben desmontarse.
- Los motores sólo pueden llenarse con aceites homologados.

5.1 Sustitución de taqués mecánicos

Si las dimensiones de configuración difieren de las especificaciones del fabricante (juego de válvulas demasiado pequeño o grande), debe cambiarse el respectivo disco de ajuste (no es necesario desmontar el árbol de levas).

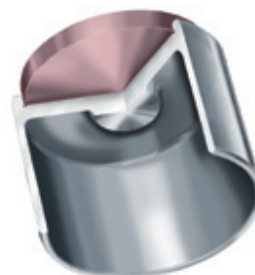
Importante:

Tras una configuración correcta, debe haber un juego básico definido entre el círculo base de las levas y el disco de ajuste. Este juego básico sirve para compensar las modificaciones de longitud del accionamiento de válvulas

- Por expansión térmica,
- Por el proceso de compresión,
- Por el desgaste.

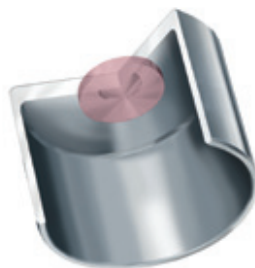
Taqué mecánico con disco de ajuste superior

Si las dimensiones de configuración difieren de las especificaciones del fabricante (juego de válvulas demasiado pequeño o grande), debe cambiarse el respectivo disco de ajuste (no es necesario desmontar el árbol de levas).



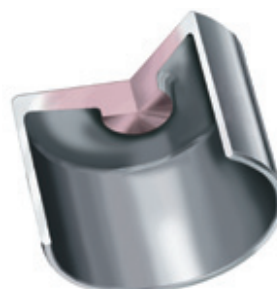
Taqué mecánico con disco de ajuste inferior

Si las dimensiones de configuración difieren de las especificaciones del fabricante (juego de válvulas demasiado pequeño o grande), deben cambiarse el respectivo disco de ajuste y el taqué (para ello es necesario desmontar el árbol de levas).



Taqué mecánico de espesor variable

Si las dimensiones de configuración difieren de las especificaciones del fabricante (juego de válvulas demasiado pequeño o grande), debe cambiarse el respectivo taqué (para ello es necesario desmontar el árbol de levas).



5.2 Sustitución de taqués hidráulicos

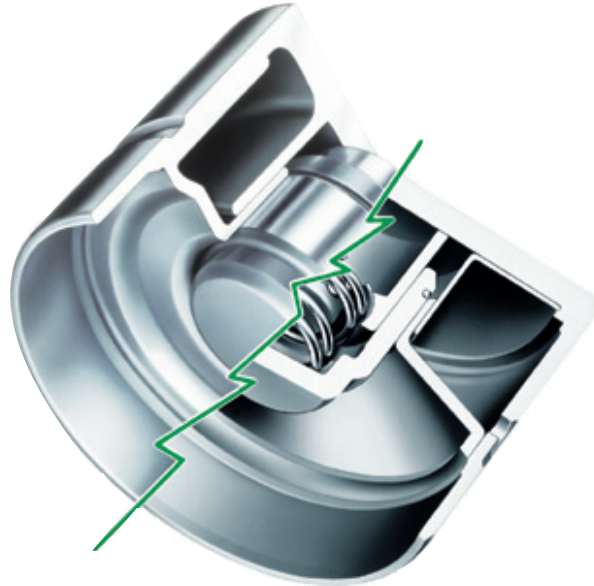
Importante:

La sustitución de todos los componentes hidráulicos deberá realizarse según las respectivas especificaciones del fabricante. En principio, los métodos aquí mencionados pueden utilizarse en todos los tipos.

Todos los taqués hidráulicos son diferentes. Aunque por fuera pueda parecer que algunas variantes poseen las mismas dimensiones, por dentro son muy distintas, es decir, los taqués hidráulicos no son intercambiables automáticamente.

Los motivos son:

- Distintos tiempos de descenso del elemento hidráulico
- Dosificación de la cantidad de aceite
- Distinta especificación del aceite
- Distinta composición superficial de la base del taqué (p. ej. endurecida o nitrada)
- Distinta presión del aceite
- Tipo del taqué (laberinto, con dispositivo antivariado o taqué con retorno interno)
- Distintas fuerzas elásticas de la válvula de retorno
- Distintas elevaciones (recorrido en mm)



5.3 Sustitución de la palanca oscilante con pivote hidráulico

Para evitar reparaciones múltiples y mayores costes para el cliente, durante el mantenimiento siempre debería sustituirse el kit completo de la palanca oscilante. Si se monta un pivote con una palanca oscilante usada, no habrá una buena relación de contacto entre el casquete esférico de la palanca oscilante y la cabeza del pivote, lo cual provoca un fuerte desgaste.

Importante:

La diferencia entre los distintos pivotes hidráulicos consiste principalmente en el tiempo de descenso. Si se monta un pivote hidráulico incorrecto con una palanca oscilante, pueden producirse considerables alteraciones de funcionamiento en el accionamiento de válvulas del motor, incluso hasta un daño crítico del motor.



5.4 Sustitución del balancín con elemento hidráulico insertado

Los balancines dañados siempre deben sustituirse con el elemento hidráulico insertado.

Los motivos son:

- El taladro de alojamiento del balancín se adapta exactamente al diámetro exterior del elemento hidráulico insertado (dimensiones de ajuste).
- El elemento hidráulico insertado sólo se puede extraer del balancín “aplicando fuerza” con ayuda de una herramienta (p. ej. unas tenazas), por lo que el taladro de alojamiento del elemento hidráulico insertado “se pellizca” y de este modo resulta dañado.
- Si los orificios o canales de alimentación de aceite están obstruidos a causa de depósitos de aceite viejo, ya no se garantiza el suministro de aceite del elemento hidráulico insertado.
- El rodillo de leva (rodamiento de agujas) del balancín está sometido a un desgaste continuo debido al contacto con las levas del árbol de levas.

Importante:

La diferencia entre los distintos elementos hidráulicos insertados consiste principalmente en el tiempo de descenso. Si se monta un elemento hidráulico insertado incorrecto con un balancín, puede producirse un daño crítico del motor.



5.5 Informaciones generales para talleres

Nota:

Por lo general, estas indicaciones generales para talleres deben tenerse en cuenta durante el montaje en el accionamiento de válvulas. En cualquier caso, al mismo tiempo deben seguirse las especificaciones del fabricante.

Cambio a los 120.000 km

Por lo general, los componentes hidráulicos de compensación del juego de válvulas deberán sustituirse al revisar motores con un kilometraje superior a 120.000 km. Por las ínfimas tolerancias, generalmente después de esta duración de servicio la mayoría de las veces los componentes hidráulicos ya han alcanzado e incluso sobrepasado su límite de desgaste.

Recambio del juego completo

En caso de defectos en uno o varios componentes

hidráulicos de compensación del juego de válvulas, se deberá cambiar siempre el juego completo. Si sólo se cambian algunos componentes, no se garantiza un recorrido uniforme de las válvulas debido a la expulsión desigual de aceite. Esto puede dar lugar a fallos en el cierre de las válvulas, lo cual conlleva muchas veces una destrucción del asiento de la válvula. Para evitar al cliente múltiples reparaciones y elevados costes, durante el mantenimiento deberían montarse juegos de palancas oscilantes.

Nuevo árbol de levas, nuevos taqués hidráulicos

La sustitución de taqués hidráulicos siempre debe conllevar el cambio del árbol de levas y viceversa. Debido a la diferencia de las huellas de contacto entre el árbol de levas y la superficie de contacto del taqué, la combinación de componentes viejos y nuevos no garantizará una larga vida útil.

Selección de los componentes hidráulicos

Los criterios principales para seleccionar los elementos hidráulicos son la longitud efectiva (puede no coincidir con la longitud total del elemento hidráulico), el diámetro exterior y la dimensión y la disposición de las ranuras de alimentación de aceite. Por lo general, sólo deberán utilizarse elementos hidráulicos indicados en listas de piezas o catálogos. Atención: tener en cuenta que no se deben montar taqués hidráulicos de medida estándar en orificios sobredimensionados de la culata.

Alimentación de aceite de los componentes hidráulicos

En el mercado de piezas de repuesto, los componentes hidráulicos se suministran de fábrica parcialmente con el volumen de aceite prescrito o están dotados de una cantidad de aceite suficiente para la fase de puesta en marcha. En los elementos hidráulicos parcialmente llenos, la altura del pistón hidráulico se ajusta automáticamente a la dimensión necesaria en el primer arranque del motor revisado. En este corto periodo de tiempo, el sistema se purga por sí mismo, pero a diferencia de los elementos llenos, genera ruidos de traqueteo en la zona de la culata mientras se llena con la cantidad de aceite necesaria por el circuito del motor. Puesto que los elementos hidráulicos se suministran en posición de transporte, bajan a la posición de montaje individual después del montaje y la carga por parte del árbol de levas. Durante este tiempo, no

debe girarse el árbol de levas. A temperatura ambiente, el proceso de descenso suele durar entre dos y diez minutos. A continuación puede girarse el árbol de levas y arrancar el motor.

Instrucciones generales de montaje

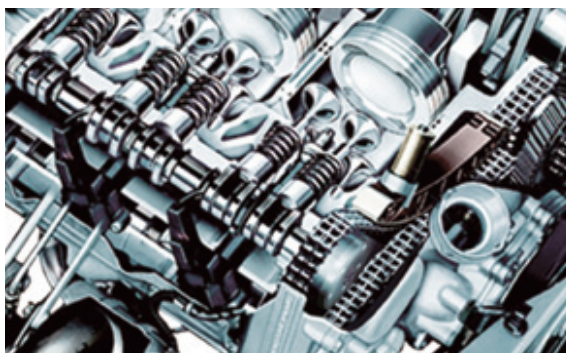
- Vaciar el aceite del motor
- Limpiar el sistema de aceite, en particular los canales de aceite que van hacia los componentes hidráulicos, y en caso necesario desmontar y limpiar el cárter y el filtro de aceite
- Montar un nuevo filtro de aceite
- Corregir el nivel de aceite y comprobar el suministro de aceite
- Completar la culata
- Esperar el tiempo de descenso de los elementos hidráulicos hasta girar el árbol de levas y arrancar el motor

5.6 Recomendaciones para purgar elementos hidráulicos de compensación del juego de válvulas en el motor

En ciertas condiciones de funcionamiento (arranques múltiples/arranque en frío/primer montaje del motor) pueden producirse ruidos del accionamiento de válvulas. Siga las siguientes recomendaciones para garantizar un purgado rápido de las cámaras de alta presión y el depósito de los elementos hidráulicos:

- Dejar encendido el motor durante aprox. cuatro minutos a una velocidad constante de aprox. 2.500 U/min o velocidades variables (entre 2.000 y 3.000 U/min).
- A continuación, dejar el motor en ralentí durante aprox. 30 segundos.
- El elemento hidráulico estará purgado si ya no se oyen más ruidos del accionamiento de válvulas. Si se siguen oyendo ruidos, deberán repetirse los dos primeros pasos.

En principio, en el 90% de los casos el ruido se elimina con el primer ciclo de purgado. En unos cuantos casos, puede ser necesario repetir este ciclo hasta cinco o seis veces. Si los ruidos del accionamiento de válvulas todavía son perceptibles después de la quinta repetición, se recomienda cambiar los elementos afectados y llevar a cabo pruebas adicionales.



5.7 Recomendaciones para sustituir reguladores del árbol de levas

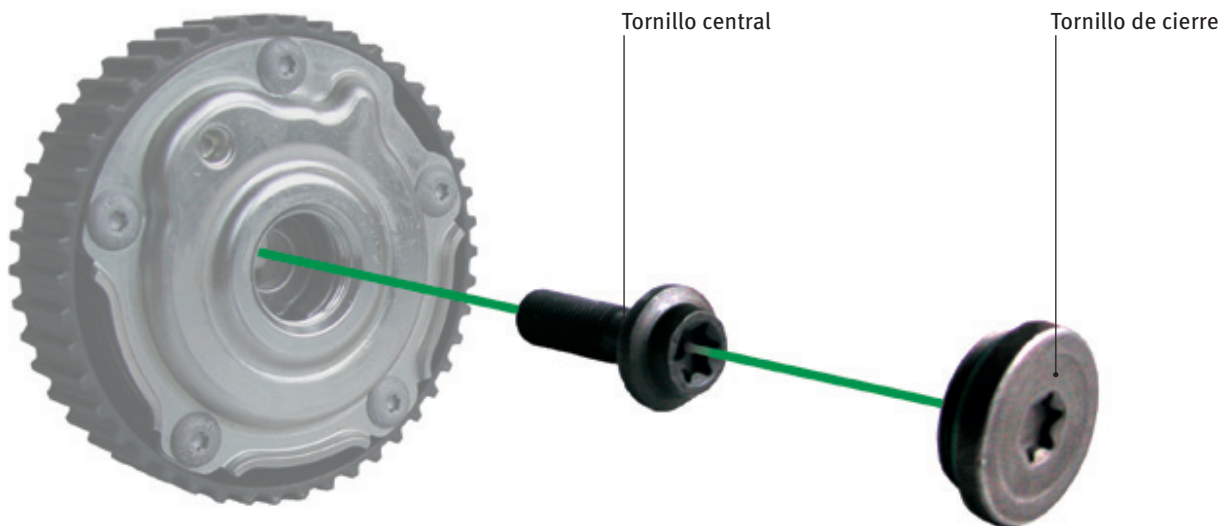
“Timing-Pin”

Algunos reguladores del árbol de levas poseen un “Timing-Pin”. Al instalarlos, hay que garantizar que este pin esté alineado con el respectivo taladro del árbol de levas, de lo contrario el regulador se inclinará y esto provocará un mal funcionamiento y un guiado incorrecto de la correa o la cadena.



Anillo obturador del árbol

Al sustituir el regulador del árbol de levas, se recomienda encarecidamente sustituir también el anillo obturador del árbol, que protege la conexión entre el árbol de levas y el bloque del motor.



Tornillo central

Al sustituir el regulador del árbol de levas, debería cambiarse el tornillo central que conecta el regulador con el árbol de levas. Este tornillo se deforma plásticamente debido al par de apriete, que oscila según el fabricante del vehículo y que hay que respetar obligatoriamente. Por lo tanto, no se recomienda reutilizar el tornillo.

Tornillo de cierre

Al sustituir el regulador del árbol de levas, se recomienda cambiar también el tornillo de cierre, que sella el regulador hacia el exterior. Posee un anillo obturador que puede dañarse al desatornillar el tornillo.

6 Diagnóstico/evaluación de averías

6.1 Información general sobre evaluación de averías

En condiciones de fricción mixta, tienen lugar procesos de desgaste abrasivos y adhesivos en elementos metálicos de fricción simultánea. Ambos tipos de desgaste, así como el desgaste por fatiga, que provoca formación de picaduras en la superficie, a menudo causan una avería total de los elementos de deslizamiento simultáneo. El desgaste también puede ser el resultado de distintas formas de corrosión.

- En general, la abrasión describe procesos de aplanamiento o raspado.
- La adhesión puede ocurrir cuando el cuerpo principal y el contracuerpo están en contacto directo.

Hay muchos parámetros que influyen sobre el desgaste:

- Materiales (combinación de materiales, tratamiento térmico, revestimiento)
- Geometría de contacto (macro/microgeometría, precisión de conformado, aspereza, área de contacto)
- Carga (fuerzas, pares, presión hertziana)
- Parámetros cinemáticos (velocidad relativa, velocidad hidrodinámica, presión superficial)
- Lubricación (aceite, viscosidad, cantidad, aditivación, suciedad, envejecimiento)

Ruidos durante la fase de calentamiento

En la mayoría de los casos, los ruidos durante la fase de calentamiento del motor no son motivo de reclamación. Cuando el motor está apagado, algunas válvulas pueden encontrarse en posición abierta y solicitar el elemento hidráulico de compensación del juego mediante el muelle de la válvula. Como resultado, sale aceite de la cámara de alta presión, que se rellena progresivamente durante la fase de calentamiento.

El cojín de aire existente en el elemento hidráulico en este estado se puede comprimir y causa estos ruidos transitorios de golpeteo.

Emisión de ruidos con el motor caliente

Con frecuencia, la emisión de ruidos con el motor caliente se debe a la falta de suministro de aceite. Los motivos pueden ser:

- El pistón hidráulico se atasca por el aceite sucio
- El aceite se espuma porque el nivel de aceite del motor es demasiado alto o demasiado bajo
- Fugas en el lado de admisión de la bomba de aceite
- Presión de aceite demasiado baja a causa de fugas en los conductos de aceite

Emisión de ruidos por “inflado”

Las causas de error pueden ser:

- Muelles de las válvulas defectuosos, fatigados o erróneos (asignación incorrecta de piezas)
- Guías o ejes de válvula defectuosos
- Sobrerrevoluciones del motor

Como resultado, se separan las superficies de contacto del accionamiento de válvulas, lo cual provoca una elevación desproporcionada del pistón. Por lo tanto, al solicitar el elemento hidráulico no puede desplazarse suficiente aceite en este corto periodo de tiempo.

Consecuencia:

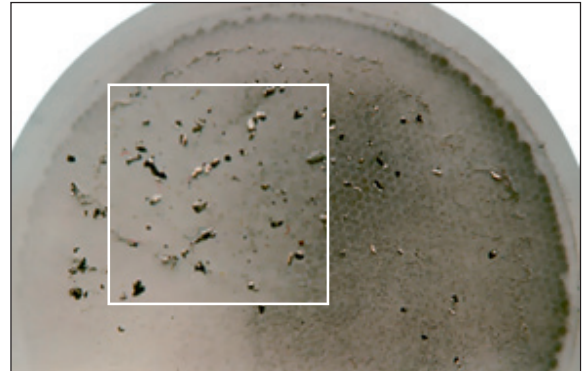
La válvula no se cierra completamente, lo que puede hacer que se pierda potencia y también que la válvula se quemé. Una válvula que reposa sobre la base del pistón además causa un daño grave del motor.

Debido a las tolerancias muy estrechas, los elementos de compensación reaccionan de forma muy sensible a la contaminación del aceite del motor. Además de un mayor desgaste de las piezas móviles, las partículas de suciedad en el sistema hidráulico de compensación del juego de válvulas también provocan ruidos de golpeteo.

6.2 Suciedad residual

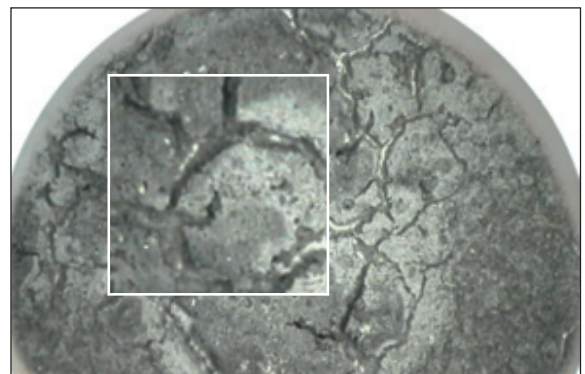
Restos de aluminio del mecanizado de la culata

A menudo, al comprobar piezas defectuosas se encuentran grandes cantidades de partículas de suciedad residual, p. ej. de aluminio, que proceden del mecanizado de una culata.



Restos de combustión de un motor diésel

En el aceite del motor a menudo también se encuentran pelusas de trapos o paños de limpieza y restos de combustión de motores diésel.



6.3 Evaluación de averías de los componentes del accionamiento de válvulas

Importante:

La revisión de componentes hidráulicos supuestamente defectuosos deberá realizarse de acuerdo con las respectivas especificaciones del fabricante. Los métodos mencionados aquí pueden utilizarse en todos los tipos.

Revisión visual

Siempre deberán cambiarse los componentes hidráulicos que presenten daños externos, como surcos, raspaduras o marcas de corrosión. También deberá controlarse la superficie de asiento del accionamiento de válvulas.

En los taqués hidráulicos deberá examinarse en particular la base. Esta superficie de contacto es el punto más sometido a cargas del motor.

Cuando es nueva, la superficie de contacto fosfatada de la base de taqués VW presenta un contorno esférico. Esta capa se desgasta durante el proceso de entrada. De este modo, el criterio de evaluación para un taqué desgastado no es la superficie del revestimiento, sino el

contorno de la base. Si tras cierto tiempo de funcionamiento posee una superficie cóncava, deberán sustituirse todos los taqués junto con el árbol de levas.

Revisión manual

Una revisión manual simple pero significativa en el taller de un elemento hidráulico de compensación del juego de válvulas es su capacidad de ser comprimido a mano.

Un elemento lleno debería ser difícil de comprimir con la mano. Sin embargo, el proceso de revisión debe realizarse con cuidado, ya que de lo contrario sale aceite a través de la abertura de escape de aceite.

Si el elemento lleno puede comprimirse rápidamente sin aplicar una gran fuerza, deberá cambiarse obligatoriamente. Una revisión más precisa del funcionamiento de los elementos hidráulicos sólo es posible utilizando costosos dispositivos de prueba y revisión. Esta revisión abarca, entre otros, la determinación del valor de descenso, que sólo puede realizar el fabricante directamente.

Evaluación de averías en el taqué

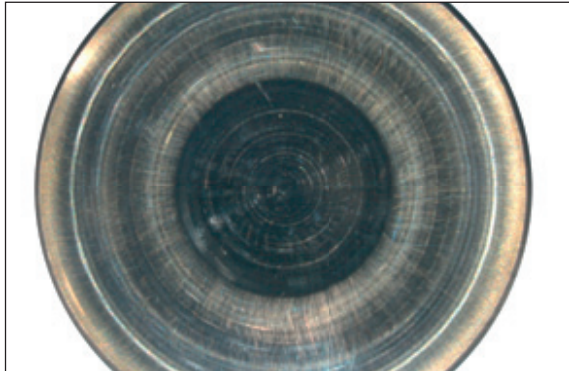
Aparición de desgaste en la base del taqué

Desgaste normal

- Perfil normal de rodadura de un taqué
- Las marcas circulares son causadas por la rotación del taqué y no son motivo de reclamación.

Medida

- No se requiere ninguna medida: el taqué se encuentra en buenas condiciones.

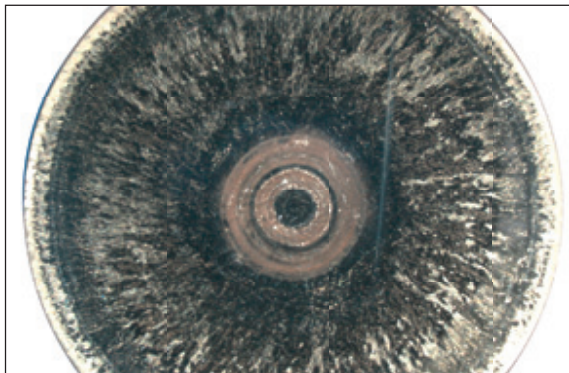


Mayor desgaste

- Fuertes marcas de desgaste en la base del taqué
- Este patrón de rodadura implica una fuerte abrasión del material a causa del desgaste en la base del taqué.

Medida

- Deberán cambiarse el taqué y el árbol de levas.



Fuerte desgaste

- Desgaste adhesivo-abrasivo que causa avería total

Medida

- Deberá cambiarse el taqué. También se requiere una minuciosa inspección de la posición del árbol de levas.



Surcos en la carcasa del taqué y el orificio guía

Causa

- Zu hoher Restschmutzanteil im Motoröl

Consecuencia

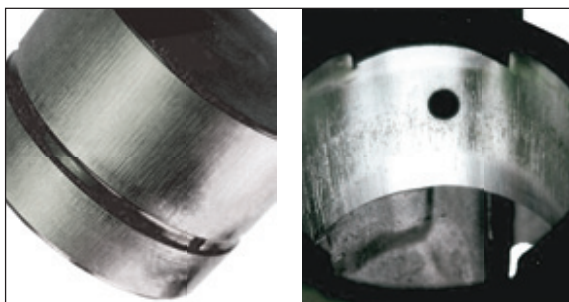
- El taqué se atasca en el taladro de alojamiento.

Medida

- Limpiar (enjuagar) el motor
- Prestar atención a la limpieza durante el montaje del nuevo taqué

Taqué

Orificio guía



6.3 Evaluación de averías de los componentes del accionamiento de válvulas

Evaluación de averías de la palanca oscilante

Aparición de desgaste en la palanca oscilante y el pivote

Nota:

Dirección de vista en las figuras 1 a 4

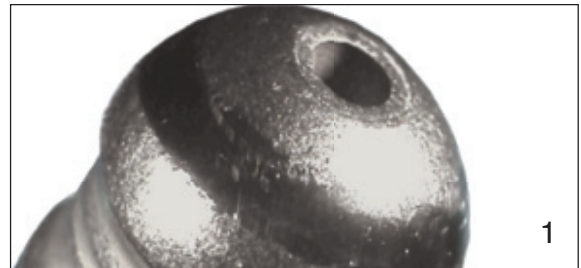


Desgaste normal

- Marca de suavizado en la zona del contacto con el casquete esférico de la palanca oscilante (ver figura 1)
- Marcas de desgaste normales durante el funcionamiento
- Marca de suavizado en la zona del contacto con la cabeza esférica (ver figura 2)

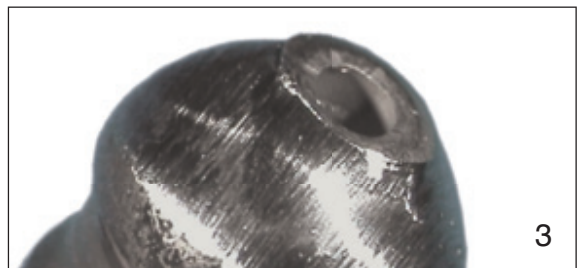
Medida

- No se requiere ninguna medida: la superficie se encuentra en buenas condiciones.



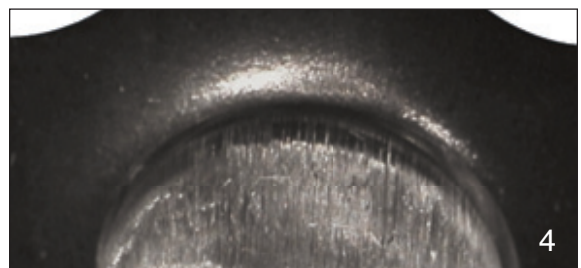
Mayor desgaste

- Grado crítico de fuerte desgaste abrasivo en la cabeza esférica; el desgaste provocó una modificación de la forma geométrica de la cabeza esférica.
- Grado crítico de fuerte desgaste abrasivo en el casquete esférico; el desgaste provocó una modificación de la forma geométrica del casquete esférico.



Medida

- Deben cambiarse el pivote hidráulico y la respectiva palanca oscilante.



Aparición de desgaste en el apoyo de la válvula de la palanca oscilante

Nota:

Dirección de vista en las figuras 1 a 4



Desgaste normal

- Ligeras marcas de suavizado en el apoyo de la válvula por el movimiento relativo entre la palanca oscilante y la válvula
- Marcas de desgaste normales durante el funcionamiento

Medida

- No se requiere ninguna medida: la superficie se encuentra en buenas condiciones.



Fuerte desgaste

- Fuerte desgaste abrasivo del apoyo de la válvula
- Los bordes claramente visibles en el canto de la zona de contacto implican que el desgaste tiene una profundidad de algunos décimos de milímetro.
- Si se sigue utilizando existe el riesgo de que se rompa la palanca

Medida

- Deben cambiarse el pivote hidráulico y la respectiva palanca oscilante. Debe revisarse el eje de la válvula.



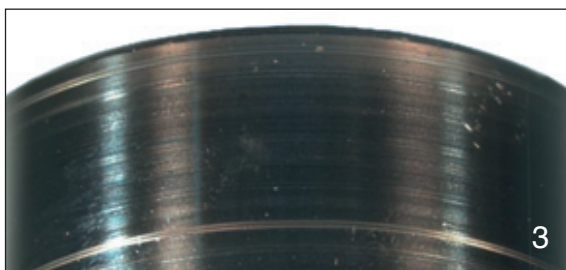
Aparición de desgaste en el anillo exterior del rodillo de leva

Desgaste normal

- El diámetro exterior del rodillo de leva no está visiblemente desgastado. Las marcas circulares son normales y son resultado de pequeñas partículas extrañas entre el rodillo de leva y la leva.
- Marcas de desgaste normal durante el funcionamiento

Medida

- No se requiere ninguna medida: la superficie se encuentra en buenas condiciones.

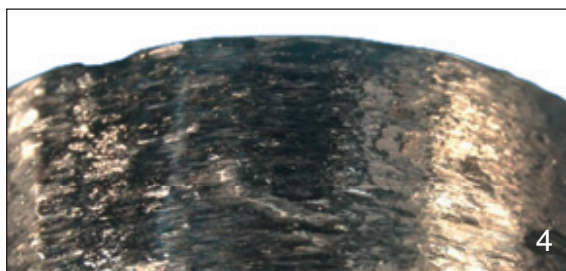


Fuerte desgaste

- Fuerte desgaste en el diámetro exterior del rodillo de leva con geometría claramente modificada del rodillo de leva

Medida

- Deben cambiarse el pivote hidráulico y la respectiva palanca oscilante.
- Además, hay que revisar la respectiva posición del árbol de levas.



6.3 Evaluación de averías de los componentes del accionamiento de válvulas

Evaluación de averías de la palanca oscilante

Aparición de desgaste en el perno de rodillo de la palanca oscilante

Revisión del juego radial del perno de rodillo

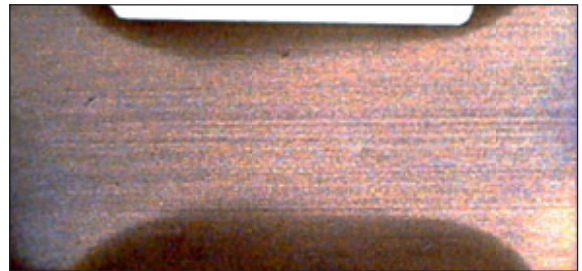
El juego radial puede determinarse de un modo relativamente fácil moviendo el rodillo de leva en dirección radial hacia arriba y hacia abajo.

En caso de un juego radial de varios décimos de milímetros, la zona de carga del perno de rodillo está desgastada y hay que cambiar la palanca oscilante.



Fuerte desgaste

- Fuerte desgaste en la zona de carga del perno de rodillo



Fase final del desgaste

- Las agujas del perno de rodillo ya no están fijas.

Medida

- Deben cambiarse el pivote hidráulico y la respectiva palanca oscilante.



Disfunción del pivote

Válvula de retorno del pivote

Causa

- Partículas extrañas que han entrado en el elemento de compensación del juego de válvulas como contaminación a través del aceite del motor

Consecuencia

- La válvula de retorno ya no funciona correctamente.

Atención:

La obligación de garantía del fabricante se extingue si las piezas se desmontan en el taller durante este tiempo. Debido a la precisión que requiere el pivote hidráulico, las piezas desmontadas no pueden volver a montarse, puesto que no podría garantizarse su funcionamiento.



Evaluación de averías en la regulación del árbol de levas

Ruidos de golpeteo en la zona del regulador al arrancar el motor

Causa

- Juego de bloqueo demasiado grande

Medida

- Debe cambiarse el regulador.
- El regulador no funciona o sólo funciona de forma limitada.

Causa

- Aceite del motor con lodo o sucio

Medida

- Limpiar (enjuagar) el motor y cambiar el aceite
- Cambiar el regulador



Válvula de control para regulación del árbol de levas

La válvula de control no funciona

Causa

- Debido a partículas de suciedad en el aceite del motor, el pistón de la válvula de control no puede funcionar correctamente, el pistón se atasca.
- Contacto intermitente en el conector de la válvula de control

Medida

- Debe cambiarse la válvula de control.
- Debe revisarse o repararse el conector.



Nota:

Si el pistón de la válvula de control no alcanza las posiciones finales requeridas, la unidad de control del motor emite un respectivo mensaje de error ("No se ha alcanzado el ángulo nominal").

Schaeffler Iberia, s.l.u.
Ctra. Burgos – NI, Km. 31,100
Polígono Industrial Sur
28750 San Agustín de Guadalix
Madrid, España
Teléfono: + 34 902 111 115
Fax: + 34 91 654 27 61

www.schaeffler-aftermarket.es