



El sistema del accionamiento de válvulas



Tecnología
Diagnóstico de averías

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
Noviembre de 2017

Schaeffler en el mercado posventa de la automoción: más innovación, más calidad y más servicio.

Schaeffler en el mercado posventa de la automoción: siempre la primera opción para reparar vehículos.

Cuando un vehículo tiene que llevarse a un taller, la primera opción para repararlo son nuestros productos y soluciones de reparación. Con nuestras cuatro fuertes marcas LuK, INA, FAG y Ruville, y nuestra marca de servicio técnico REPERT, somos un socio fiable en todo el mundo. Ya se trate de turismos, vehículos comerciales ligeros y pesados o tractores, nuestros componentes adaptados de forma óptima permiten sustituir piezas de manera rápida y profesional.

Nuestros productos se basan en un amplio planteamiento de sistemas. La innovación, la experiencia técnica y la máxima calidad de materiales y fabricación nos convierten no solo en uno de los principales socios de desarrollo para los fabricantes de vehículos, sino también en un proveedor pionero de recambios que mantienen el valor y soluciones de reparación completas para embragues y sistemas de desembrague, aplicaciones de motor y transmisión, y aplicaciones de chasis, siempre con calidad de equipamiento original. Además de esto, también ofrecemos servicios técnicos con nuestra marca REPERT, que cubren todo lo que tiene que ver con nuestros productos y soluciones de reparación.

La marca INA representa conocimientos técnicos de los cuatro sistemas clave del motor. La gama de productos incluye una amplia gama de componentes del motor para el accionamiento primario (para vehículos con accionamiento por correa y por cadena), el accionamiento de grupos auxiliares (FEAD), el accionamiento de válvulas y el sistema de refrigeración. La gama de recambios cuenta tanto con productos individuales como con soluciones disponibles en completos KITS y SETS.

Schaeffler REPERT –

la marca de servicio técnico para profesionales del taller.

Con REPERT, ofrecemos un amplio paquete de servicios para los productos y soluciones de reparación de las marcas LuK, INA, FAG y Ruville. ¿Busca información específica sobre el diagnóstico de daños? ¿Necesita herramientas concretas para contribuir a facilitar su trabajo diario en el taller? Ya sea el portal online, la línea de asistencia técnica, instrucciones y vídeos de instalación, seminarios de formación o eventos, todos los servicios técnicos son prestados por un único proveedor.

Regístrese ahora de forma gratuita en unos cuantos clics en: www.repxpert.com

SCHAEFFLER
REPERT





Índice	Página	
1	Introducción	6
2	El accionamiento de válvulas	7
2.1	Requisitos	7
2.2	Diseños	7
2.3	Juego de válvulas	10
2.4	Regulación del juego de válvulas	11
3	Configuración y modo de funcionamiento de los elementos de la regulación del juego de válvulas	13
3.1	Taqués	13
3.2	Palanca oscilante con pivote	15
3.3	Balancín con elemento insertado	16
3.4	Brazo oscilante de rodillos con elementos insertados	18
3.5	Características especiales del accionamiento de válvulas OHV	19
3.6	Elementos conmutables de la regulación del juego de válvulas	20
4	Taqués de bomba de alta presión	23
5	Sistemas de avance del árbol de levas	24
5.1	Información general	24
5.2	Visión general de distintos conceptos de avance del árbol de levas	24
5.3	Funcionamiento del sistema de avance del árbol de levas	25
5.4	Unidades de avance del árbol de levas	26
5.5	Válvula de control	28
5.6	UniAir	31
6	Instrucciones generales para el taller	32
7	Diagnóstico de averías y evaluación de daños	34
7.1	Evaluación de daños general	34
7.2	Suciedad residual	35
7.3	Diagnóstico de averías de los componentes del accionamiento de válvulas	35

1 Introducción

Un tal Christian Reithmann consiguió las primeras patentes para un motor de pistones de cuatro tiempos el 26 de octubre de 1860. En estos motores, una leva hacía funcionar la válvula de escape utilizando un ariete. La válvula de admisión se abría “automáticamente” como resultado del vacío del pistón de admisión y se cerraba al final del ciclo de admisión mediante un muelle. Sin embargo, en términos de diseño, estos motores solo podían conseguir velocidades del motor muy bajas. El motor de un cilindro de cuatro tiempos consiguió una velocidad del motor máxima de tan solo 700 rpm en la Daimler Reitwagen, por ejemplo.

El motor Otto, que todavía es muy conocido en la actualidad, procede de una invención de Nicolaus August Otto, el co-inventor del proceso de cuatro tiempos en 1876. En realidad, su diseño en aquel entonces todavía no era similar a los motores actuales. Sin embargo, fue la primera vez que se usó la distribución de válvulas en el lado de la admisión.

Con el tiempo, un juego de válvulas preciso cobró cada vez más importancia durante el desarrollo adicional de los motores. Los elementos mecánicos de regulación, como el taqué con disco de reglaje, contribuyeron a lograr un mejor nivel de relleno en el cilindro. El diseñador suizo Ernest Henry fue el inventor del taqué. Lo instaló en motores del fabricante francés de motores y automóviles Établissements Ballot por primera vez en 1919.

El desarrollo de los elementos hidráulicos de regulación puede remontarse a principios de la década de 1930. A finales de la década de 1950, el 80% de todos los motores PC en Estados Unidos estaba equipado por defecto con elementos hidráulicos de regulación del juego de válvulas.

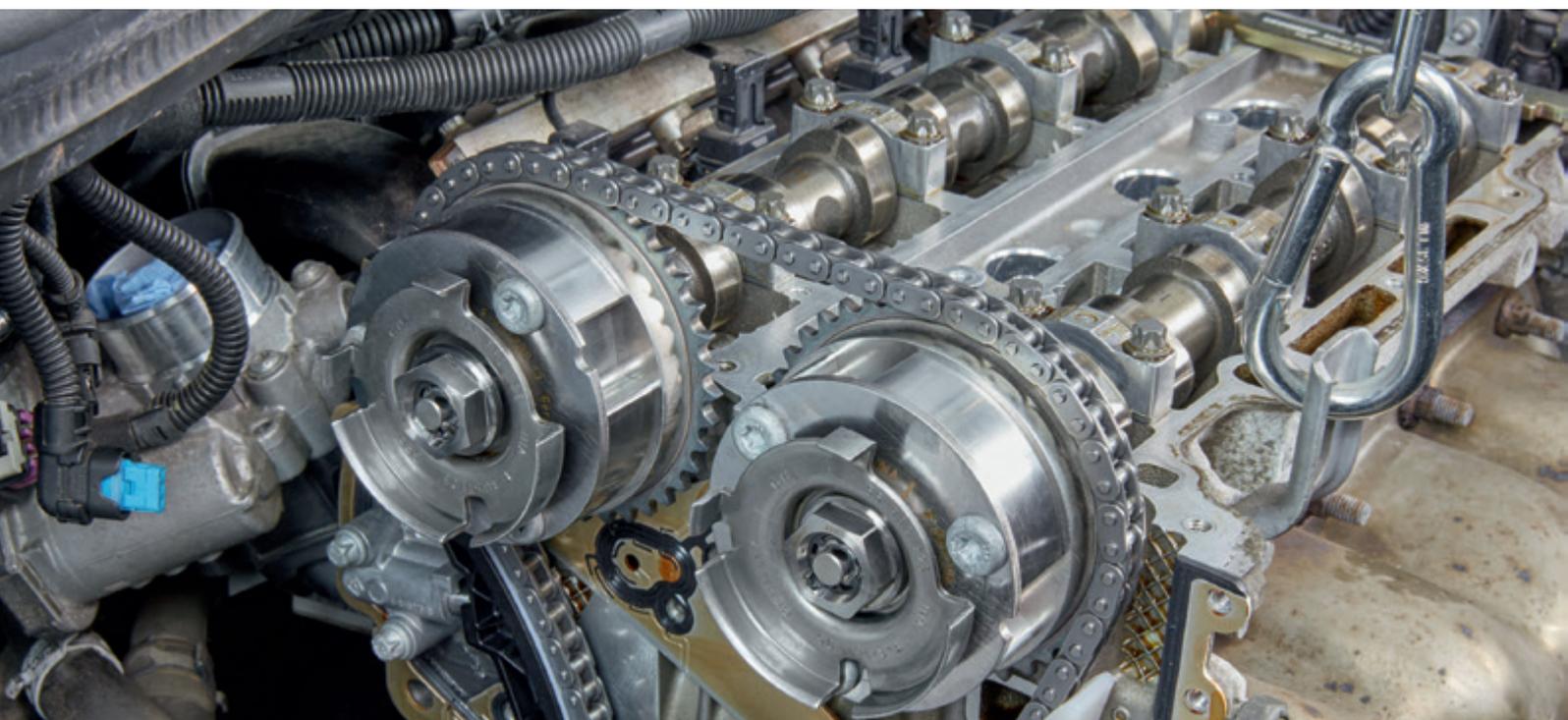
Desde finales de la década de 1980, este tipo de regulación del juego de válvulas también ha sido el estándar para todos los fabricantes europeos de vehículos.

Con el sistema de control variable de válvulas, los ingenieros desarrollaron una opción para regular los tiempos de control o la carrera de la válvula para satisfacer los requisitos del mercado y aumentar la eficiencia de los motores.

En 1989, Honda lanzó su motor VTEC al mercado japonés, uno de los primeros fabricantes de vehículos en introducir este tipo de producto. En 1990 se lanzó en el mercado estadounidense y en 1990/91 en el mercado europeo.

Los fabricantes de vehículos ahora ofrecen distintas soluciones técnicas, cada una de ellas con su propio nombre (p. ej. BMW-VANOS, MG Rover-VVC, Fiat-MultiAir), para el sistema de control variable de válvulas.

En la actualidad, todos estos sistemas se han establecido en el mercado y están sujetos a un perfeccionamiento y optimización continuos.



2 El accionamiento de válvulas

Un motor de combustión debe recibir combustible y aire de forma cíclica, mientras que el gas de escape que se libera de la combustión tiene que expulsarse. Este proceso se conoce con el nombre de cambio de carga. Durante este cambio de carga, los canales de admisión y escape de los cilindros se abren y cierran periódicamente por medio de válvulas de admisión y de escape.

Las válvulas de admisión y de escape cumplen las siguientes funciones en el proceso:

- Abren una sección transversal de abertura lo más grande posible
- Ejecutan con rapidez los procesos de apertura y cierre
- Tienen una forma optimizada para el flujo con el fin de mantener al mínimo las pérdidas de presión
- Consiguen un buen sellado cuando están cerradas
- Presentan una buena estabilidad bajo carga

2.1 Requisitos

El accionamiento de válvulas está sometido a altas aceleraciones y desaceleraciones. Las fuerzas de inercia asociadas aumentan a medida que se incrementa la velocidad del motor y tensan la estructura en una gran medida. Además, las válvulas de escape deben soportar las elevadas temperaturas de los gases de escape. Por lo tanto, para poder funcionar correctamente en estas condiciones, los componentes del accionamiento de válvulas deben:

- Permanecer estables durante toda su vida útil
- Funcionar con un bajo nivel fricción en sus guías
- Garantizar una evacuación suficiente del calor de las válvulas (en particular, de las válvulas de escape)

2.2 Diseños

La configuración del motor determina el diseño del accionamiento de válvulas. No obstante, lo que todos los accionamientos de válvulas tienen en común es que el accionamiento está encima del árbol de levas. Los accionamientos de válvulas se diferencian según:

- El número de válvulas que accionan y
- El número y la ubicación de los árboles de levas a través de los que se accionan

Los árboles de levas pueden instalarse en dos puntos del motor, y se denominan respectivamente árboles de levas montados en la parte inferior o en cabeza.

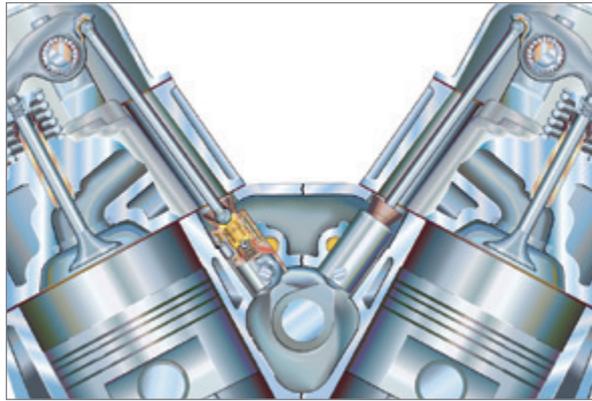


Fig. 1: Válvulas en cabeza (OHV)

OHV se refiere a un motor en el que el árbol de levas está instalado bajo la línea separadora de la culata y el bloque de cilindros.

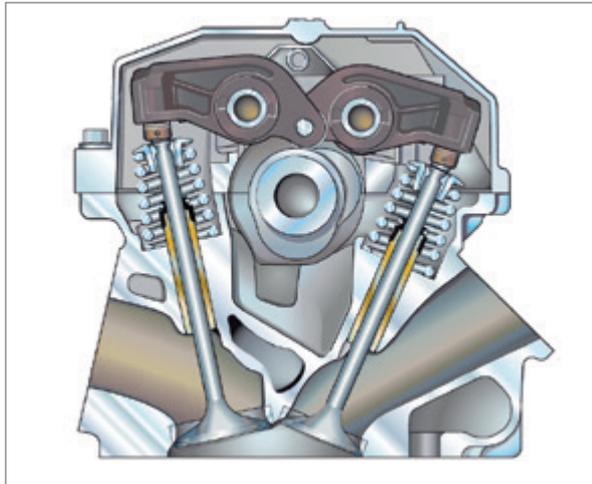


Fig. 2: Árbol de levas en cabeza (OHC)

Los motores en los que el árbol de levas está dispuesto encima de la línea separadora de la culata y el bloque de cilindros se denominan OHC.

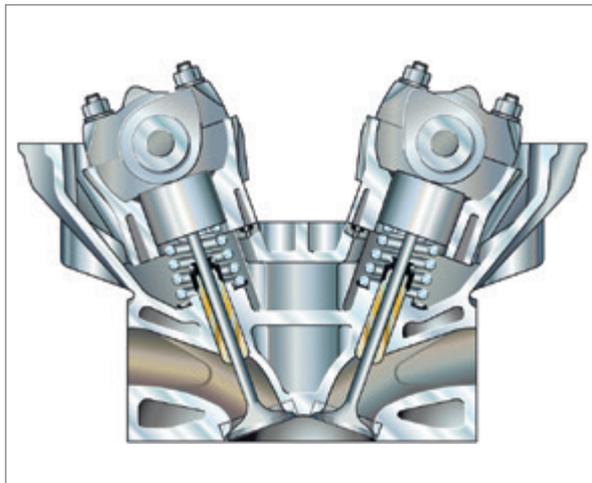


Fig. 3: Doble árbol de levas en cabeza (DOHC)

Los motores con dos árboles de levas encima de la línea separadora de la culata y el bloque de cilindros se conocen como DOHC.

Árbol de levas

Los árboles de levas se fabrican en tres procedimientos distintos. El diseño que se usa con más frecuencia es un árbol de levas fabricado con hierro fundido. El árbol de levas de acero es otro diseño popular. Se emplea cuando se requiere un material específico. En este caso, el árbol de levas se fresa a partir de una palanquilla de acero y a continuación se pule. El tercer diseño se conoce con el nombre de árbol de levas montado. Normalmente se fabrica a partir de un tubo cilíndrico en el que se introducen las distintas levas. Las levas se fijan por ejemplo mediante soldadura o montaje por contracción.

La estructura modular y el peso significativamente menor del árbol de levas montado en comparación con un árbol de levas de hierro fundido es una gran ventaja.

Las levas dispuestas en el árbol de levas accionan las válvulas de admisión y de escape. Esto convierte el movimiento rotativo de los árboles de levas en un movimiento en línea recta de las válvulas.

Entre las levas y las válvulas se utilizan distintas variantes de diseño de palancas oscilantes (taqués, palancas oscilantes, balancines, etc.).



Tipos de sistemas de distribución de válvulas

OHV valve train

Figura 4:

En el accionamiento de válvulas OHV, son necesarias muchas piezas de transmisión para transmitir la elevación de la leva a la válvula: ariete, empujador, balancín y unidad de rodamiento del balancín. Con el desarrollo adicional de los motores, las velocidades del motor aumentaron cada vez más, y el objetivo era hacer los motores más potentes, más compactos y más ligeros. El accionamiento de válvulas OHV con empujador pronto alcanzó sus límites de velocidad del motor debido a su rigidez global solo moderada. La consecuencia fue que el número de piezas móviles del accionamiento de válvulas tuvo que disminuir.

Figura 5:

El árbol de levas se trasladó a la culata, lo que supuso que el empujador ya no era necesario.

OHC valve train

Figura 6:

En el accionamiento de válvulas OHC, el árbol de levas está dispuesto más arriba en la culata, lo que significa que no hay ariete y la elevación de la leva puede transmitirse directamente mediante el balancín o la palanca oscilante.

Figura 7:

Debido a la disposición central del árbol de levas, este tren de la palanca oscilante tiene la mayor rigidez estructural.

Figura 8:

Los accionamientos de válvulas OHC, cuyas válvulas son accionadas directamente mediante taqués, son adecuados para velocidades máximas del motor. En este caso tampoco hay balancines ni palancas oscilantes.

En la actualidad, todos los tipos de sistemas de distribución de válvulas (figuras 4 a 8) pueden encontrarse en motores fabricados a gran escala.

Dependiendo del planteamiento del diseño (potencia nominal, par, desplazamiento, etc.) los ingenieros deben ponderar las ventajas e inconvenientes y decidirse por un tipo, lo que significa que todos los controles del accionamiento de válvulas están justificados, desde el accionamiento de válvulas con empujador al accionamiento de válvulas OHC compacto con válvulas accionadas directamente.

Fig. 4

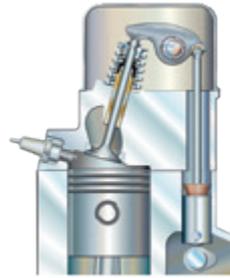


Fig. 5

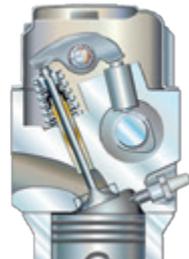


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



2.3 Juego de válvulas

Un sistema de accionamiento de válvulas debe tener una holgura definida –el juego de válvulas– cuando la válvula está cerrada. Esto compensa cambios en los tamaños de los componentes durante las operaciones de conducción.

Las posibles causas de estos cambios de tamaño son:

- Las fluctuaciones de temperatura en los distintos componentes del motor (p. ej. en la culata)
- El uso de distintos materiales con coeficientes de expansión térmica diferentes
- Desgaste en los puntos de contacto entre el árbol de levas y la válvula

Los posibles efectos de un juego de válvulas incorrecto son:

Juego de válvulas insuficiente

La válvula se abre antes y se cierra más tarde

- A causa del tiempo de cierre más corto, no puede disiparse suficiente calor de la guía de válvula
- La guía de la válvula de escape se sobrecalienta, provocando que la resistencia mecánica de la válvula se reduzca y que la válvula se pueda romper.
- Existe el riesgo de que la válvula de escape o la válvula de admisión no se cierre completamente si el motor está caliente.
- La válvula de escape absorbe gases de escape y, al mismo tiempo, las llamas salen por la válvula de admisión hasta el conducto de admisión.
- Se producen pérdidas de combustible, se reduce la potencia del motor. Las consecuencias son peores valores de emisiones.
- Las válvulas se sobrecalientan por los gases de escape calientes que fluyen de forma constante, que queman las guías y los asientos de las válvulas.

Juego de válvulas excesivo

La válvula se abre más tarde y se cierra antes

- Esto provoca tiempos de apertura más cortos y secciones transversales de apertura más pequeña.
- Disminuye el nivel de llenado del cilindro con mezcla de combustible inflamable. Las consecuencias son peores valores de emisiones.
- Se reducen el par motor y la potencia del motor.
- Alta tensión mecánica en la válvula.
- Ruidos generados en el accionamiento de válvulas.
- El eje de la válvula se deforma en la superficie de contacto con el elemento de ajuste.

2.4 Regulación del juego de válvulas

Con la regulación mecánica del juego de válvulas, el juego de válvulas debe ajustarse manualmente según intervalos de mantenimiento definidos, p. ej. utilizando tornillos de ajuste o disco de reglaje en el taqué mecánico.

La regulación hidráulica del juego de válvulas tiene lugar mediante taqués hidráulicos, palancas oscilantes, balancines o brazos oscilantes, por ejemplo, y mantiene automáticamente el juego de válvulas a cero cuando el motor está funcionando.

Fase descendente de la regulación hidráulica del juego de válvulas

La leva se encuentra en la fase de elevación, la válvula está abierta; para ver los nombres de los componentes consulte las figuras 9 y 10.

El elemento de la regulación hidráulica del juego de válvulas está cargado por la fuerza de los muelles de las válvulas del motor y las fuerzas de inercia. Esto acorta la

distancia entre el pistón y la carcasa interior respectivamente.

Como resultado, una pequeña cantidad de aceite se expulsa de la cámara de alta presión a través de la ranura de fuga y se vuelve a alimentar en el depósito. Al final de la fase de descenso se crea un pequeño juego de válvulas. Si hay aire en el elemento de regulación, esta pequeña cantidad de mezcla aceite-aire se expulsa a través del orificio de descarga y la ranura guía.

Fase de descenso

De acuerdo con el principio básico, el proceso hidráulico dentro de los elementos de regulación es idéntico para todos los elementos y por lo tanto aquí se muestra como un ejemplo en una variante.

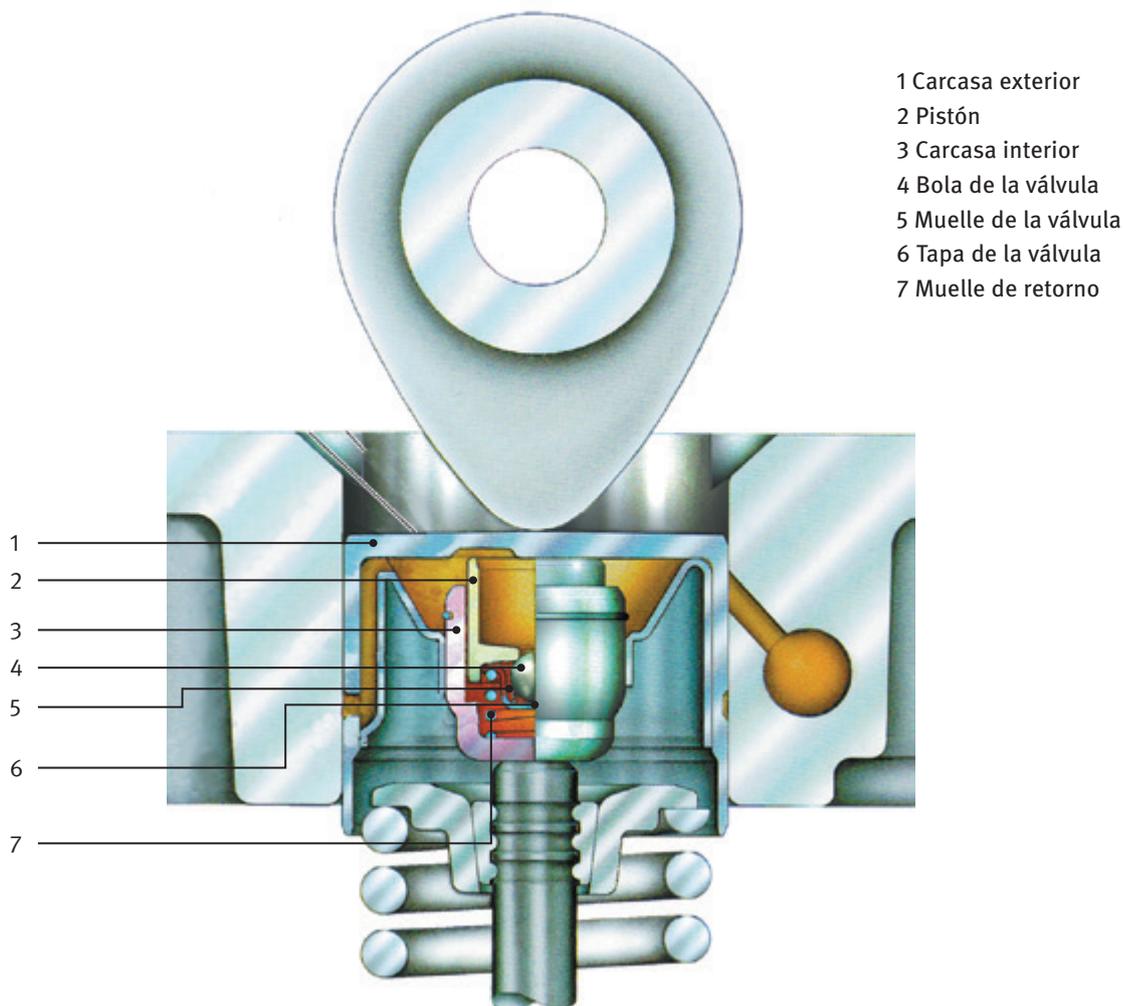


Fig. 9: Fase de descenso

Fase de regulación

La leva se encuentra en la fase de círculo de base, la válvula está cerrada; para ver los nombres de los componentes consulte las figuras 9 y 10.

El muelle de retorno separa el pistón y la carcasa interior hasta que el juego de válvulas se equilibra. La válvula de no retorno se abre debido a la presión diferencial entre la cámara de alta presión y el depósito.

El aceite fluye del depósito a la cámara de alta presión a través de la válvula de no retorno. La válvula de no retorno se cierra y se restablece la transmisión de fuerza en el accionamiento de válvulas.

Adjustment phase

According to the basic principle, the hydraulic process in the inside of the adjustment elements is identical for all and is therefore shown here as an example on one variant.

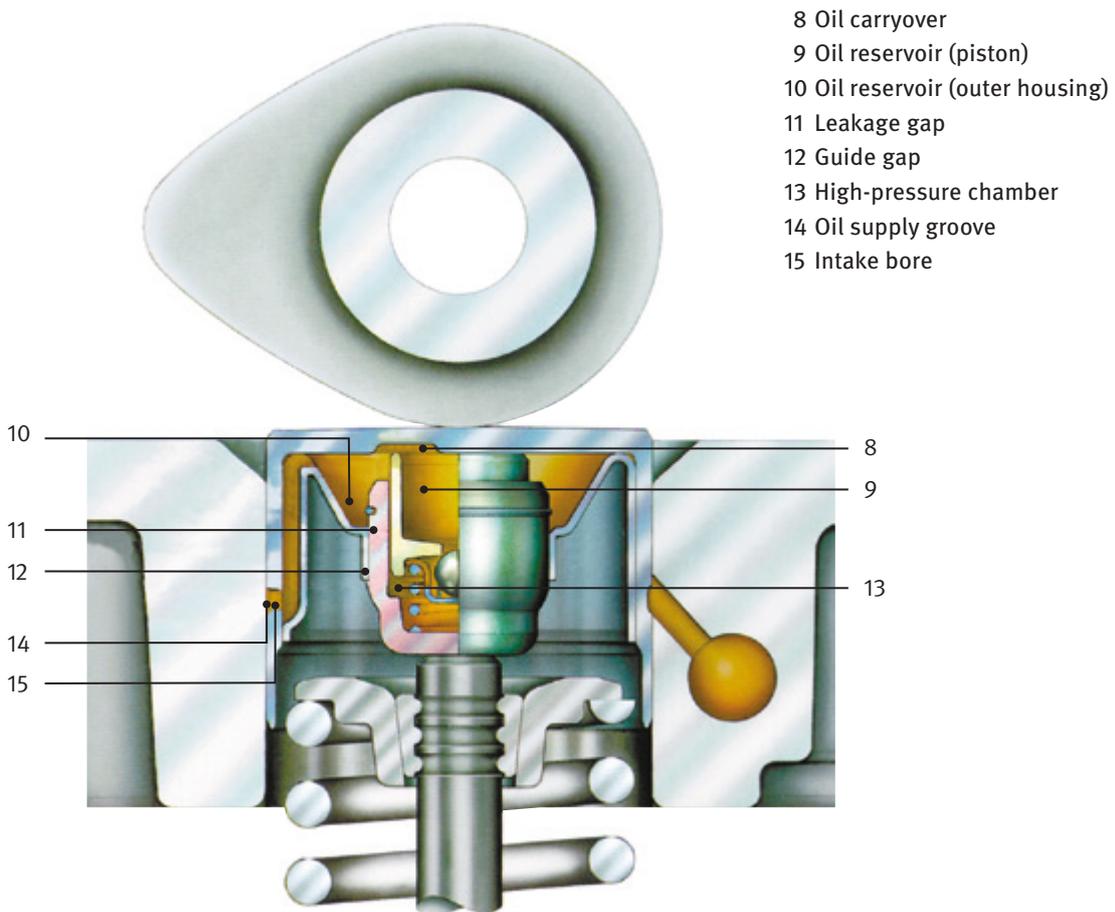


Fig. 10: Adjustment process

3 Configuración y modo de funcionamiento de los elementos de la regulación del juego de válvulas

3.1 Bucket Tappets

En el caso de un accionamiento de válvulas con un taqué, no se necesita un enlace de transmisión entre la válvula de admisión/escape y el árbol de levas. La carrera de la leva se transmite directamente a la válvula a través de la base del taqué.

En la superficie de contacto entre la leva y la base del taqué, conocida como el punto de transferencia deslizante, tienen lugar pérdidas de fricción. Sin embargo, estas pérdidas pueden mantenerse en un mínimo utilizando una combinación de materiales adecuada o revestimientos que reducen la fricción.

Para reducir aún más el desgaste que tiene lugar, la leva se rectifica a un ángulo y se fija frente al taqué desplazada lateralmente para que el taqué gire en un cierto ángulo cada vez que se acciona.

Estos accionamientos directos se distinguen por una rigidez muy alta y al mismo tiempo pequeñas masas móviles. Esto hace que resulten especialmente adecuados para motores con elevadas velocidades del motor.

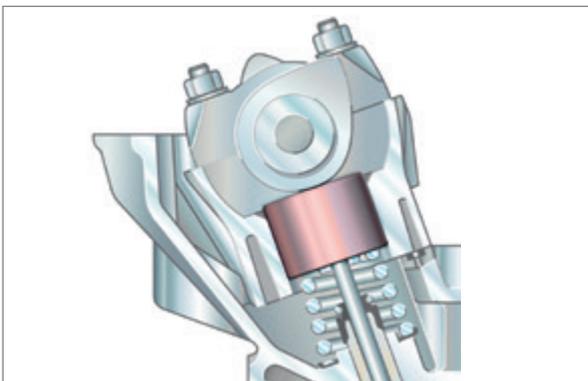


Fig. 11: Accionamiento de válvulas por taqué

Taqué mecánico

Siempre debe haber un juego de válvulas definido entre el círculo de base de la leva y la base del taqué. Esto equilibra los cambios de longitud del accionamiento de válvulas debido a la expansión térmica. Por lo tanto, para taqués mecánicos, siempre se debe llevar a cabo una configuración básica. Si el juego de válvulas cambia durante las operaciones de conducción a causa del desgaste normal, debe reajustarse.

Taqué mecánico con disco de reglaje superior

El juego de válvulas definido se determina mediante el disco de reglaje insertado holgadamente en el cuerpo principal. Si el juego de válvulas no se corresponde con las especificaciones del fabricante de vehículos, debe insertarse un disco de reglaje del espesor correspondiente.

El árbol de levas no tiene que extraerse para el intercambio.



Fig. 12: Taqué mecánico con disco de reglaje superior

Taqué mecánico con disco de reglaje inferior

En este caso, el espesor del disco de reglaje también determina el juego de válvulas definido. Sin embargo, este disco de reglaje está situado debajo de la base del taqué. Por lo tanto, el árbol de levas debe extraerse para cambiar el disco de reglaje. La baja masa de esta variante de diseño reduce las fuerzas elásticas de la válvula y la potencia de fricción. Además, toda la superficie de la base exterior del taqué puede utilizarse como zona de contacto para la leva.



Fig. 13: Taqué mecánico con disco de reglaje inferior

Taqué mecánico con espesor graduado de la base

En este diseño, ya no hay disco de reglaje separados. El juego de válvulas se ajusta mediante taqués con distintos espesores de la base. Para lograrlo, el árbol de levas debe extraerse y debe montarse un taqué con el correspondiente espesor de la base. Su baja masa reduce las fuerzas elásticas de la válvula y la potencia de fricción. Además, toda la superficie de la base del taqué también puede utilizarse como zona de contacto para la leva.



Fig. 14: Taqué mecánico con espesor graduado de la base

Taqué hidráulico

Los taqués hidráulicos equilibran automáticamente el juego de válvulas durante el funcionamiento del motor. No requieren mantenimiento y se distinguen por una rigidez muy alta del accionamiento de válvulas. Todo el accionamiento de válvulas es muy silencioso debido al juego de válvulas constante, y las emisiones de escape son igual de bajas durante toda su vida útil.

Puede que las distintas variantes tengan las mismas dimensiones exteriores, pero son completamente diferentes en sus "mecanismos internos". Por lo tanto, no resulta fácil cambiar taqués hidráulicos.

Los motivos son:

- Distintos tiempos de descenso de los elementos de ajuste hidráulicos
- Diseñados para una cierta especificación del aceite
- Distinto acabado de la superficie de la base del taqué (p. ej., endurecido o nitrurado)
- Distintas presiones de aceite
- Tipo de taqué (anti vaciado, con admisión de aire inferior o con laberinto)
- Diferentes fuerzas elásticas de la válvula de no retorno
- Diferentes carreras

Taqué hidráulico con protección anti vaciado

Gracias a la protección anti vaciado no puede haber fugas de aceite del depósito exterior del taqué durante la fase de parada del motor. Esto significa que siempre hay disponible un cierto volumen de aceite, mejorando así el comportamiento de arranque después de una parada muy larga.

Taqué hidráulico con admisión de aire inferior

En este caso, el aceite se capta del fondo mediante un tubo elevador. Esto significa que no entra aire en el elemento de ajuste y el volumen del depósito de aceite puede utilizarse de un modo más eficiente. Con este taqué también mejora el comportamiento de arranque después de una parada muy larga.

Taqué hidráulico con laberinto

El taqué hidráulico con laberinto es una combinación de los dos diseños con protección anti vaciado y admisión de aire inferior.

Taqué diseño 3CF (3CF = superficie cilíndrica de contacto con la leva)

La forma de la superficie de contacto con la leva de este taqué permite una aceleración de apertura y cierre más eficaz de las válvulas de admisión y escape. Un mecanismo antirrotación garantiza que la superficie de contacto con la leva del taqué siempre esté en la posición óptima para las levas del árbol de levas. Además, el orificio de admisión de aceite siempre está situado en el mismo punto. Esto simplifica la alimentación de aceite y reduce el rendimiento del aceite.

Taqué conmutable

Los taqués conmutables se utilizan en motores con cambio del perfil de las levas. Dependiendo del estado de carga del motor, pueden alternarse dos curvas de carrera de válvula definidas estrictamente. Esto reduce significativamente el consumo de combustible.



Fig. 15:
Taqué hidráulico con
protección anti vaciado



Fig. 16:
Taqué hidráulico con
admisión de aire inferior



Fig. 17:
Taqué hidráulico con
laberinto



Fig. 18:
Taqué diseño 3CF

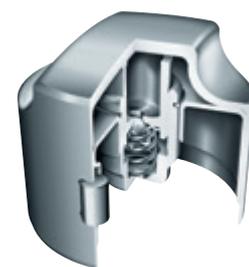


Fig. 19:
Taqué diseño 3CF



Fig. 20:
Taqué conmutable

3.2 Palanca oscilante con pivote

Las palancas oscilantes están fabricadas con chapa de acero o acero fundido. Normalmente, un rodillo con rodamientos ofrece el contacto con la leva. Por lo tanto, en este contexto también nos referimos a palancas oscilantes de rodillos. En comparación con los taqués, las palancas cortas producen momentos de inercia más pequeños. Pueden realizarse diseños con masas más pequeñas reducidas en el lado de la válvula. Sin embargo, las palancas oscilantes son muy inferiores a los taqués en términos de rigidez.

Los distintos diseños del accionamiento de válvulas requieren levas de formas diferentes. Si se comparan las levas de un accionamiento de válvulas con taqué con las utilizadas en los accionamientos de válvulas con palanca oscilante de rodillos, las últimas poseen un mayor radio de la punta y bordes cóncavos, y producen una elevación de la leva más pequeña, dependiendo de la relación de transmisión. El árbol de levas está situado encima del rodillo, que preferiblemente debería estar situado a medio camino entre la válvula y el pivote. Esta distribución hace que la palanca oscilante resulte especialmente útil para motores diésel de cuatro válvulas.

En estos motores, las válvulas están dispuestas o bien en paralelo o bien con un ligero ángulo entre sí, de modo que se crea una distancia suficientemente grande entre los árboles de levas solo usando palancas oscilantes.

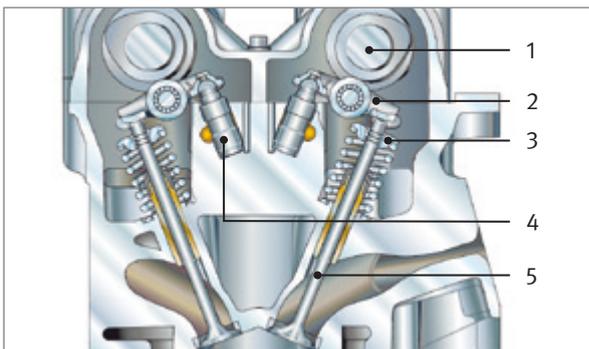


Fig. 21: Accionamiento de válvulas con palanca oscilante de rodillos

- 1 Árboles de levas
- 2 Palanca oscilante de rodillos
- 3 Muelle de la válvula
- 4 Pivote hidráulico
- 5 Válvula

Palanca oscilante

En todos los diseños, el contacto entre la palanca oscilante y la leva se realiza preferiblemente mediante un rodillo de levas con rodamientos. Gracias a su construcción compacta, solo se requiere un pequeño espacio de montaje y la instalación en la culata es muy sencilla. El aceite necesario puede suministrarse de un modo muy fácil a una palanca oscilante y la fricción en el accionamiento de válvulas es muy baja.



Fig. 22: Palanca oscilante

Palanca oscilante de chapa de acero

No hay restricciones en la altura de los soportes guía en los que se guía la válvula. La palanca oscilante puede diseñarse con o sin boquillas pulverizadoras de aceite o con o sin clips de seguridad. Esto último simplifica la instalación en la culata.



Fig. 23: Palanca oscilante de chapa de acero

Palanca oscilante de acero fundido

componentes muy compleja, con lo que se obtiene una resistencia especialmente alta. Dependiendo del diseño, tiene un momento de inercia de masa muy bajo y una elevada rigidez.



Fig. 24: Palanca oscilante de acero fundido



Fig. 25: Pivote hidráulico

Pivote hidráulico

La diferencia entre los distintos pivotes hidráulicos reside principalmente en el tiempo de descenso, exactamente como en los taqués hidráulicos.

Si se instala un pivote hidráulico con un tiempo de descenso incorrecto, esto puede dar lugar a averías sustanciales en el accionamiento de válvulas o incluso causar graves daños en el motor.

En principio, la palanca oscilante y el pivote hidráulico siempre deberían sustituirse en parejas. De lo contrario, tiene lugar una relación de contacto desfavorable entre la rótula de la palanca oscilante y la cabeza del pivote, que provoca un alto desgaste.

3.3 Balancín con elemento insertado

En accionamientos de válvulas con balancín, el árbol de levas está situado debajo del balancín en uno de sus extremos. La elevación de la leva se transmite a la palanca mediante una llave deslizante o un rodillo (palanca oscilante de rodillos). En los balancines modernos se utilizan rodillos de levas basados en un rodamiento de agujas para mantener bajas las pérdidas de fricción. En el otro extremo del balancín hay un elemento insertado hidráulico para el ajuste automático del juego de válvulas o un tornillo de ajuste para el ajuste mecánico del juego de válvulas. La válvula de admisión o de escape se acciona mediante este extremo del balancín.

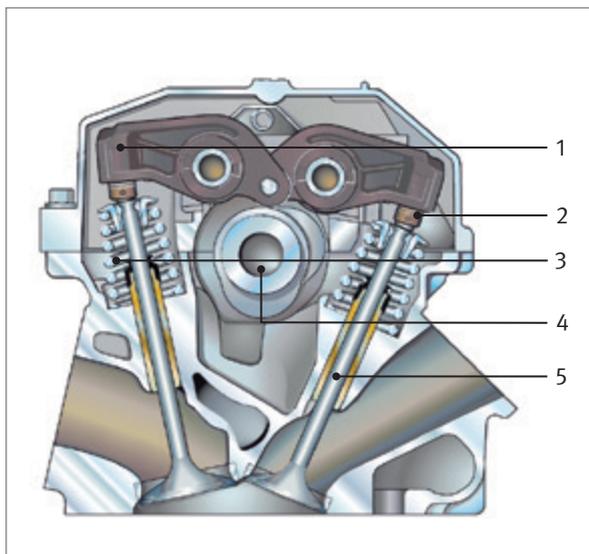


Fig. 26: Accionamiento de válvulas con balancín

El punto de contacto entre el elemento de ajuste (elemento insertado) y la válvula debe estar siempre en el extremo del eje de la válvula. A medida que el balancín realiza un movimiento oscilatorio, la superficie de contacto del elemento insertado con respecto al elemento de accionamiento de la válvula se curva ligeramente (esférico). Esto da como resultado una superficie de soporte muy pequeña, que a su vez da lugar a una presión de unidad comparativamente grande en el extremo del eje de la válvula. Si esta presión es muy alta, se utilizan elementos insertados con una base giratoria o patín deslizante. La base giratoria (o patín deslizante) está conectada al elemento insertado mediante una articulación de rótula y por lo tanto siempre está a nivel en el extremo del eje de la válvula. Esto produce una mayor superficie de contacto y la presión de unidad disminuye.

- 1 Balancín
- 2 Elemento insertado hidráulico
- 3 Muelle de la válvula
- 4 Árbol de levas
- 5 Válvula

El **elemento insertado hidráulico** ajusta automáticamente el juego de válvulas y de este modo permite obtener emisiones de escape constantemente bajas durante toda su vida útil. Funciona de un modo muy silencioso y no requiere mantenimiento. El aceite se suministra al elemento insertado mediante orificios en el eje del balancín.



Fig. 27: Elemento insertado hidráulico

Por lo general, el cuerpo principal del **balancín** está fabricado con aluminio. Dentro hay un rodillo de levas basado en un rodamiento de agujas en un extremo y, en el otro extremo, el elemento insertado hidráulico. Una gran ventaja de un accionamiento de válvulas con balancines es su fricción muy baja. Además, ocupa poco espacio, ya que todas las válvulas pueden accionarse mediante un árbol de levas.

Un **elemento insertado hidráulico sin patín deslizante** se distingue en particular por su bajo peso y por lo tanto pocas masas en movimiento.



Fig. 28: Elemento insertado hidráulico sin patín deslizante

El **elemento insertado hidráulico con patín deslizante** está montado sobre un pivote en el elemento insertado mediante una articulación de rótula/corona. Esto da como resultado una presión de unidad muy baja en el contacto con la válvula. El patín deslizante está fabricado con acero templado.



Fig. 29: Elemento insertado hidráulico con patín deslizante

3.4 Brazo oscilante de rodillos con elementos insertados

En accionamientos de válvulas con brazos oscilantes, el árbol de levas está posicionado encima del brazo oscilante y puede accionar varias válvulas simultáneamente. Las válvulas se accionan por medio de dos levas que actúan sobre dos o tres elementos insertados mediante dos rodillos en el brazo. El diseño con dos elementos insertados se denomina brazo oscilante doble, y el diseño con tres elementos es un brazo oscilante triple. Este principio se utiliza en motores diésel multiválvulas. Aunque estos motores tengan una disposición rotada de las válvulas, sigue siendo posible accionar todas las válvulas mediante solo un árbol de levas. Al mismo tiempo, esta disposición deja espacio suficiente para las boquillas de inyección.

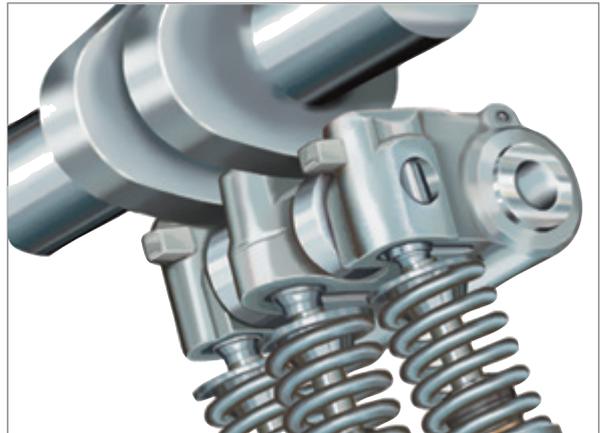


Fig. 30: Brazo oscilante de rodillos con elementos insertados

Por lo general, el cuerpo principal del **brazo oscilante de rodillos** está fabricado con aluminio. Dentro hay rodillos de levas basados en rodamientos de agujas y un elemento insertado hidráulico separado para cada válvula. El brazo oscilante de rodillos también se distingue por una baja potencia de fricción y es muy resistente a la velocidad.

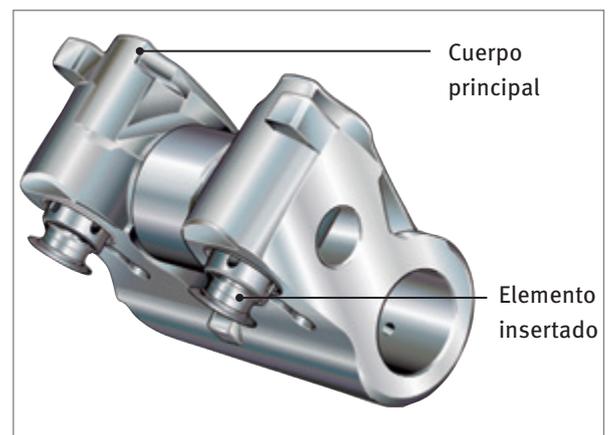


Fig. 31: Brazo oscilante doble

En este caso, los **elementos insertados hidráulicos** también ajustan automáticamente el juego de válvulas y de este modo permiten obtener emisiones de escape constantemente bajas durante toda su vida útil. También funcionan de un modo muy silencioso y no requieren mantenimiento. El aceite se suministra a los elementos insertados mediante orificios en el brazo oscilante de rodillos.

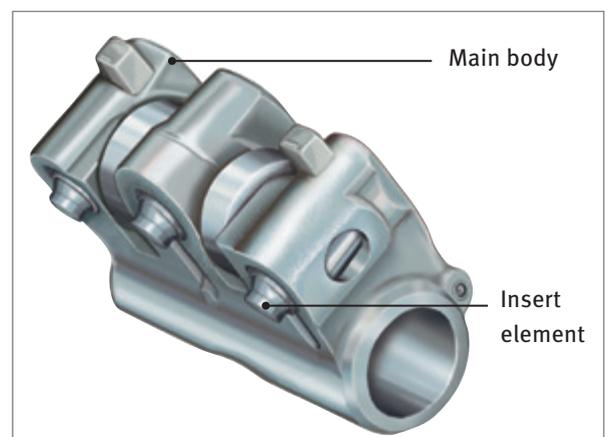


Fig. 32: Brazo oscilante triple

3.5 Características especiales del accionamiento de válvulas OHV

En motores con un árbol de levas montado en la parte inferior, la distancia entre la leva y la palanca es relativamente grande. En este caso, un empujador transmite el movimiento de la carrera a la palanca. Los empujadores se utilizan en combinación con palancas oscilantes o taqués especiales.

Estos establecen el contacto con la leva o bien mediante una superficie de contacto deslizante (taqués planos o de seta) o mediante un rodillo (taqué de rodillo) y también cumplen la función de guiar el empujador.

- 1 Taqué de rodillo hidráulico
- 2 Balancín
- 3 Rodillo de levas
- 4 Carcasa
- 5 Pistón
- 6 Mecanismo antirrotación
- 7 Empujador
- 8 Unidad de rodamiento del balancín
- 9 Rodamiento de agujas

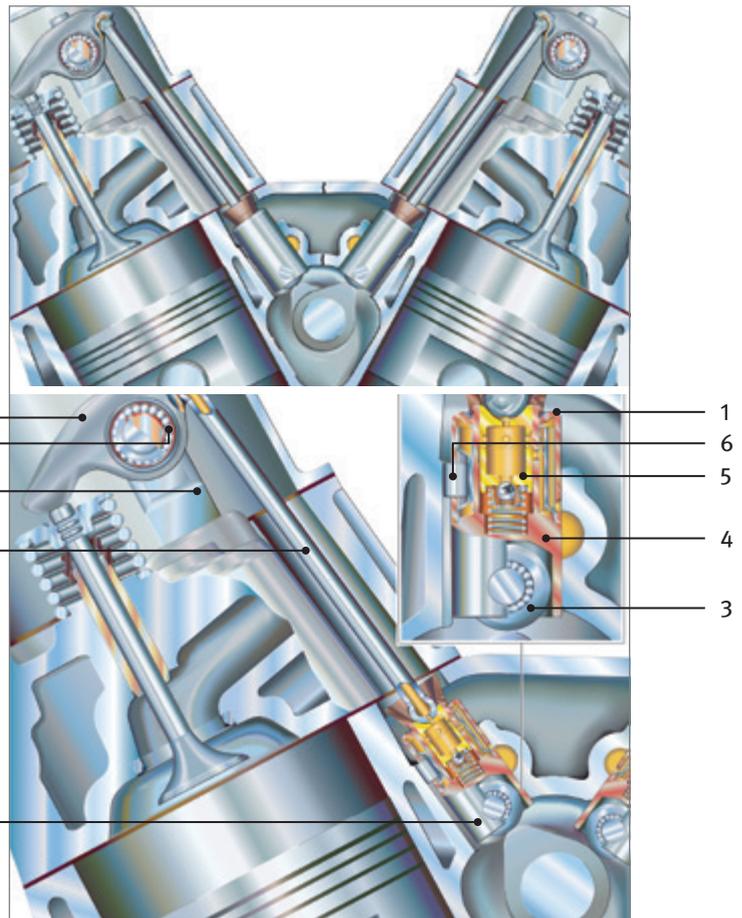


Fig. 33: Accionamiento de válvulas OHV

Los taqués de rodillo hidráulicos con un laberinto tienen un sistema interno especial de suministro de aceite, que mejora las propiedades de funcionamiento de emergencia aunque el suministro del aceite a presión no sea óptimo. En este caso, el ajuste automático del juego de válvulas también permite obtener emisiones de escape constantemente bajas durante toda su vida útil. Estos taqués también funcionan de un modo muy silencioso y no requieren mantenimiento.

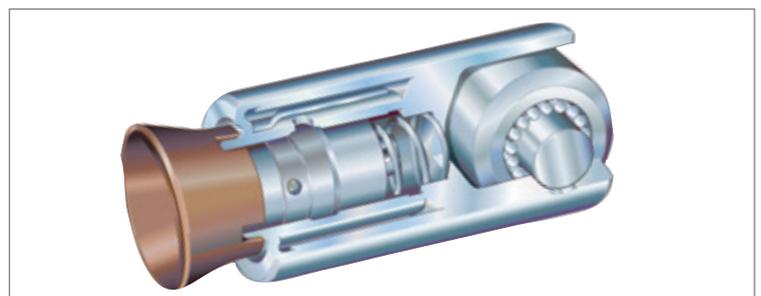


Fig. 34: Taqué de rodillo hidráulico

Los balancines con una unidad de rodamiento del balancín se suministran como una completa unidad de montaje brazo/soporte del rodamiento del brazo. El balancín se soporta con un rodamiento de agujas en la unidad de rodamiento del balancín que le permite girar. Por lo tanto, su movimiento tiene una fricción muy baja.

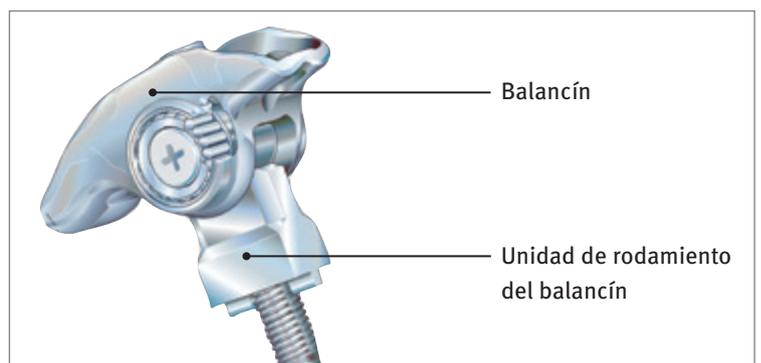


Fig. 35: Balancín con unidad de rodamiento del balancín

3.6 Elementos conmutables de la regulación del juego de válvulas

Las especificaciones más estrictas en cuanto a emisiones de escape y el requisito de un menor consumo de combustible, junto con un mayor confort de conducción, que se expresa en variables como la potencia nominal, el par y las características de respuesta del motor, requieren una variabilidad particular del accionamiento de válvulas.

En la actualidad, ya se han realizado sistemas de cambio del perfil de leva con las correspondientes palancas, como balancines conmutables, palancas oscilantes o taqués. El cambio del perfil de leva se utiliza para realizar distintas curvas de elevación de válvulas dependiendo del punto de funcionamiento, es decir, para ajustar la respectiva carrera de válvula óptima. La condición es que también haya disponible una leva correspondiente como elemento de elevación para cada carrera de válvula alternativa, a menos que la alternativa sea la elevación cero, es decir, el cierre de la válvula. En el proceso, el elemento engranado con la válvula es soportado en la leva del círculo de base.

La desactivación del cilindro o el cierre de la válvula se usa principalmente en motores de varios cilindros de gran volumen (con p. ej. ocho, diez o doce cilindros). El objetivo de este proceso es minimizar las pérdidas por el cambio de carga (pérdidas de bomba o acelerador) o cambiar el punto de funcionamiento. Debido a las secuencias de encendido uniformes, los populares motores V8 y V12 pueden "cambiarse" a máquinas R4 o R6. Ensayos en un motor V8 en funcionamiento fijo demuestran que usar la desactivación de cilindros en ciclos de conducción comunes da lugar a ahorros de combustible de entre un 8% y un 15%. Para cerrar una válvula, se sacrifica una leva de segunda carrera por palanca oscilante.

En este caso, el elemento que realiza la carrera desde la leva se desacopla de la válvula. El movimiento del taqué pierde la marca, y por lo tanto esto también se conoce con el nombre de carrera "de pérdida de movimiento". Como ya no hay ningún enlace con el muelle de la válvula, las fuerzas de inercia de masa que se producen deben ser absorbidas por otro muelle (conocido como el muelle "de pérdida de movimiento"). La parte del accionamiento de válvulas para la que no se prevé ningún cierre o desactivación del cilindro ejecuta el movimiento de la carrera sin cambios. En los cilindros desactivados, el árbol de levas ahora solo funciona contra las fuerzas del muelle "de pérdida de movimiento", que son más pequeñas que las correspondientes fuerzas del muelle de la válvula en un factor de cuatro o cinco. Esto reduce las pérdidas de fricción.

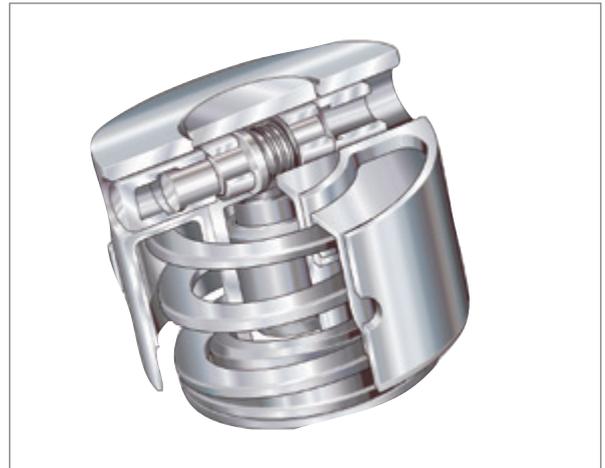


Fig. 36: Taqué mecánico conmutable

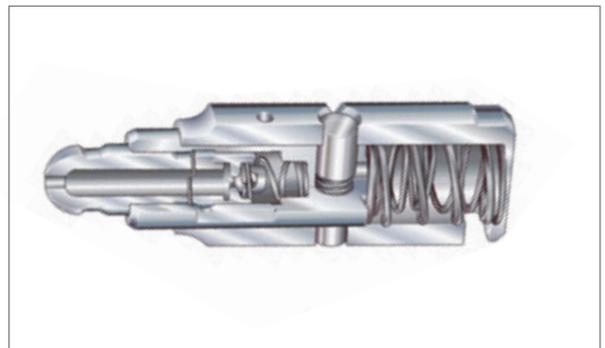


Fig. 37: Pivote conmutable

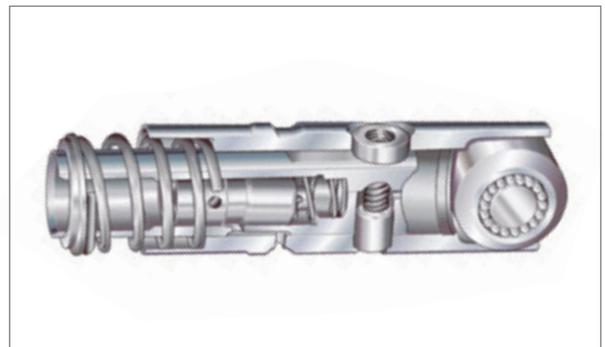


Fig. 38: Taqué de rodillo conmutable

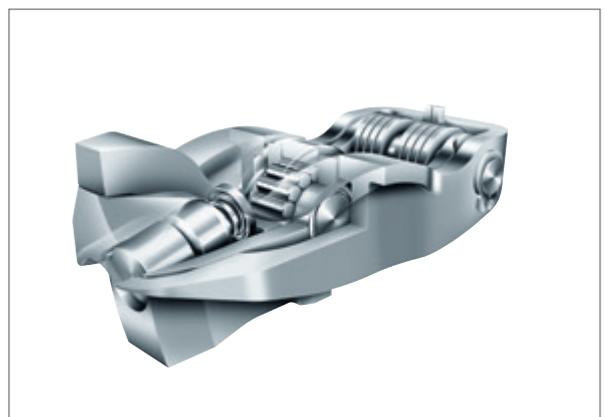


Fig. 39: Palanca oscilante de rodillos conmutable

Funcionamiento del taqué conmutable

Fase de círculo de base (proceso de cambio)

- El muelle de soporte presiona el taqué exterior contra el tope del taqué interior.
- El taqué interior está en contacto con la leva interior; hay un pequeño juego entre la leva exterior y el taqué exterior.
- Con una presión reducida del aceite del motor, el pistón de bloqueo soportado por un muelle une el taqué exterior con el taqué interior.
- Si la presión del aceite del motor se vuelve mayor que la presión del aceite de cambio, el pistón accionador vuelve a presionar el pistón de bloqueo en el taqué exterior. Esto desacopla el taqué exterior del taqué interior.

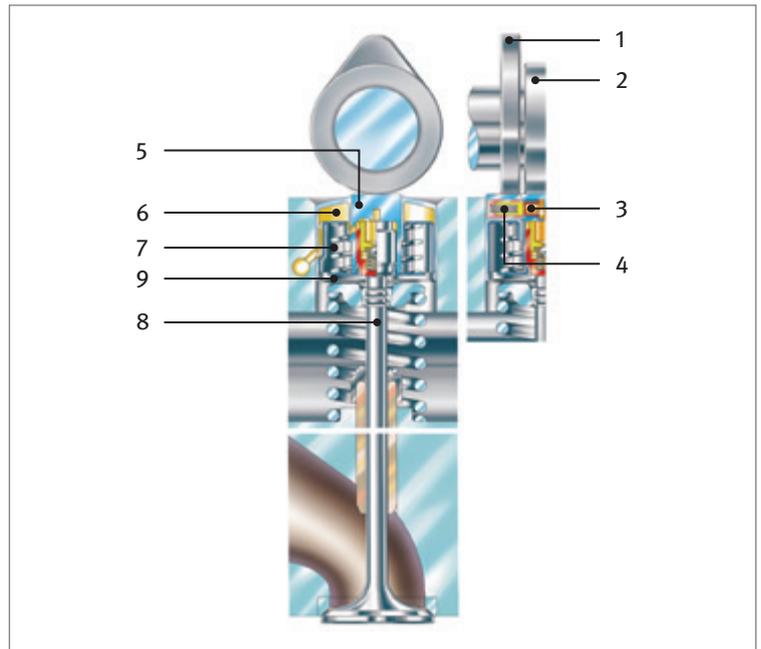
- El elemento de ajuste hidráulico en el taqué interior equilibra el juego de válvulas.

Fase de elevación de la leva, desbloqueada (elevación cero o baja)

- El par de levas exteriores mueve el taqué exterior hacia abajo contra los muelles de soporte.
- La válvula del motor sigue el contorno de la leva interior.
- Si todas las válvulas del motor de un cilindro se desactivan (taqué exterior desbloqueado), el cilindro puede apagarse. Esto reduce significativamente el consumo de combustible.

Fase de elevación de la leva, bloqueada (elevación total)

- El par de levas exteriores mueve el taqué exterior y el taqué interior, que están bloqueados juntos, hacia abajo y abre la válvula del motor.
- El elemento de ajuste hidráulico se carga
- Una pequeña cantidad de aceite de la cámara de alta presión se expulsa de la ranura de fuga.
- Después de alcanzar la fase de círculo de base, el juego de válvulas se pone a cero.



- 1 Leva exterior
- 2 Leva interior
- 3 Pistón accionador
- 4 Pistón de bloqueo
- 5 Taqué interior
- 6 Taqué exterior
- 7 Muelle de soporte

- 8 Elemento de ajuste
- 9 Placa de soporte
- 10 Ranura guía
- 11 Pasador antirrotación

- Presión del aceite del motor estrangulada
- Aceite bajo la presión del aceite del motor
- Aceite bajo alta presión

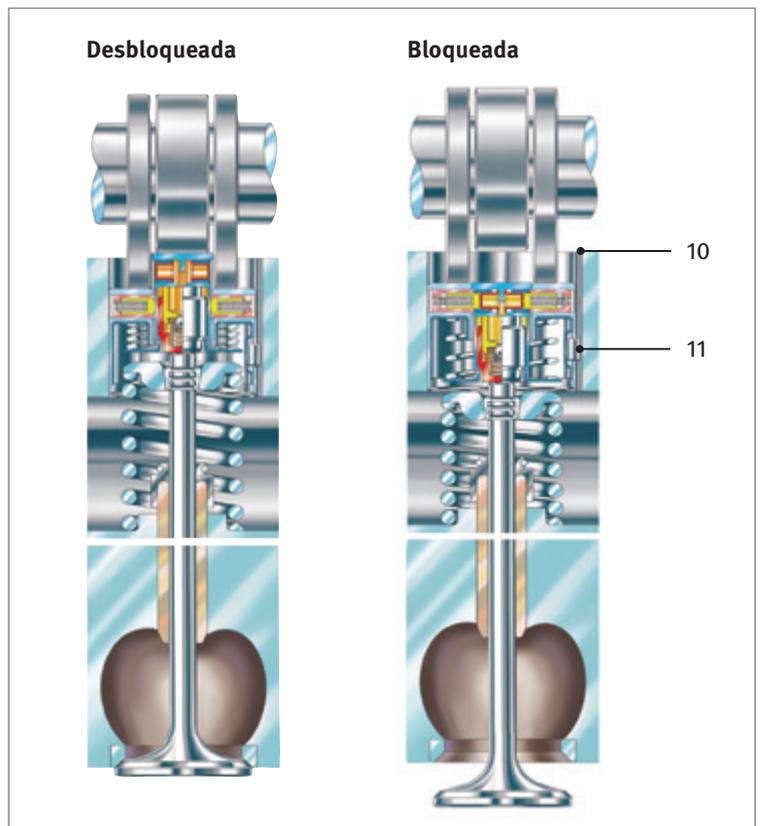


Fig. 40 y 41: Taqué conmutable

Principios operativos de los elementos conmutables de un accionamiento de válvulas

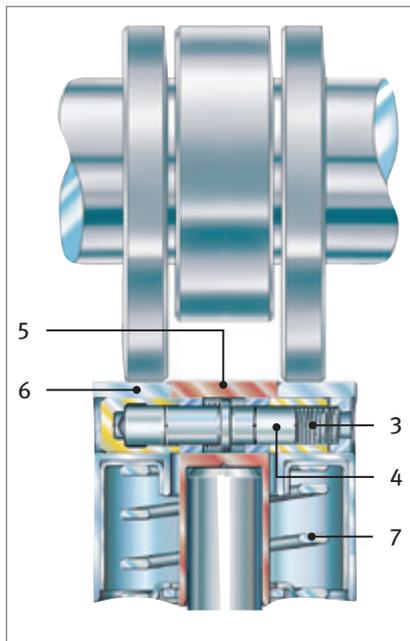


Fig. 42: Fase de círculo de base

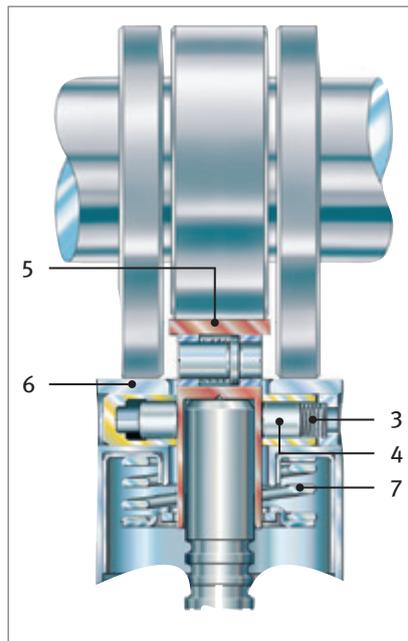


Fig. 43: Fase de elevación de la leva, desbloqueada (elevación baja)

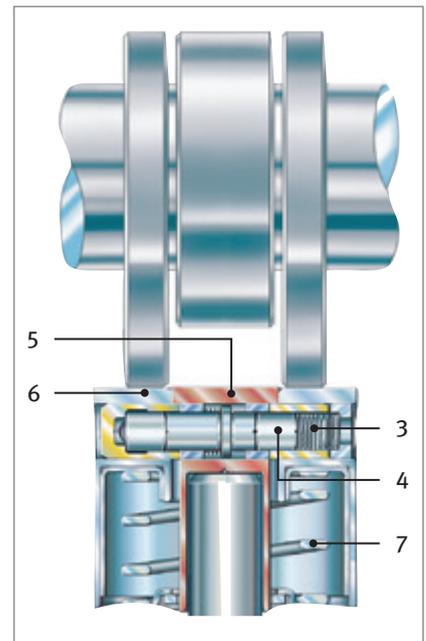


Fig. 44: Fase de elevación de la leva, bloqueada (elevación total)

1 Pistón
2 Rodillo de levas

3 Muelle de retorno
4 Pistón de bloqueo

5 Taqué interior
6 Taqué exterior

7 Muelle de soporte (muelle "de pérdida de movimiento")

Bloqueada (elevación total)

Desbloqueada (elevación cero)

Bloqueada (elevación total)

Desbloqueada (elevación cero)

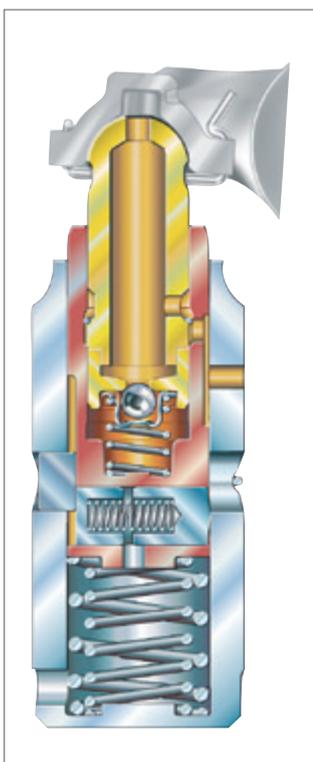
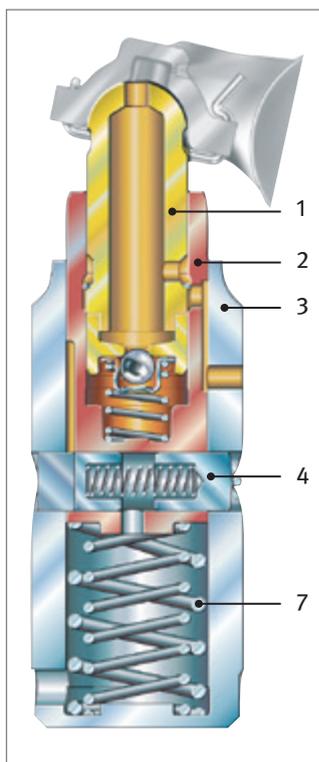


Fig. 45 and 46: Pivotes conmutables

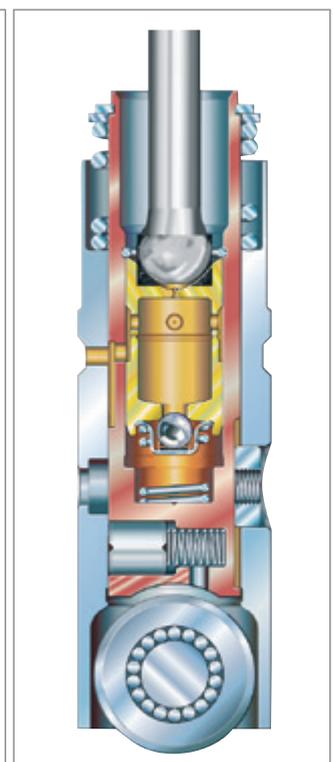
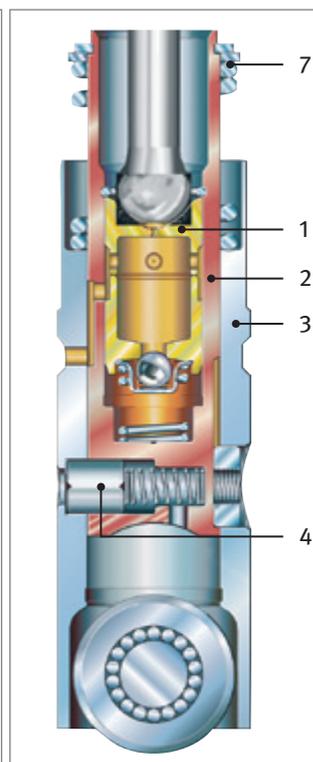


Fig. 47 and 48: Taqué de rodillo conmutable

4 Taqués de bomba de alta presión

Los taqués de bomba de alta presión se utilizan en prácticamente todos los motores de gasolina con inyección directa de gasolina. El taqué de bomba convierte el movimiento rotativo del árbol de levas en un movimiento en línea recta del pistón de la bomba y acciona la bomba de combustible de alta presión. El accionamiento tiene lugar mediante una leva separada en el árbol de levas.

El taqué de bomba de alta presión con superficie de contacto deslizante puede utilizarse para presiones de inyección de hasta aprox. 150 bar

Normalmente, una bomba de alta presión con un taqué de bomba se utiliza para motores de tres y cuatro cilindros en línea. Los motores V de ocho y diez cilindros con dos bombas de alta presión requieren dos taqués de bomba respectivamente. Los motores de seis cilindros pueden tener una o dos bombas de combustible de alta presión.



Fig. 49: Taqué de bomba de alta presión con superficie de contacto deslizante

Un taqué de bomba de alta presión con rodillo de levas puede utilizarse para presiones de inyección de hasta aprox. 200 bar



Fig. 50: Taqué de bomba de alta presión con rodillo de levas

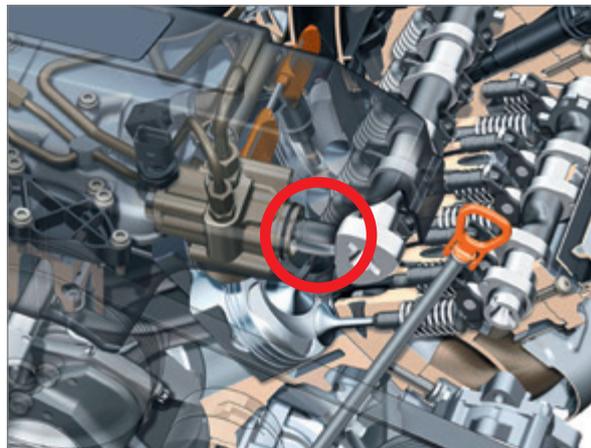


Fig. 51: Ejemplo de posición de instalación en el vehículo

5 Sistemas de avance del árbol de levas

5.1 Información general

El objetivo del avance del árbol de levas es conseguir una combustión lo más óptima posible cambiando la distribución de válvulas. Es posible un ajuste del árbol de levas al lado de admisión o al lado de escape o una combinación de los dos. Los ángulos de ajuste típicos para el árbol de levas se encuentran entre 20° y 30°. Los sistemas de avance del árbol de levas se utilizan en motores con accionamiento por correa y cadena. Distintos diseños compactos satisfacen diferentes requisitos de espacio de montaje. Al ajustar el árbol de levas, no solo se reducen las emisiones de escape y el consumo de combustible, sino que también se aumentan el par y la potencia nominal.

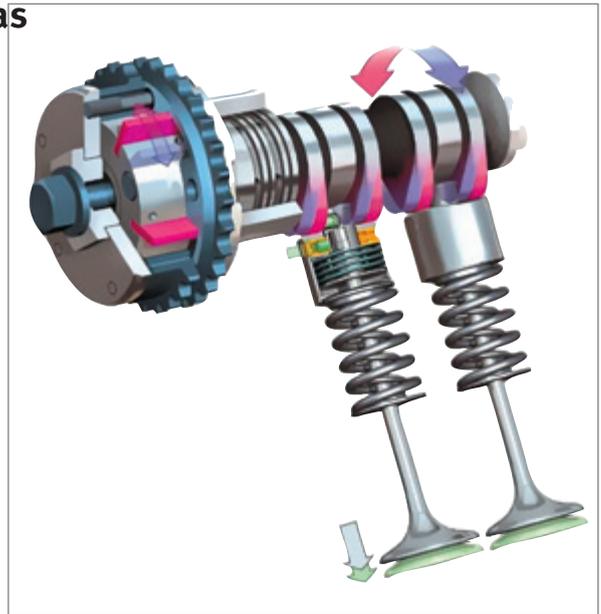


Fig. 52: 5 Sistemas de avance del árbol de levas

5.2 Visión general de distintos conceptos de avance del árbol de levas

Los distintos conceptos de la unidad de avance tienen distintos beneficios:

Concepto	Beneficios	Curvas de carrera de las válvulas de intercambio de gases
Avance del árbol de levas de admisión	<ul style="list-style-type: none"> • Menos emisiones • Menor consumo de combustible • Mejora del confort (disminución de la velocidad de ralentí) • Más par y potencia 	
Avance del árbol de levas de escape	<ul style="list-style-type: none"> • Menos emisiones • Menor consumo de combustible • Mejora del confort (disminución de la velocidad de ralentí) 	
Avance del árbol de levas independiente del árbol de levas de admisión y escape (DOHC)	<ul style="list-style-type: none"> • Menos emisiones • Menor consumo de combustible • Mejora del confort (disminución de la velocidad de ralentí) • Más par y potencia 	
Avance del árbol de levas síncrono del árbol de levas de admisión y escape (DOHC)	<ul style="list-style-type: none"> • Menos emisiones • Menor consumo de combustible 	

..... Unidad de avance en posición retardada
- - - - - Unidad de avance en posición avanzada
————— Posición regulada (la unidad de avance se mantiene en una posición angular)

EO → Escape abierto
 EC → Escape cerrado
 IO → Admisión abierta
 IC → Admisión cerrada

5.3 Funcionamiento del sistema de avance del árbol de levas

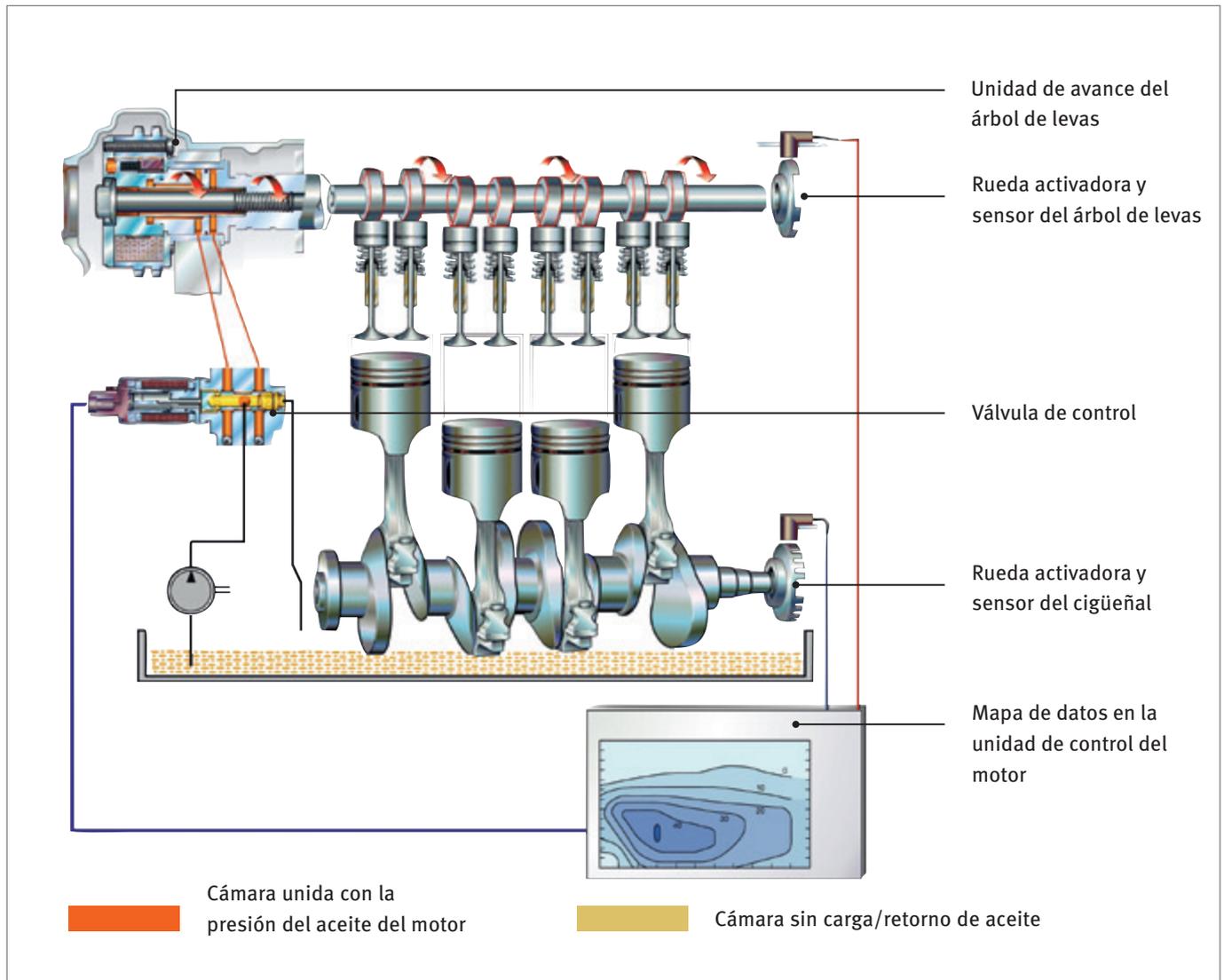


Fig. 53: Sistema de avance del árbol de levas

Avance del árbol de levas – bucle de control

El árbol de levas se ajusta continuamente en un bucle de control cerrado utilizando la presión del aceite del motor.

- El ángulo deseado para la distribución de válvulas se almacena en el mapa de datos de la unidad de control del motor dependiendo del estado de carga, la temperatura y la velocidad del motor.
- El ángulo real se calcula en la unidad de control del motor a partir de las señales de los sensores de los árboles de levas y el cigüeñal y se compara de forma permanente con el ángulo deseado a una alta frecuencia.
- Si el ángulo deseado y el ángulo real difieren entre sí, la corriente en la válvula de control se cambia para que el aceite del motor fluya en la cámara de aceite para aumentar de tamaño en la unidad de avance del árbol de levas y fuera de la cámara de aceite para reducirse.
- Una torsión relativa del árbol de levas con respecto al cigüeñal o un desplazamiento de la distribución a un tiempo posterior de apertura o cierre ocurre dependiendo del volumen de aceite que fluye.

5.4 Unidades de avance del árbol de levas

Unidad de avance del árbol de levas de paletas

Existen unidades de avance del árbol de levas de paletas para válvulas de distribución por cadena y por correa. El estator está unido al cigüeñal mediante la cadena de distribución o la correa de distribución. Un tornillo central o una válvula central une el rotor al árbol de levas. El rotor está posicionado, montado de forma girada, entre dos topes finales del estator.

El par se transfiere del estator al rotor mediante las "paletas" fijadas hidráulicamente. En combinación con segmentos en el estator, forman parejas de cámaras de aceite que se llenan por completo de aceite durante el funcionamiento. El número habitual de paletas se sitúa entre tres y cinco y depende del requisito de la velocidad de ajuste y las cargas en todo el sistema.

Un elemento de bloqueo une el accionamiento y la toma de fuerza mecánicamente durante el proceso de arranque del motor. Se desbloquea hidráulicamente en cuanto la unidad de avance debe ajustarse fuera de la posición básica.

La unidad de avance del árbol de levas de paletas debe ser 100% estanca en el accionamiento por correa. Por el contrario, las pequeñas fugas no son un problema para el accionamiento por cadena, ya que todo el accionamiento por cadena funciona con aceite.

Unidad de avance del rotor

La unidad de avance del rotor es la variante de diseño actual de una unidad de avance del árbol de levas. El rotor y las paletas están fabricadas de una pieza, a diferencia de la unidad de avance del árbol de levas de paletas. Labios obturadores cargados con muelles sellan las cámaras entre sí. El funcionamiento es idéntico a la unidad de avance de paletas.

Engranaje de avance inteligente

Las unidades de avance del árbol de levas actuales ya no serán suficientes para los futuros motores. Debido a presiones más bajas del aceite del motor, las cámaras de aceite ya no pueden llenarse con la rapidez suficiente. Aquí es donde se utilizará el recién desarrollado engranaje de avance inteligente. Técnicamente, se corresponde con la unidad de avance del rotor, pero además tiene un depósito de aceite con una válvula de no retorno. Este depósito garantiza que las cámaras de aceite siempre se llenen a la velocidad requerida.

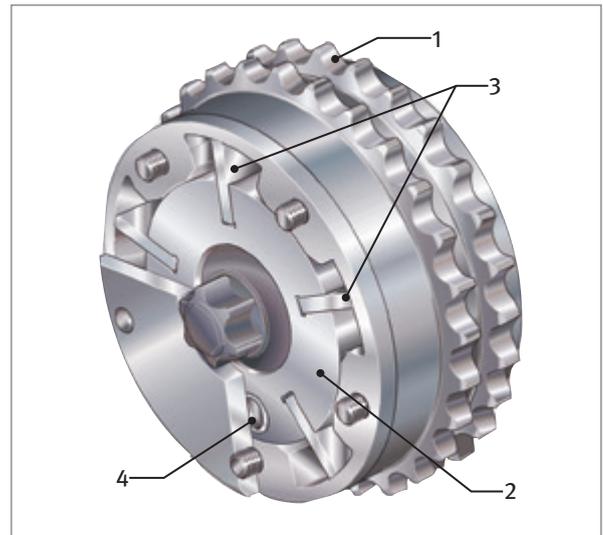


Fig. 54: Accionamientos primarios por cadena

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| 1 Estator (rueda motriz) | 3 "Paletas" |
| 2 Rotor (cubo de accionamiento) | 4 Elemento de bloqueo |

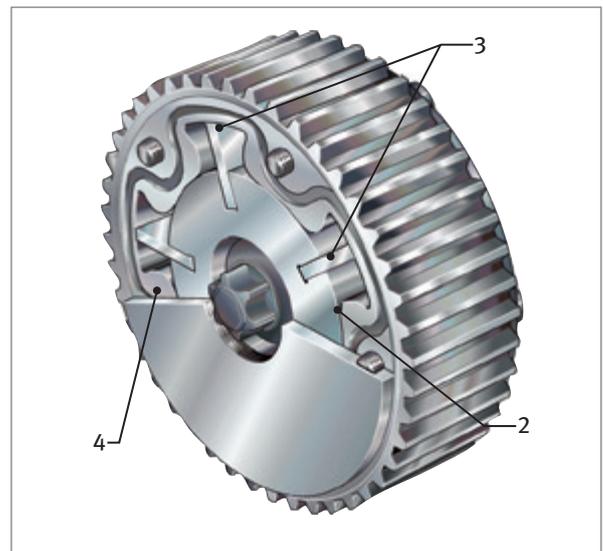


Fig. 55: Accionamientos primarios por correa



Fig. 56: Unidad de avance del rotor

Avance de admisión

Unidad de avance en posición básica

- La distribución de válvulas está situada, como se muestra en la imagen inferior, en la posición "retardada".
- El elemento de bloqueo está accionado.
- Al mismo tiempo, la presión del aceite en la cámara de aceite carga las "paletas" en un lado y las mantiene en el tope.
- La válvula de control no está activada.

Unidad de avance en funcionamiento controlado

- La válvula de control está alimentada.
- El aceite se dirige hacia la segunda cámara (5).
- El aceite desbloquea el elemento de bloqueo en dicha cámara y gira el rotor.
- Esta acción cambia el árbol de levas a la posición "avanzada".

Avance de escape

Unidad de avance en posición básica

- La distribución de válvulas normalmente está en la posición "avanzada". Por lo tanto, exactamente en la posición contraria a la que se muestra más abajo.
- El elemento de bloqueo está accionado.
- La válvula de control no está activada.

Unidad de avance en funcionamiento controlado

- La válvula de control está alimentada.
- El aceite se dirige hacia la segunda cámara.
- El aceite desbloquea el elemento de bloqueo en dicha cámara y gira el rotor.
- Esta acción cambia el árbol de levas a la posición "retardada".
- El arrastre de fricción en el árbol de levas tiene un efecto de frenada en la dirección "retardada".
- El muelle en espiral tiene un mayor par que el par de fricción del árbol de levas.
- El muelle en espiral está suspendido en la cubierta y conectado al rotor en el centro mediante una placa de montaje.

Para sostenerlo en una posición intermedia, la válvula de control se coloca en la posición de control en los lados de admisión y escape. Por lo tanto, todas las cámaras de aceite están completamente cerradas. Solo se equilibran las fugas de aceite que pueden ocurrir potencialmente.

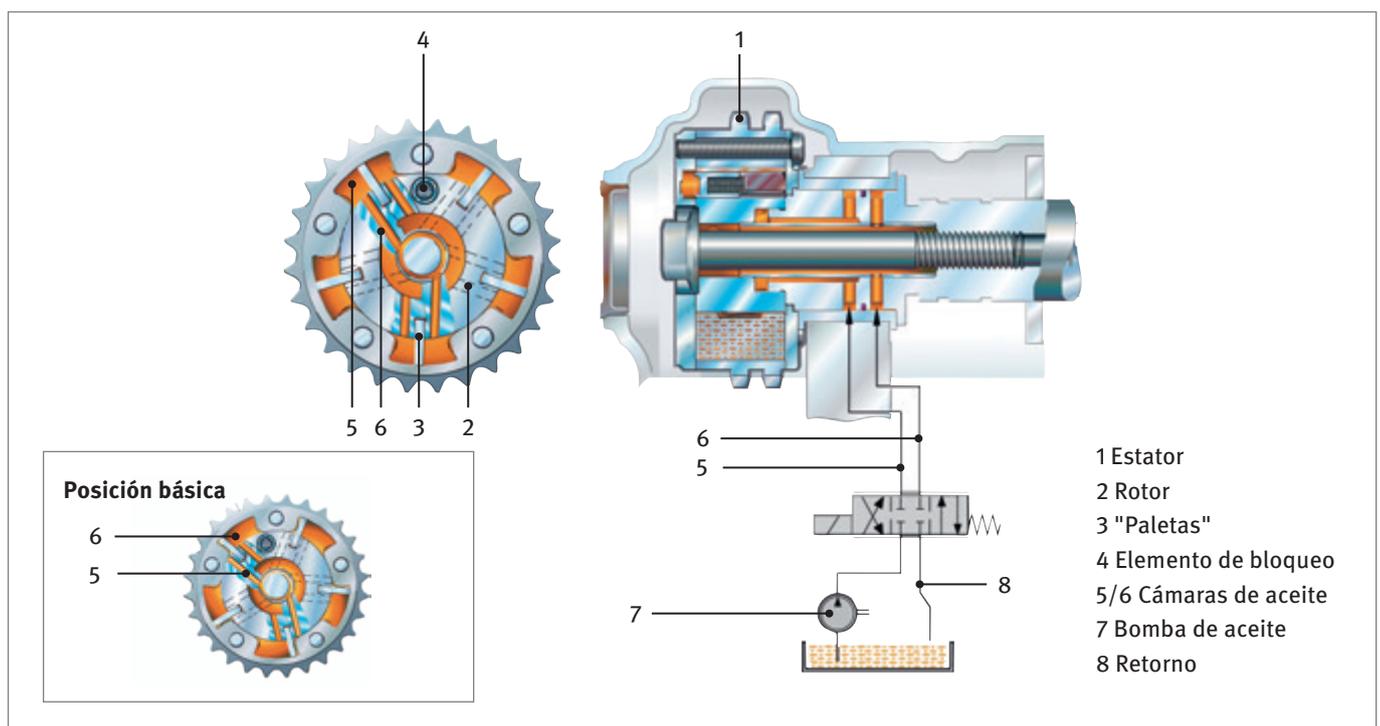


Fig. 57: Avance del árbol de levas en la posición de control

5.5 Válvula de control

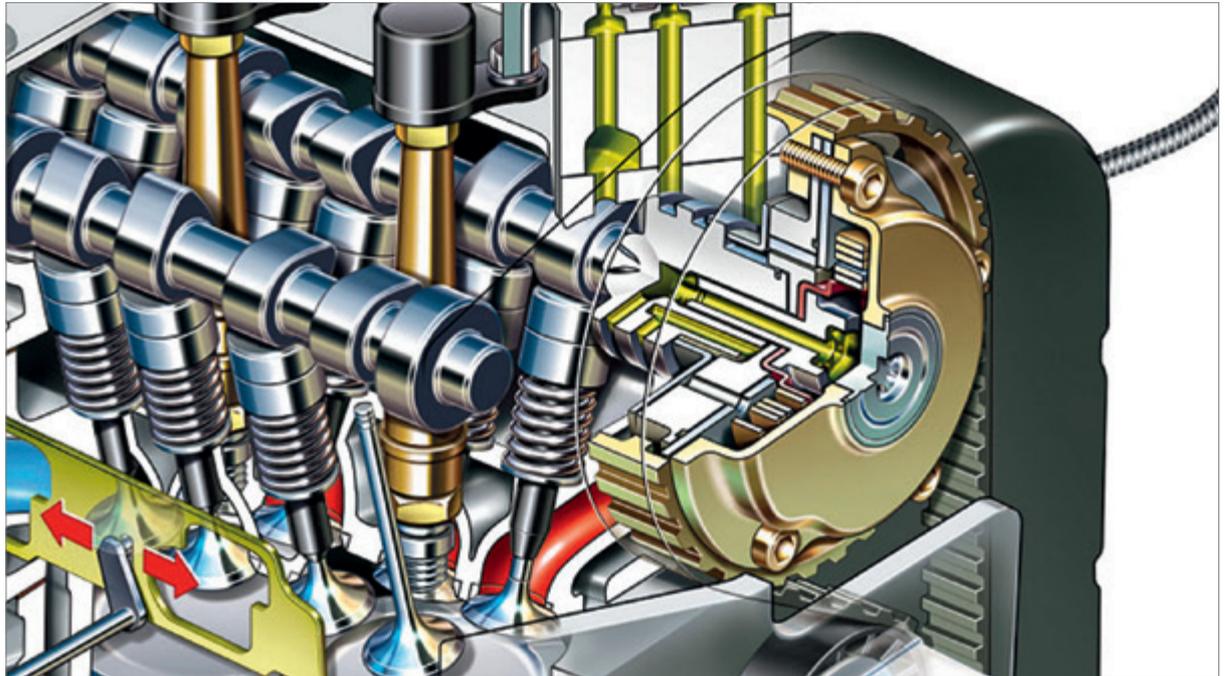


Fig. 58: Sección del accionamiento de válvulas

Diseño como válvula insertada

La válvula insertada puede integrarse directamente en la culata o fijarse usando una carcasa intermedia. A pesar de su construcción compacta, tiene una estructura modular y permite modificaciones para adaptarse a la respectiva aplicación. Está conectada a la unidad de control del motor eléctricamente.

La válvula insertada está diseñada como una válvula proporcional con cuatro conexiones.

Diseño como válvula central

La válvula central está atornillada al árbol de levas. El imán central separado está posicionado coaxialmente enfrente de la válvula central. Las cortas distancias del flujo de aceite entre la válvula central y la unidad de avance del árbol de levas garantizan bajas pérdidas de presión del aceite y altas velocidades de ajuste.

La válvula central está diseñada como una válvula proporcional con cinco conexiones.

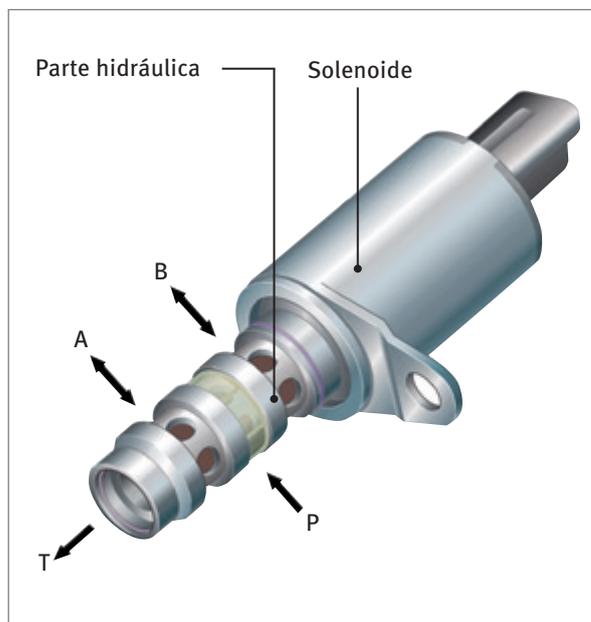


Fig. 59: Insert valve

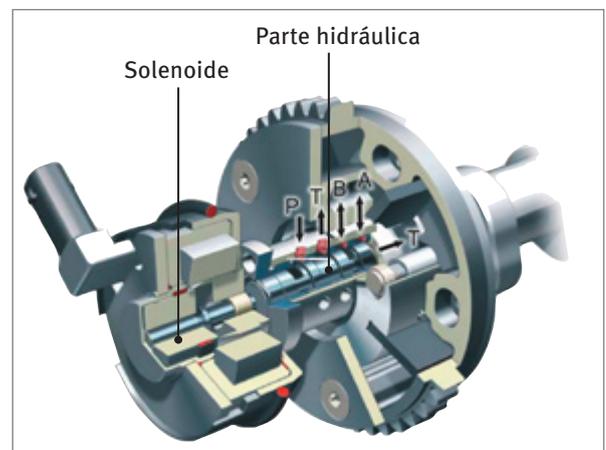


Fig. 60: Válvula central

Conexiones de las válvulas de control:

- Bomba de aceite "P"
- 2x retorno "T"
- Cámara de trabajo "A" de la unidad de avance del árbol de levas
- Cámara de trabajo "B" de la unidad de avance del árbol de levas

Funcionamiento de la válvula de control

Cuando se aplica corriente al solenoide, este dirige la corredera de control interno contra la fuerza elástica en la sección hidráulica de la válvula, cambiando así la presión de aceite entre las cámaras de trabajo A y B. La cámara de trabajo que se desacopla de la presión de aceite está conectada al retorno. Para fijar una posición de distribución, la válvula se sostiene en la "posición central", donde se desacopla casi en su totalidad de todas las conexiones.

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

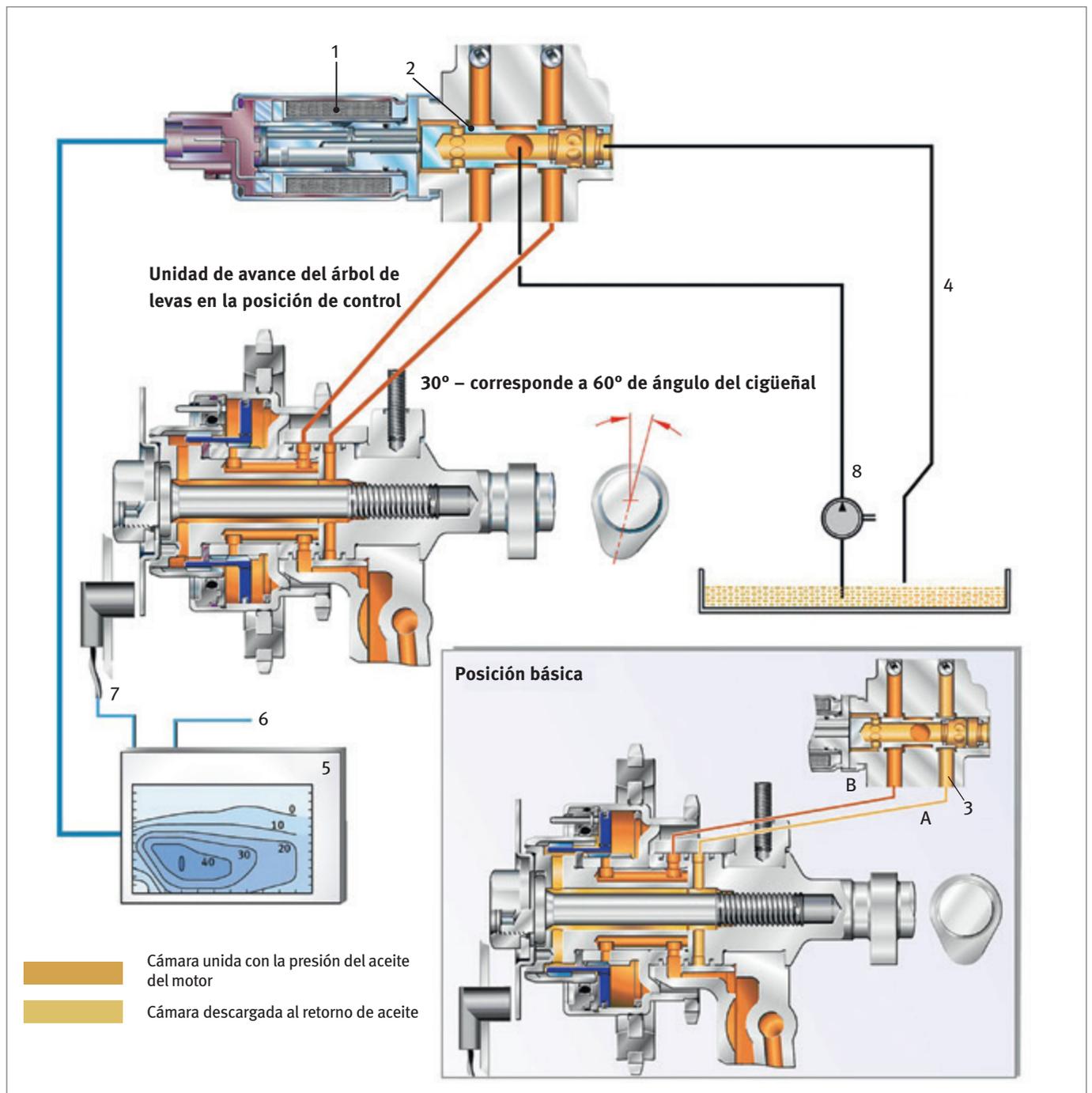


Fig. 61: Representación del sistema de la válvula de control

Recomendaciones para cambiar unidades de avance del árbol de levas

"Timing pin"

Algunas unidades de avance del árbol de levas tienen un "timing pin". Para una correcta instalación, el pin siempre debe alinearse con el orificio correspondiente en el árbol de levas. Si esto no es así, la función no está disponible y la correa o la cadena no se guía correctamente.

Anillo retén radial

Al cambiar la unidad de avance del árbol de levas en el accionamiento por correa, se recomienda cambiar también el anillo retén radial, que sella el punto de conexión entre el árbol de levas y la culata.



Fig. 62: Timing-Pin

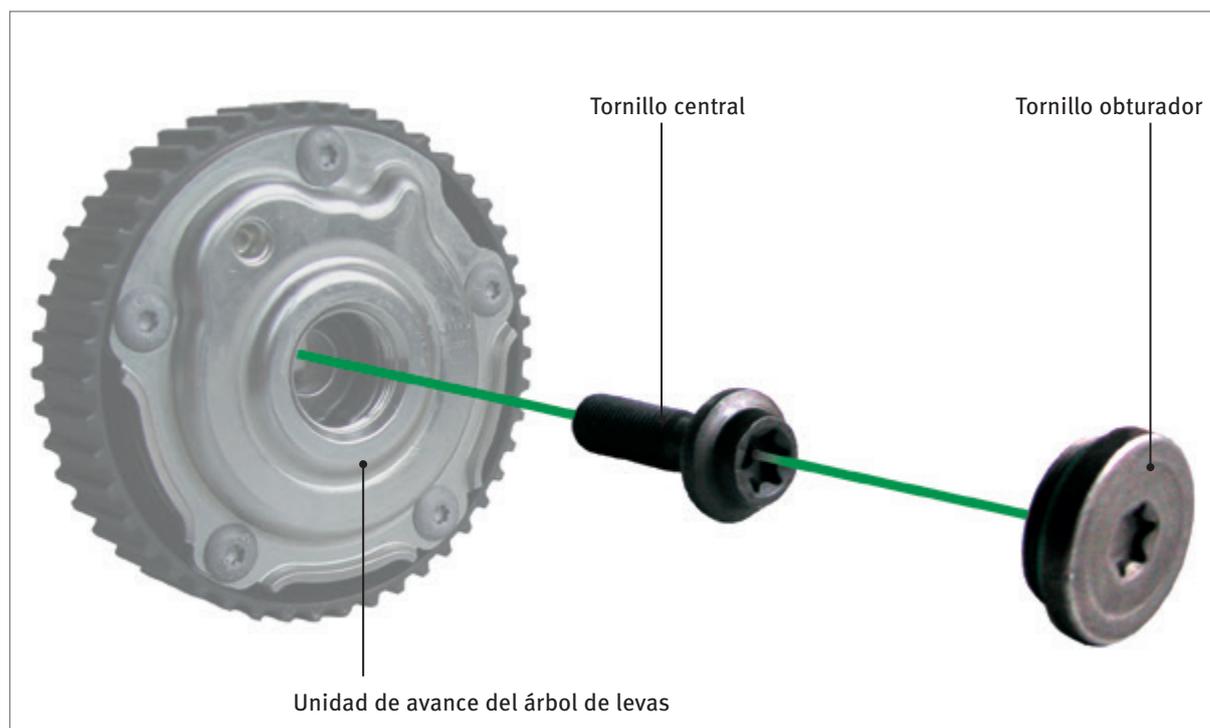


Fig. 63: Unidad de avance del árbol de levas, tornillo central, tornillo obturador

Tornillo central

Si el tornillo central de la unidad de avance del árbol de levas se afloja, siempre debería sustituirse. El tornillo se deforma plásticamente por el par de apriete obligatorio especificado por el fabricante de vehículos. Por lo tanto, no se recomienda reutilizar dicho tornillo.

Tornillo obturador

Se recomienda también sustituir siempre el tornillo obturador, ya que el anillo obturador puede resultar dañado si se afloja.

5.6 UniAir

Con el sistema UniAir, no solo puede cambiarse la carrera y el tiempo de apertura y cierre de las válvulas, sino también la duración de la apertura y el número de aperturas. Por lo tanto, el sistema UniAir permite a las válvulas de admisión abrirse y cerrarse múltiples veces durante una fase de admisión, dependiendo del estado de carga y la solicitud del conductor, para cada cilindro individual de forma independiente. Esto permite un ajuste más preciso entre la energía requerida, la energía usada y por lo tanto una mayor eficiencia energética; convierte a UniAir en el primer sistema de control variable de válvulas totalmente variable de forma continua.

Para motores de gasolina convencionales controlados por una válvula de mariposa, hasta un 10% de la cantidad de combustible utilizado se destruye en forma de energía cuando se mide la cantidad de aire correcta para introducir el aire contra la resistencia de la mariposa en el cilindro.

Sin embargo, si se utiliza un accionamiento de válvulas totalmente variable, la mariposa puede abrirse por completo o incluso omitirse, y la cantidad de aire puede introducirse en la cámara de combustión sin obstáculos durante la fase de admisión.

Gracias a UniAir, la cantidad de aire correcta para cada estado operativo se regula directamente en los canales de admisión del respectivo cilindro controlando la distribución o la forma de la apertura de la válvula. Este es un factor decisivo a la hora de implementar la reducción de emisiones de CO₂.

Otros beneficios de la distribución de válvulas UniAir son un menor consumo de combustible, un aumento de la potencia nominal y el par, así como características de respuesta del motor más rápidas.

Nota:

En el folleto "Sistema UniAir" de INA puede encontrarse más información sobre UniAir.

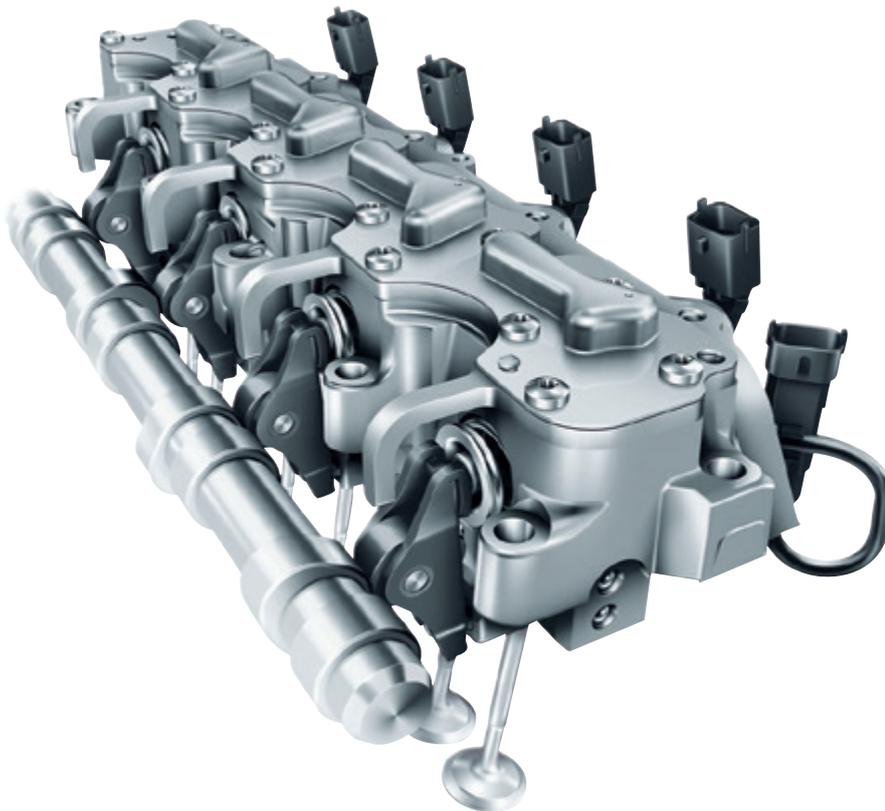


Fig. 64: UniAir

6 Instrucciones generales para el taller

Sustituya siempre los elementos como un conjunto

Si uno o más elementos hidráulicos de regulación del juego de válvulas resultan dañados, debe sustituirse todo el conjunto de componentes. Si solo se sustituyen elementos individuales, no se garantiza una carrera uniforme de la válvula debido a las distintas cantidades de fugas de aceite que se producen. Esto puede causar errores en el cierre de las válvulas, que a menudo provocan que el asiento de la válvula se quemé. Por lo tanto, sustituir conjuntos enteros evita reparaciones múltiples y mayores costes para el cliente.

Nuevo taqué, nuevo árbol de levas

Al sustituir taqués, el árbol de levas también debe sustituirse siempre y viceversa. Debido al patrón de desgaste en la base del taqué y la trayectoria de la leva, una combinación de componentes nuevos y desgastados dará como resultado una corta vida útil.

Nuevo balancín con elemento insertado

Los balancines con un elemento insertado no deben desmontarse (tamaño ajustado)

Los orificios de alimentación de aceite o los canales de retorno del aceite del elemento insertado hidráulico pueden bloquearse por depósitos. Esto significa que el suministro de aceite ya no se garantiza y el balancín debe sustituirse junto con el elemento insertado.

Importante:

La diferencia entre los distintos elementos insertados hidráulicos reside principalmente en el tiempo de descenso. Si se instala un elemento insertado incorrecto con un balancín, pueden producirse graves daños en el motor.

Llenado de elementos hidráulicos

Los elementos de ajuste hidráulicos de INA siempre vienen rellenos con la cantidad prescrita de aceite de fábrica. Por lo tanto, siempre deberían transportarse y almacenarse en la posición de transporte (ver la flecha en el embalaje) para que el aceite no se escape. Después de instalar los elementos de ajuste hidráulicos, debe dejarse transcurrir el tiempo de descenso, que oscila entre dos y diez minutos a temperatura ambiente. Solo entonces el árbol de levas puede girar y el motor ponerse en marcha.

Aceite del motor

En principio, siempre debe emplearse el aceite del motor aprobado por el fabricante del vehículo.

Una condición importante para que el accionamiento de válvulas funcione con precisión también es que se respeten los intervalos de mantenimiento para el aceite del motor prescritos por el fabricante del vehículo. Durante estos ciclos de conducción, el rendimiento y la calidad del aceite del motor disminuyen.

En general, es extremadamente importante garantizar la limpieza cuando se trabaja en el accionamiento de válvulas. Las partículas de suciedad pueden perjudicar el funcionamiento de los componentes individuales o incluso destruirlos.

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

En ciertas circunstancias, pueden producirse ruidos del accionamiento de válvulas después de instalar elementos hidráulicos de regulación. Un purgado rápido de los elementos hidráulicos está garantizado si se observan las siguientes recomendaciones:

- Deje funcionar el motor durante aprox. cuatro minutos a una velocidad de entre 2000 rpm y 3000 rpm.
- A continuación deje el motor en ralentí durante aprox. 30 segundos.
- Si seguidamente no se oyen ruidos procedentes del accionamiento de válvulas, el elemento hidráulico se ha purgado con éxito. Si todavía son perceptibles ruidos del accionamiento de válvulas, deben repetirse los dos primeros pasos.

En el 90% de los casos, los ruidos del accionamiento de válvulas se eliminan después del primer ciclo de purgado de aire. En algunos casos individuales, puede ser necesario repetir el ciclo de purgado anterior cinco o seis veces. Si todavía pueden oírse ruidos procedentes del accionamiento de válvulas después del quinto ciclo de purgado, se recomienda sustituir los elementos relevantes y llevar a cabo más investigaciones.

7 Diagnóstico de averías y evaluación de daños

7.1. Evaluación de daños general

En componentes de unión metálicos bajo condiciones de fricción mixta, tienen lugar procesos de desgaste abrasivos y adhesivos. Ambos mecanismos de desgaste, así como el desgaste por fatiga, que provoca formación de picaduras en la superficie, a menudo causan una avería total de los puntos de contacto deslizantes. El desgaste también puede ser el resultado de distintas formas de corrosión.

- En general, la abrasión supone aplanamiento o raspado.
- La adhesión puede ocurrir cuando el cuerpo principal y el contracuerpo están en contacto directo.
- En general, las picaduras significan rotura del material.

Hay muchos parámetros que influyen sobre el desgaste:

- Material (combinación de materiales, tratamiento térmico, revestimiento)
- Geometría de contacto (macro/microgeometría, precisión de conformado, aspereza, relación de contacto)
- Carga (fuerzas, pares, presión hertziana)
- Configuración cinemática (velocidad relativa, velocidad hidrodinámica, presión de unidad)
- Lubricación (viscosidad, cantidad, aditivos, contaminación, envejecimiento)

Ruidos durante la fase de calentamiento

Normalmente, los ruidos durante la fase de calentamiento no son motivo de reclamación. Cuando el motor está apagado, algunas válvulas pueden encontrarse en posición abierta y solicitar el elemento hidráulico de regulación del juego mediante los muelles 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 traqueteo.

Ruidos cuando el motor está caliente

Con frecuencia, los ruidos con el motor caliente se deben a un suministro de aceite insuficiente. Los motivos pueden ser:

- El pistón hidráulico se atasca por el aceite contaminado
- 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 como consecuencia de fugas en los conductos de aceite o desgaste de los rodamientos

Ruidos por "inflado"

Las causas de este error pueden ser:

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

Causa:

Las superficies de contacto del accionamiento de válvulas que discurren juntas se separan, lo cual provoca una carrera desproporcionada del pistón. Por lo tanto, no puede desplazarse suficiente aceite en este corto periodo de tiempo mientras se carga el elemento hidráulico.

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 regulación reaccionan de forma muy sensible a la contaminación del aceite del motor. Además del mayor desgaste de las piezas móviles, las partículas de suciedad en el sistema de ajuste hidráulico del juego de válvulas también provocan ruidos de golpeteo.

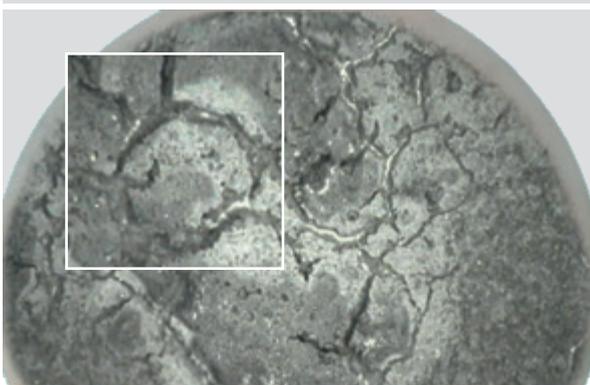
7.2 Suciedad residual

RESTOS DE ALUMINIO DESPUÉS DE MECANIZAR LA CULATA (P. EJ. RECTIFICAR LA SUPERFICIE)



A menudo, al examinar piezas defectuosas devueltas se descubren grandes cantidades de partículas de suciedad residual. Estas partículas de suciedad residual, como partículas de aluminio, se forman al mecanizar la culata.

ESTOS DE COMBUSTIÓN DE UN MOTOR DIÉSEL



En el aceite del motor a menudo también se encuentran fibras de trapos y paños de limpieza, así como restos de combustión de motores diésel.

7.3 Diagnóstico de averías de los componentes del accionamiento de válvulas

Importante

Los componentes hidráulicos supuestamente defectuosos deberán examinarse de acuerdo con las instrucciones relevantes proporcionadas por el fabricante. La metodología detallada aquí en general puede utilizarse en todos los tipos de componentes.

Inspección visual

Siempre deberían sustituirse los componentes hidráulicos que presenten daños externos en forma de surcos, raspaduras o marcas de corrosión. También debe examinarse la superficie de asiento del accionamiento de válvulas.

En los taqués hidráulicos, deberá prestarse una atención especial a examinar la corona del taqué. Esta superficie de contacto es el punto del motor sometido a la mayor presión.

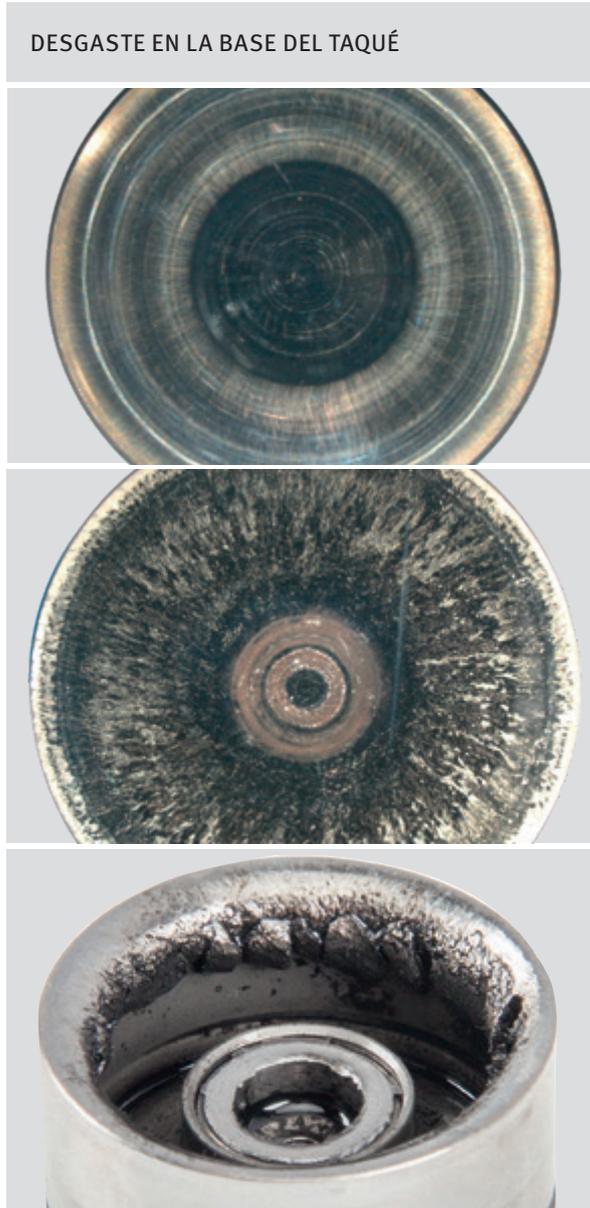
Inspección manual

Un medio sencillo pero eficaz de comprobar manualmente un elemento hidráulico de regulación del juego de válvulas en condiciones de taller es comprobar las características de compresión del componente.

Un elemento lleno debería ser difícil de comprimir al aplicar presión con la mano. Sin embargo, esta prueba debe realizarse con cuidado, ya que de lo contrario sale aceite a través de la abertura de escape de aceite.

Si el elemento lleno se comprime rápidamente sin aplicar una fuerza excesiva, el componente deberá cambiarse en todo momento. Una revisión más precisa del funcionamiento de los elementos hidráulicos sólo es posible utilizando complejos equipos de prueba y revisión. Revisar componentes utilizando equipos complejos permite determinar varios parámetros, como el valor de descenso; esta información solo puede obtenerse en las instalaciones del fabricante.

Evaluación de daños de un taqué



DESGASTE EN LA BASE DEL TAQUÉ

Desgaste normal

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

Medida

- No se requiere ninguna medida.

Mayor desgaste

- Fuertes marcas de desgaste en la base del taqué
- Este tipo de perfil operativo implica una fuerte abrasión del material a causa del desgaste en la base del taqué.

Medida

- Deberán sustituirse el taqué y el árbol de levas.

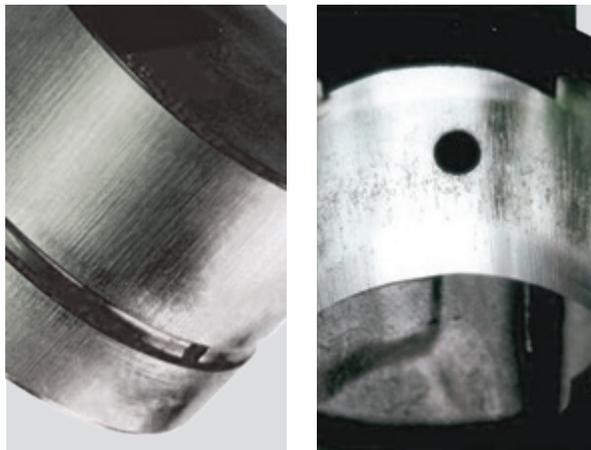
Fuerte desgaste

- Desgaste adhesivo-abrasivo que causa una avería total.

Medida

- Deberá sustituirse el taqué. También se requiere una minuciosa inspección de la posición del árbol de levas (desalineación del árbol de levas debida al desgaste de los rodamientos).

DESGASTE EN LA PALANCA OSCILANTE Y EL PIVOTE



Taqué

Orificio guía

Causa

- Proporción de suciedad residual en el aceite del motor demasiado elevada.

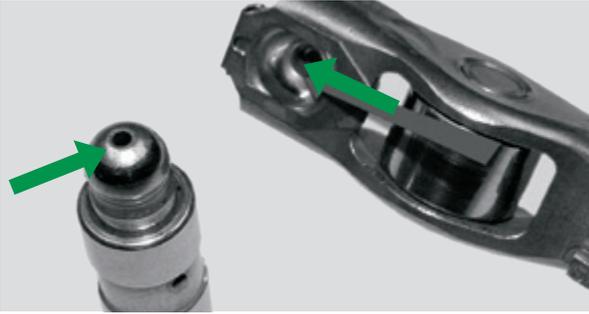
Consecuencia

- El taqué se atasca en el orificio de montaje.

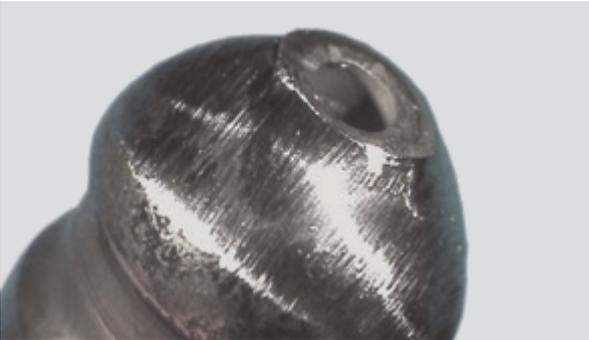
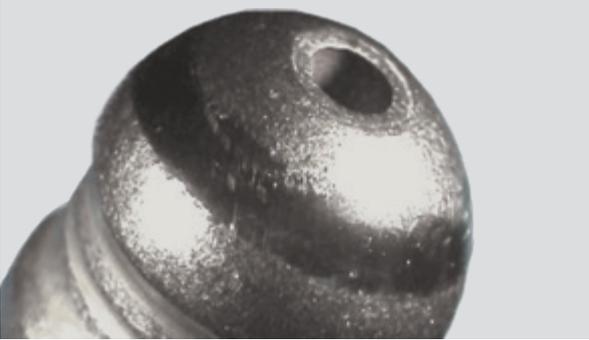
Medida

- Limpiar (enjuagar) el motor.
- Prestar atención a la limpieza al instalar el nuevo taqué.

Evaluación de daños para una palanca oscilante



DESGASTE EN LA PALANCA OSCILANTE Y EL PIVOTE



Nota:

Dirección de vista de las cuatro figuras siguientes.

Desgaste normal

- Marca de suavizado en la zona de contacto con el casquete esférico de la palanca oscilante. (fig. inferior)
- Marcas de desgaste normales durante la vida útil.
- Marca de suavizado en la zona de contacto con la cabeza esférica. (fig. superior)

Causa

- Falta de aceite, p. ej. debido a canales de aceite bloqueados.

Medida

- No se requiere ninguna medida, la zona del rodamiento se encuentra en buenas condiciones

Mayor desgaste

- Grado crítico de fuerte desgaste abrasivo en la cabeza esférica; el desgaste provocó una deformación de la cabeza esférica.

- Grado crítico de fuerte desgaste abrasivo en el casquete esférico; el desgaste provocó una deformación del casquete esférico.

Medida

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

Evaluación de daños para una palanca oscilante

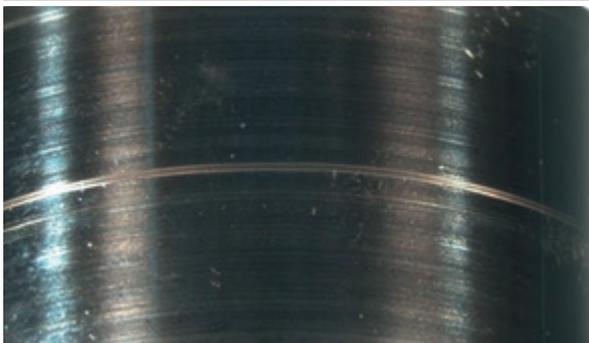


DESGASTE EN LA CARA DE CONTACTO DE LA VÁLVULA DE LA PALANCA OSCILANTE



Evaluación de daños para un rodillo de levas

DESGASTE EN EL ANILLO EXTERIOR DEL RODILLO DE LEVAS



Nota:

Dirección de vista de las cuatro figuras siguientes

Desgaste normal

- Ligeras marcas de suavizado en la cara de contacto de la válvula por el movimiento relativo entre la palanca oscilante y la válvula.
- Marcas de desgaste normales durante la vida útil.

Medida

- No se requiere ninguna medida, la zona del rodamiento se encuentra en buenas condiciones

Fuerte desgaste

- Fuerte desgaste abrasivo de la cara de contacto de la válvula.
- Los bordes claramente visibles en 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 sustituirse el pivote hidráulico y la respectiva palanca oscilante. Debe revisarse el eje de la válvula.

Desgaste normal

- El diámetro exterior del rodillo de levas no presenta ningún desgaste visible. Las marcas circulares son normales y son resultado de pequeñas partículas externas entre el rodillo de levas y la leva.
- Marcas de desgaste normales durante la vida útil.

Medida

- No se requiere ninguna medida, la zona del rodamiento se encuentra en buenas condiciones

Fuerte desgaste

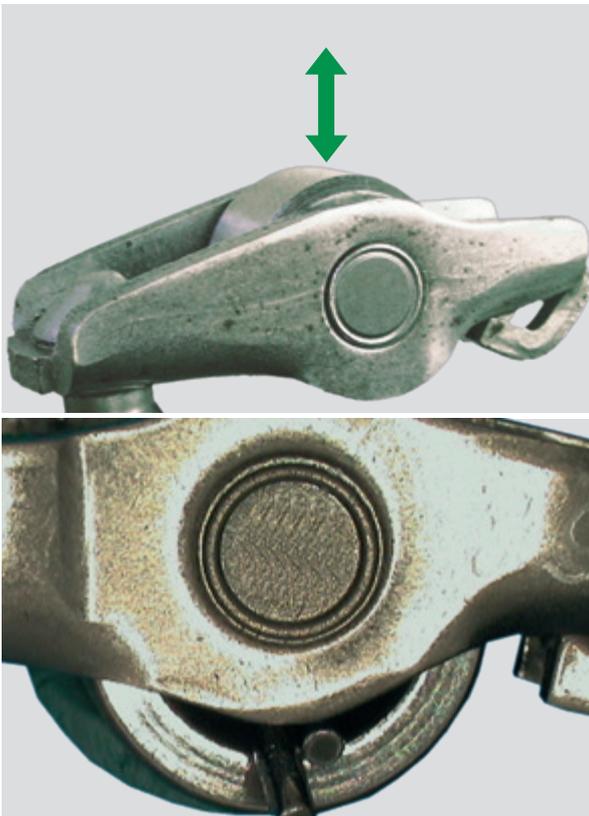
- El diámetro exterior del rodillo de levas presenta una geometría considerablemente cambiada.

Medida

- Debe sustituirse el pivote hidráulico y la respectiva palanca oscilante.
- Debe revisarse la respectiva posición del árbol de levas para detectar una desalineación a causa del desgaste de los rodamientos.

Evaluación de daños para una palanca oscilante de rodillos

DESGASTE EN EL PERNO DE RODILLO DE LA PALANCA OSCILANTE



Revisión del juego radial del rodillo de levas.

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

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

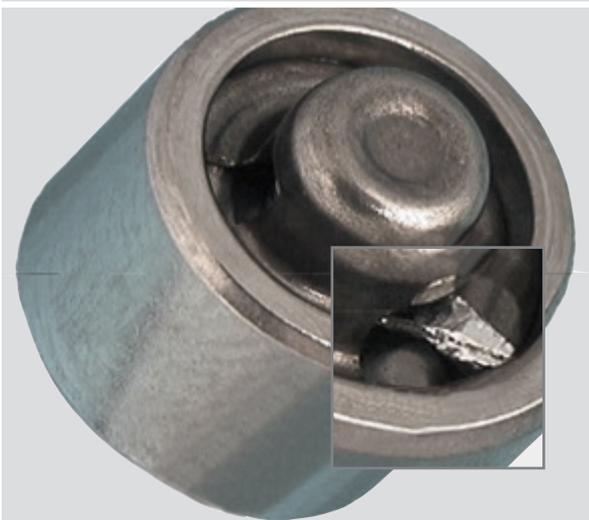
Fuerte desgaste

- Las agujas del rodillo de levas ya no están fijas y pueden causar una avería total de la palanca oscilante de rodillos.

Medida

- Deben sustituirse el pivote hidráulico y la respectiva palanca oscilante de rodillos.

VÁLVULA DE NO RETORNO DEL PIVOTE



Causa

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

Consecuencia

- La válvula de no 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 daños para el avance del árbol de levas

RUIDOS DE GOLPETEO EN LA ZONA DE LA UNIDAD DE AVANCE



Ruidos en los primeros 1-3 segundos después de poner en marcha el motor

Causa

- El juego de bloqueo es demasiado grande.

Medida

- Deberá sustituirse la unidad de avance.

Ruidos en distintos rangos de velocidad

Causa

- Juego del rodamiento demasiado grande debido al desgaste.

Medida

- Deberá sustituirse la unidad de avance.

Válvula de control para el avance 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.
- Conexión de enchufe con la válvula de control mala o corroída.

Medida

- Deberá sustituirse la válvula de control.
- Deberá revisarse o repararse la conexión de enchufe.

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 deseado”).

Más información:

www.schaeffler-aftermarket.es