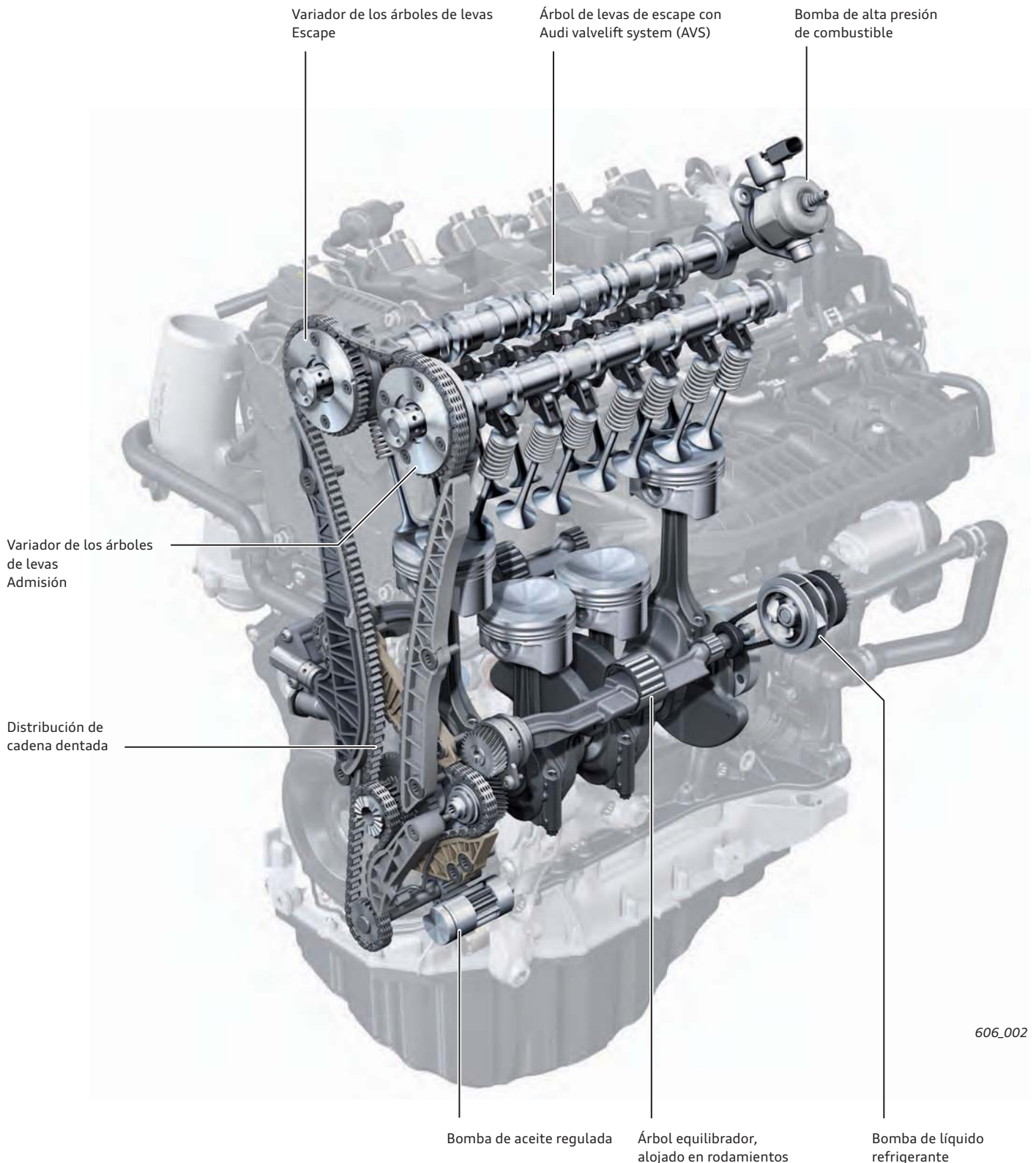


Distribución de cadena

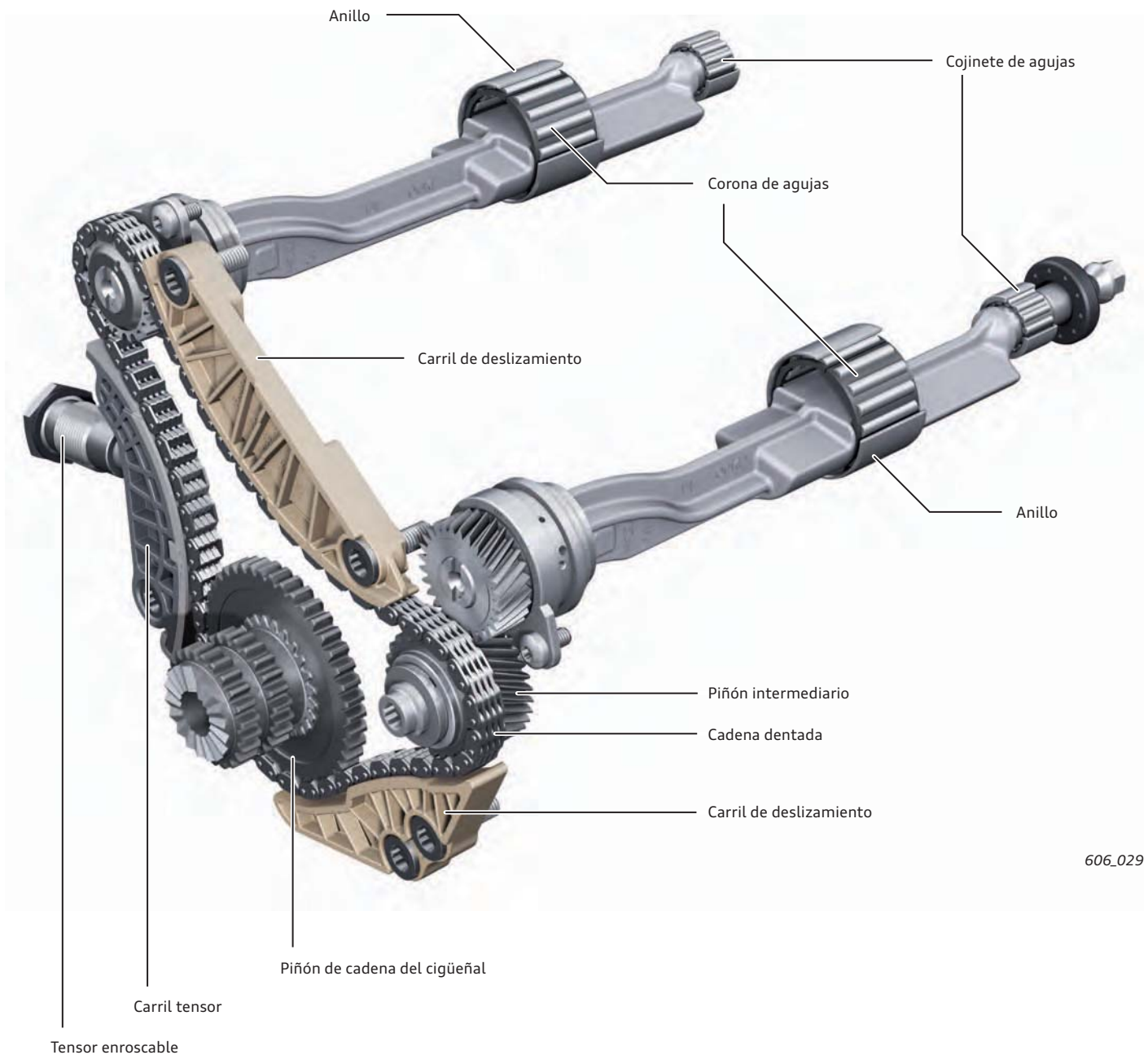
La estructura fundamental de la distribución de cadena ha sido adoptada en gran escala de la 2ª generación. Sin embargo, también aquí se la sometió a un decidido desarrollo ulterior. Debido a la reducción de las fricciones y a las menores necesidades de aceite se reduce también la potencia de accionamiento en el mando de cadena. Por ello se efectuó una adaptación aquí en la zona del tensor de la cadena. Se adaptó a la menor presión del aceite.

Aunque no se manifiesta a primera vista, sí hay algunos aspectos que han cambiado para el área de Posventa. Esto se refiere, por una parte, a las operaciones de montaje de la cadena y, por otra, a que aquí se aplica una serie de herramientas especiales nuevas. Después de haber trabajado sobre la distribución de cadena tiene que llevarse a cabo, además, una adaptación con el equipo de diagnosis de vehículos. Por motivos de diagnosis se registran y consideran aquí correspondientemente las tolerancias de los componentes que integran la distribución de cadena.



Árboles equilibradores

Los árboles equilibradores, aparte de reducirse su masa, se han modificado parcialmente para el alojamiento en rodamientos. De ahí resulta una clara minimización de la potencia de fricción. Esto repercute especialmente en menores temperaturas del aceite. También repercute positivamente esta medida sobre la robustez en el modo Start-Stop y en el modo híbrido.



606_029



Nota

En caso de avería está disponible a través de ETKA un kit de reparación compuesto por ambos árboles equilibradores con coronas de agujas. Los pequeños cojinetes de agujas no pueden ser sustituidos actualmente con los medios disponibles en el taller.

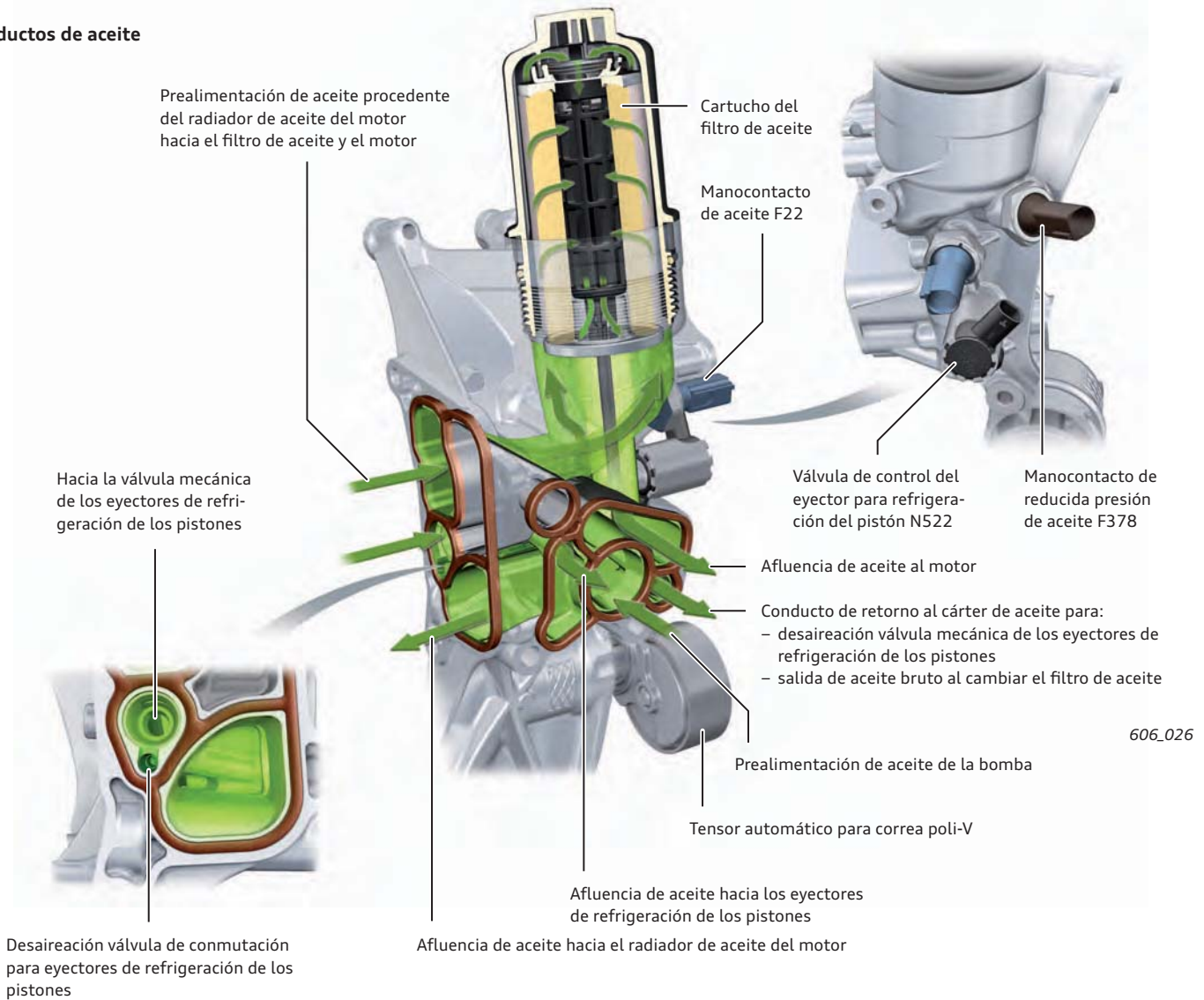
Soporte de grupos auxiliares

En el soporte de los grupos auxiliares del motor van integrados el soporte del filtro de aceite y el soporte del radiador de aceite. Incluye los conductos de aceite y conductos de líquido refrigerante hacia el radiador de aceite. Asimismo lleva los manocontactos de aceite, la válvula de conmutación eléctrica para los eyectores de refrigeración de los pistones y el tensor de la correa poli-V.

El cartucho del filtro de aceite se encuentra accesible por arriba para facilitar las intervenciones de Servicio. Para evitar que se derrame aceite al cambiar el filtro, en el momento en que se suelta éste abre un perno de cierre, permitiendo que el aceite vuelva al cárter.

Arquitectura tomando como ejemplo el motor TFSI de 1,8 l en montaje transversal

Conductos de aceite



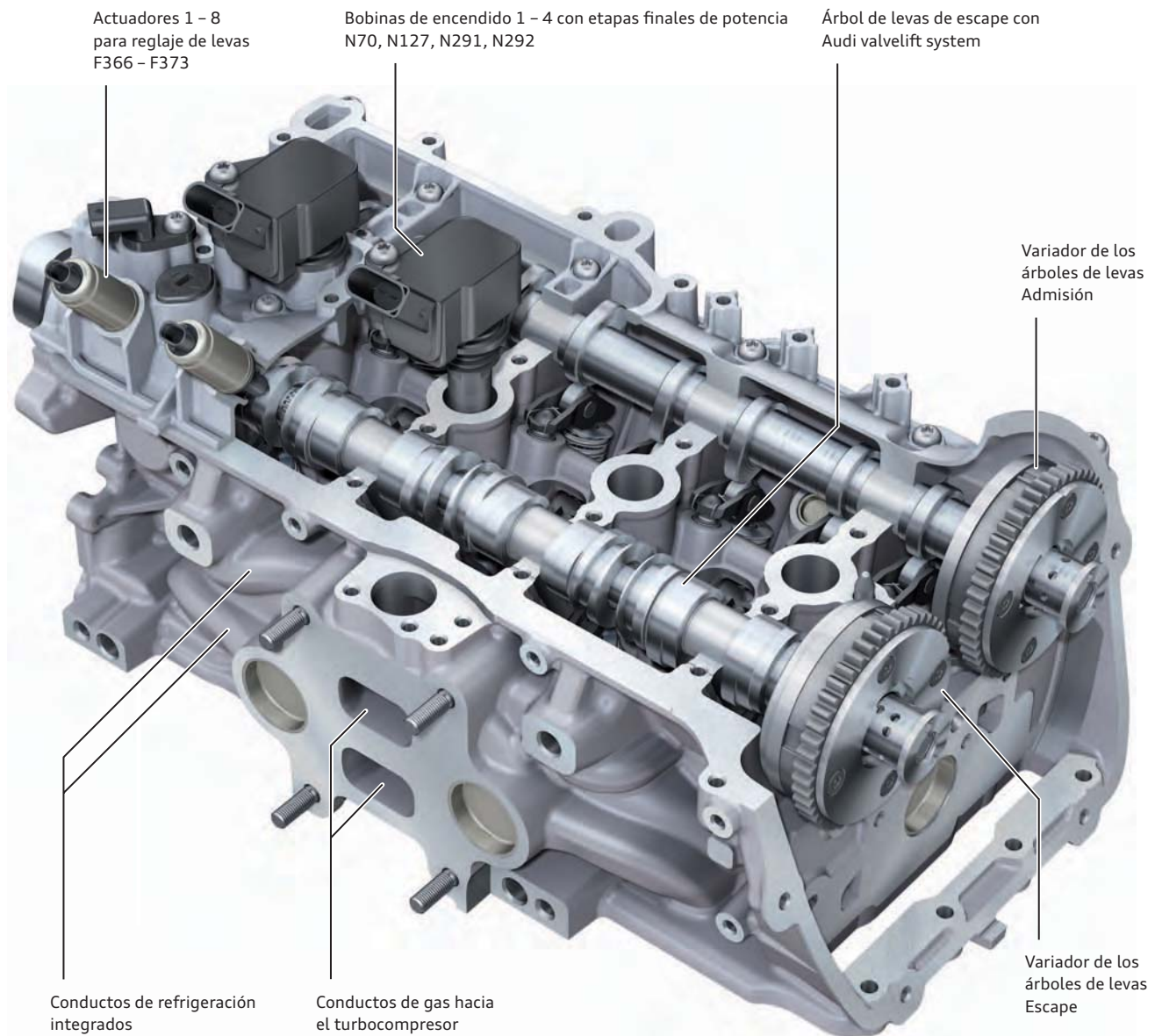
Conductos de líquido refrigerante

En el soporte de grupos auxiliares también va integrada la prealimentación de líquido refrigerante para el radiador de aceite.



Culata

El nuevo componente, quizá más llamativo del motor es la culata. Ha sido sometida a un desarrollo completamente nuevo. Por primera vez en los motores turboalimentados de inyección directa se aplica una refrigeración de los gases de escape integrada en la culata, así como una conducción de gases de escape (IAGK).



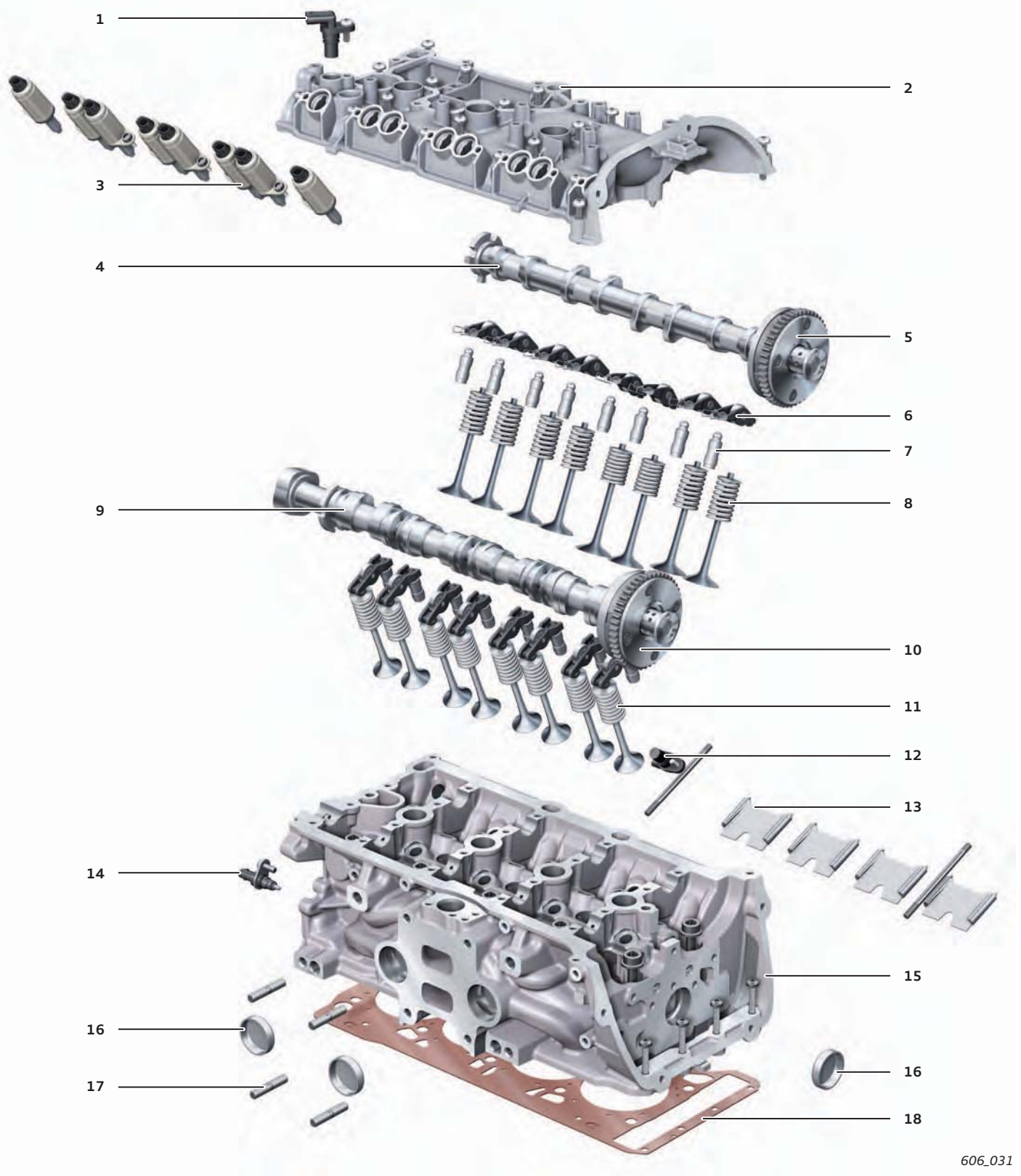
606_006



Remisión

Hallará más información sobre el funcionamiento del reglaje de los árboles de levas en el Programa autodidáctico 255 "Los motores 2,0 l R4 y 3,0 l V6".

Estructura



606_031

Legenda:

- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Sensor Hall 3 G300 | 10 | Variador del árbol de levas de escape |
| 2 | Tapa de la culata | 11 | Válvula de escape |
| 3 | Actuadores 1 - 8 para reglaje de levas F366 - F373 | 12 | Sensor Hall G40 |
| 4 | Árbol de levas de admisión | 13 | Chapas divisorias de los conductos |
| 5 | Variador del árbol de levas de admisión | 14 | Sensor de temperatura del líquido refrigerante G62 |
| 6 | Balancín flotante de rodillo | 15 | Culata |
| 7 | Elemento de apoyo | 16 | Tapón protector anticongelación |
| 8 | Válvula de admisión | 17 | Espárrago del colector de escape integrado |
| 9 | Árbol de levas de escape | 18 | Junta de la culata |

Sellado

Para la fijación de la tapa de la culata se utilizan tornillos de acero. La estanqueidad de la tapa de la culata se establece con un sellante líquido.

El sellado entre el bloque y la culata se realiza por medio de una junta de culata de tres capas de metal.

Por el lado de la distribución se realiza el sellado mediante una tapa de plástico para la caja de la cadena de distribución. Lleva integrada ahora también la tapa de la boca de llenado de aceite.

Audi valvelift system (AVS)

El Audi valvelift system ha sido desarrollado para optimizar el intercambio de gases. Este sistema tuvo su primera implantación en el motor FSI de 2,8 l V6 del Audi A6 2005 a finales del año 2006.

Para mejorar las características de la entrega de par se ha adoptado el probado Audi valvelift system AVS (conmutación de doble fase para la alzada de las válvulas) del motor TFSI de 2,0 l de 2ª generación (motor predecesor) (SSP 436).

Variador de los árboles de levas

Otra novedad importante es la implantación de un variador en el árbol de levas de escape. Con ello se obtienen grados de libertad máximos en la gestión del intercambio de gases. Con el sistema AVS y el reglaje del árbol de levas de escape pueden adaptarse las diferentes necesidades del intercambio de gases a las gamas de plena carga y carga parcial.

El resultado consiste en una generación más rápida de la entrega de par. El par intenso de hasta 320 Nm, disponible sobre una extensa gama de regímenes, permite adaptar de un modo diferente la relación de transmisión del cambio ("downspeeding"). Esto reduce el consumo de combustible.

Otras modificaciones:

- ▶ Rosca de bujía larga
- ▶ Nuevas bujías de vástago
- ▶ Árboles de levas optimizados en peso
- ▶ Balancines flotantes de rodillo optimizados (reducción de las fricciones)
- ▶ Menores fuerzas de muelles en el mando de las válvulas
- ▶ Nueva tapa de llenado del aceite, posicionada en la caja superior de la cadena
- ▶ Sensor de temperatura del líquido refrigerante G62 posicionado en la culata (ITM)
- ▶ Bomba de alta presión en una nueva posición
- ▶ Separador de aceite nebulizado en versión mejorada
- ▶ La carcasa de la turbina en el turbocompresor va atornillada directamente a la culata
- ▶ Optimización de los conductos de admisión
- ▶ Versión más desarrollada de los componentes de inyección, incluyendo el desacoplamiento acústico



Remisión

Hallará más información sobre el Audi valvelift system en el Programa autodidáctico 411 "Motores Audi FSI de 2,8 l y 3,2 l con Audi valvelift system".



Nota

También en el área de la culata hay algunas modificaciones relacionadas con los trabajos de montaje. Así p. ej., para el desmontaje de la culata tiene que desmontarse previamente la tapa de la culata. Para la forma de proceder exacta hay que consultar el Manual de Reparaciones que corresponde.

Colector de escape integrado (IAGK)

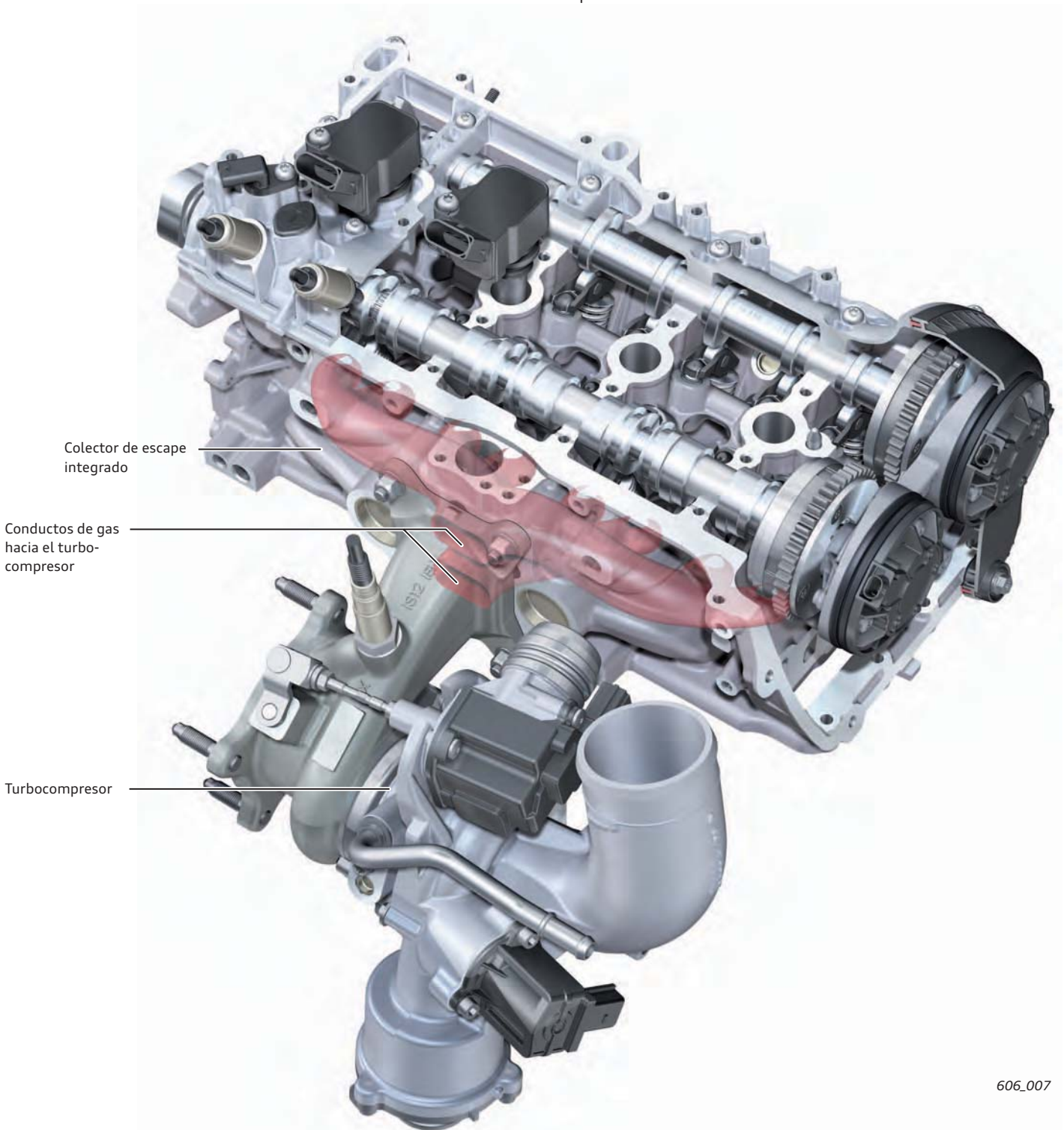
Una novedad esencial es el colector de escape en versión refrigerada con separación por el orden de encendido, que se integra ahora directamente en la culata. Con la implantación del colector de escape integrado, en comparación con un colector convencional, se reduce de forma importante la temperatura de los gases de escape ante la turbina. Aparte de ello se aplica un turbocompresor más resistente a altas temperaturas.

Con esta combinación puede renuncirse en gran escala, sobre todo a regímenes superiores, al enriquecimiento de plena carga para la protección de la turbina. Así p. ej., en el modo de circulación normal puede reducirse claramente el consumo de combustible, incluso al conducir de forma deportiva. El colector de escape integrado respalda también el caldeo rápido del líquido refrigerante y constituye así una esencial parte integrante de la gestión térmica.

Conductos de gases de escape

Los conductos de escape están dispuestos de modo que el caudal de los gases del cilindro en fase de escape no ejerza ninguna influencia adversa sobre el ciclo de barrido de otro cilindro.

La energía completa del flujo está disponible así para el accionamiento de la turbina del turbocompresor. Los conductos de gases de escape de los cilindros 1 y 4, así como los de los cilindros 2 y 3 confluyen respectivamente en el punto de transición hacia el turbocompresor.

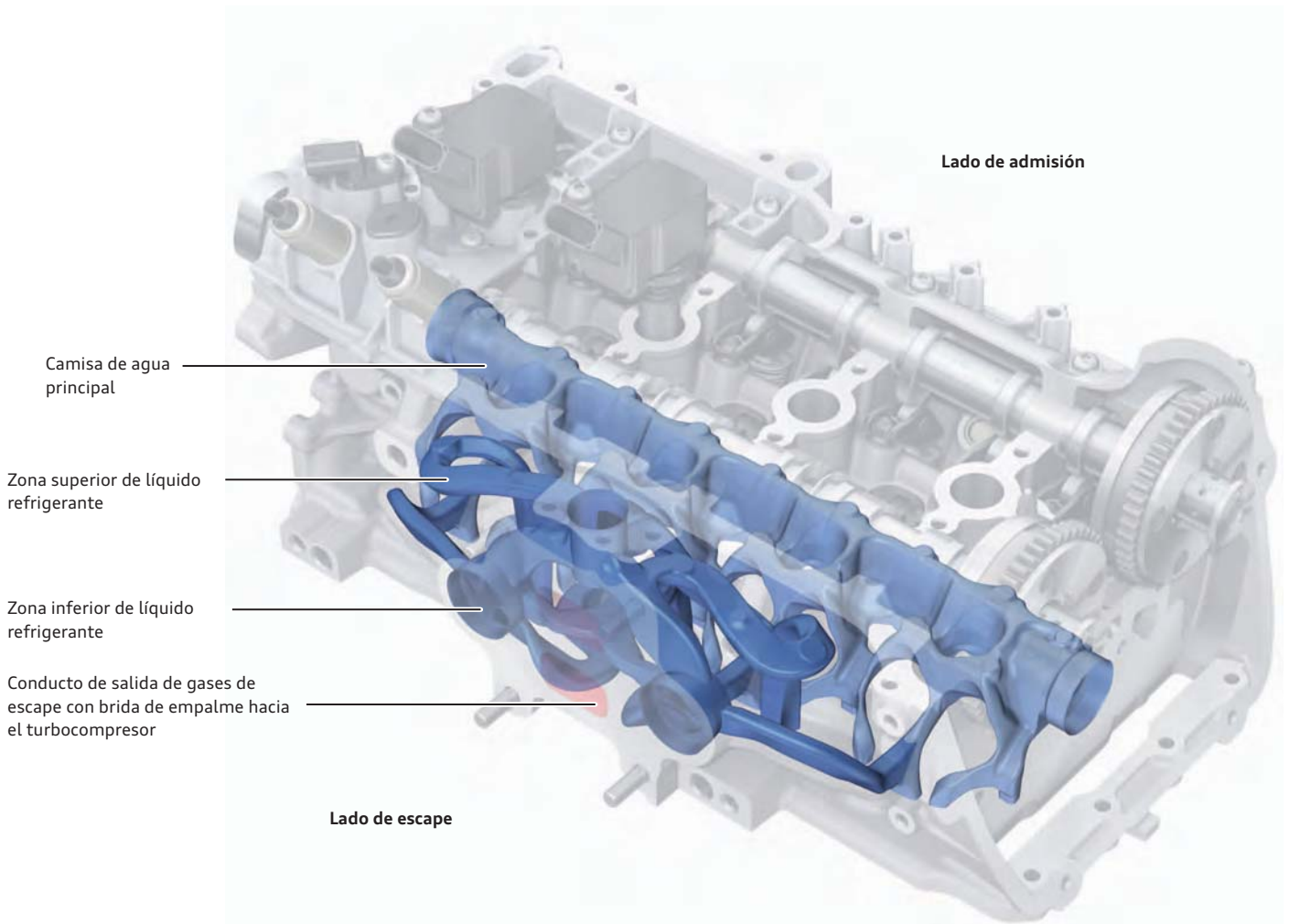


Refrigeración del colector de escape integrado

El colector de escape integrado respalda el caldeo rápido del líquido refrigerante y constituye así una esencial parte integrante de la gestión térmica.

En la fase de calentamiento ya se aporta calor al líquido refrigerante al cabo de muy corto tiempo. Este calor se utiliza directamente para calentar el motor y el habitáculo. Debido a las bajas pérdidas de calor y a los trayectos cortos, los componentes siguientes (sonda lambda, turbocompresor y catalizador) pueden alcanzar más rápidamente su temperatura operativa óptima.

Después de una breve fase de calentamiento ya se pasa al modo de refrigeración. Esto resulta necesario, porque el líquido refrigerante entraría muy rápidamente en ebullición en la zona del colector de escape integrado. Por ese motivo también se instala el sensor de temperatura del líquido refrigerante G62 en el punto más caliente de la culata.



606_032

eMedia



Animación relativa a la culata y al colector de escape integrado.

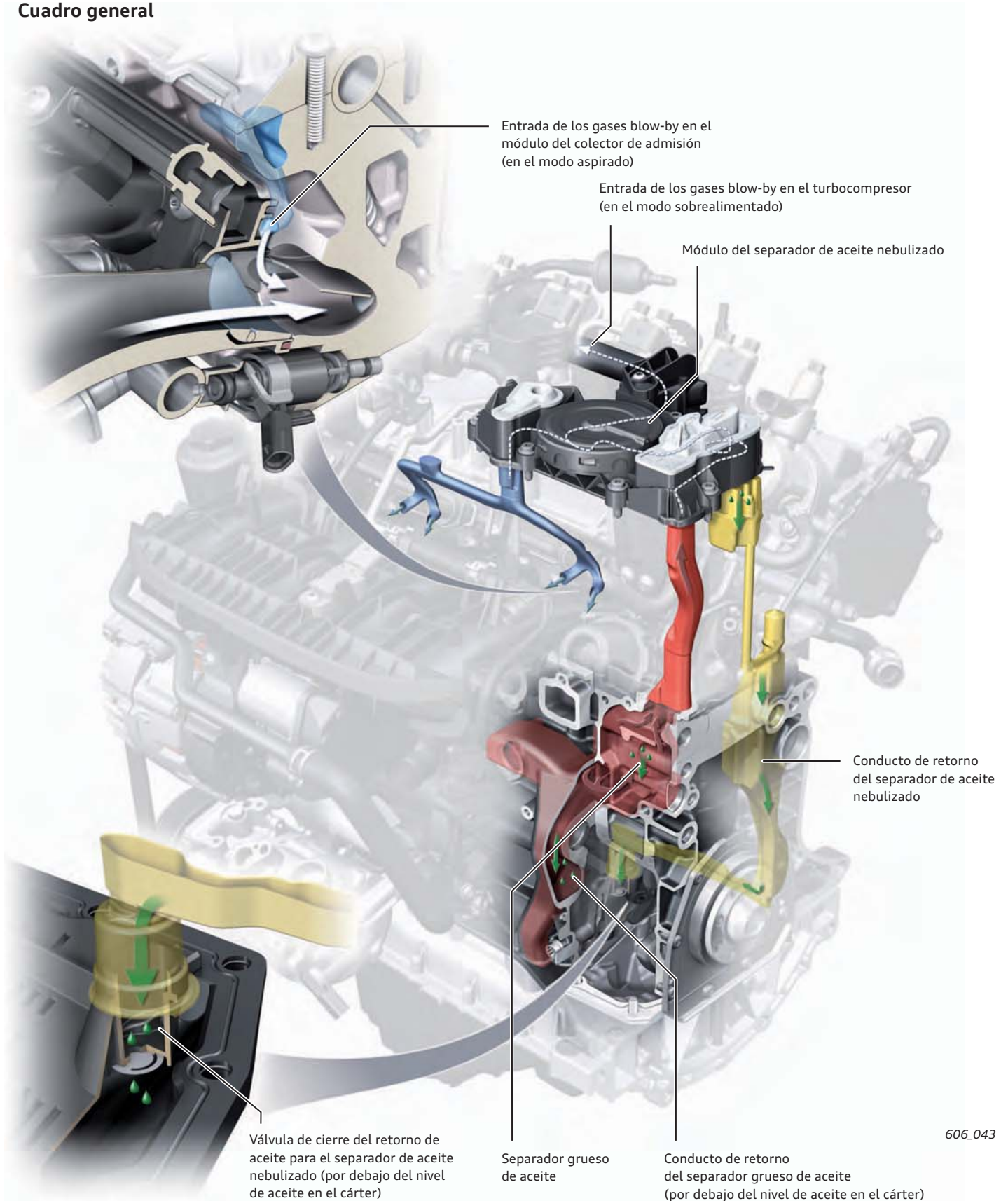
Desaireación y aireación del cárter del cigüeñal

El sistema de desaireación y aireación del cárter del cigüeñal también ha sido desarrollado más a fondo, de un modo decidido. Así p. ej., la relación de presión del bloque con respecto al aire del entorno viene dispuesta para un mayor gradiente de presión. Esto tiene efecto positivo sobre el consumo de aceite del motor. Asimismo se ha observado especialmente la necesidad de reducir la cantidad de componentes. Fuera del motor ya sólo queda una tubería para la derivación de los gases blow-by depurados.

El sistema abarca los componentes siguientes:

- ▶ Separador grueso de aceite en el bloque
- ▶ Módulo del separador de aceite nebulizado, atornillado a la tapa de la culata
- ▶ Entubado flexible para derivación de los gases blow-by depurados
- ▶ Retorno de aceite en el bloque con válvula de cierre en el elemento postizo en nido de abeja del cárter.

Cuadro general



606_043

Separación gruesa del aceite

La función del separador grueso de aceite forma parte del bloque motor. Por modificación del sentido en un laberinto se separa una parte del aceite.

El aceite separado vuelve por el conducto de retorno del bloque al cárter. El conducto finaliza por debajo del nivel de aceite.

Separación de aceite nebulizado

Los gases blow-by pre-depurados de forma gruesa, procedentes del bloque, pasan por un conducto en la culata hacia el módulo separador de aceite nebulizado. Aquí se depura primeramente en el separador ciclónico.

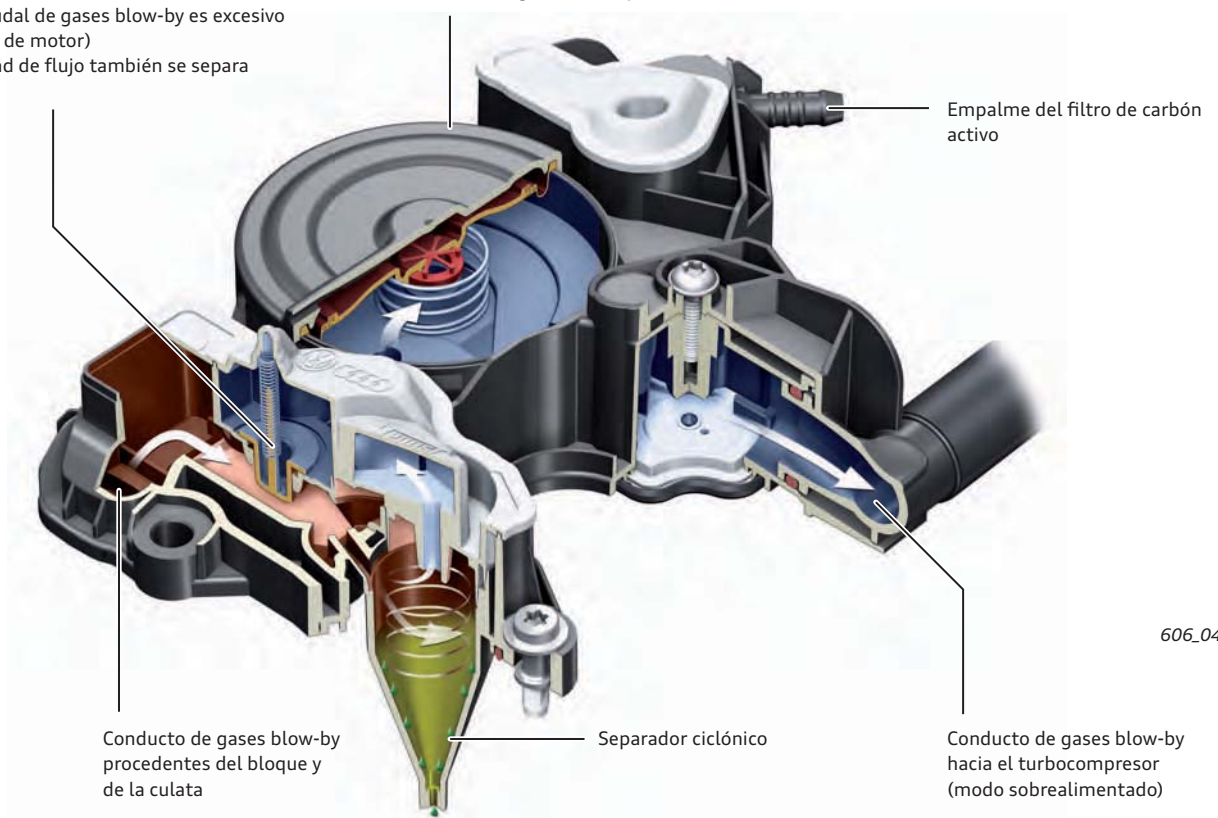
El aceite separado del ciclón recorre un conducto por separado en el bloque, de vuelta al cárter de aceite. El conducto desemboca por debajo del nivel de aceite. Una válvula de cierre impide que se aspire aceite del depósito al haber condiciones adversas de la presión. Al conducir deportivamente (aceleración transversal intensa) podría suceder que el retorno de aceite quedara despejado, por chapotear lateralmente el aceite en el depósito. También aquí la válvula de cierre mantiene cerrado el retorno del aceite. En el caso de esta válvula se trata de una válvula titilante.

Los gases blow-by depurados pasan a la combustión a través de la válvula reguladora de presión de una fase. La válvula reguladora de presión está dispuesta para trabajar sobre una diferencia de presión de -100 mbar con respecto al aire exterior. El sitio en el que sucede el ingreso depende de la relación de presión que haya en el sistema de alimentación de aire.

Válvula de evasión

Abre cuando el caudal de gases blow-by es excesivo (muy alto régimen de motor)
Por la alta velocidad de flujo también se separa aceite aquí

Válvula reguladora de presión



Entrada de los gases blow-by depurados hacia la combustión

Después de la separación fina y retransmisión por parte de la válvula reguladora de presión, los gases blow-by depurados pasan a la combustión. La gestión de los gases se realiza de forma automática con válvulas de retención integradas en el módulo de separación de aceite nebulizado.

Las válvulas de retención pasan a su posición básica al pararse el motor. La válvula de retención hacia el turbocompresor se pone abierta. La válvula de retención hacia el colector de admisión se pone cerrada.

Identificación de implementación errónea

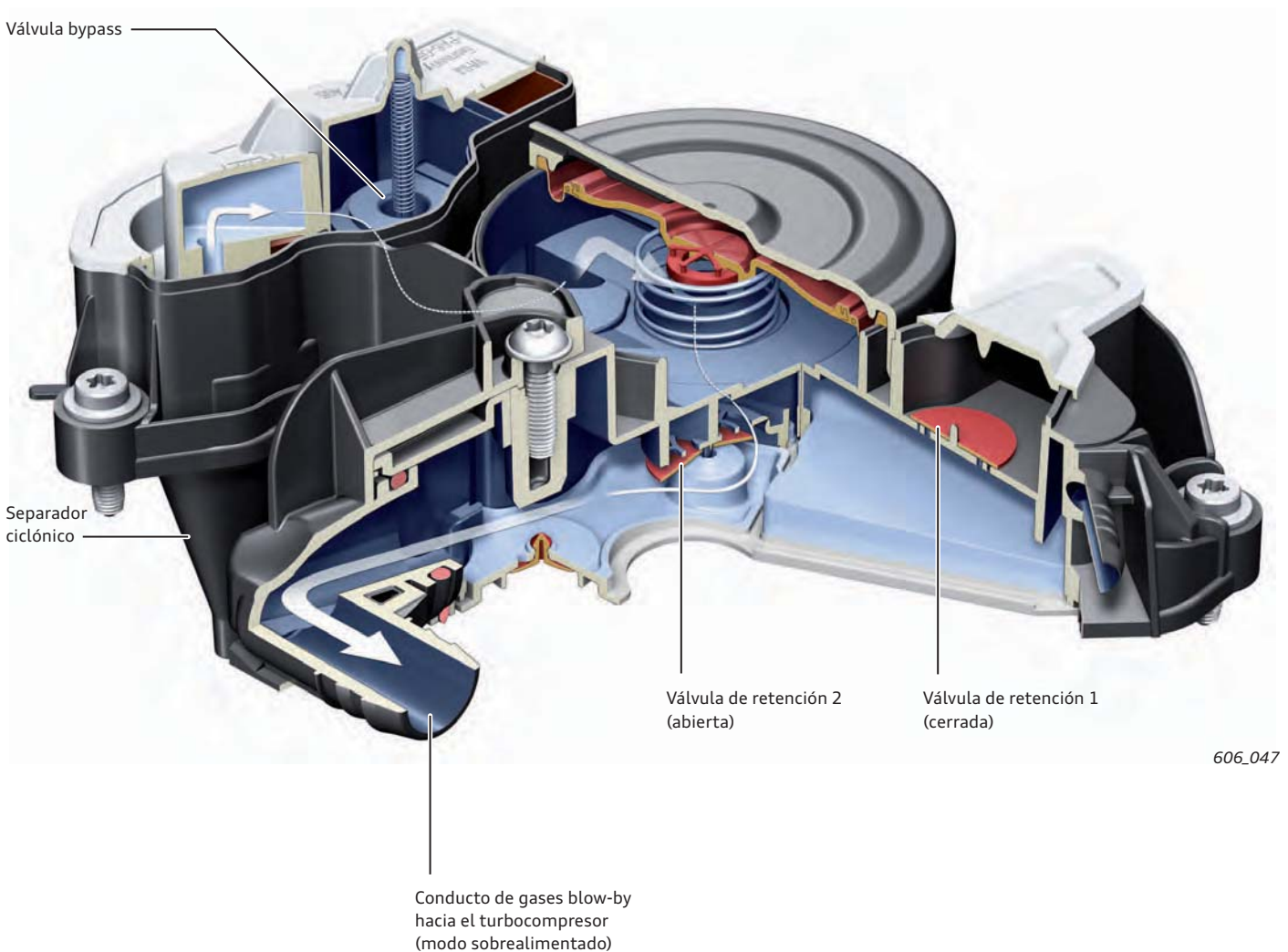
En algunos mercados, p. ej. en Norteamérica, la legislación exige que se identifique la implementación errónea de componentes de relevancia para la composición de los gases de escape. Si falta el tubo de desaireación en el módulo de desaireación del cárter del cigüeñal o si va montado de forma incorrecta se encuentra abierta la conexión de la identificación de implementación errónea.

Debido a que esta conexión va comunicada directamente con el lado de admisión de aire de la culata, el motor aspira de inmediato aire falso sin medir. Esto es detectado por la regulación lambda.

Modo de plena carga (modo sobrealimentado)

Debido a que ahora hay depresión en todo el trayecto del aire de sobrealimentación, la válvula de retención 1 cierra. Por la diferencia de presiones entre la interna del cárter del cigüeñal y el lado aspirante del turbocompresor, la válvula de retención 2 abre.

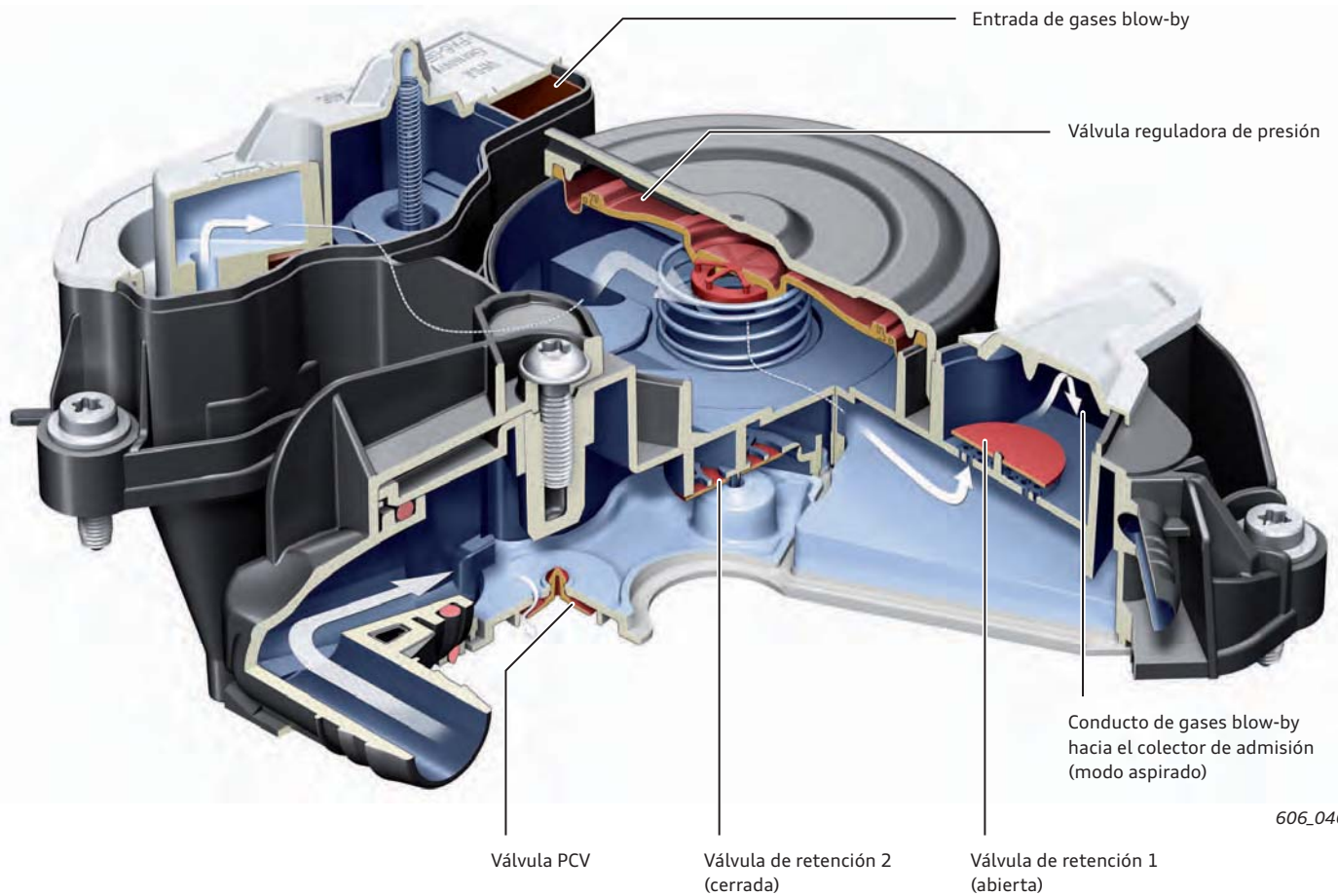
Los gases blow-by depurados son aspirados por el compresor.



Ralentí y régimen de carga parcial inferior (modo aspirado)

En el modo aspirado, la depresión en el colector de admisión hace que abra la válvula de retención 1 y cierre la válvula de retención 2.

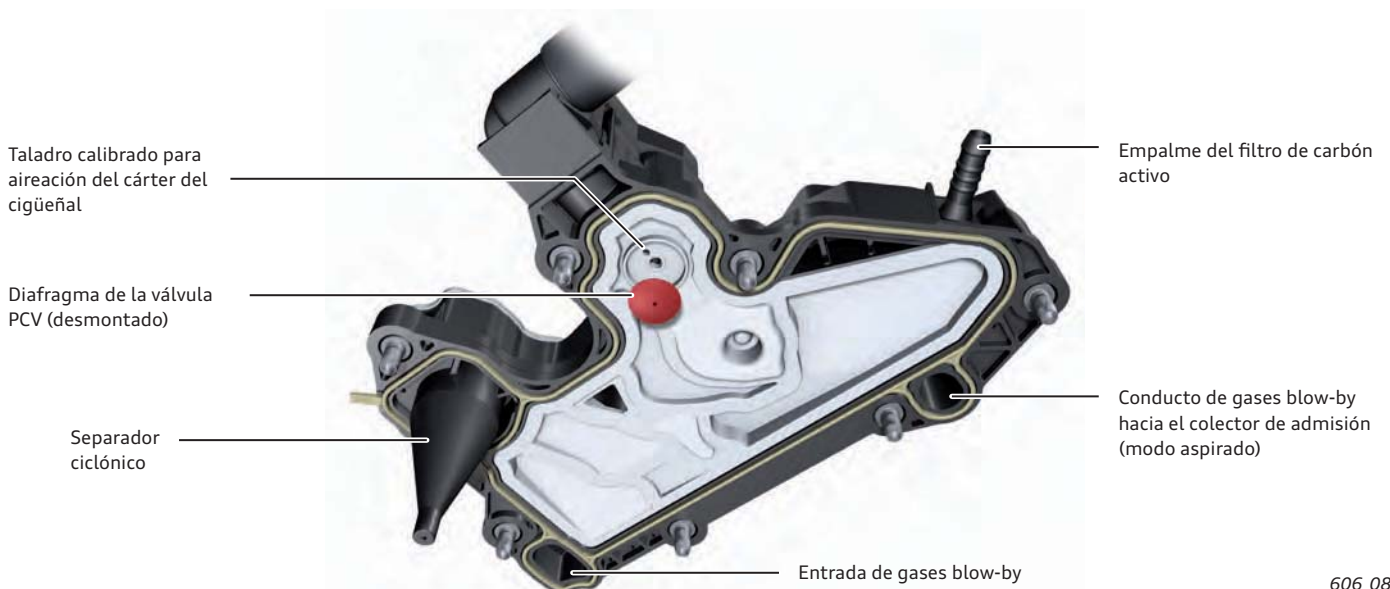
Los gases blow-by depurados pasan directamente por el colector de admisión hacia la combustión.



Aireación del cárter del cigüeñal (PCV*)

La aireación del cárter del cigüeñal va instalada conjuntamente con el separador de aceite nebulizado y la regulación de presión, en un módulo sobre la tapa de válvulas.

La aireación del cárter del cigüeñal se realiza a través del tubo de desaireación que va conectado ante la turbina y a través de un taladro calibrado en la válvula de aireación del cárter del cigüeñal. Con ello, el sistema se encuentra dispuesto de modo que solamente haya aireación durante el modo aspirado.



Alimentación de aceite

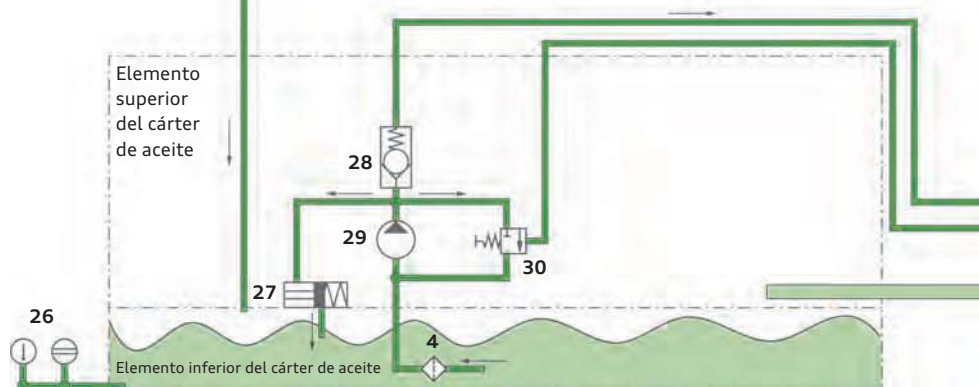
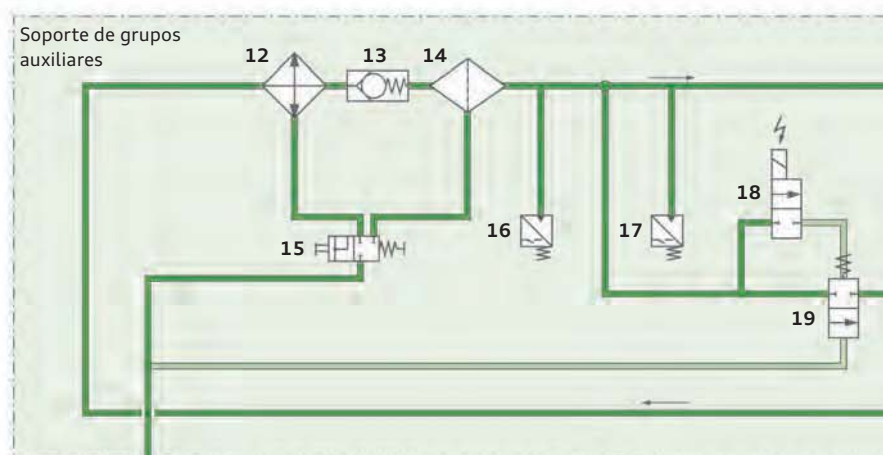
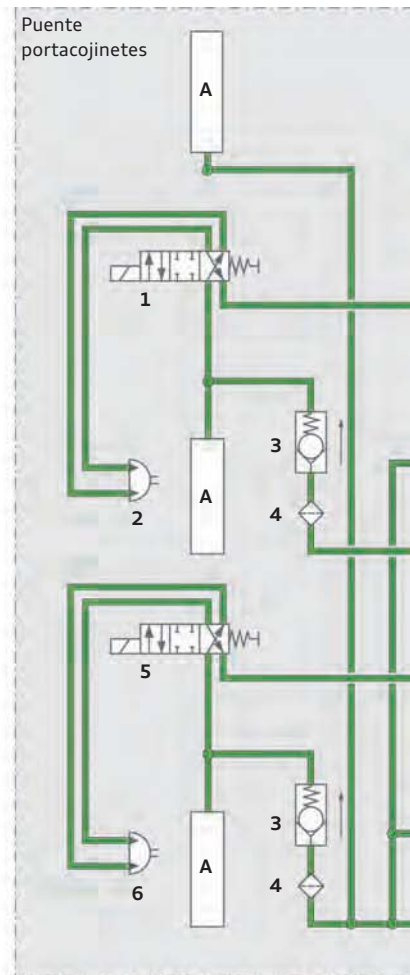
Estructura del sistema

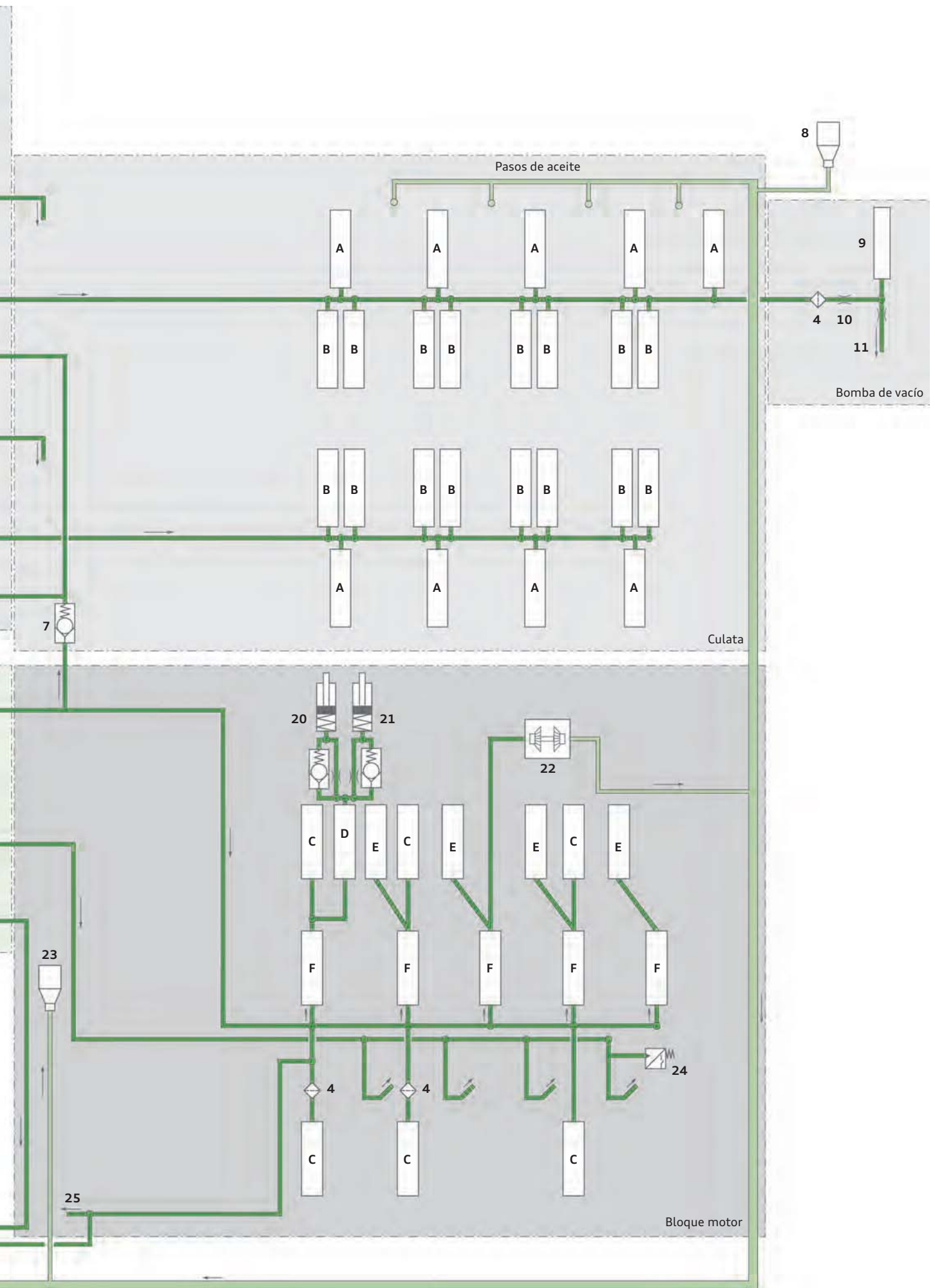
Legenda:

- A Cojinete del árbol de levas
- B Elemento de apoyo
- C Cojinete de árbol equilibrador
- D Cojinete 1 de árbol equilibrador lado escape
- E Biela
- F Cojinete de bancada 1 - 5

- 1 Válvula 1 para la distribución variable (escape) N318
- 2 Variador celular de aletas hidráulico (escape)
- 3 Válvula de retención, integrada en el puente portacojinetes
- 4 Tamiz de aceite
- 5 Válvula 1 para distribución variable N205
- 6 Variador celular de aletas hidráulico (admisión)
- 7 Válvula de retención, integrada en la culata
- 8 Separador de aceite nebulizado
- 9 Bomba de vacío
- 10 Estrangulamiento
- 11 Lubricación de la leva para la bomba de alta presión de combustible
- 12 Radiador de aceite
- 13 Válvula de retención, integrada en el filtro de aceite
- 14 Filtro de aceite
- 15 Válvula de descarga de aceite
- 16 Manocontacto de aceite F22 (2,3 - 3,0 bares)
- 17 Manocontacto de aceite para control de la presión reducida F378 (0,5 - 0,8 bares)
- 18 Válvula de control del eyector para refrigeración del pistón N522
- 19 Válvula de conmutación mecánica
- 20 Tensor de cadena árboles equilibradores
- 21 Tensor de cadena de distribución
- 22 Turbocompresor
- 23 Separador grueso de aceite
- 24 Manocontacto de aceite, etapa 3 F447
- 25 Lubricación etapa de engranajes
- 26 Sensor del nivel y la temperatura del aceite G266
- 27 Válvula de arranque en frío
- 28 Válvula de retención, integrada en la bomba de aceite
- 29 Bomba de aceite regulada
- 30 Válvula reguladora de la presión del aceite N428

- Circuito de alta presión
- Circuito de baja presión



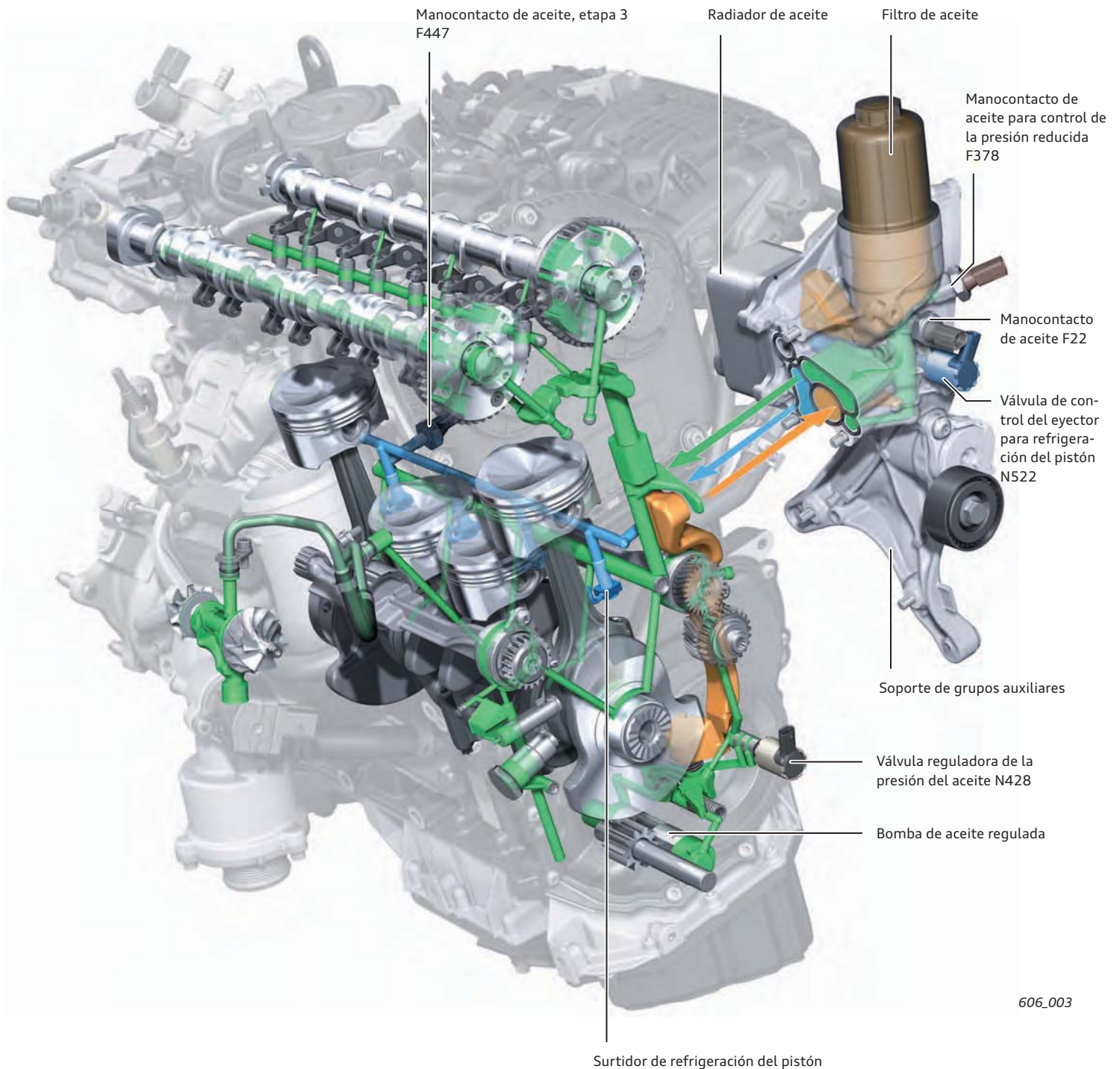


Alimentación de aceite

También en el área del circuito de aceite a presión se ha procedido a optimizar y a desarrollar decididamente más a fondo. Los aspectos siguientes constituyeron el enfoque:

- ▶ Optimización de los conductos de presión en el sistema de aceite y, por consecuencia, reducción de las pérdidas de presión asociada a un crecimiento del volumen
- ▶ Reducción de las pérdidas de presión en los trayectos de aceite a presión
- ▶ Ampliación de la gama de regímenes en la etapa de baja presión
- ▶ Reducción de la presión del aceite en la etapa de baja presión
- ▶ Eyectores conectables para la refrigeración de los pistones

Estas medidas han aportado, en suma, una reducción palpable de las fricciones en el grupo mecánico. El consumo de combustible ha podido reducirse con ello una vez más.



606_003

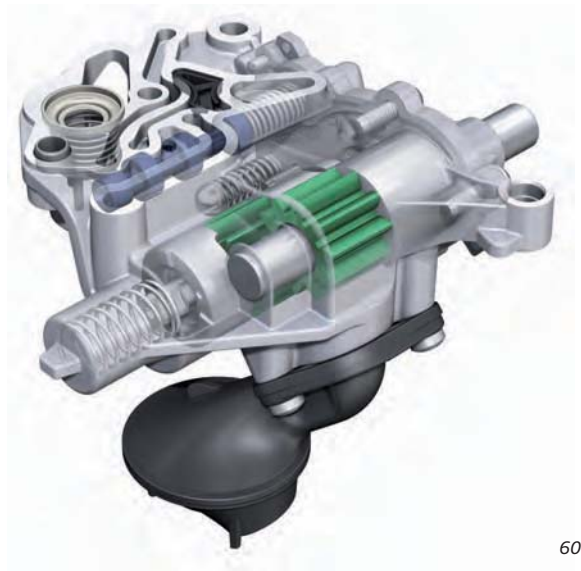
- Aceite bruto
- Aceite depurado
- Eyectores conectables para refrigeración de los pistones

- Modificaciones en la bomba de aceite
- ▶ Niveles de presión modificados
 - ▶ Rendimiento potenciado
 - ▶ Modificaciones en la gestión hidráulica

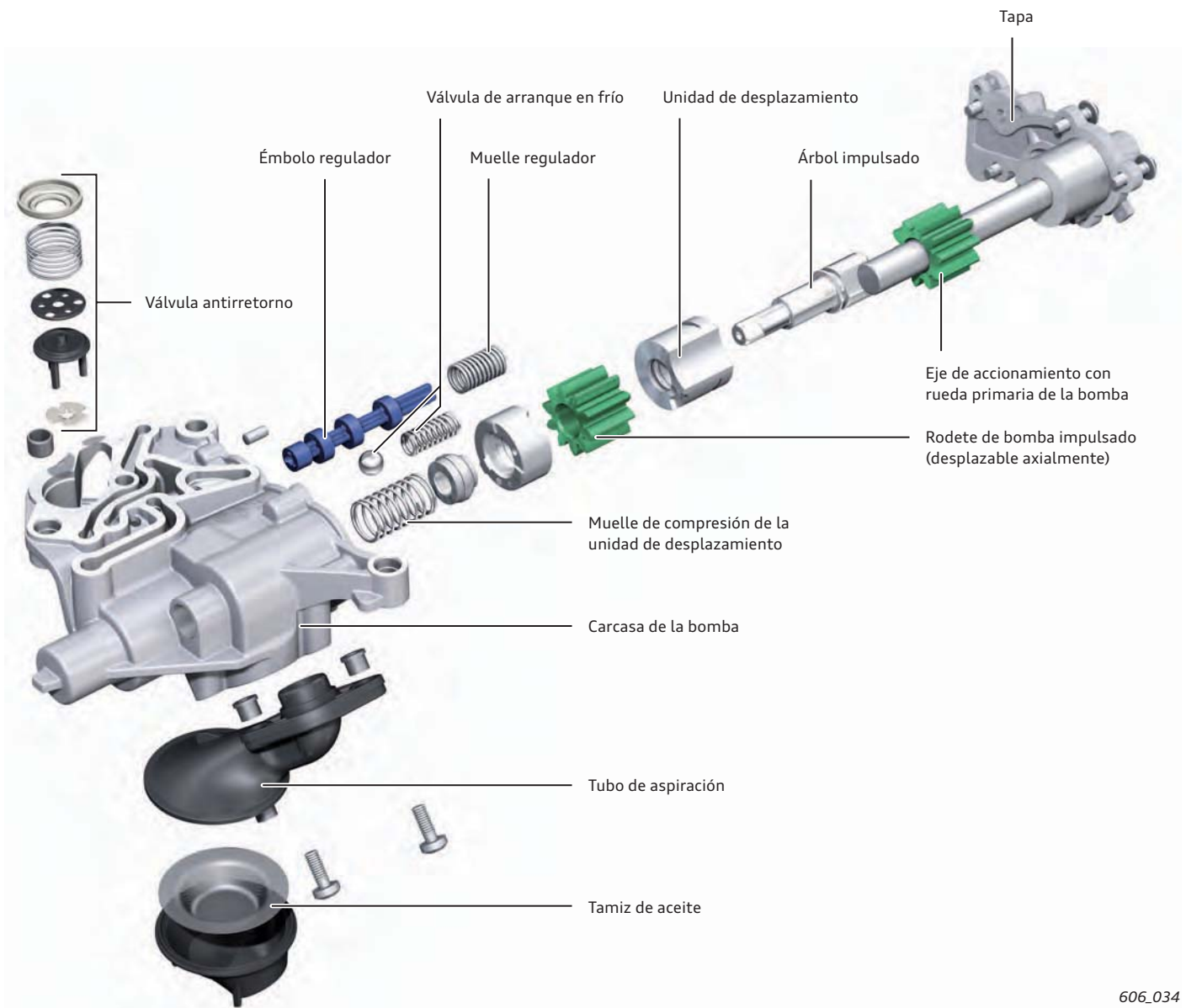
Bomba de aceite regulada

El funcionamiento elemental de la bomba de aceite ha sido derivado de la bomba del motor de 2ª generación. Están dadas las diferencias siguientes:

- ▶ La regulación hidráulica en la bomba ha sido desarrollada más a fondo. Gracias a ello la bomba es capaz de regular de un modo más exacto.
- ▶ El accionamiento de la bomba tiene una nueva relación de transmisión, con lo cual la bomba marcha ahora más lentamente, $i = 0,96$.



606_033



606_034



Remisión

Hallará más información sobre la estructura y el funcionamiento de la bomba de regulación del aceite en el Programa autodidáctico 436 "Modificaciones implantadas en el motor TFSI de 4 cilindros con distribución de cadena".

Tapa de llenado de aceite

La ubicación de la tapa se encuentra en la caja de la cadena. La tapa se distingue por una apertura y un cierre suaves, así como por cerrar el vano motor de un modo seguro y estanco al aceite con respecto al entorno.

En comparación con el diseño anterior hay una separación funcional entre la junta y el cierre de bayoneta. La superficie de la junta rectangular de elastómero es más pequeña. Aparte de ello, al montar la tapa en el motor no se produce ningún movimiento relativo de la junta con respecto a la tapa de la caja cubriente.

Con el nuevo diseño se han podido reducir las fuerzas de accionamiento a su mínima expresión. El encastre de bayoneta posiciona a la tapa de un modo imperdible cada 90°.



606_082

Eyectores conectables para la refrigeración de los pistones

No en todas las situaciones operativas es necesario refrigerar las cabezas de los pistones.

Con la desconexión controlada de los eyectores de refrigeración de los pistones mejora aún más el ahorro de combustible. Otro motivo por el cual se han suprimido los eyectores de refrigeración de los pistones que se encontraban sometidos a fuerza de muelle se debe a la menor intensidad general de la presión del aceite.

El sistema de los eyectores conectables para la refrigeración de los pistones abarca los componentes siguientes:

- ▶ Conducto de aceite a presión adicional en el bloque
- ▶ Nuevos eyectores de refrigeración de los pistones, sin válvulas de muelle; hay eyectores en dos diferentes diámetros interiores (el diámetro menor se implanta en los eyectores de los motores TFSI de 1,8 l).
- ▶ Manocontacto de aceite, etapa 3 F447 (cierra a 0,3 – 0,6 bares)
- ▶ Válvula de control del eyector para refrigeración del pistón N522
- ▶ Válvula de conmutación mecánica

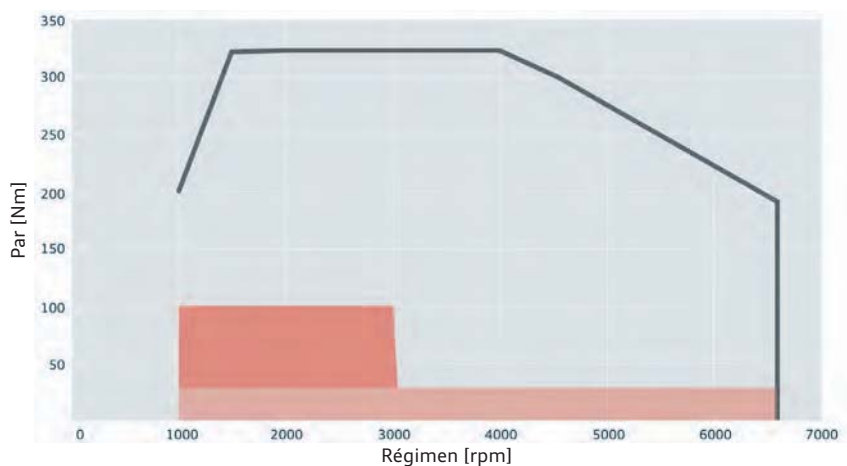
Mapa de características para los eyectores de refrigeración de los pistones

Los eyectores de refrigeración de los pistones únicamente se activan en función de las necesidades. El cálculo para ello se realiza en la unidad de control del motor de acuerdo con un mapa de características específico.

Los eyectores de refrigeración de los pistones pueden ser conectados por igual en la etapa de presión baja como en la alta.

Los factores de cálculo más importantes para ello son:

- ▶ Carga del motor
- ▶ Régimen del motor
- ▶ Temperatura del aceite calculada



606_019

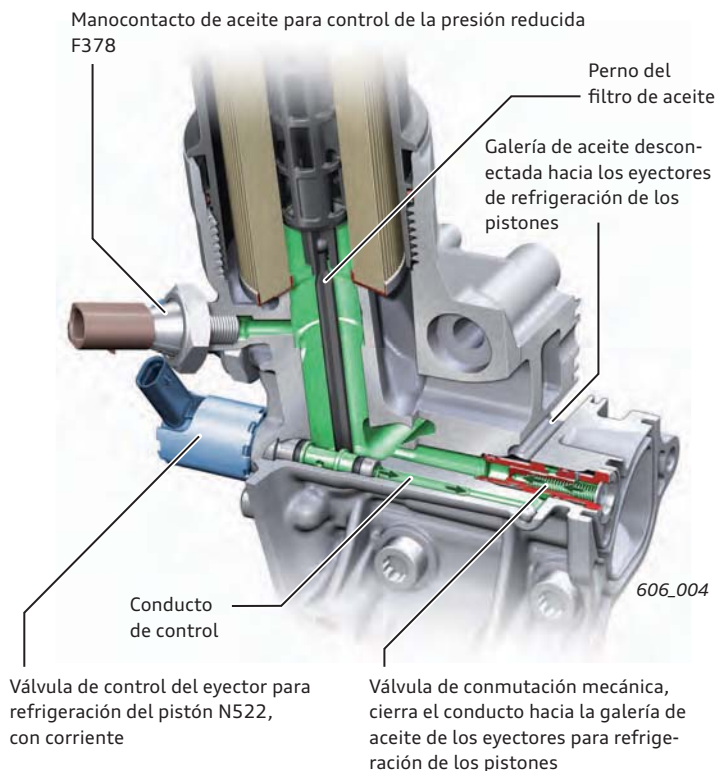
Refrigeración de los pistones desconectada (temp. aceite <50 °C)

Refrigeración de los pistones desconectada (temp. aceite >50 °C)

Eyectores de refrigeración de los pistones, desconectados

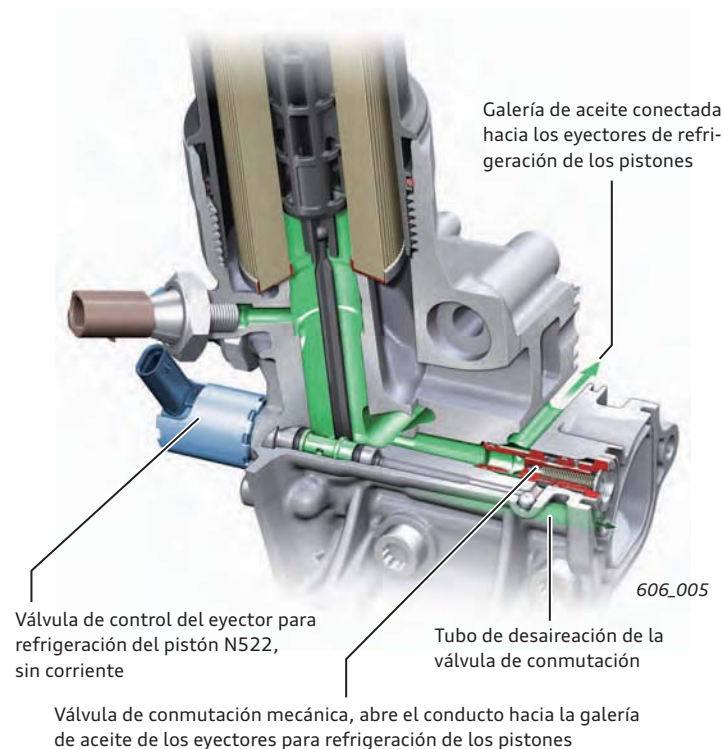
La válvula de control para los eyectores de refrigeración de los pistones N522 recibe corriente por parte de la unidad de control del motor. La válvula de control para los eyectores de refrigeración de los pistones N522 recibe tensión a través del borne 87. La unidad de control del motor conecta la masa y cierra con ello el circuito.

La N522 abre de esta forma el conducto de control para la válvula de conmutación mecánica. El aceite a presión actúa ahora por ambos lados sobre el émbolo de control de la válvula de conmutación mecánica. El muelle desplaza la válvula de conmutación mecánica y cierra con ello el conducto hacia la galería de aceite para los eyectores de refrigeración de los pistones.



Eyectores para refrigeración de los pistones, conectados

La conexión de los eyectores de refrigeración de los pistones se produce cortando la corriente para la N522. Con ello cierra el conducto de control hacia la válvula de conmutación mecánica. Debido a que la válvula de conmutación sólo está sometida ahora a la presión del aceite por un lado, se desplaza y abre el conducto hacia la galería de aceite para los eyectores de refrigeración de los pistones. Con ello se pretensa el muelle en la válvula de conmutación. La fuerza del muelle en la válvula de conmutación permite que, a partir de los 0,9 bares de presión del aceite, abra la galería de aceite hacia los eyectores de refrigeración de los pistones. Para que, después de desconectar la válvula de control para eyectores de refrigeración de los pistones N522, la válvula de conmutación vuelva sin retardo a su posición de partida, es necesario que el aceite escape rápidamente del émbolo de control. Para ello existe un conducto por separado, a través del cual puede fluir el aceite sin presión hacia el cárter del motor. Es el mismo conducto por el que sale el aceite al cambiar el filtro.



Vigilancia del funcionamiento

Al estar conectados los eyectores de refrigeración de los pistones se cierra el contacto en el manocontacto de aceite, etapa 3 F447. El conmutador se encuentra en el extremo de la galería de aceite para eyectores de refrigeración de los pistones (ver página 26, fig. 606_003).

Con el manocontacto de aceite pueden detectarse las averías siguientes:

- ▶ Falta de aceite en los eyectores de refrigeración de los pistones, a pesar de haberse solicitado
- ▶ Manocontacto de aceite averiado
- ▶ Hay presión de aceite a pesar de haberse desconectado los eyectores de refrigeración de los pistones

A través de la válvula de control para eyectores de refrigeración de los pistones pueden detectarse las siguientes averías eléctricas:

- ▶ Interrupción de cable; eyectores de refrigeración de los pistones siempre conectados
- ▶ Cortocircuito con masa; refrigeración de los pistones desconectada
- ▶ Cortocircuito con +; refrigeración de los pistones continuamente conectada

Si ocurren averías a raíz de las cuales no se produce la refrigeración de los pistones suceden las siguientes reacciones de marcha de emergencia:

- ▶ La unidad de control del motor limita la entrega de par y régimen
- ▶ La bomba de aceite regulada no pasa a una etapa de presión de aceite más baja
- ▶ En el cuadro de instrumentos aparece un aviso, de que está limitado el régimen a las 4.000 rpm, suena una señal acústica de beep y se enciende el testigo EPC

Sistema de refrigeración

Estructura del sistema

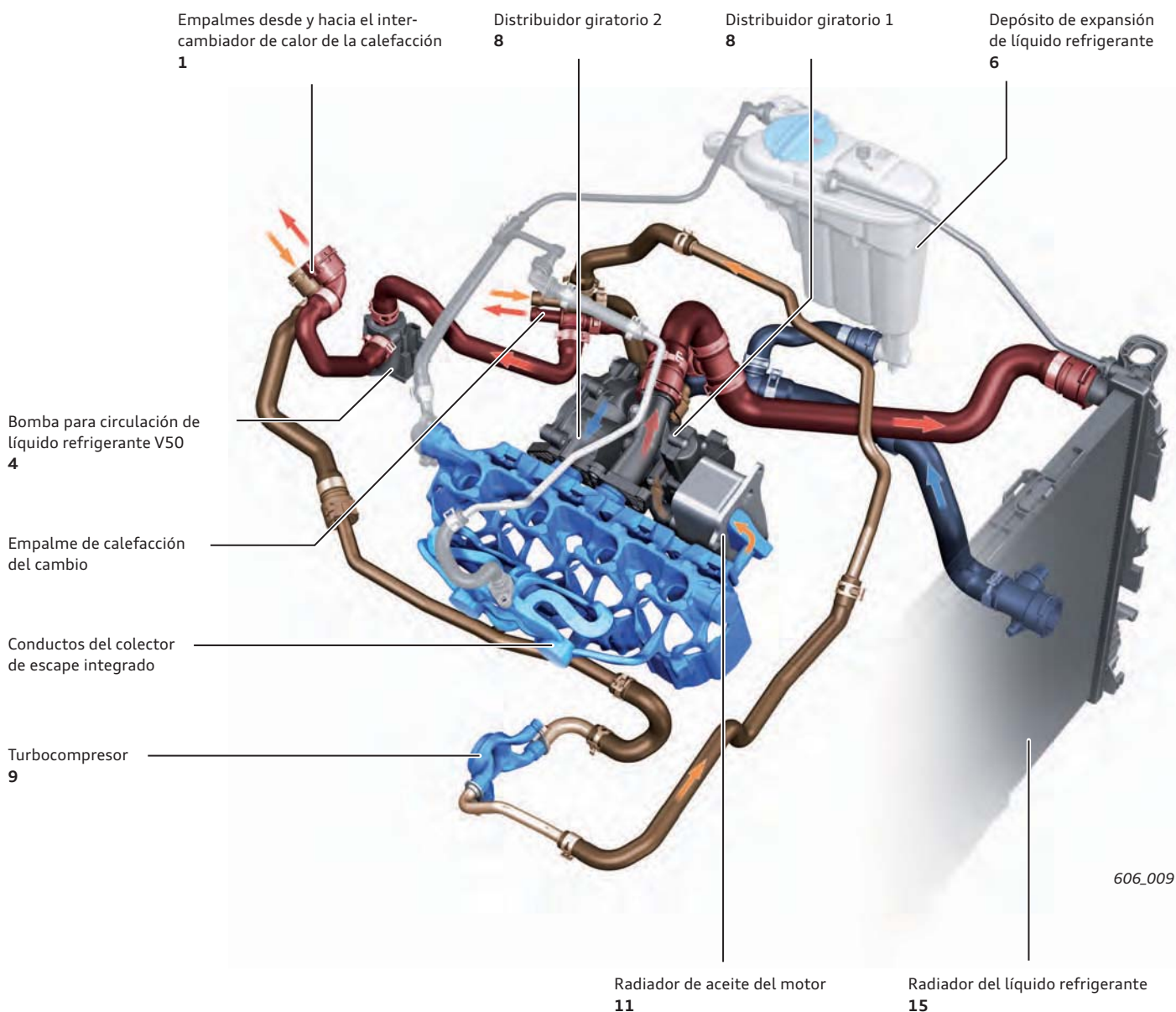
El sistema de refrigeración está adaptado al equipamiento del vehículo y a su motorización.

Así se diferencia entre montaje longitudinal y transversal, cilindrada, variante del cambio y si el vehículo está equipado o no con una calefacción independiente.

Circulación de líquido refrigerante

Aquí se explica, a título de ejemplo, la variante TFSI de 1,8 l de montaje longitudinal con cambio manual y sin calefacción independiente.

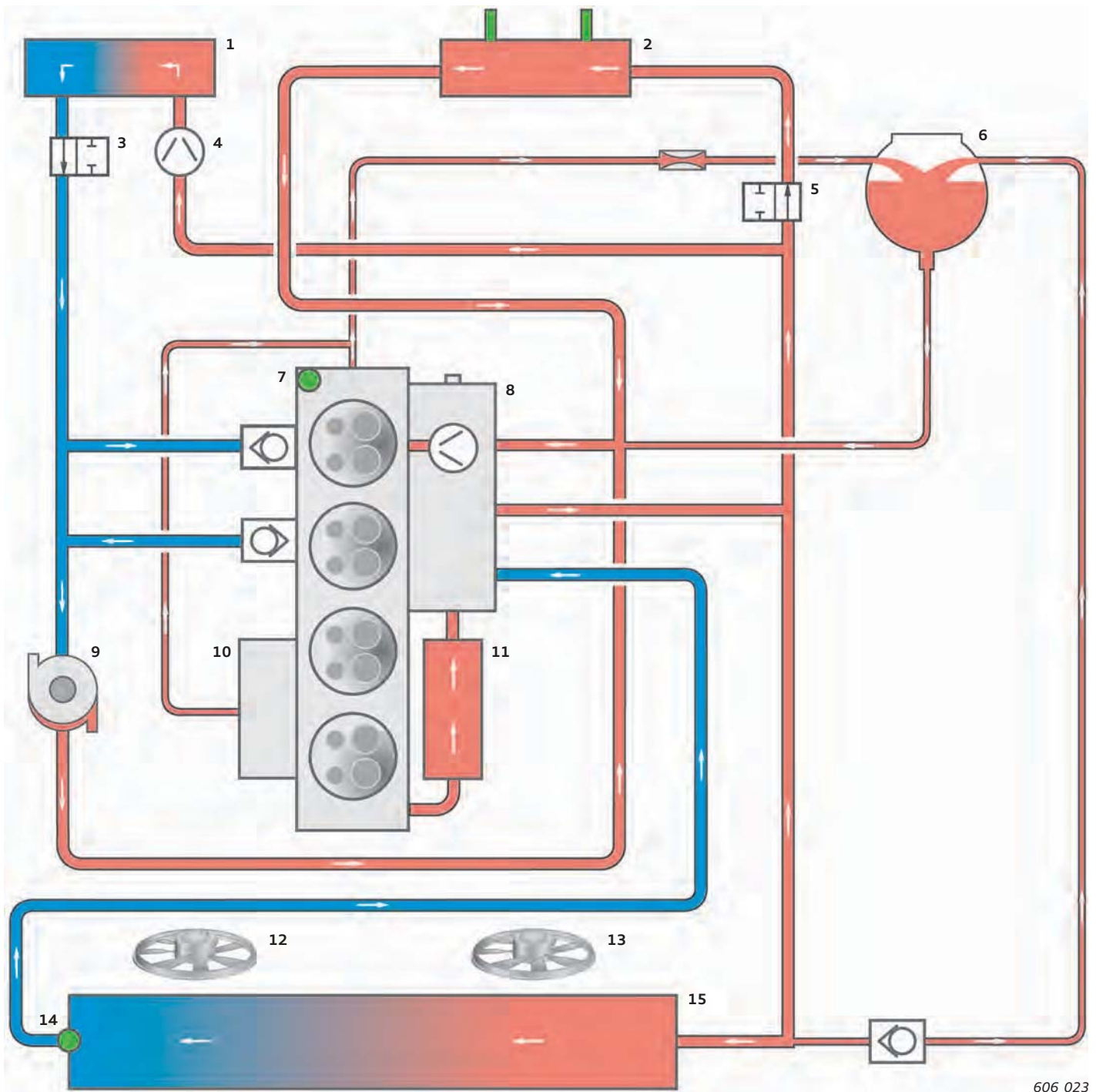
La rotulación en el gráfico va dotada adicionalmente de números en la leyenda página 31.



Nota

Los esquemas de conexión específicos del vehículo se consultarán en el Manual de Reparaciones que corresponde.

Motor TFSI de 1,8 l de montaje longitudinal con cambio manual y sin calefacción independiente



- █ Líquido refrigerante enfriado
- █ Líquido refrigerante calentado
- █ ATF

Legenda:

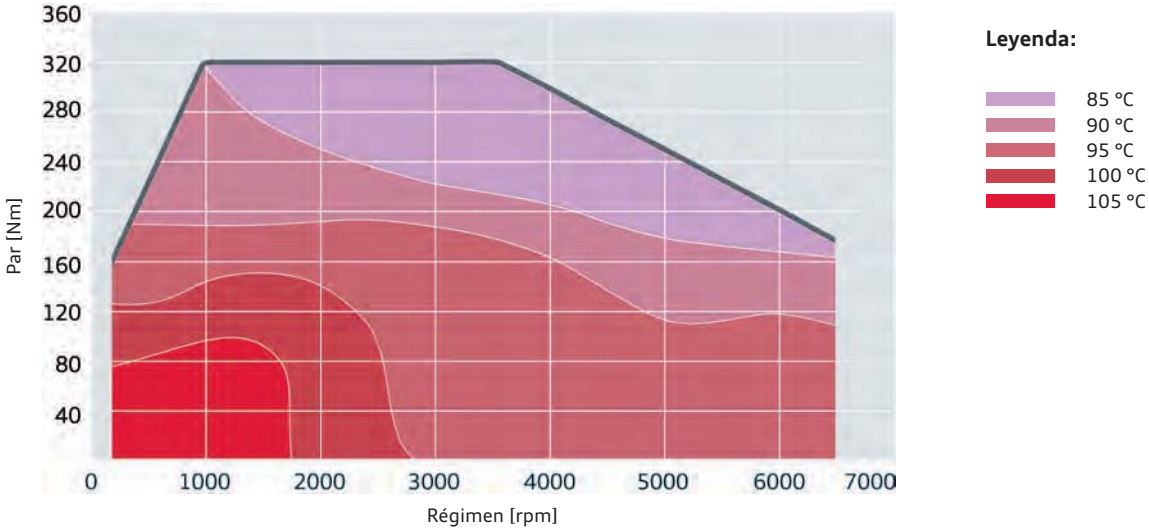
- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Intercambiador de calor de la calefacción 2 Radiador de aceite para engranajes 3 Válvula de cierre para líquido refrigerante de Climatronic N422 4 Bomba para circulación del líquido refrigerante V50 5 Válvula del líquido refrigerante para el cambio N488 6 Depósito de expansión del líquido refrigerante 7 Sensor de temperatura del líquido refrigerante G62 8 Bomba de líquido refrigerante con elemento actuador para regul. temp. motor N493 (distribuidores giratorios 1 y 2) | <ul style="list-style-type: none"> 9 Turbocompresor 10 Colector de escape integrado (IAGK) 11 Radiador de aceite del motor 12 Ventilador del radiador V7 13 Ventilador del radiador 2 V177 14 Sensor de temperatura del líquido refrigerante a la salida del radiador G83 15 Radiador del líquido refrigerante |
|---|--|

Gestión térmica de vanguardia (ITM)

Al desarrollar el motor más a fondo se ha revisado todo el circuito de refrigeración. Así p. ej., el enfoque consistió en conseguir un caldeo rápido del motor, una reducción del consumo mediante una regulación de temperatura del motor rápida y termodinámicamente óptima y, en caso necesario, el caldeo del habitáculo.

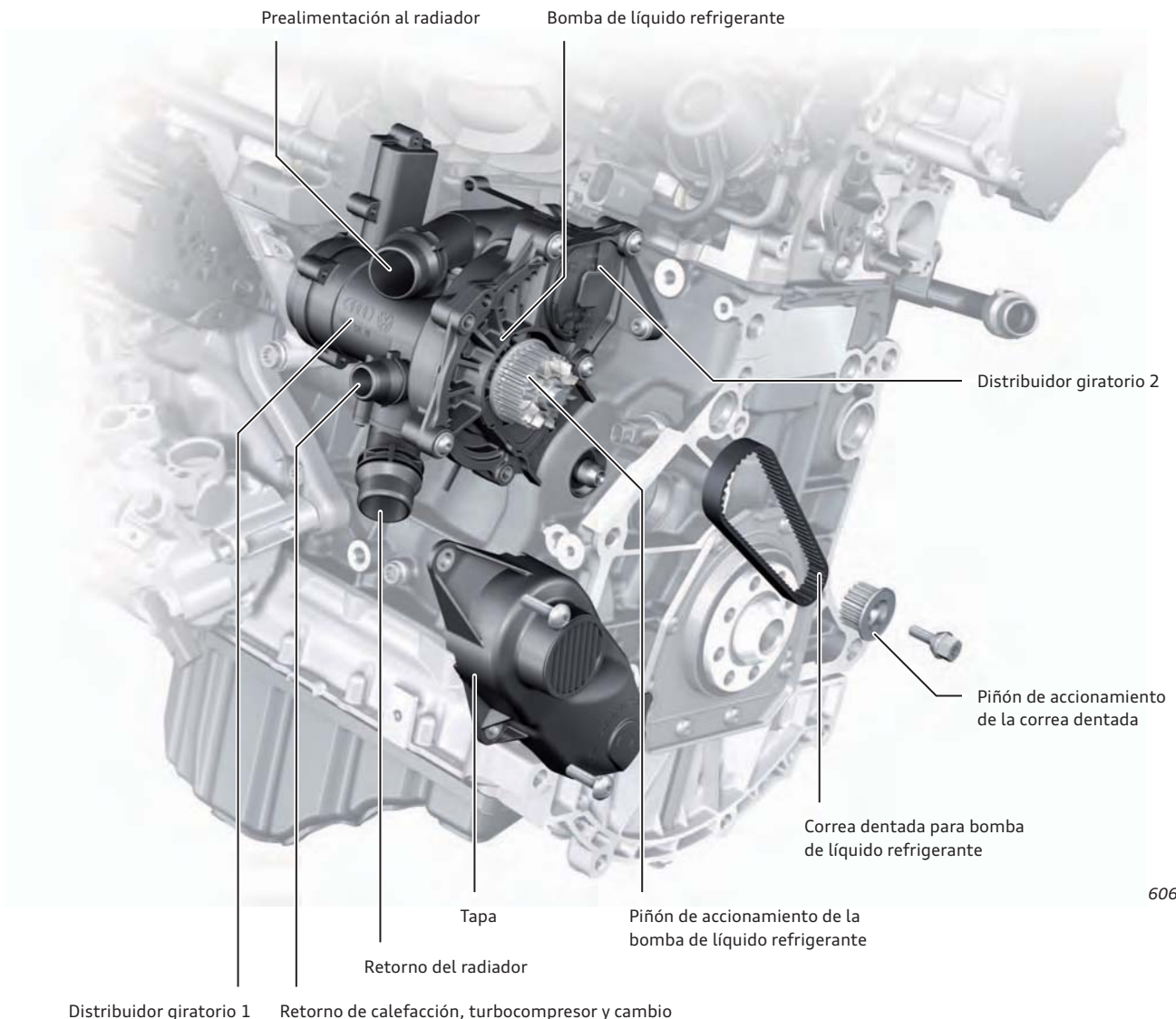
Los dos componentes principales más importantes de la gestión térmica de vanguardia son el colector de escape integrado en la culata (ver capítulo Culata), así como el actuador para regulación de la temperatura del motor N493, que se describe a continuación. Está instalado como un módulo compartido con la bomba de líquido refrigerante por el lado frío del motor.

Temperatura del líquido refrigerante a 20 °C del entorno



606_040

Módulo distribuidor giratorio y bomba de líquido refrigerante

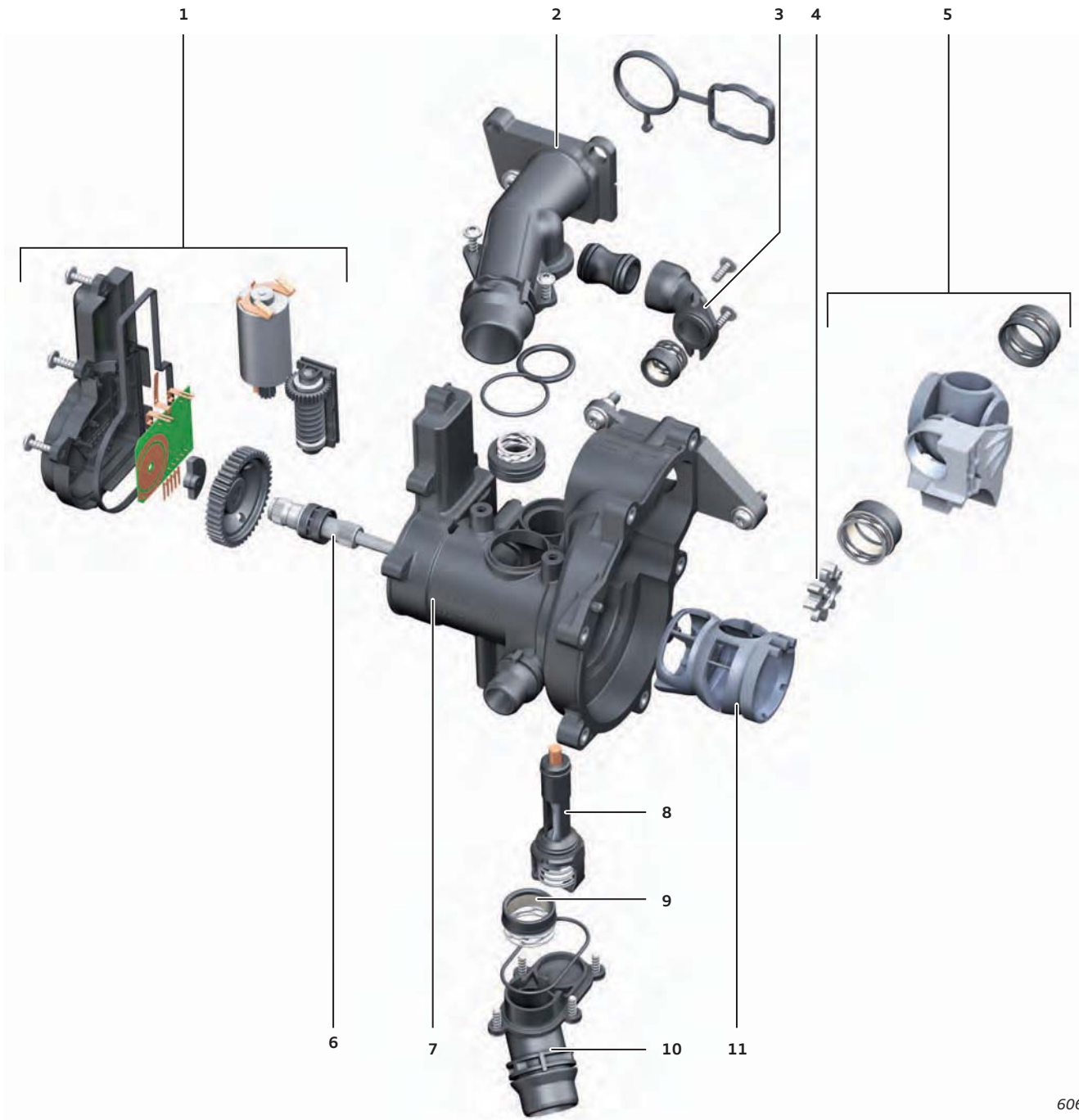


606_035

Actuador para regulación de la temperatura del motor N493 (distribuidor giratorio)

El actuador para regulación de la temperatura del motor N493 es el mismo para los motores de 1,8 l y 2,0 l, tanto en montaje longitudinal como transversal. Mediante dos distribuidores giratorios acoplados mecánicamente se encarga de regular el flujo del líquido refrigerante. La regulación de la posición angular del distribuidor giratorio se realiza obedeciendo las especificaciones dadas a través de diversos mapas de características en la unidad de control.

Con la ubicación correspondiente de los distribuidores giratorios pueden realizarse diferentes posiciones de conmutación. Con ello se logra el caldeo rápido del motor, lo cual tiene por consecuencia unas menores fricciones y con ello un menor consumo de combustible. Aparte de ello pueden realizarse temperaturas variables del motor entre 85 °C y 107 °C.



Leyenda:

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Accionamiento para el actuador de regulación de temperatura del motor N493 con sensor | 6 | Eje del distribuidor giratorio 1 |
| 2 | Manguito para prealimentación al radiador | 7 | Carcasa del distribuidor giratorio |
| 3 | Manguito hacia el empalme del radiador de aceite del motor | 8 | Termostato de materia dilatante (termostato Fail Safe) |
| 4 | Piñón intermedio | 9 | Paquete de juntas |
| 5 | Distribuidor giratorio 2 | 10 | Manguito de retorno del radiador |
| | | 11 | Distribuidor giratorio 1 |

606_036

Funcionamiento del actuador para regulación de la temperatura del motor N493

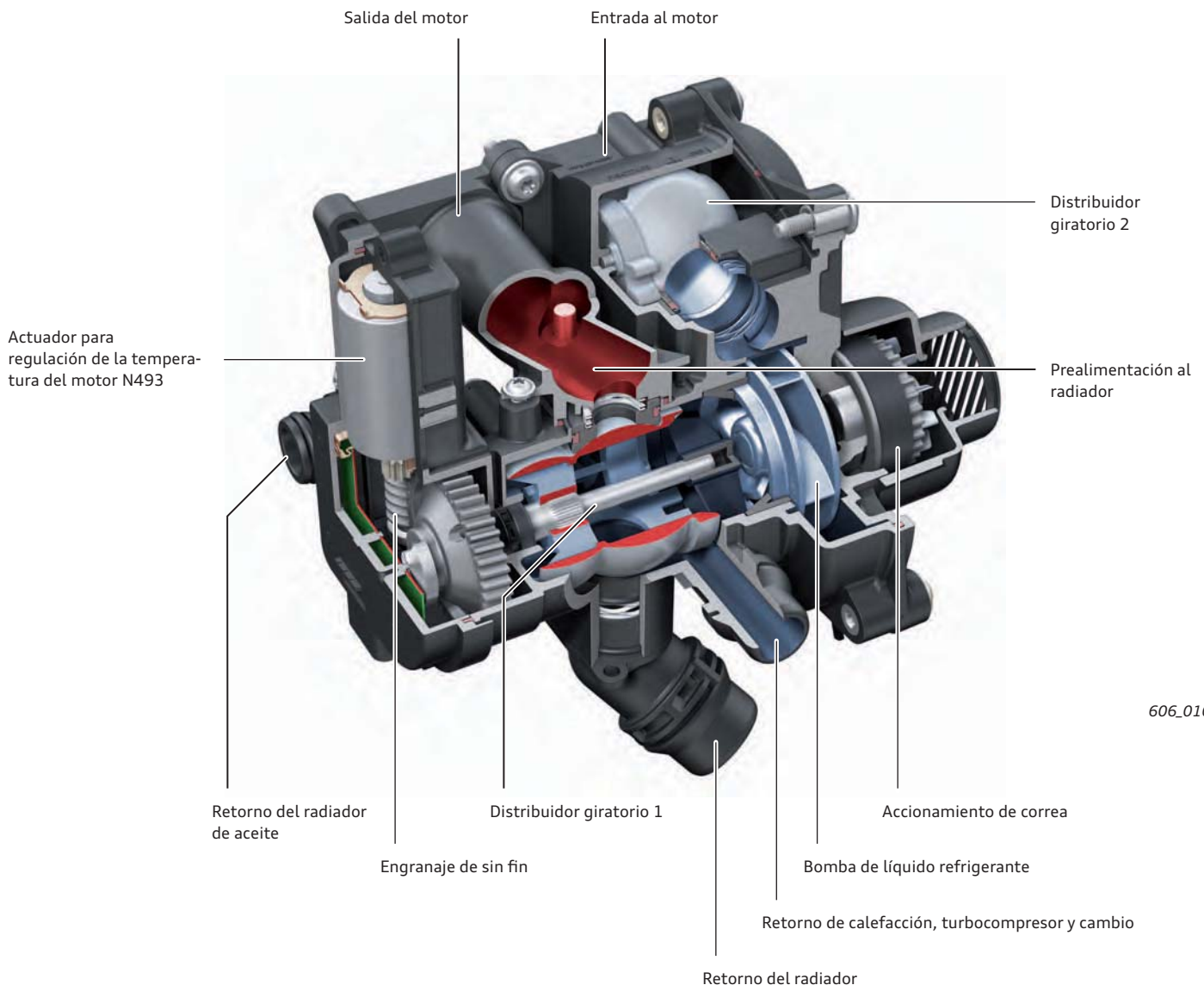
Un motor eléctrico DC acciona al distribuidor giratorio. La excitación del motor corre a cargo de la unidad de control del motor mediante señal PWM (12 V). La frecuencia de excitación es de 1.000 Hz. Nueva es aquí la señal de excitación. Es una señal digital, de estructura parecida a la de una señal de bus CAN.

La excitación se realiza todo el tiempo hasta que se alcance la posición especificada por la unidad de control del motor. Excitación positiva (valor de medición en el equipo de diagnóstico de vehículos) significa que el distribuidor giratorio gira en dirección de apertura. El motor eléctrico acciona al distribuidor giratorio 1 a través de un engranaje de sin fin altamente desmultiplicado. Gestiona el flujo de líquido refrigerante del radiador de aceite, de la culata y del radiador principal de agua. (El radiador de aceite para engranajes, el turbocompresor y el retorno de la calefacción trabajan sin regulación).

Cuanto más se calienta el motor, tanto más gira el distribuidor. Con ello se abren diferentes caudales de paso en secciones variables.

El distribuidor giratorio 2 está comunicado con el distribuidor giratorio 1 por medio de un engranaje de linterna. El engranaje está diseñado de modo que el distribuidor giratorio 2 acople y desacople al encontrarse el distribuidor giratorio 1 en determinadas posiciones angulares. El giro de distribuidor 2 (apertura del caudal de líquido refrigerante a través del bloque) comienza con una posición angular del distribuidor giratorio 1 de aprox. 145°. Cuando el distribuidor giratorio 1 alcanza una posición de giro angular de aprox. 85° vuelve a desacoplar. El distribuidor giratorio 2 ha alcanzado aquí su giro máximo y el circuito de líquido refrigerante se encuentra abierto plenamente en el bloque. Los movimientos del distribuidor giratorio se limitan por medio de topes mecánicos.

Para captar la posición exacta del distribuidor giratorio y detectar fallos del funcionamiento hay un sensor de ángulo de giro instalado en la tarjeta de control del distribuidor giratorio. Suministra una señal de tensión digital (*SENT**) a la unidad de control del motor. La posición del distribuidor giratorio 1 puede consultarse en los valores de medición por medio del equipo de diagnóstico de vehículos.



606_010

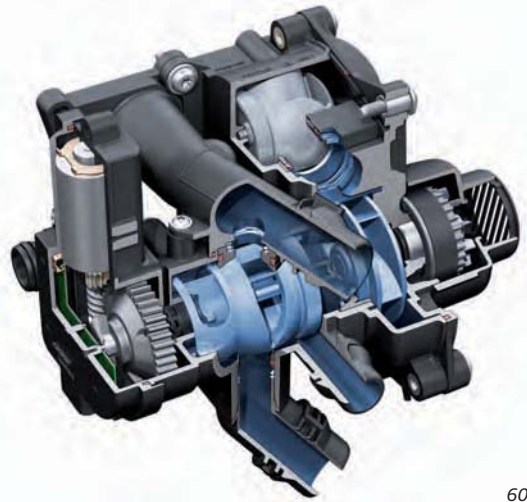
Estrategia de la excitación

Aquí se describe el funcionamiento del circuito de líquido refrigerante, en su conjunto, durante la fase de caldeo del motor. La descripción es válida para los motores del Audi A4 2012.

Caldeo

Para calentar el motor por funcionamiento se lleva el distribuidor giratorio 1 a la posición de 160°. En esta posición están cerrados en el distribuidor giratorio 1 los empalmes para radiador de aceite del motor y retorno del radiador principal de agua.

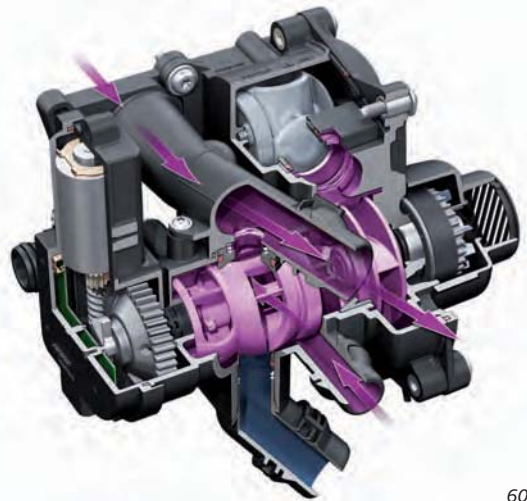
El distribuidor giratorio 2 cierra el empalme hacia el bloque. La válvula de cierre para líquido refrigerante del sistema Climatronic N422 y la válvula de líquido refrigerante para el cambio N488 están cerradas primeramente. La bomba para postcirculación del líquido refrigerante V51 no se excita. De esta forma no es posible que el líquido refrigerante circule a través del bloque motor. Según las condiciones de carga y régimen se mantiene el líquido refrigerante inmóvil hasta una temperatura máxima de 90 °C.



606_062

Calefacción autárquica

Si se solicita calefacción se activa la válvula de cierre para líquido refrigerante de Climatronic N422 y la bomba para postcirculación del líquido refrigerante V51. Con ello fluye líquido refrigerante a través de la culata, el turbocompresor y el intercambiador de calor de la calefacción.

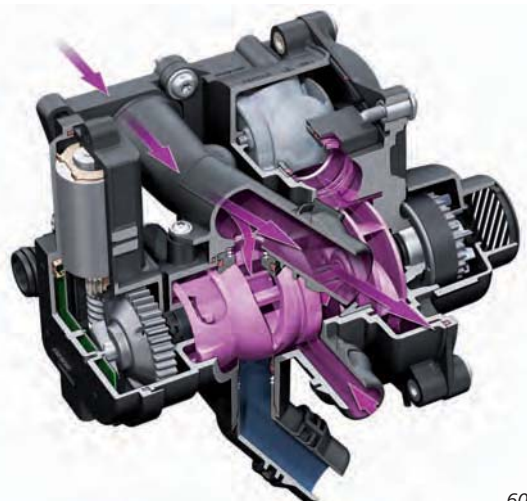


606_063

Caudal volumétrico mínimo

Esta función sirve para proteger la culata contra sobrecalentamiento (colector de escape integrado) y el turbocompresor cuando se tiene implementada la fase de líquido refrigerante inmóvil en el bloque motor. Para ello se lleva el distribuidor giratorio 1 a una posición de aprox. 145°. A partir de esta posición el engranaje de linterna ataca en el distribuidor giratorio 2 y empieza a abrirlo. Ahora fluye una pequeña parte del líquido refrigerante a través del bloque hacia la culata, a través del turbocompresor y de vuelta por el módulo del distribuidor giratorio hacia la bomba de líquido refrigerante.

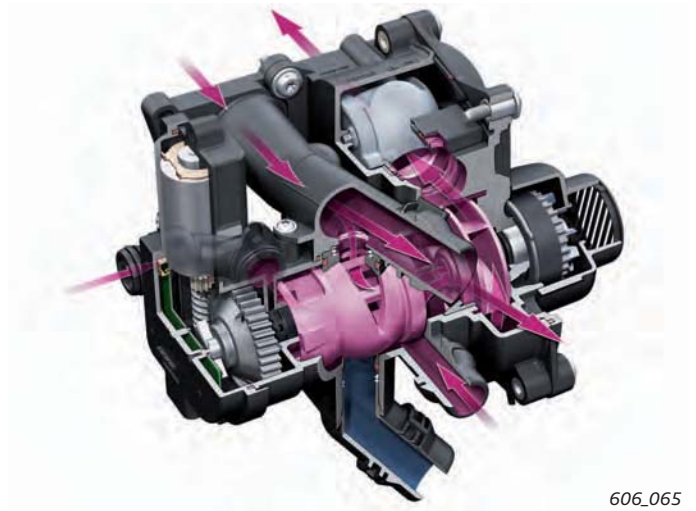
El segundo caudal parcial fluye, si es necesario, a través de la válvula de cierre para líquido refrigerante N82 hacia el intercambiador de calor de la calefacción. La bomba para postcirculación del líquido refrigerante V51 es excitada solamente si se "solicita calefacción". Debido a que el líquido refrigerante se calienta muy rápidamente se siguen minimizando las fricciones del motor en la fase de calentamiento.



606_064

Conexión subsidiaria del radiador de aceite de motor en la fase de calentamiento

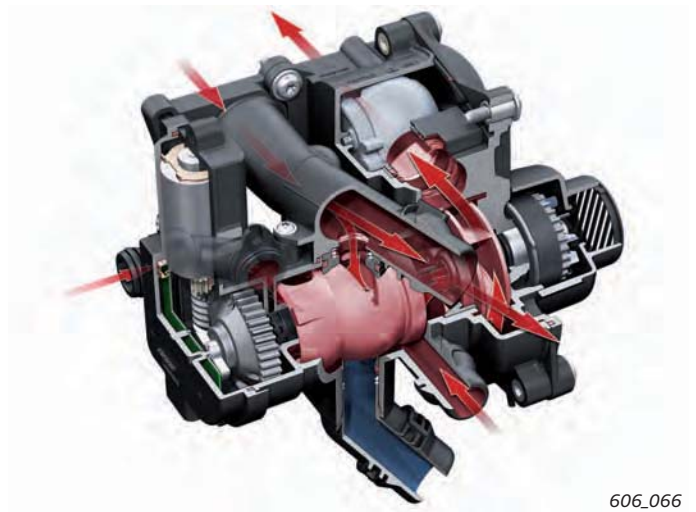
En una fase más avanzada del caldeo se conecta ahora subsidiariamente el radiador de aceite del motor. La apertura del empalme del radiador de aceite del motor comienza a partir del momento en que el distribuidor giratorio 1 adopta una posición de 120°. Paralelamente a ello también sigue abriendo el distribuidor giratorio 2 y el caudal de líquido refrigerante a través del bloque motor aumenta. Con la conexión subsidiaria específica del radiador de aceite del motor se calienta adicionalmente el aceite del motor.



606_065

Calefacción del aceite para engranajes

Después de un caldeo suficientemente a fondo del motor de combustión se abre finalmente la válvula de líquido refrigerante para el cambio N488, con objeto de calentar también todavía el aceite para engranajes con ayuda del calor superfluo. La conexión subsidiaria de la función de caldeo del aceite para engranajes sucede a una temperatura del líquido refrigerante de 80 °C sin calefacción o bien de 97 °C con calefacción.



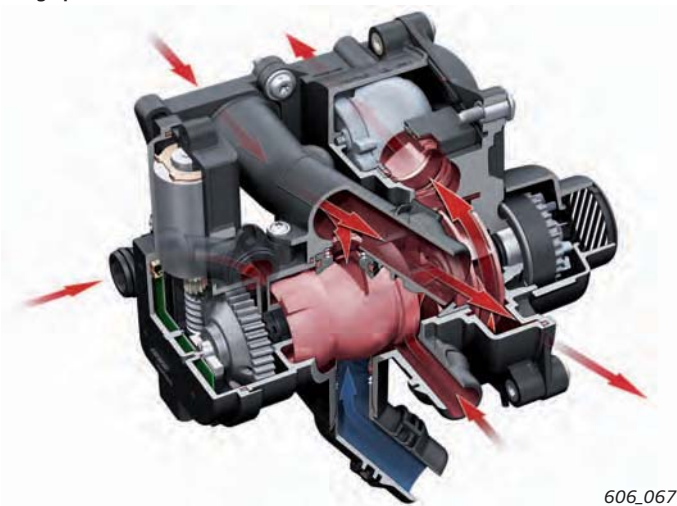
606_066

Regulación de temperatura a través del radiador principal de agua

A regímenes y cargas de baja intensidad se regula el líquido refrigerante a 107 °C para minimizar las fricciones del motor. A medida que aumenta la carga y el régimen se reduce luego la temperatura del líquido refrigerante hasta los 85 °C.

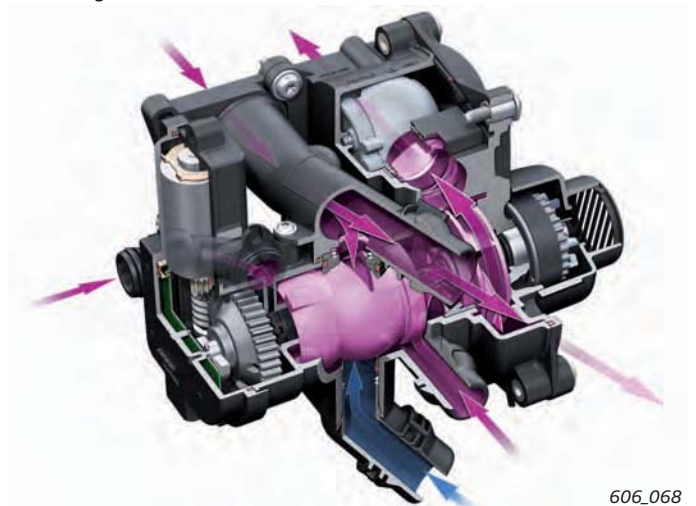
Para esto se ajusta el distribuidor giratorio 1 entre los 85° y 0°, de acuerdo a las necesidades de refrigeración. Al estar el distribuidor giratorio en posición de 0° se encuentra abierto al máximo el empalme de retorno al radiador principal de agua.

Carga parcial



606_067

Plena carga



606_068

Función de continuación después de la parada del motor

Para evitar la ebullición del líquido refrigerante en la culata y en el turbocompresor después de la parada del motor o bien para evitar un enfriamiento innecesario se inicia la función de continuación de acuerdo con un mapa de características. Se activa durante hasta 15 minutos después de la parada del motor.

Para ello se lleva el distribuidor giratorio a la "posición de continuación" (160 – 255°). En el ciclo de continuación también se ha implementado una regulación de la temperatura del líquido refrigerante. Al solicitarse un ciclo de continuación máximo (255°) y una temperatura teórica correspondientemente baja del líquido refrigerante se abre el empalme de retorno al radiador principal de agua, pero el empalme hacia el bloque motor se encuentra cerrado por medio del distribuidor giratorio 2. Aparte de ello se activa la bomba para postcirculación del líquido refrigerante V51 y la válvula de cierre para líquido refrigerante N82.

El líquido refrigerante fluye entonces en dos caudales parciales. Uno a través de la culata hacia V51; el segundo caudal parcial fluye a través del turbocompresor, por el distribuidor giratorio y luego vuelve a través del radiador principal de agua hacia la bomba para postcirculación del líquido refrigerante V51. Durante la posición de postcirculación el líquido refrigerante no recorre el bloque motor. Con esta función se ha podido reducir de forma importante el tiempo de la función de postcirculación, sin generar unas pérdidas de calor excesivas.

Caso de avería

Si se avería el sensor de ángulo de giro se abre al máximo el distribuidor giratorio (refrigeración máxima del motor). Si está averiado el motor DC o atascado el distribuidor giratorio, según sea la posición del distribuidor giratorio se activa una limitación del régimen y de la entrega de par.

Otras reacciones:

- ▶ En el cuadro de instrumentos aparece un aviso, de que está limitado el régimen a las 4.000 rpm, suena una señal acústica de beep y se enciende el testigo EPC
- ▶ Se indica la temperatura real del líquido refrigerante en el cuadro de instrumentos
- ▶ Se abre la válvula de cierre para líquido refrigerante N82
- ▶ Se activa la bomba para postcirculación del líquido refrigerante V51 para establecer la refrigeración de la culata.



606_077

Si la temperatura en el distribuidor giratorio sube por encima de los 113 °C un termostato de material dilatable en el distribuidor giratorio abre un bypass hacia el radiador principal de agua, de modo que el líquido refrigerante pueda fluir pasando por el radiador principal de agua (ver página 33, figura 606_036). Esto permite continuar el viaje en un caso de avería.

eMedia

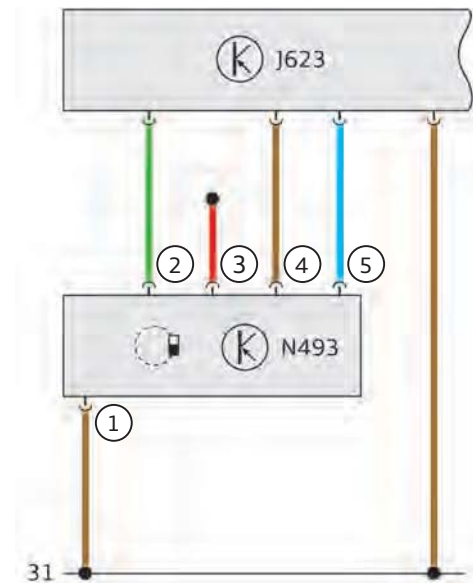


Animación sobre la gestión térmica de vanguardia y el funcionamiento del distribuidor giratorio.

Esquema de funcionamiento del actuador para regulación de la temperatura del motor N493

Empalmes en el actuador para regulación de la temperatura del motor N493:

- ① Sensor - (conexión masa de sensor - mazo de cables motor)
- ② Señal de sensor
- ③ Sensor + (conexión de 5 V en el mazo de cables del motor)
- ④ Actuador -
- ⑤ Actuador +



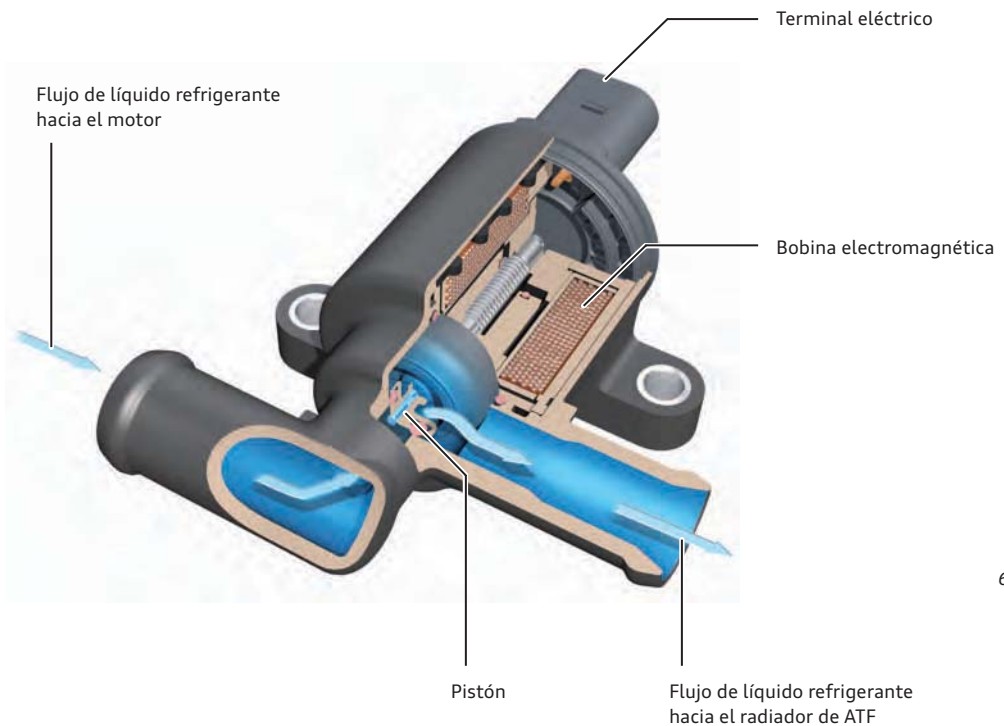
606_021

Válvula del líquido refrigerante para el cambio N488

La válvula del líquido refrigerante para el cambio N488 gestiona las prealimentaciones del líquido refrigerante caliente del motor hacia el radiador de aceite para engranajes. Se instala por ejemplo en el Audi A5 2012 con cambio manual.

La electroválvula es excitada con tensión de la red de a bordo por parte de la unidad de control del motor cuando ello es necesario. Al no estar excitada se encuentra abierta obedeciendo a la fuerza mecánica del muelle.

En la fase de arranque del motor se encuentra cerrada. El flujo de líquido refrigerante hacia el cambio abre a una temperatura del líquido refrigerante de 80 °C y vuelve a cerrar a los 90 °C. De ese modo se respalda al cambio para que alcance su temperatura óptima a los efectos de fricción.



606_022

Bomba para circulación del líquido refrigerante V50

En los vehículos con motores de montaje longitudinal, esta bomba se utiliza para producir la circulación para el intercambiador de calor de la calefacción. Es excitada con una señal PWM por parte de la unidad de control del Climatronic J255. Es diagnosticable a través de la unidad de control del Climatronic J255.

Funcionamiento

Al estar en funcionamiento la bomba para circulación de líquido refrigerante V50 el líquido refrigerante es aspirado a través del tubo flexible procedente del motor, a través del intercambiador de calor del climatizador y a través de la válvula de cierre para líquido refrigerante y es devuelto al motor a través del tubo flexible para líquido refrigerante.

La bomba para circulación de líquido refrigerante V50 es excitada al estar conectado el encendido, en función de la temperatura del líquido refrigerante y del ajuste que se ha dado a través del panel de mandos e indicación del climatizador.

La variante de equipamiento del vehículo se selecciona en la codificación y adaptación (p. ej. con calefacción independiente instalada).



Bomba para circulación de líquido refrigerante V50

606_056

Válvula de cierre para líquido refrigerante de Climatronic N422

La válvula de cierre para líquido refrigerante se instala en motores de montaje longitudinal y sin calefacción independiente.

Funcionamiento

Es idéntica con la válvula de líquido refrigerante para el cambio N488 (ver página 38).

Se encuentra abierta al no estar excitada (el líquido refrigerante fluye). Al ser excitada se cierra. La apertura se realiza mediante fuerza mecánica de muelle.

La válvula abre y cierra el paso del líquido refrigerante hacia el intercambiador de calor de la calefacción del vehículo, ver página 31, figura 606_023.

Después del arranque del motor se cierra. Abre al solicitarse calefacción, refrigeración postcirculación y Start-Stop. La excitación blanco-negro corre a cargo de la unidad de control del Climatronic J255.

En ésta debe estar adaptada correctamente la válvula de cierre para líquido refrigerante de Climatronic N422.

Bomba para postcirculación del líquido refrigerante V51

La bomba se instala en vehículos con motores de montaje transversal. Es idéntica con la V50 de los vehículos con motorización longitudinal. La excitación corre a cargo de la unidad de control del motor mediante señal PWM.

La bomba para postcirculación del líquido refrigerante V51 es excitada por la unidad de control del motor previa solicitud por parte del panel de mandos (unidad de control de calefacción J65) o de la unidad de control del Climatronic J255.

También determina el respaldo de la bomba de líquido refrigerante del motor para efectos de mejorar el paso de líquido refrigerante a través del intercambiador de calor para la calefacción a determinados regímenes de motor, con objeto de mejorar el rendimiento de la calefacción.

Aparte de ello se puede reducir más rápidamente la temperatura en el turbocompresor. Con ello mejora la vida útil del aceite del motor.

Válvula de cierre para líquido refrigerante N82

La válvula de cierre para líquido refrigerante N82 es excitada por la unidad de control del motor.

Se instala, entre otros, en el Audi A3 2013 con calefacción independiente.

Al estar el motor frío, cierra el paso del líquido refrigerante a través del intercambiador de calor de la calefacción, p. ej. para agilizar el caldeo del motor, dependiendo de los ajustes dados en el panel de mandos (unidad de control de calefacción J65) o en la unidad de control del Climatronic J255.

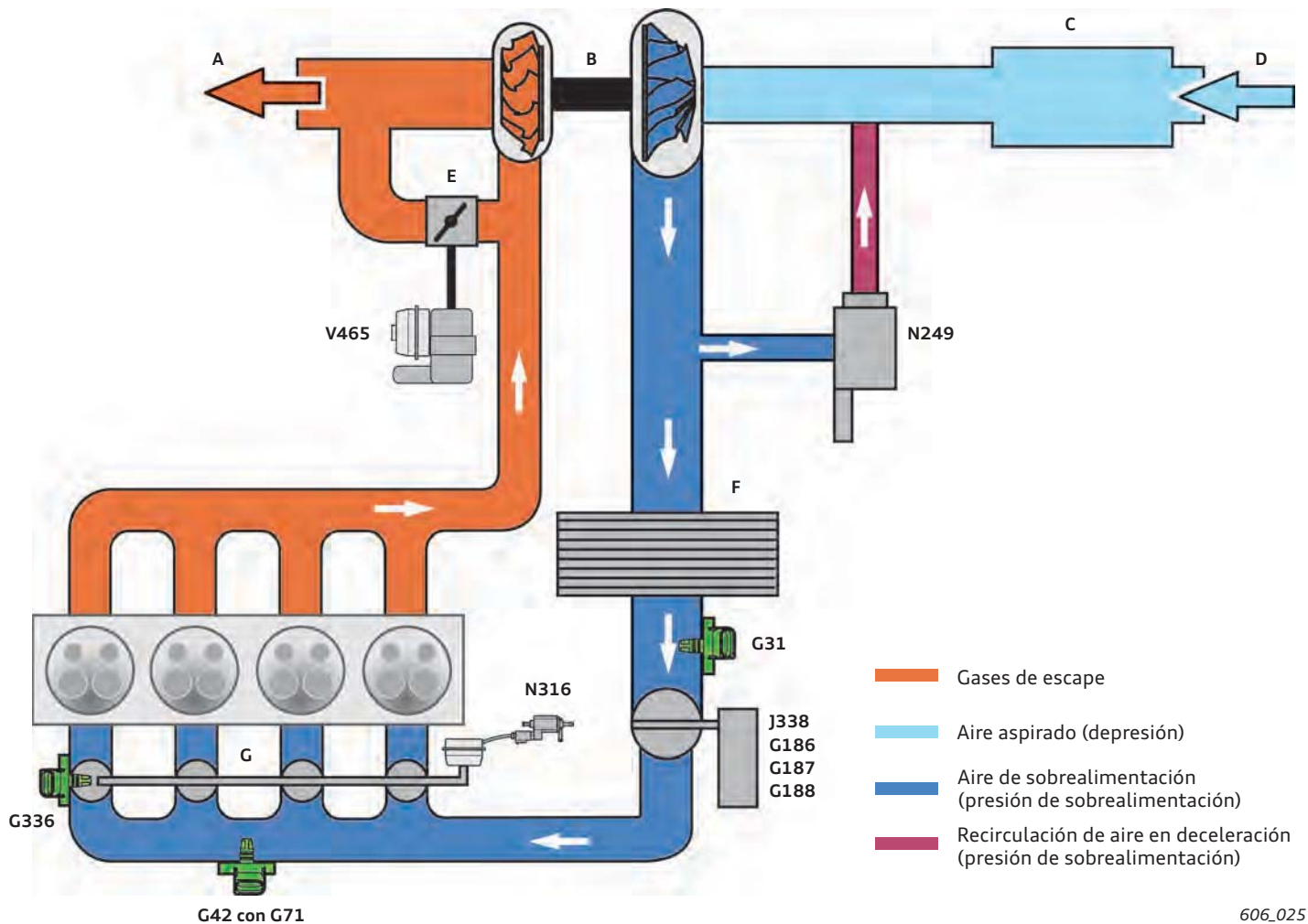


Remisión

Hallará más información sobre el funcionamiento de la bomba para circulación de líquido refrigerante V50/V51 en el Programa autodidáctico 616 "Motores Audi TFSI de 1,2 l y 1,4 l, de la Serie EA211".

Alimentación de aire y sobrealimentación

Estructura del sistema



Leyenda:

- A** Caudal de los gases de escape
- B** Turbocompresor
- C** Filtro de aire
- D** Caudal de aire exterior
- E** Válvula de descarga (Wastegate)
- F** Intercooler
- G** Mariposas del colector de admisión

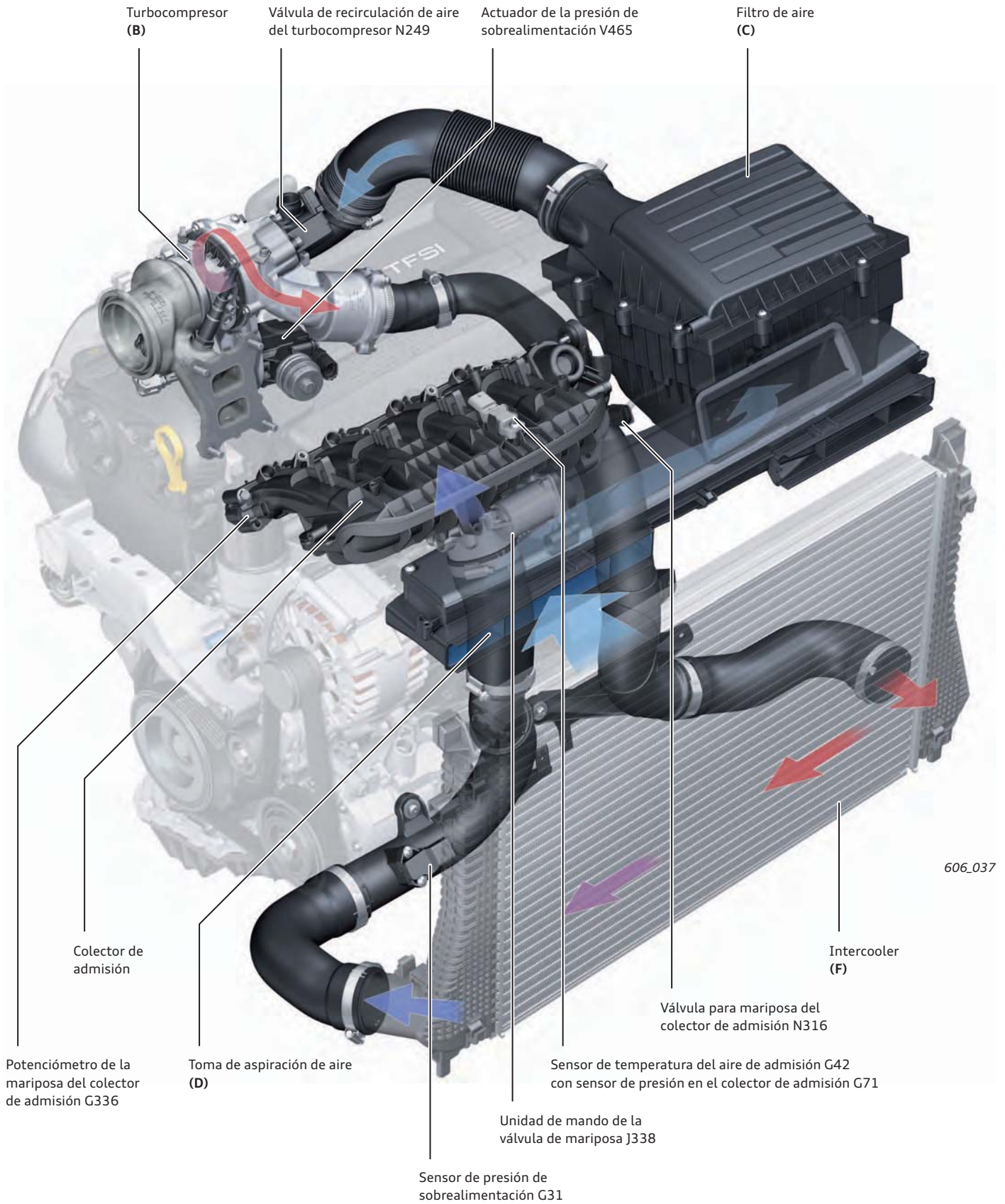
- G31** Sensor de presión de sobrealimentación
- G42** Sensor de temperatura del aire de admisión
- G71** Sensor de presión en el colector de admisión
- G186** Mando de la mariposa para mando eléctrico del acelerador
- G187** Sensor de ángulo 1 para mando de la mariposa con mando eléctrico del acelerador
- G188** Sensor de ángulo 2 para mando de la mariposa con mando eléctrico del acelerador
- G336** Potenciómetro de la mariposa del colector de admisión
- J338** Unidad de mando de la válvula de mariposa
- N249** Válvula de recirculación de aire del turbocompresor
- N316** Válvula de la mariposa del colector de admisión
- V465** Actuador de sobrealimentación



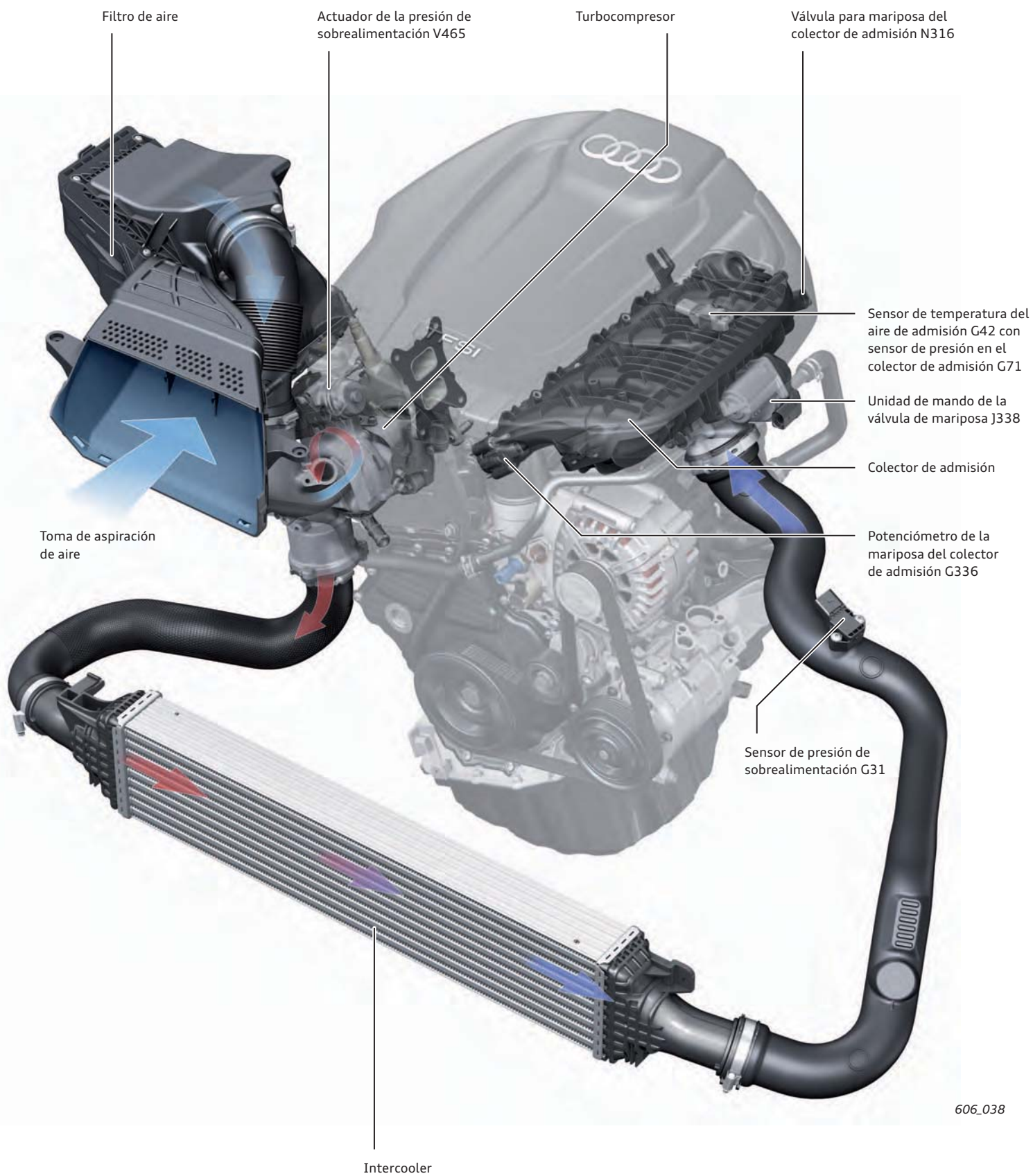
Nota

El actuador de la presión de sobrealimentación V465 tiene que ser sustituido si se soltó la contratuerca en el varillaje. Después de la sustitución tiene que ajustarse el actuador de la presión de sobrealimentación con ayuda del equipo de diagnóstico de vehículos.

Conducción de aire en motores de montaje transversal



Conducción de aire en motores de montaje longitudinal

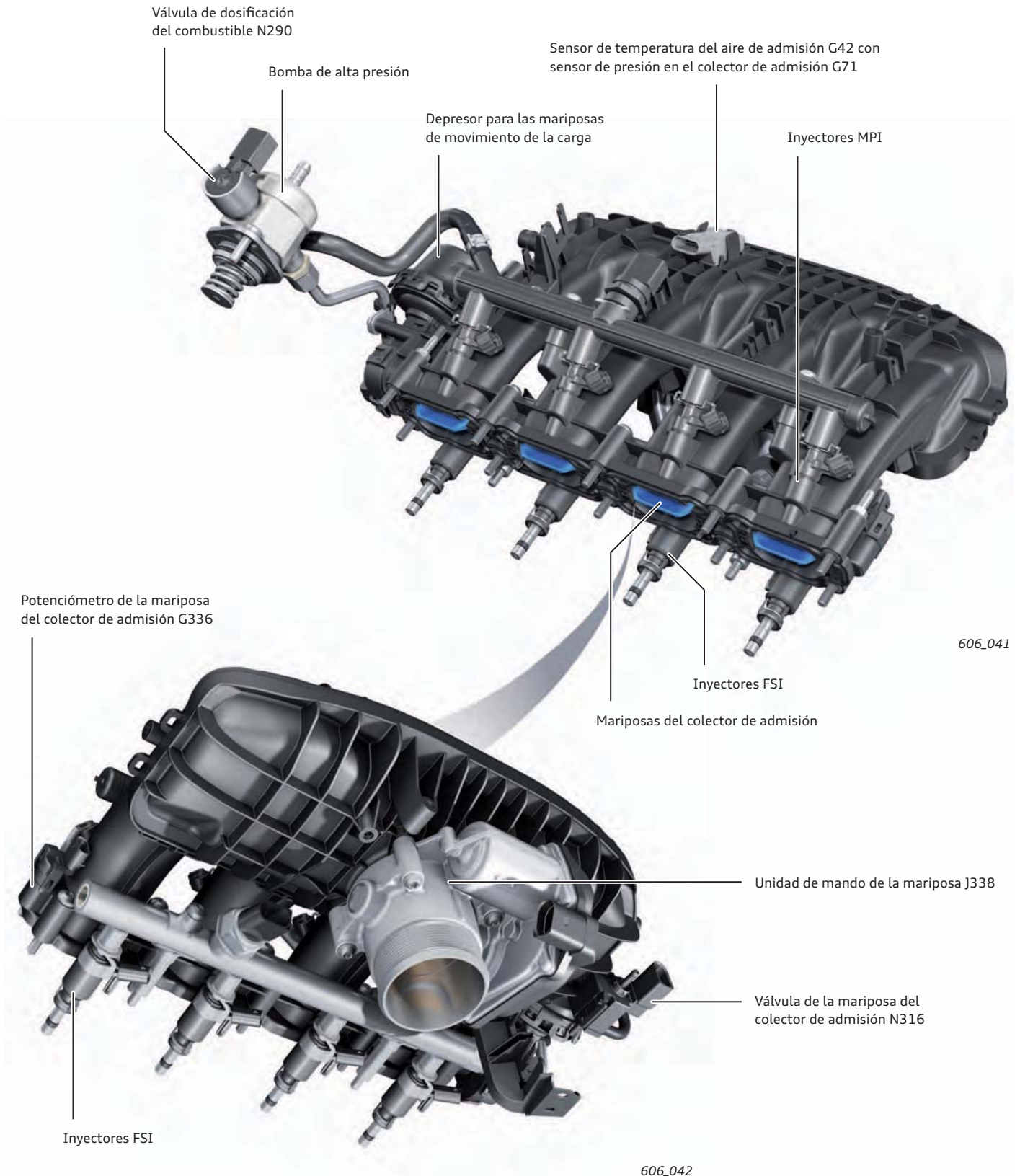


606_038

Colector de admisión

Debido a las presiones de sobrealimentación más intensas se ha revisado por completo el sistema de mariposas que lleva integradas el colector de admisión. El eje de acero bonificado, de una sola pieza y acodado, garantiza una rigidez antitorsión máxima para las mariposas con forma de bandejas en el conducto de admisión. La posición de las mariposas se detecta por medio del potenciómetro de la mariposa del colector de admisión G336 (sensor de ángulo de giro sin contacto físico).

Las mariposas tipo bandeja se pretensan en el cuerpo básico al estar abiertas, de modo que se minimicen las excitaciones provocadas por la corriente de aire. El eje es conmutado electroneumáticamente por medio del depresor gestionado por depresión (gestión de dos puntos) por parte de la unidad de control del motor, haciendo intervenir la válvula de la mariposa del colector de admisión N316.



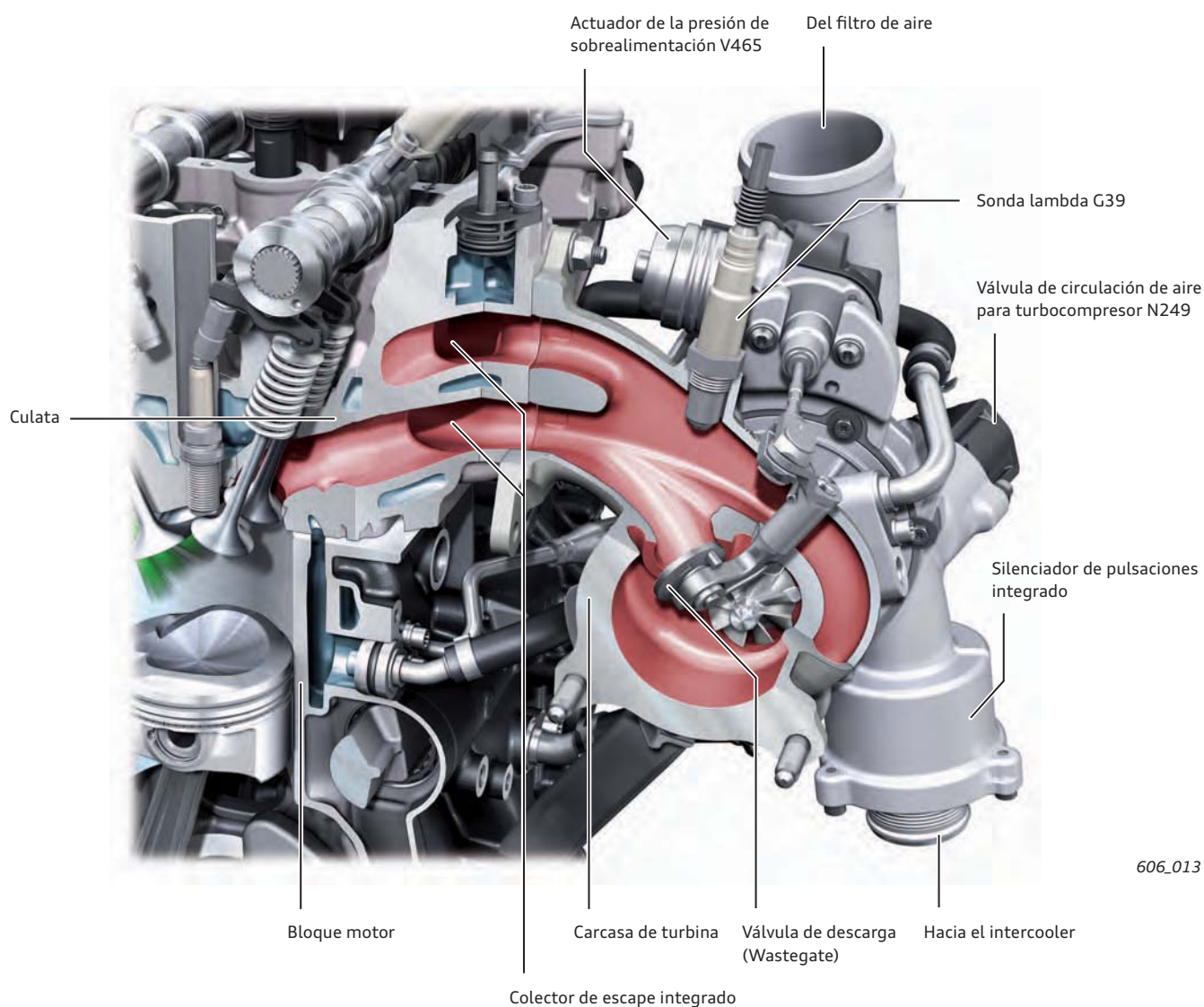
Turbocompresor

Como sistema de sobrealimentación se aplica un turbocompresor *Mono-Scroll** de un desarrollo completamente nuevo.

La sobrealimentación mediante turbocompresor *Mono-Scroll* viene a mejorar el comportamiento de plena carga, sobre todo en la gama de regímenes superiores. La conducción de los gases de escape por dos conductos a la salida de la culata continúa en el turbocompresor hasta poco antes de la turbina. De ahí resulta la mejor separación general posible de las pulsaciones correspondientes al orden del encendido (cuatro en dos en uno).

El turbocompresor se caracteriza por lo siguiente:

- ▶ Actuador eléctrico de la válvula de descarga Wastegate (actuador de la presión de sobrealimentación V465 con sensor de posición para actuador de la presión de sobrealimentación G581)
- ▶ Sonda lambda ante la turbina (sonda lambda G39)
- ▶ Carcasa compacta de turbina en fundición de acero con entrada de doble boca, abridada directamente a la culata
- ▶ Carcasa del compresor con silenciador de pulsaciones integrado y válvula eléctrica para recirculación de aire en deceleración (válvula de recirculación de aire del turbocompresor N249)
- ▶ Rueda de turbina (*Inconel**) resistente a temperaturas, prevista para temperaturas de hasta 980 °C
- ▶ Carcasa de cojinetes con empalmes unitarios para aceite y líquido refrigerante
- ▶ Rueda de compresor fresada para una mayor resistencia a altos regímenes y mejores condiciones acústicas
- ▶ Rueda de turbina como *mixed flow turbine** de Inconel 713 °C



606_013

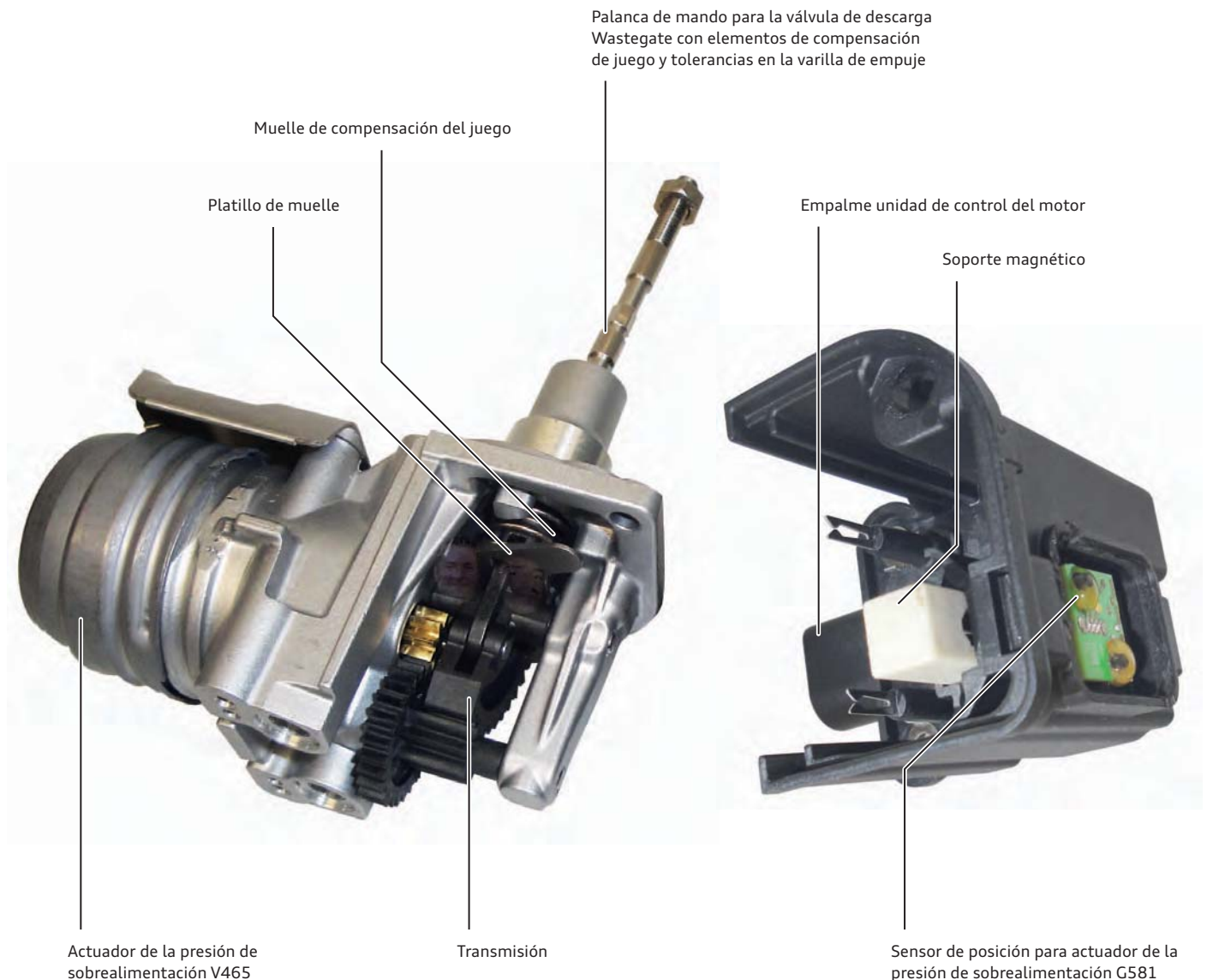
Sensores para detectar la masa y temperatura del aire:

- ▶ Sensor de presión de sobrealimentación G31 (posición 3) instalado en el conducto de aire entre el intercooler y la válvula de mariposa. Su señal se utiliza para gestionar la presión de sobrealimentación.
- ▶ Sensor de temperatura del aire de admisión G42 con sensor de presión en el colector de admisión G71; con las señales de presión y temperatura se calcula la masa de aire.

Actuador de la presión de sobrealimentación V465

Por primera vez en un motor cuatro cilindros de Audi con turboalimentación se aplica un actuador eléctrico de la válvula de descarga Wastegate. Esta tecnología ofrece las ventajas indicadas a continuación, en comparación con las cajas manométricas aplicadas hasta ahora:

- ▶ Una respuesta más rápida y precisa
 - ▶ Puede excitarse independientemente de la presión de sobrealimentación aplicada
 - ▶ Por la mayor fuerza para mantenerla cerrada ya se alcanza el par máximo del motor de 320 Nm a un bajo régimen de motor, de 1.500 rpm.
- ▶ Con una apertura activa de la válvula de descarga a régimen de carga parcial puede reducirse la presión de sobrealimentación básica. Esto posibilita una reducción del consumo de combustible de aprox. 1,2 g CO₂/km en el ciclo MVEG.
 - ▶ Con la apertura activa de la válvula de descarga durante la fase de caldeo del catalizador se obtiene una temperatura de los gases de escape 10 °C mayor ante el catalizador, lo cual conduce a menores emisiones durante la fase de arranque en frío.
 - ▶ Debido a la alta velocidad con que trabaja el actuador eléctrico de la válvula de descarga Wastegate resulta posible neutralizar instantáneamente la presión de sobrealimentación al intervenir cargas alternas negativas (deceleración), lo cual ejerce efectos positivos especialmente en el comportamiento acústico del turbocompresor (rugido de descarga de aire, sonoridad molturante).



Componentes del sistema del actuador de la presión de sobrealimentación

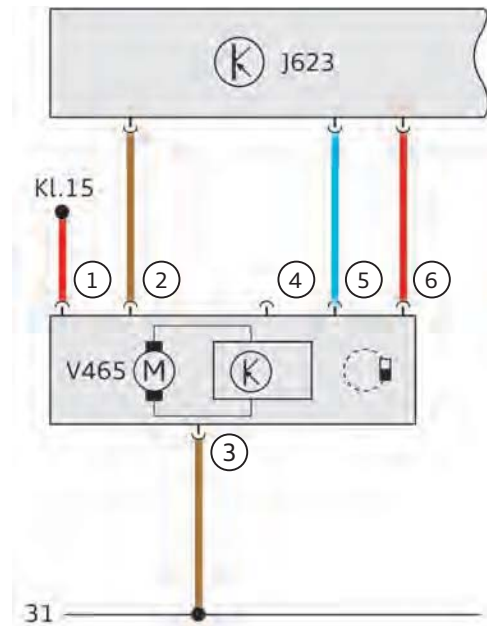
El sistema actuador consta de los componentes siguientes:

- ▶ Carcasa
- ▶ Motor DC (actuador de la presión de sobrealimentación V465)
- ▶ Engranaje
- ▶ Sensor de posición integrado, sin contacto físico (sensor de posición para actuador de la presión de sobrealimentación G581)
- ▶ Topes mecánicos interno superior e inferior en el engranaje
- ▶ Elementos de compensación de juego y tolerancias en la varilla de empuje

Esquema de funciones

Terminales en el actuador de la presión de sobrealimentación V465:

- ① Sensor + (conexión de 5 V en el mazo de cables del motor)
- ② Actuador -
- ③ Masa
- ④ Vacante
- ⑤ Señal de sensor
- ⑥ Actuador +



606_020

Funcionamiento

El motor DC mueve la válvula de descarga Wastegate con ayuda del engranaje y la varilla de empuje. La limitación del movimiento se efectúa, en el caso del tope mecánico inferior, por medio del tope externo de la válvula de descarga Wastegate en su asiento y, en el caso del tope mecánico superior, por medio de la limitación interna del engranaje en la carcasa.

La frecuencia de excitación del motor DC corre a cargo de la unidad de control del motor, y es del orden de 1.000 Hz. La varilla de empuje es regulable en longitud. De este modo resulta posible ajustar la válvula de descarga Wastegate después de haber sustituido el actuador.

Sensor de posición para actuador de la presión de sobrealimentación G581

El sensor de posición para actuador de la presión de sobrealimentación G581 va instalado en la tapa de carcasa del engranaje del actuador de la presión de sobrealimentación. En la tapa de la carcasa se encuentra también un soporte magnético con dos imanes permanentes. El soporte magnético va guiado en la tapa de la carcasa y apoya sobre el platillo de muelle del engranaje. De ese modo ejecuta el mismo movimiento que la varilla de empuje. Si se mueve la varilla de empuje, los imanes pasan ante el sensor Hall que se encuentra en la tapa de la carcasa y se registra el valor efectivo de la carrera de reglaje. La carrera de reglaje se emite como una señal de tensión analógica, lineal.

Carcasa de turbina y rueda de turbina

Para cumplir con las exigencias planteadas por la mayor temperatura de los gases de escape de aprox. 980 °C y por la implantación de la sonda lambda ante la turbina en la carcasa se fabrica la carcasa de la turbina con un nuevo material de fundición de acero, en comparación con la 2ª generación. Para conseguir la mejor separación posible de las pulsaciones procedentes del orden de encendido se ha diseñado una conducción de dos caudales hasta poco antes de la turbina.

Debido a que son muy compactas las dimensiones de la carcasa de la turbina se ha elegido una fijación estándar mediante espárrago y tuerca para la fijación a la culata. La rueda de turbina está diseñada en versión de "mixed flow turbine" (turbina semi-radial).

Carcasa del compresor y rueda de compresor

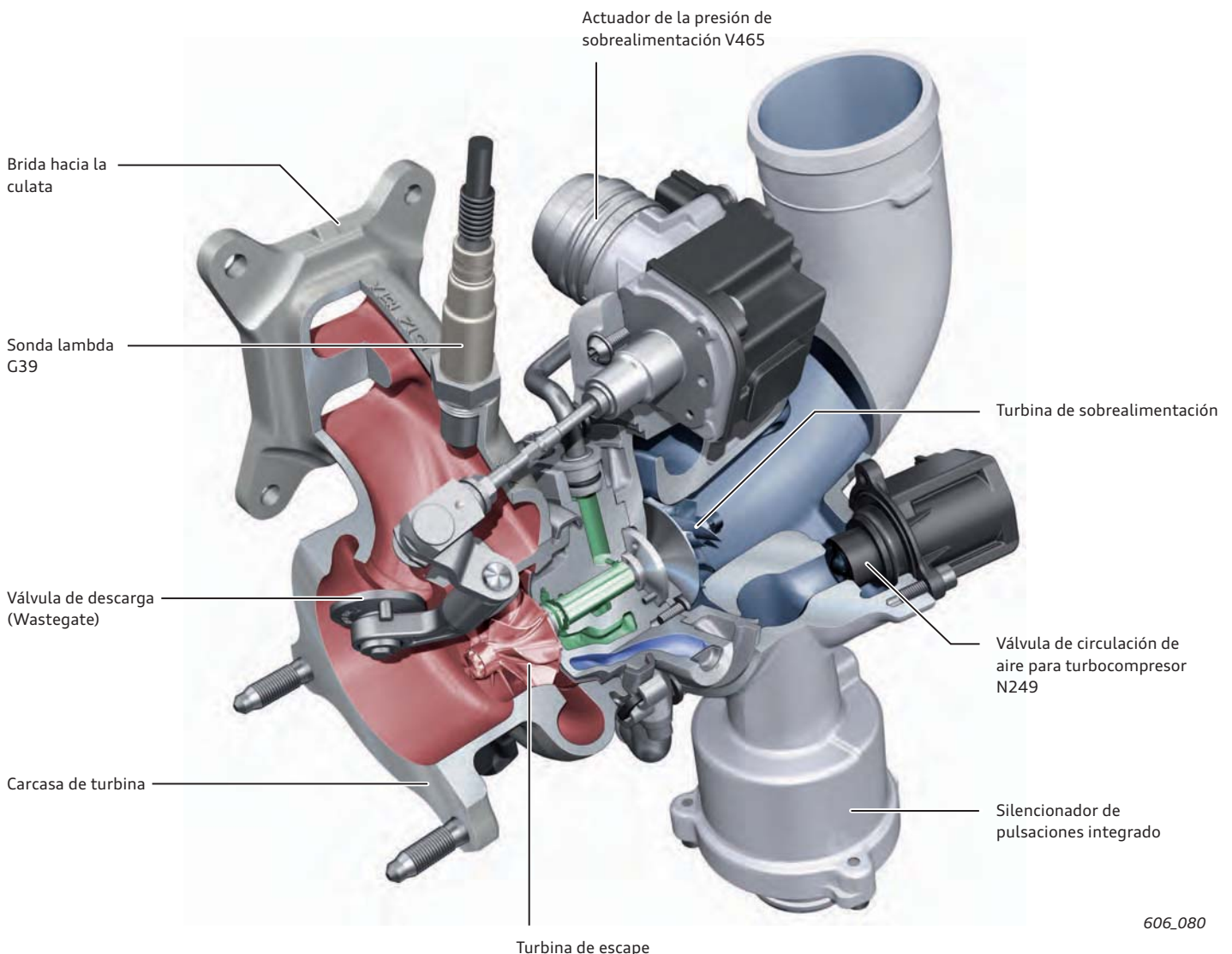
La carcasa del compresor es una versión reforzada para poder resistir las intensas fuerzas de trabajo del actuador de la presión de sobrealimentación V465. Consta de fundición de aluminio. Al lado de la turbina de sobrealimentación van integrados el silenciador de pulsaciones, la válvula de recirculación de aire para turbocompresor N249 y el punto de entrada para los gases procedentes del cárter del cigüeñal y de la desaireación del depósito.

La rueda del compresor es una versión fresada de una sola pieza. Con ello se consigue una mayor resistencia a altos regímenes y unas mejores condiciones acústicas.

Sonda lambda G39

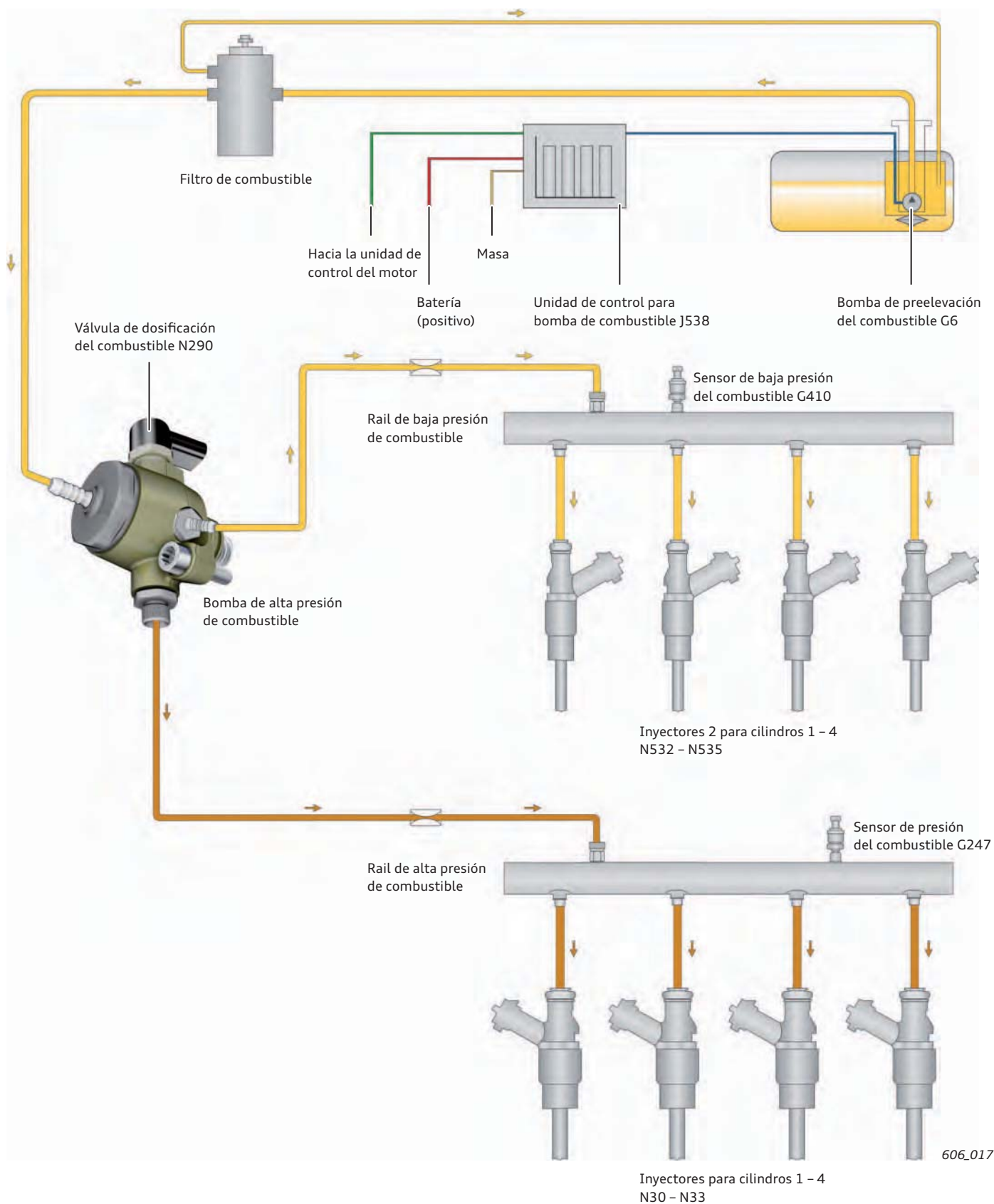
En el punto más adecuado, en el que fluyen los gases de escape de cada cilindro ante la carcasa de la turbina y, pese a ello, no son altas las temperaturas, se encuentra instalada la sonda lambda (ante catalizador). La sonda lambda G39 es una versión de banda ancha LSU 4.2.

Esto posibilita un final del punto de rocío marcadamente más temprano, y con ello una temprana liberación de la regulación lambda (seis segundos) después del arranque del motor y una buena identificación individual de los cilindros.



Sistema de combustible

Estructura del sistema



Formación de la mezcla / sistema de inyección dual

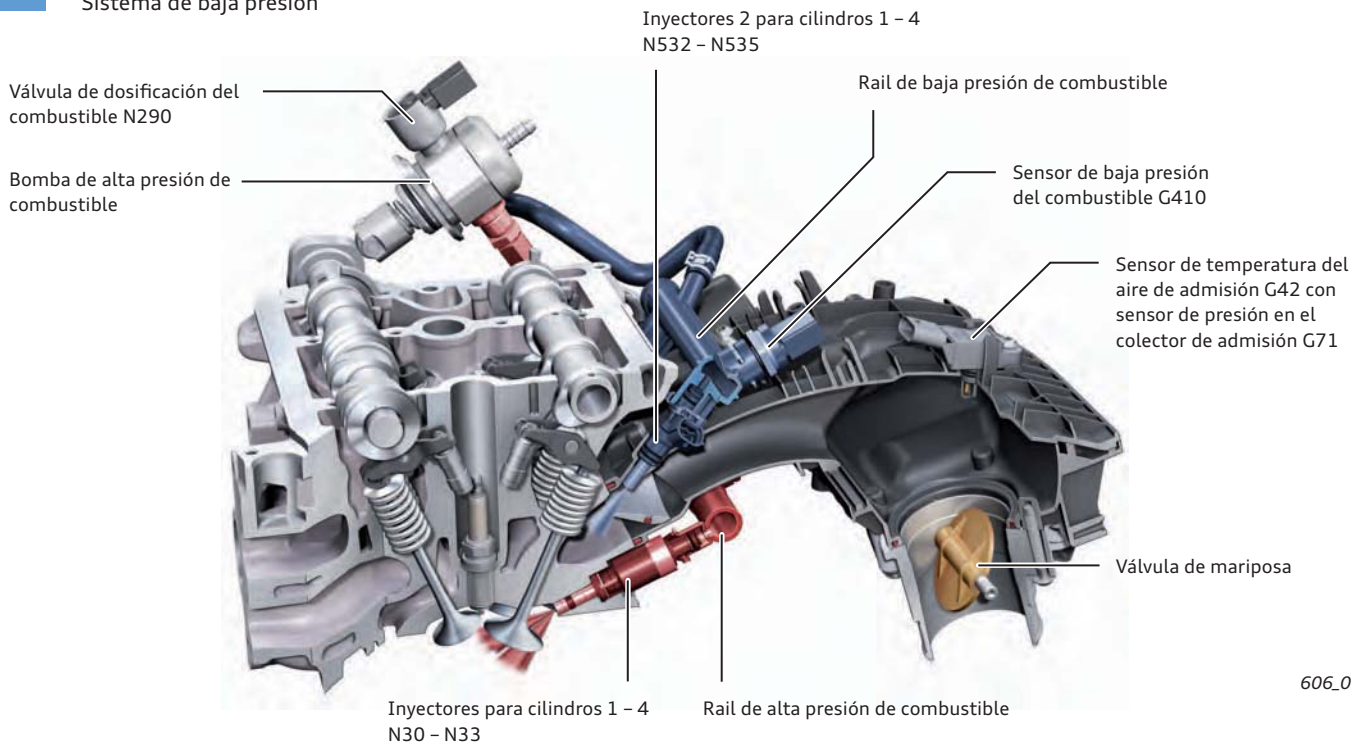
Haciendo referencia a las discusiones cada vez más intensas que se sostienen afirmando que los motores con inyección directa de gasolina tienen unas emisiones diez veces más intensas de partículas de hollín muy refinadas en comparación con los actuales motores diésel, se ha procedido a desarrollar el sistema de inyección dual.

 Sistema de alta presión

 Sistema de baja presión

Se han alcanzado los objetivos siguientes:

- ▶ Elevación de la presión del sistema de 150 a 200 bares.
- ▶ Mejora del comportamiento acústico
- ▶ Respeto de los límites de la Euro 6 para la masa y cantidad de partículas (importante reducción de las emisiones de hollín a razón del factor 10)
- ▶ Reducción de las emisiones de escape, especialmente de CO₂; cumplimiento y respeto de las actuales y futuras normas sobre emisiones de escape
- ▶ Adaptación de un sistema adicional de inyección en los conductos de admisión
- ▶ Reducción del consumo a carga parcial; aquí reside la ventaja de la aplicación de la inyección MPI



Sistema de inyección MPI

La alimentación del sistema MPI se establece a través de un empalme de enjuague de la bomba de alta presión. Esto permite que la bomba de alta presión siga siendo enjuagada y refrigerada automáticamente con combustible durante el modo MPI. Para minimizar pulsaciones emitidas por la bomba de alta presión hacia el rail se integra un paso calibrado en el empalme de enjuague de la bomba de alta presión.

El sistema MPI dispone de un sensor de presión propio, el sensor de la presión del combustible, baja presión G410. La alimentación de presión en función de las necesidades corre a cargo de la bomba de preelevación de combustible G6 instalada en el depósito. La bomba de preelevación de combustible G6 es excitada por la unidad de control para bomba de combustible J538 a través de la unidad de control del motor. El rail MPI está fabricado en material plástico. Los inyectores MPI (N532 - N535) van instalados en el colector de admisión de material plástico y dispuestos de forma óptima en lo que respecta a la orientación del chorro proyectado.

Sistema de inyección a alta presión

Todos los componentes del área de alta presión han sido sometidos a nueva adaptación para la presión del sistema de hasta 200 bares. Los inyectores han sido desacoplados acústicamente de la culata por medio de arandelas de acero para muelles. Asimismo se ha desacoplado el rail de alta presión con respecto al colector de admisión y se ha atornillado con la culata. Los inyectores de alta presión han sido posicionados en una disposición ligeramente retraída.

Con ello mejora la homogeneización de la mezcla y se ha reducido la carga térmica de las válvulas.

Para disponer en el futuro de un concepto de regulación igual para todos los motores se ha vuelto a modificar éste. En el concepto de regulación rige la regla empírica: al estar desacoplado el conector de la válvula reguladora de la presión del combustible N276 ya no se presuriza la zona de alta presión.



Remisión

Hallará más información sobre el concepto de regulación del sistema de inyección de alta presión en el Programa autodidáctico 384 "Motor Audi TFSI de 1,8 l 4V con cadena".

Modos operativos

En el mapa de características se calcula, básicamente, si el motor ha de trabajar en el modo MPI o en el FSI.

Para conseguir las emisiones de hollín más bajas posibles, una mínima dilución del aceite y mínima tendencia al picado se ha optimizado termodinámicamente la cantidad y el tipo de las inyecciones (MPI o FSI). Modifica la formación de la mezcla. A este respecto es necesario adaptar correspondientemente el momento y la duración de la inyección.




Estando el motor frío (líquido refrigerante por debajo de aprox. 45 °C y en función de la temperatura del aceite) siempre se trabaja con la inyección directa. Asimismo se emplea la inyección directa en cada ciclo de arranque del motor.

En el modo operativo más extenso posible se procura establecer lambda 1. Esto es posible con el empleo del colector de gases de escape integrado.

Para que no se pueda carbonizar el combustible en los inyectores de alta presión al funcionar mucho tiempo en el modo MPI se utiliza una función de enjuague. Para ello se activa brevemente el modo FSI.

Mapa de características tipo de inyección



-  Inyección simple MPI
-  Inyección simple FSI
(homogénea, inyección directa en el ciclo de admisión)
-  Doble inyección FSI
(estrato homogéneo, una inyección directa en el ciclo de admisión y una en el ciclo de compresión)

606_061

Arranque del motor

Se efectúa una inyección directa triple en el ciclo de compresión.

Fase de calentamiento / caldeo de catalizadores

Aquí se realiza una inyección directa doble en los ciclos de admisión y compresión. Para ello se desplaza un poco el momento de encendido en dirección de "retraso". Las mariposas en el colector de admisión cierran.

Motor caliente (>45 °C), carga parcial

Aquí se produce la conmutación al modo MPI. Las mariposas en el colector de admisión cierran asimismo a régimen de carga parcial, pero no 1 : 1 con el modo MPI (dependiendo de los parámetros programados en el mapa de características).

Ventaja en consumo

A motor caliente se homogeneiza la mezcla de forma óptima por anticipación de la mezcla. Es decir, que se tiene más tiempo disponible para la formación de la mezcla. Esto conduce a una combustión más rápida y de rendimiento optimizado. Además no hace falta aportar potencia al accionamiento de la bomba de alta presión.

Carga superior

Aquí se produce una doble inyección directa. Una inyección directa en el ciclo de admisión y una en el ciclo de compresión.

Función de emergencia

Si se avería uno de los dos sistemas, el otro se hace cargo de la función de marcha de emergencia. De esta forma queda establecido que el vehículo se mantenga dispuesto para la circulación.



606_089

Unidad de control del motor J623

eMedia



Animación sobre los modos MPI y FSI.

Gestión del motor

Estructura del sistema del motor TFSI de 1,8 l CJEB (Audi A5 2012)

Sensores

Unidad de mando de la válvula de mariposa J338
Sensores de ángulo 1 + 2 para mando de la mariposa con mando eléctrico del acelerador G187, G188

Conmutador de luz de freno F

Sensor de posición del embrague G476
Conmutador de pedal de embrague F36
Conmutador de pedal de embrague para arranque del motor F194

Sensor de posición del pedal acelerador G79
Sensor de posición 2 del pedal acelerador G185

Sensor de picado 1 G61

Sensor de baja presión del combustible G410

Sensor Hall G40
Sensor Hall 3 G300

Sensor de temperatura del líquido refrigerante G62

Sensor de temperatura del líquido refrigerante a la salida del radiador G83

Sensor de régimen del motor G28

Sensor del nivel y la temperatura del aceite G266

Potenciómetro de la mariposa del colector de admisión G336

Sensor de temperatura del aire de admisión G42
Sensor de presión en el colector de admisión G71

Sensor de presión del combustible G247

Sensor de presión de sobrealimentación G31

Sensor para detección de las marchas G604

Sensor de la presión de servoasistencia de frenado G294

Sonda lambda G39
Sonda lambda postcatalizador G130

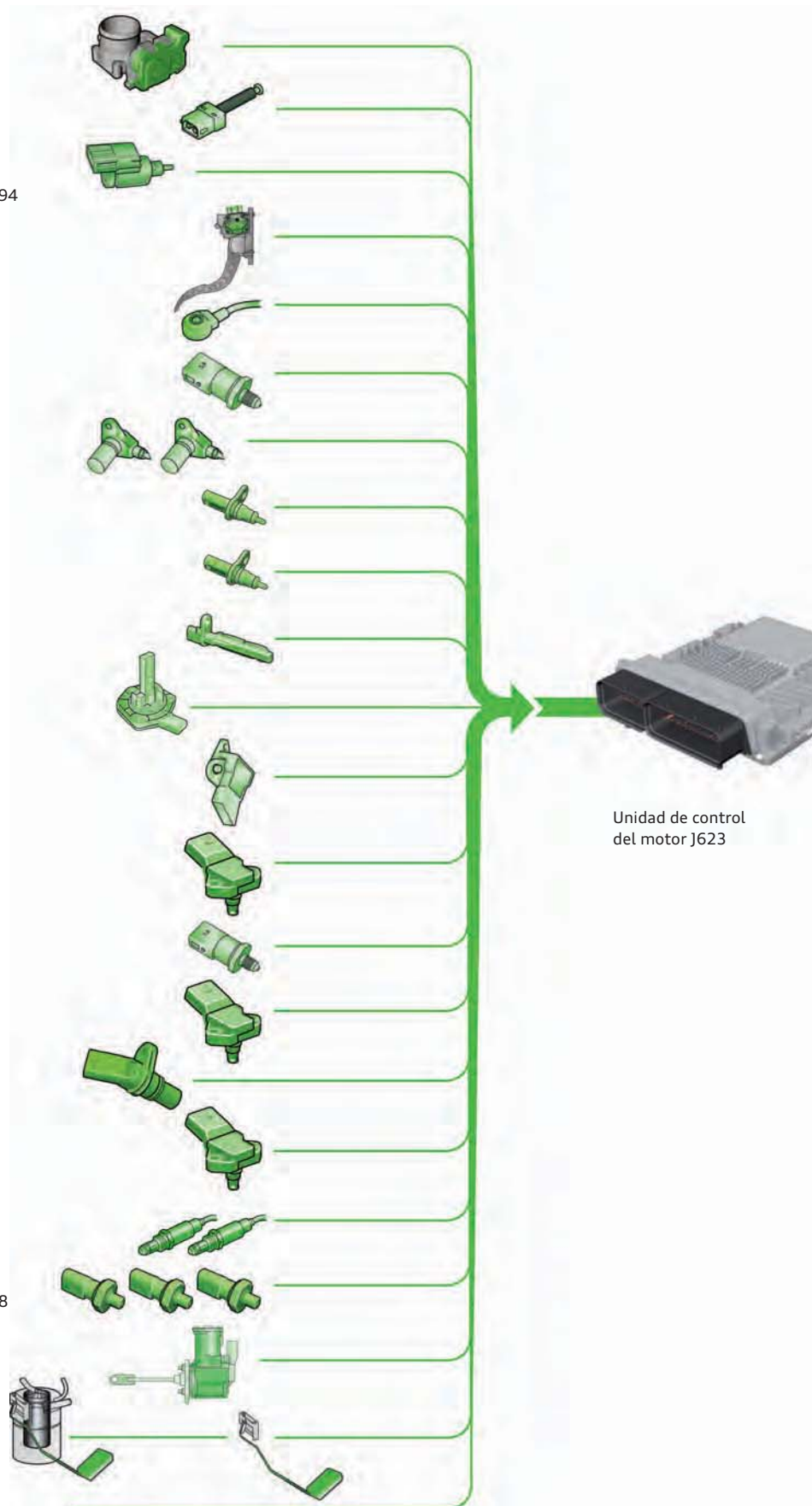
Manocontacto de aceite F22
Manocontacto de aceite para control de la presión reducida F378
Manocontacto de aceite, etapa 3 F447

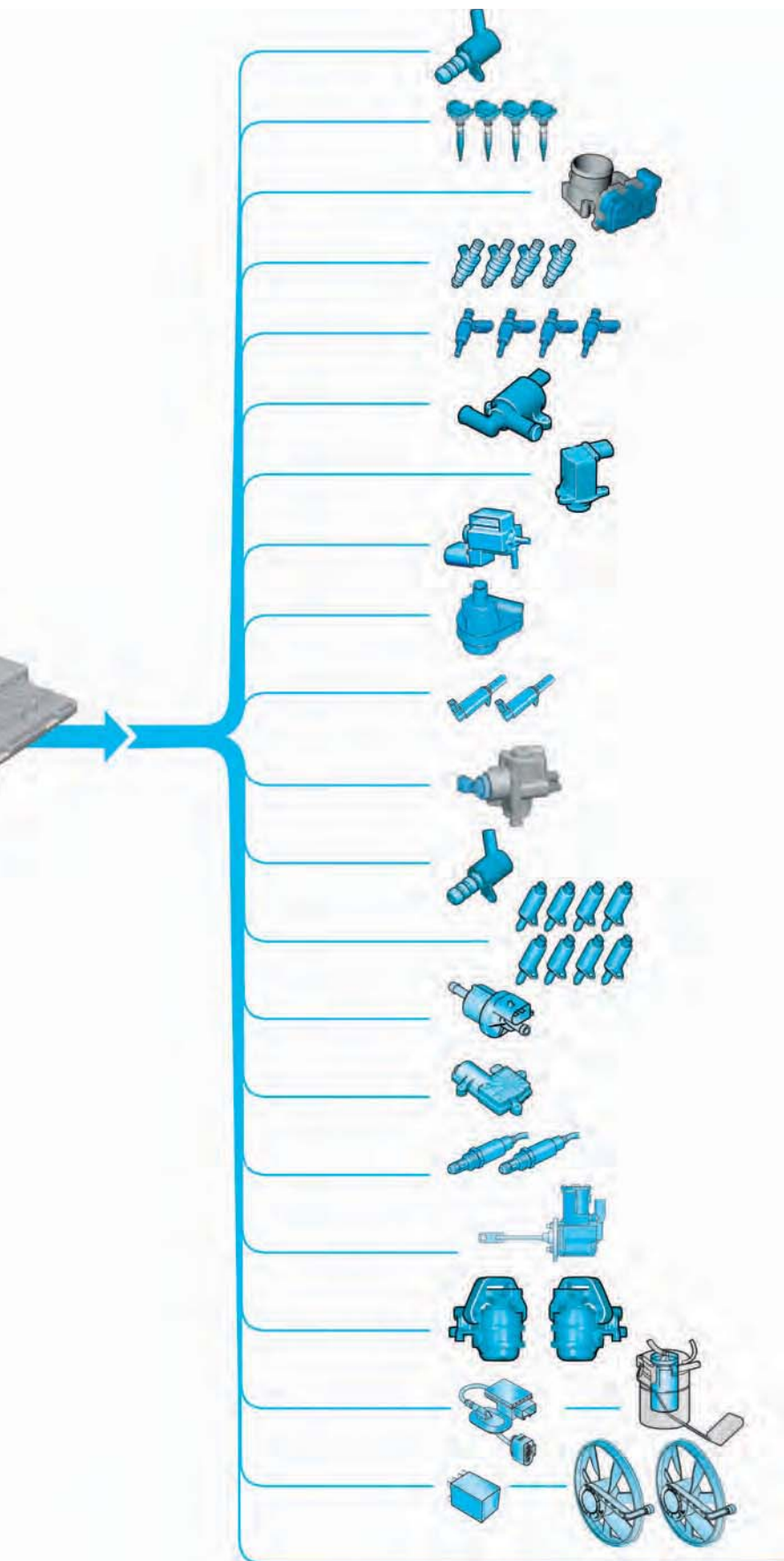
Sensor de posición para actuador de la presión de sobrealimentación G581

Sensor para indicador del nivel de combustible G
Sensor 2 del nivel de combustible G169

Señales suplementarias:

- Programador de velocidad
- Señal de velocidad
- Solicitud de arranque a unidad de control motor (arranque sin llave 1 y 2)
- Borne 50
- Señal de colisión de la unidad de control para airbag





Actuadores

Válvula de control del eyector para refrigeración del pistón N522

Bobinas de encendido 1 – 4 con etapa final de potencia
N70, N127, N291, N292

Mando de la mariposa para mando eléctrico del acelerador G186

Inyectores 2 para cilindros 1 – 4 N532 – N535

Inyectores para cilindros 1 – 4 N30 – N33

Válvula del líquido refrigerante para el cambio N488

Válvula de recirculación de aire del turbocompresor N249

Válvula para mariposa del colector de admisión N316

Bomba para circulación del líquido refrigerante V50

Válvula 1 para distribución variable N205

Válvula 1 para la distribución variable (escape) N318

Válvula de dosificación del combustible N290

Válvula reguladora de la presión del aceite N428

Actuadores 1 – 8 para reglaje de levas F366 – F373

Electroválvula 1 para depósito de carbón activo N80

Actuador para regulación de la temperatura del motor N493

Calefacción para sonda lambda Z19

Calefacción para sonda lambda 1 postcatalizador Z29

Actuador de la presión de sobrealimentación V465

Electroválvula izquierda para soporte electrohidráulico del motor
N144

Electroválvula derecha para soporte electrohidráulico del motor
N145

Unidad de control para bomba de combustible J538

Bomba de preelevación del combustible G6

Unidad de control para ventilador del radiador J293

Ventilador del radiador V7

Ventilador del radiador 2 V177

Señales suplementarias:

- Unidad de control para cambio automático / régimen del motor
- Unidad de control para ABS / posición del embrague
- Compresor de climatización
- Gestión de arranque



Diferenciaciones de las variantes del motor

Diferencias 1,8 l / 2,0 l, así como entre montajes longitudinal y transversal





Según la cilindrada (1,8 l y 2,0 l) y el montaje longitudinal o transversal, los motores presentan diferencias en las clases de potencia, en componentes y en los procedimientos de la combustión.

En las páginas siguientes se presentan estas diferencias.

Cuadro general de las clases de potencia

	Montaje longitudinal	Montaje transversal
		
Clase de potencia 1	Audi A4 2012, Audi A5 2012 1,8 l 125 kW, 320 Nm	Audi A3 2013 1,8 l 132 kW, 280 Nm
Clase de potencia 2	Audi Q5 2013 2,0 l 165 kW, 350 Nm	
Clase de potencia 3		Audi A3 2013 2,0 l 221 kW, 380 Nm

Cuadro general de las piezas diferentes

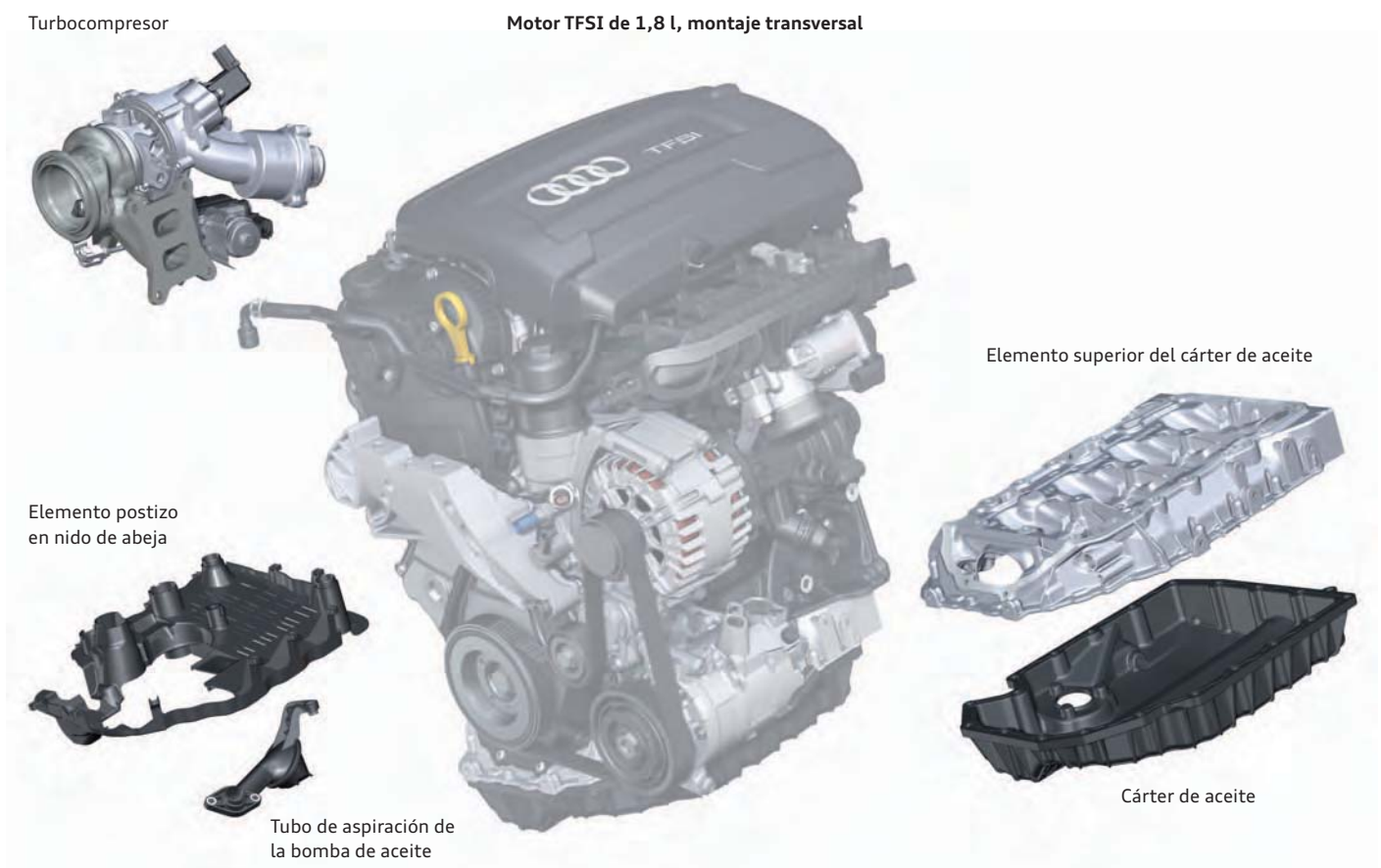
	Montaje longitudinal	Montaje transversal
Clase de potencia 1		
Clase de potencia 2		
Clase de potencia 3		

Diferencia de los componentes entre montaje longitudinal y transversal

Se han adaptado los componentes siguientes:

- ▶ Elemento superior del cárter de aceite
- ▶ Elemento postizo en nido de abeja
- ▶ Tubo de aspiración de la bomba de aceite
- ▶ Cárter de aceite
- ▶ Turbocompresor

Los componentes denominados elementos superior e inferior del cárter de aceite, elemento postizo en nido de abeja y tubo de aspiración de la bomba de aceite han sido modificados de modo que la cantidad de aceite se mantenga sin cambio (5,4 l) y estén cumplidos los criterios necesarios para el funcionamiento del sistema de aceite, como son la presión del aceite, espumificación del aceite, comportamiento transversal y longitudinal, marcha en ascenso y en descenso.



eMedia

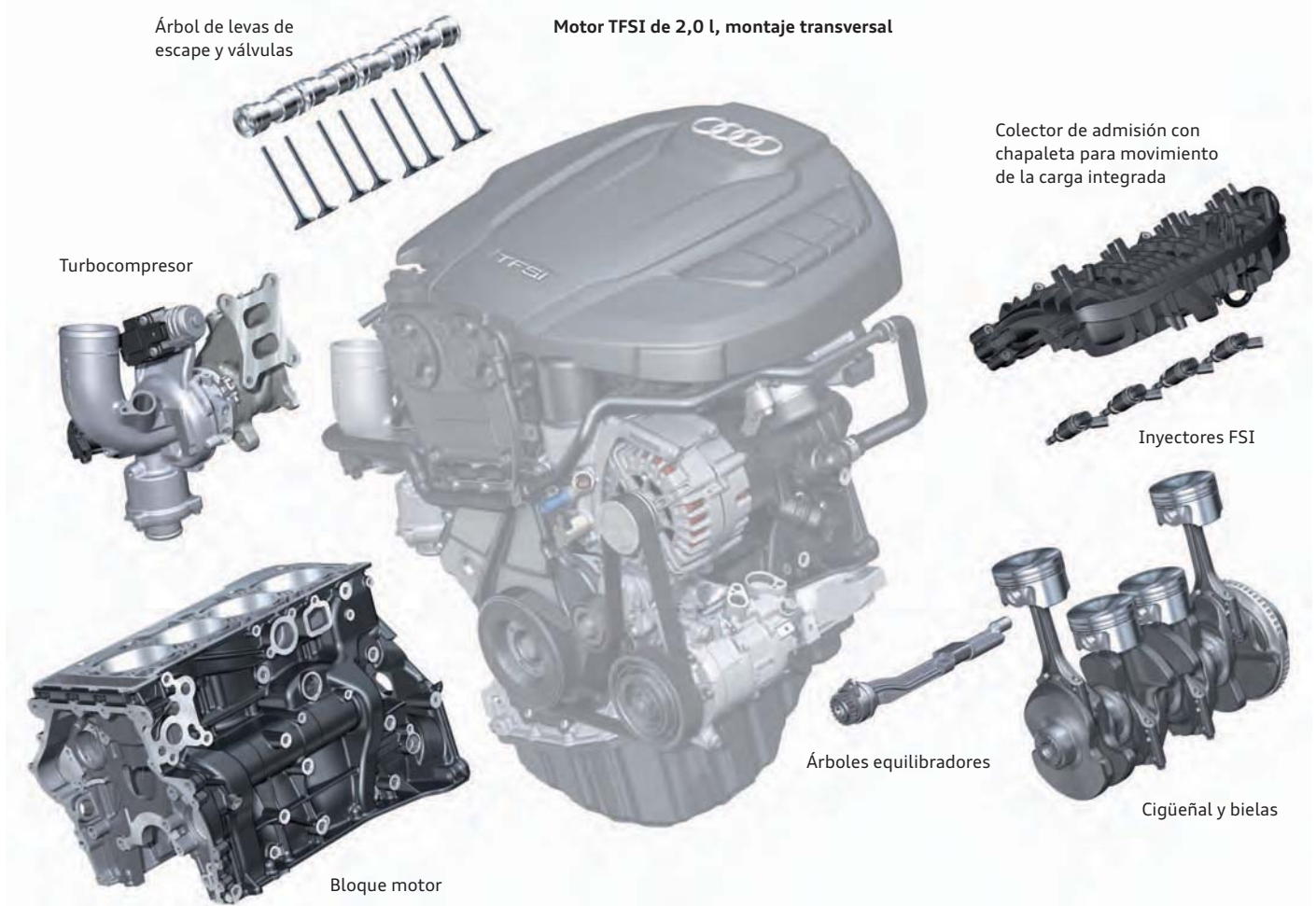


Animación sobre las diferencias entre los montajes longitudinal y transversal, tomando como ejemplo el motor TFSI de 1,8 l.

Diferencias de los componentes entre las cilindradas de 1,8 l y 2,0 l

Piezas diferentes:

- ▶ Bloque motor (diámetro de los cojinetes de bancada 52 mm)
- ▶ Cigüeñal (carrera 92,8 mm, diámetro de los cojinetes de bancada 52 mm, ocho contrapesos)
- ▶ Bielas con la distancia entre cantos adaptada
- ▶ Cojinetes de bancada (52 mm, aplicación de un semicojinete de dos materiales en todo el sistema modular)
- ▶ Árboles equilibradores
- ▶ Árbol de levas de escape (carrera de válvula 10 mm, tiempos de distribución adaptados)
- ▶ Válvulas de escape (huecas, bimetálicas)
- ▶ Inyectores de alta presión (caudal más intenso)
- ▶ Colector de admisión con chapaleta para movimiento de la carga (chapaleta Drumble)
- ▶ Turbocompresor



606_072

eMedia



Animación sobre las diferencias entre las cilindradas de 1,8 l y 2,0 l tomando como ejemplo el montaje longitudinal.

Componentes diferentes en el Audi S3 2013

Se han adaptado los componentes siguientes:

- ▶ Culata con una aleación diferente en comparación con los motores restantes de este grupo, debido a las mayores cargas térmicas
- ▶ Válvulas de escape (huecas, con un mayor porcentaje de Ni, nitruradas)
- ▶ Anillos de asiento de las válvulas de escape (resistencia mejorada a temperatura y desgaste)
- ▶ Árbol de levas de escape (tiempos de distribución adaptados)
- ▶ Compresión 9,3 : 1
- ▶ Eyectores de refrigeración de los pistones (un caudal más intenso)
- ▶ Inyectores de alta presión (caudal aún más intensificado)
- ▶ Turbocompresor
- ▶ Presión de sobrealimentación hasta a 1,2 bares
- ▶ Radiador principal de agua, de altas prestaciones, con 1 - 2 radiadores de agua adicionales (según la variante del país en cuestión)
- ▶ Medidas acústicas adicionales para una sonoridad deportiva generada con un actuador de sonido (para el habitáculo) y chapaletas conmutables en el sistema de escape

eMedia



Animación sobre el Audi S3 2013.

Motor TFSI de 2,0 l en el Audi S3 2013

Árbol de levas de escape, válvulas y anillos de asiento de las válvulas de escape



606_073

eMedia

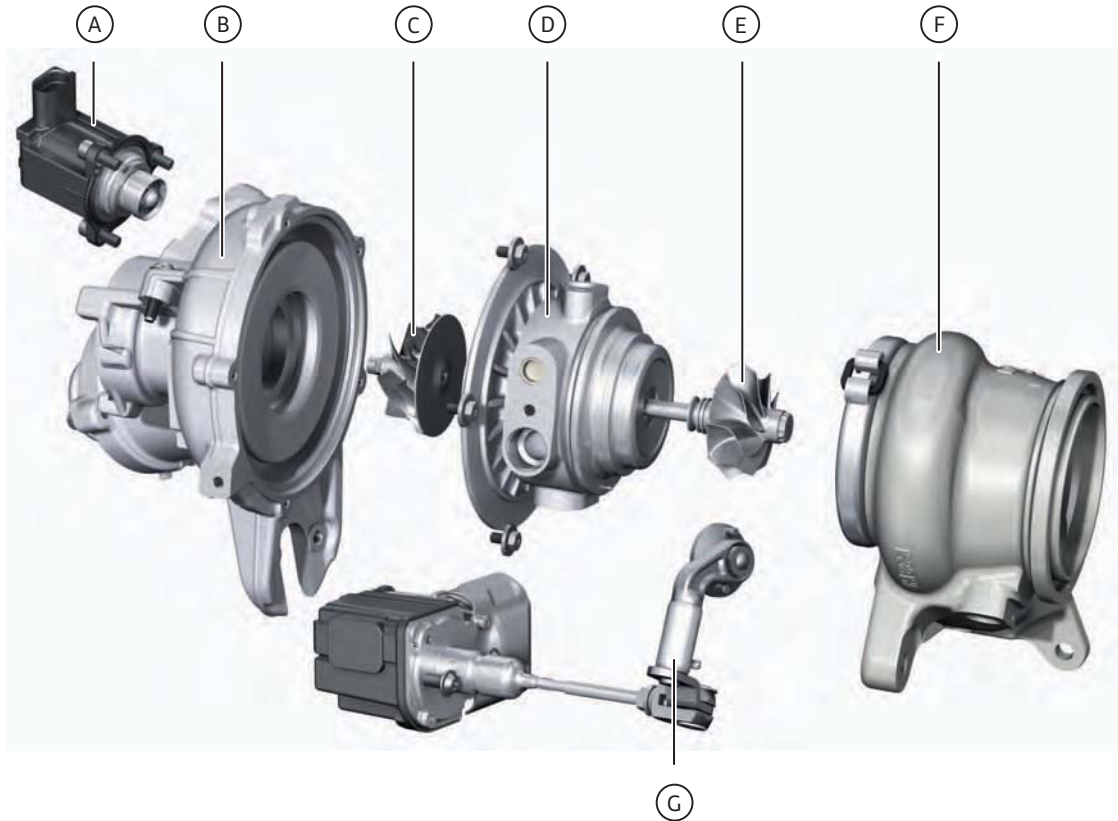


Animación sobre los componentes que difieren en el motor del Audi S3 2013.

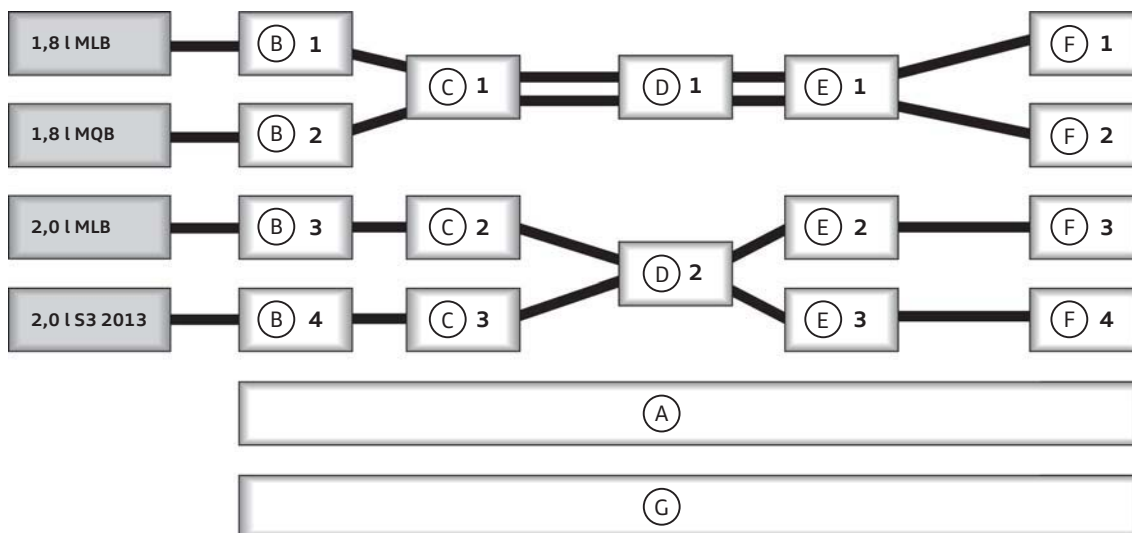
Diferencias entre los turbocompresores

Para el Audi S3 2013 se emplean ruedas de compresor y turbina de mayores dimensiones y componentes adaptados a ellas en la carcasa. Para concordar con el intenso caudal de los gases de escape en el S3 2013 se utilizan materiales correspondientemente más adecuados para la carcasa y la rueda de la turbina.

Como una característica especial del turbocompresor en el Audi S3 2013 es que lleva implementada en el compresor la llamada tecnología "abradeable seal" (de la casa ICSI GmbH). Un inserto de plástico que se asienta por rozamiento se encarga de establecer una rendija marcadamente más estrecha entre la rueda de turbina y la carcasa. Con ello aumenta el rendimiento de la etapa de turbina en un 2% más.



606_074



606_078

Leyenda:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| (A) Válvula eléctrica de recirculación del aire en deceleración | (E) Turbina de escape |
| (B) Carcasa del compresor | (F) Carcasa de turbina |
| (C) Turbina de sobrealimentación | (G) Sistema de descarga Wastegate |
| (D) Almacenamiento | |

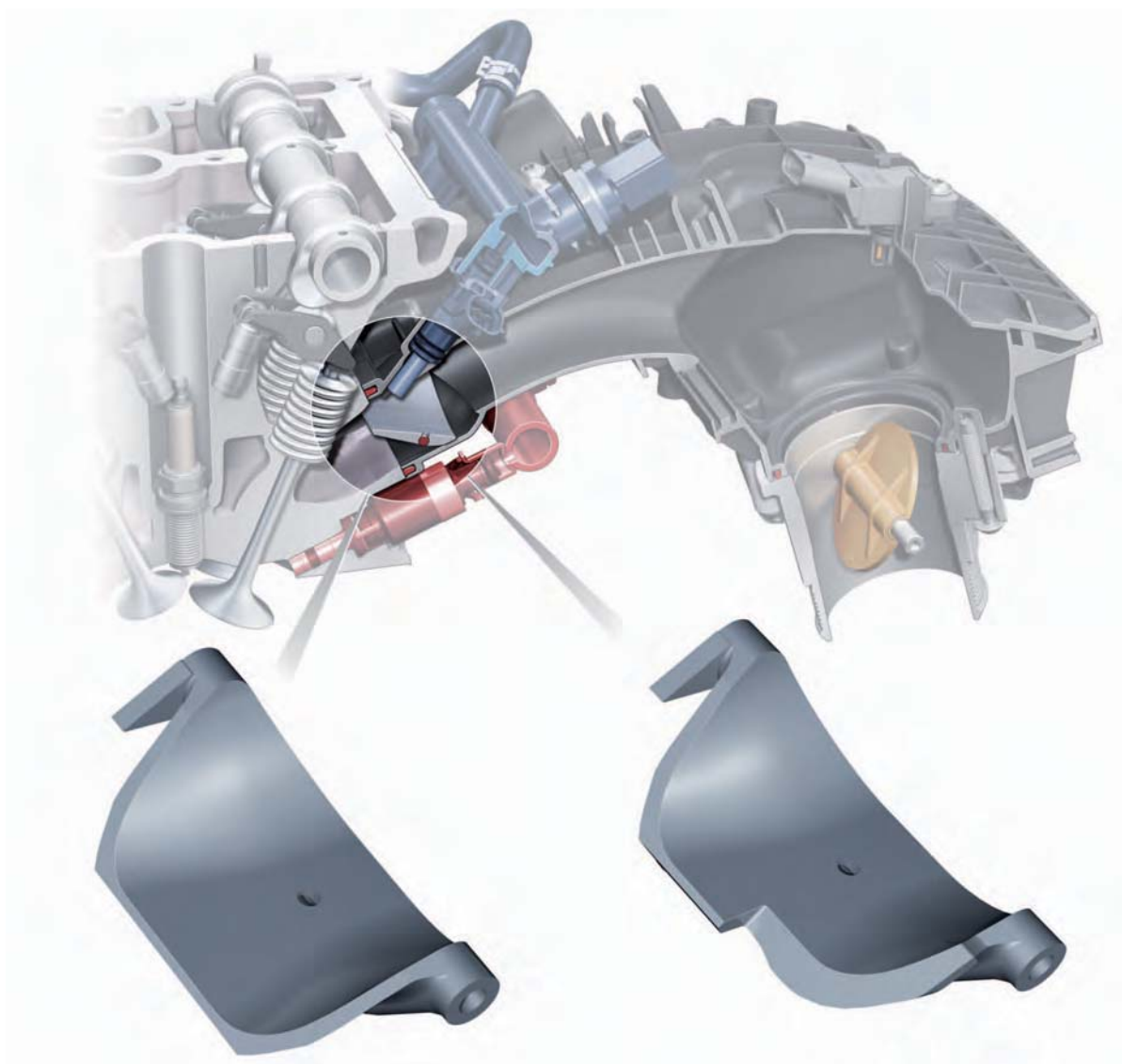
Diferencias en el procedimiento de la combustión

	1,8 l	2,0 l	2,0 l S3 2013
Caudal inyector de alta presión	15 cc/s	17,5 cc/s	20 cc/s
Inyector MPI	Pieza común	Pieza común	Pieza común
Conductos de admisión	Conducto de efecto Tumble	Conducto de efecto Tumble	Conducto de efecto Tumble
Sistema de mariposas	Tumble	Drumble	Drumble
Relación de compresión	9,6 : 1	9,6 : 1	9,3 : 1
Variador del árbol de levas de admisión	Sí	Sí	Sí
Variador del árbol de levas de escape	Sí	Sí	Sí
Sistema Audi valvelift (AVS) en escape	Sí	Sí	Sí
Colector de escape integrado	Sí	Sí	Sí

Chapaleta Drumble

El nivel del movimiento de la carga, con la mariposa del colector de admisión cerrada, es diferente en el caso de una cilindrada diferente (1,8 l respecto a 2,0 l). Para obtener un resultado equivalente se tendrían que aplicar colectores de admisión diferentes para las diferentes cilindradas. Para evadir esto se aplican diferentes chapaletas de turbulencia espiroidal.

Los motores TFSI de 2,0 l reciben por ello chapaletas Drumble. Con este diseño se obtiene un cierre asimétrico del conducto Tumble. Esto provoca una superposición de los movimientos de la carga espiroidales y cilíndricos.



Chapaleta Tumble en motores TFSI de 1,8 l

Chapaleta Drumble en motores TFSI de 2,0 l

606_075

Introducción



Motor 1,4l TSI de 103kW con gestión de cilindros activa ACT

Este motor se diferencia del motor 1,4 l TSI de 103 kW convencional sobre todo por la gestión de cilindros activa.

Características técnicas

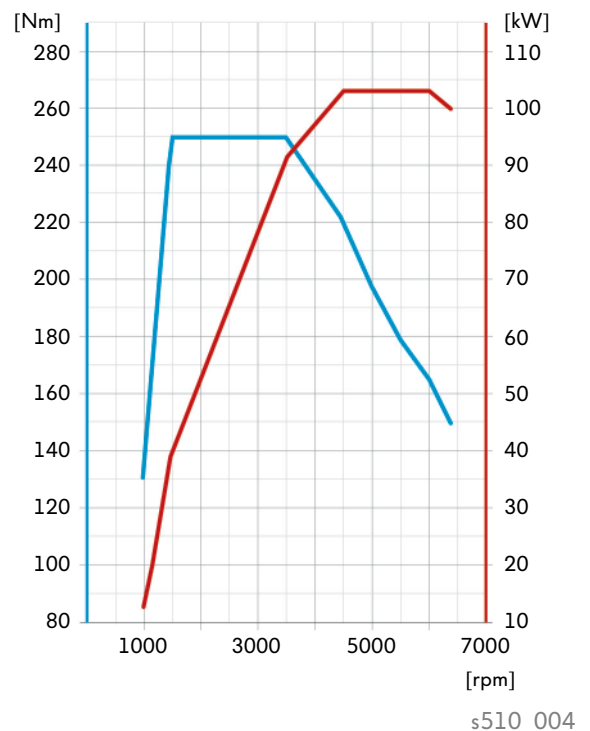
- Gestión de cilindros activa ACT
- Sistema de correa dentada
- Culata con colector de escape integrado
- Bomba de líquido refrigerante integrada en la carcasa del termostato
- Accionamiento de la bomba del líquido refrigerante mediante una correa dentada del árbol de levas de escape
- Módulo turbocompresor de escape con actuador de la presión de sobrealimentación eléctrico
- Reglaje de los árboles de levas de admisión y escape
- Bomba de aceite de engranajes exterior con regulación en dos etapas de la presión del aceite



Datos técnicos

Letras distintivas del motor	CPTA
Arquitectura	Motor de 4 cilindros en línea
Cilindrada	1395 cm ³
Diámetro de cilindros	74,5 mm
Carrera	80 mm
Válvulas por cilindro	4
Relación de compresión	10,0 : 1
Potencia máx.	103 kW a 4500 – 6000 rpm
Par máx.	250 Nm a 1500 – 3500 rpm
Gestión del motor	Bosch Motronic MED 17.5.21
Combustible	Súper sin plomo de 95 octanos
Tratamiento de los gases de escape	Catalizador de tres vías, una sonda lambda de banda ancha anterior al catalizador y una sonda lambda de señales a saltos posterior al catalizador
Norma de emisiones de escape	EU6

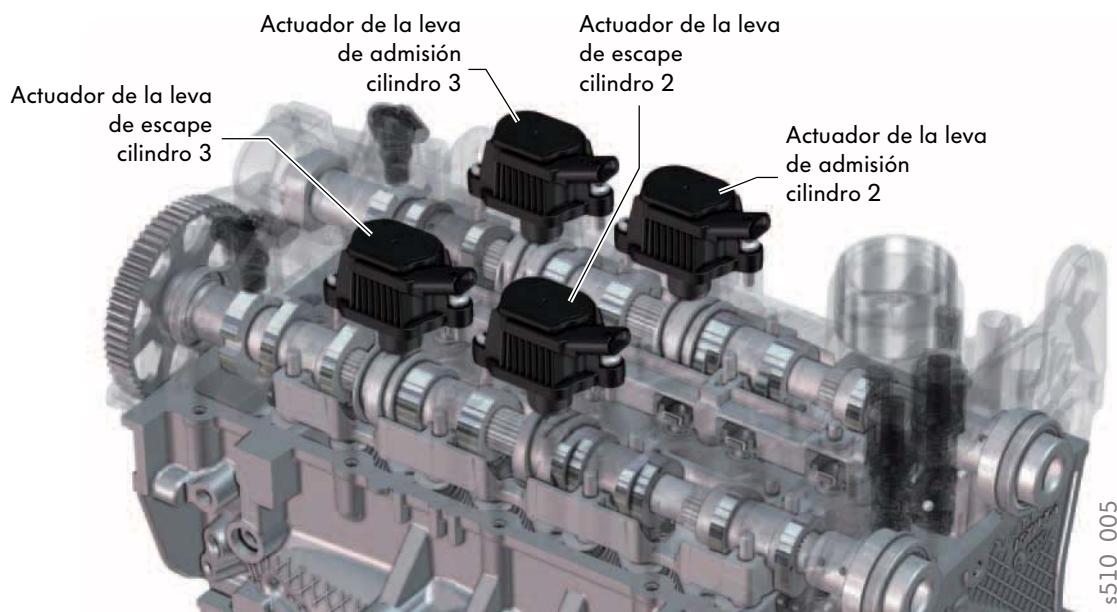
Diagrama de par y potencia



Gestión de cilindros activa ACT

Con la gestión de cilindros activa ACT se desconectan por completo los cilindros 2 y 3 en un margen de carga parcial lo más amplio posible. Esto significa que las válvulas de admisión y de escape de ambos cilindros permanecen cerradas y se desconectan la inyección y el encendido. El motor funciona en el modo de 2 cilindros. De esta forma el motor funciona en un margen de eficiencia de ahorro de combustible y se reduce el consumo de combustible.

Las válvulas se desactivan a través de dos actuadores de levas de admisión y dos de escape.



Requisitos para la desconexión

- El régimen del motor está en un rango de aprox. 1250 - 4000 rpm
- El par motor exigido es de hasta 85Nm en función del régimen
- La temperatura del aceite es de al menos 10°C
- La regulación lambda está activa



¡El arranque del motor se realiza siempre en el modo de 4 cilindros!

Introducción



Ventajas de la gestión de cilindros activa

Funcionamiento desestrangulado

Una gran desventaja de los motores de gasolina frente a los motores diésel es el funcionamiento tan estrangulado en el margen de carga parcial.

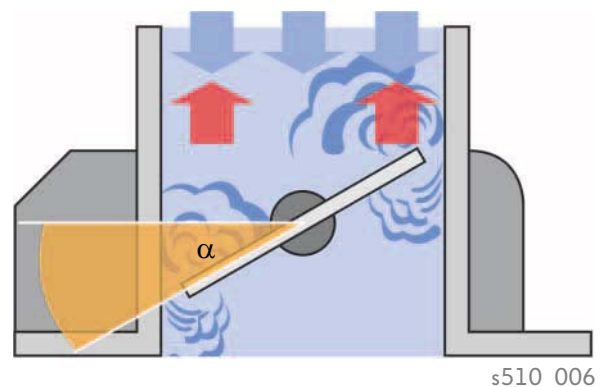
Mientras que en los motores diésel es posible el funcionamiento casi sin estrangulamiento y el par se regula mediante la cantidad de combustible inyectada, en los motores de gasolina se tiene que regular la relación aire/combustible en casi todas las condiciones con $\lambda = 1$. Sólo así se cumplen las normas de emisiones de escape con el catalizador de tres vías.

Para explicar las ventajas del modo de 2 cilindros, mostramos a continuación las posiciones de la válvula de mariposa durante la carga parcial en el modo de 2 y de 4 cilindros. En ambos casos la unidad de control del motor ha calculado la cantidad necesaria de aire exterior y de combustible para el par solicitado.

Modo de 4 cilindros

Como se suministra aire exterior a todos los cilindros, la válvula de mariposa abre poco para el par necesario.

Al aspirar se generan fuertes turbulencias en la válvula de mariposa. Debido a estas turbulencias el motor tiene que aspirar el aire haciendo frente a una gran resistencia. Debido a estas pérdidas provocadas por el estrangulamiento aumenta el consumo de combustible.

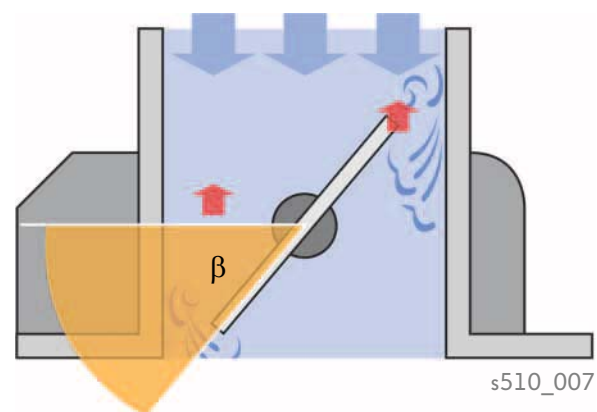


s510_006

Modo de 2 cilindros

Para generar en el modo de 2 cilindros el mismo par que en el modo de 4 cilindros, se tiene que suministrar a ambos cilindros aproximadamente la misma cantidad de aire que anteriormente a los 4 cilindros. Esto sólo es posible abriendo más la válvula de mariposa. Debido al mayor ángulo de apertura se producen menos turbulencias en la válvula de mariposa.

El motor aspira el aire haciendo frente a una resistencia reducida y se reduce el consumo de combustible.



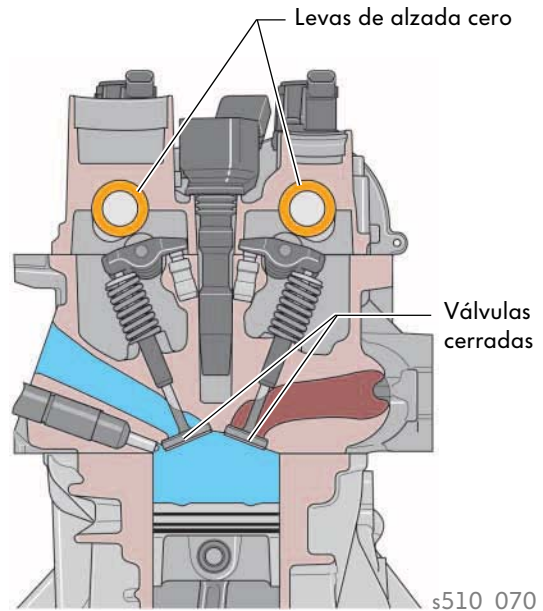
s510_007



Pérdidas reducidas por intercambio de gases

En los cilindros 2 y 3 desconectados se suprime por completo el intercambio de gases. Los balancines flotantes de rodillo de estos cilindros funcionan con levas de alzada cero (véase la página 11), permaneciendo así las válvulas cerradas. El motor no tiene que aportar fuerza para los cilindros desconectados, ni para abrir las válvulas ni para aspirar o expulsar aire.

Cilindro desconectado



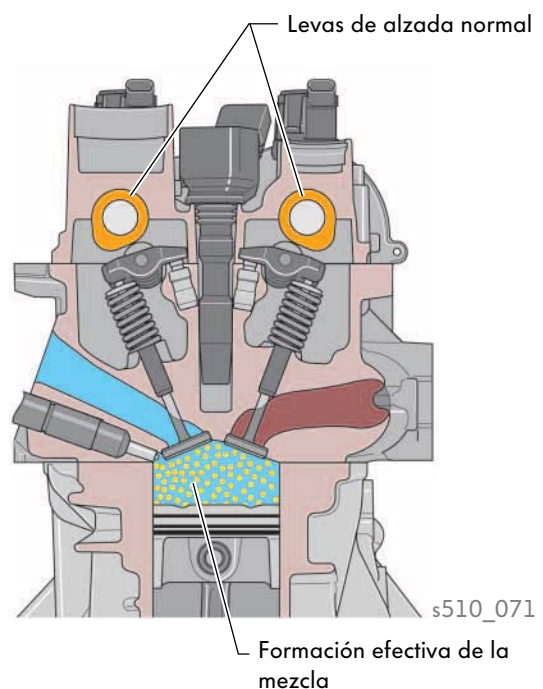
Mejora de la eficiencia

Los cilindros 1 y 4 se encargan del trabajo de los cilindros 2 y 3 desconectados. Debido a ello funcionan en un margen de cargas superior. En este margen la formación de la mezcla y la combustión son más efectivas.

En los cilindros desactivados, además, no se transfiere a las paredes de los cilindros el calor generado por la combustión.

Las pérdidas del calor del motor a las paredes se reducen y aumenta la eficiencia térmica.

Cilindro en funcionamiento

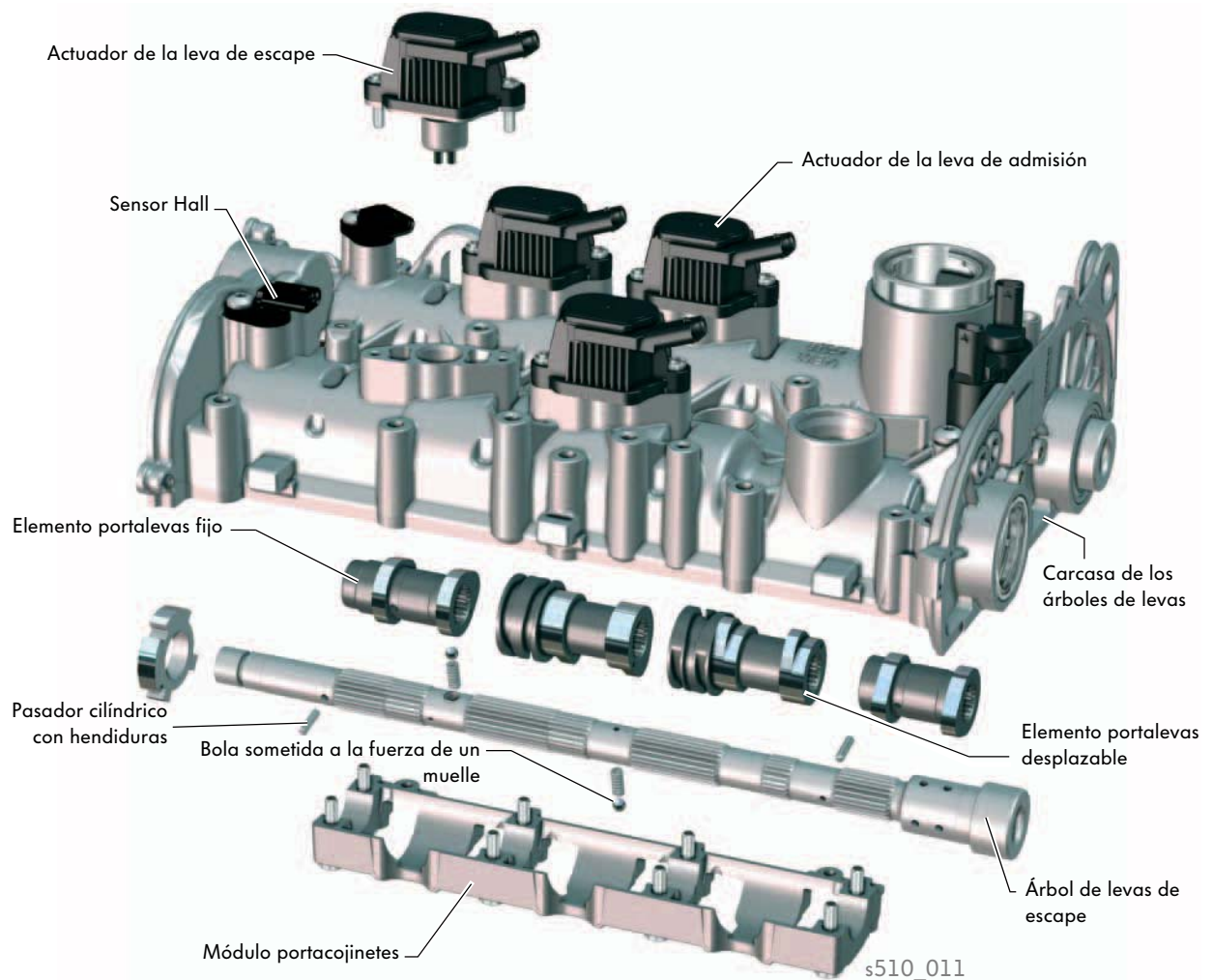


Estructura de la gestión de cilindros activa

La carcasa de los árboles de levas es de fundición a presión de aluminio y constituye un módulo con ambos árboles de levas.

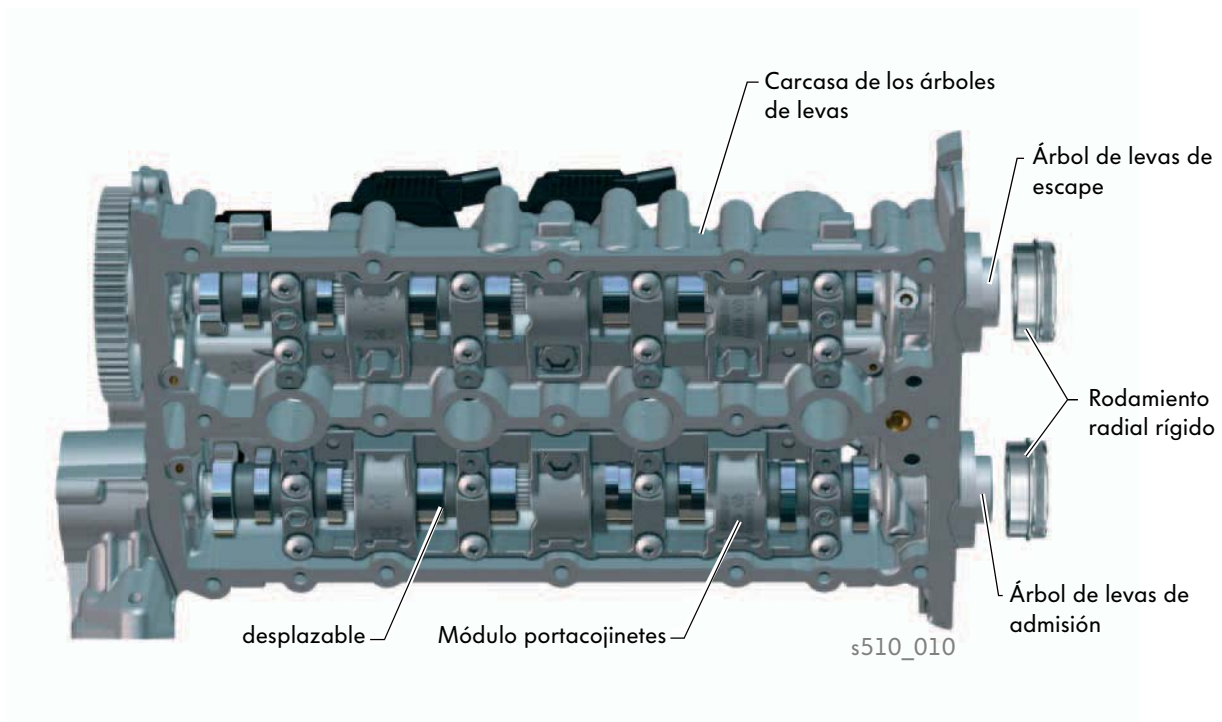
En cuanto a la estructura, los árboles de levas son iguales. Son árboles con un dentado exterior, sobre el que hay montados de forma fija dos elementos portalevas para los cilindros 1 y 4, así como dos elementos portalevas desplazables longitudinalmente para los cilindros 2 y 3. Los árboles de levas se ensamblan en la carcasa de los árboles de levas.

Dos actuadores de levas de admisión y de escape desplazan los elementos portalevas desplazables en la carcasa de los árboles de levas.



Los árboles de levas están alojados hasta la mitad en la carcasa de los árboles de levas y en dos robustos módulos portacojinetes. Los elementos portalevas sirven también como puntos de apoyo.

Para reducir las fricciones, el primer cojinete de cada árbol de levas, que es el que se somete a los mayores esfuerzos por parte del sistema de la correa dentada, está constituido por un rodamiento radial rígido.



En caso de una reparación se tiene que sustituir la carcasa de los árboles de levas conjuntamente con los árboles.

Estructura de los árboles de levas

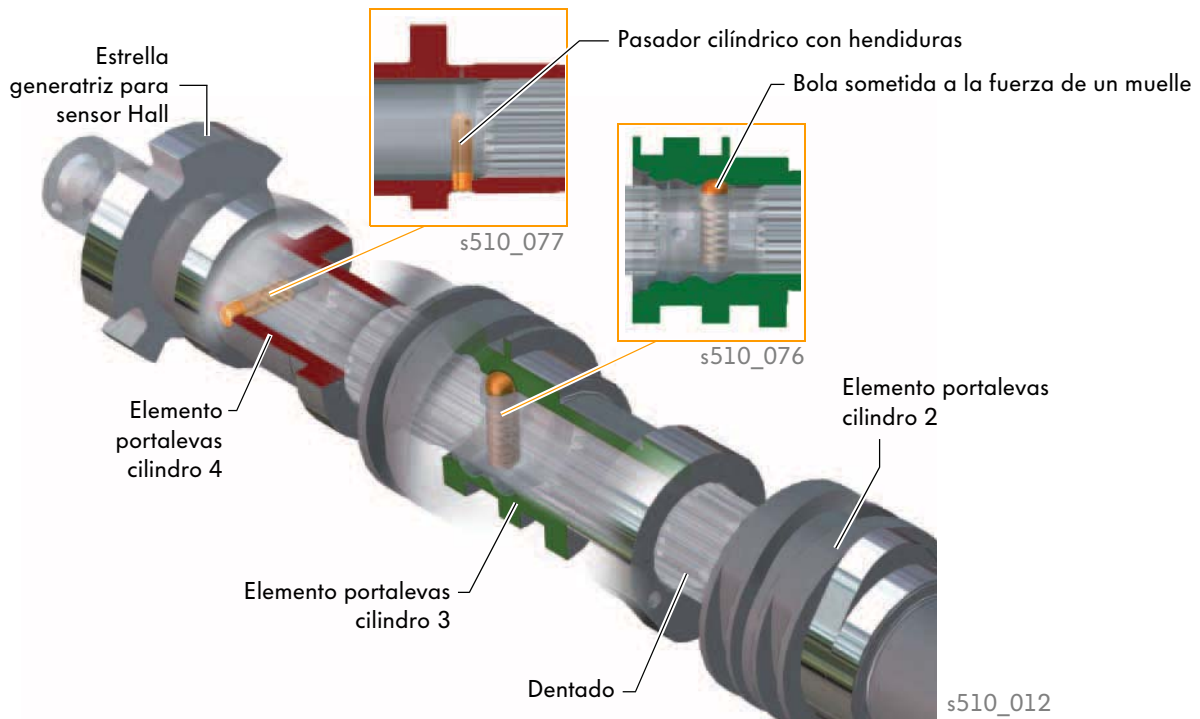
En los árboles de levas hay dos tipos de elementos portalevas:

Cilindros 1 y 4:

- Los elementos portalevas están unidos de forma fija al árbol de levas mediante el dentado y un pasador cilíndrico con hendiduras.

Cilindros 2 y 3:

- Los elementos portalevas vienen asegurados mediante una bola sometida a la fuerza de un muelle y se pueden desplazar sobre un dentado aprox. unos 7 mm en sentido longitudinal.

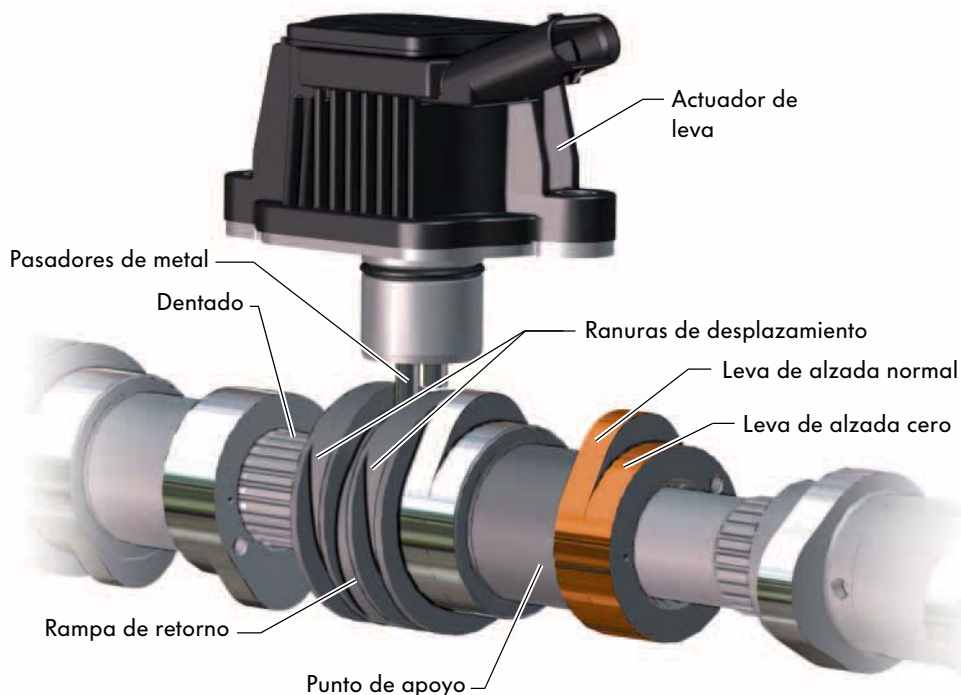


Por razones de espacio en los elementos portalevas desplazables y para unificar, en este motor todas las pistas de levas y los rodillos de los balancines flotantes de rodillos son más estrechos que en los motores convencionales.

Elementos portalevas desplazables

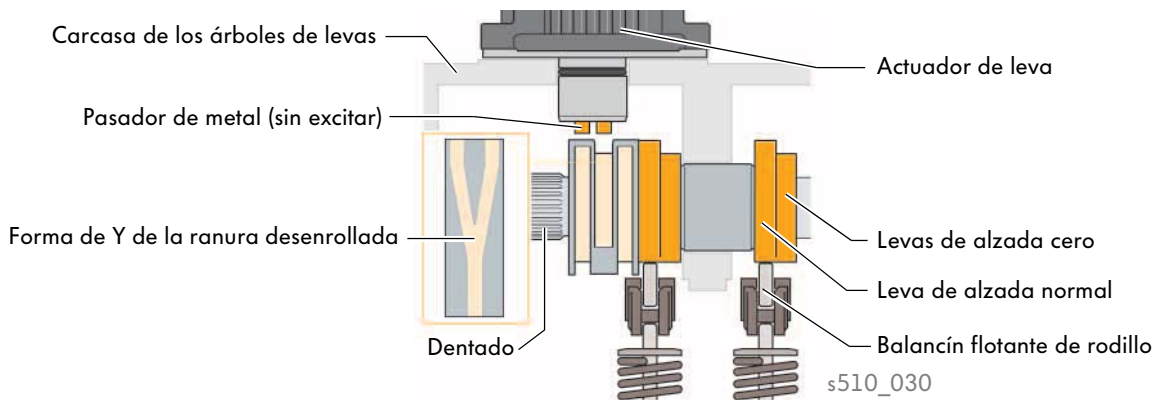
Los elementos portalevas desplazables de los cilindros 2 y 3 presentan las siguientes particularidades:

1. El reglaje del elemento portalevas en el correspondiente árbol se realiza a través de las ranuras de desplazamiento.
A través de la rampa de retorno se devuelven los pasadores de metal a los actuadores de levas.
2. Los dentados de los elementos portalevas y de los árboles de levas permiten desplazar los elementos portalevas en sentido longitudinal.
3. Los elementos portalevas desplazables y fijos sirven al mismo tiempo como puntos de apoyo de los árboles de levas entre la carcasa de los árboles y el módulo portacojinetes.
4. Cuando los balancines flotantes de rodillo funcionan sobre las levas de alzada normal, los cilindros están conectados. Se accionan las válvulas.
Cuando funcionan sobre levas de alzada cero, los cilindros están desconectados. No se accionan las válvulas.



Desplazamiento de los elementos portalevas

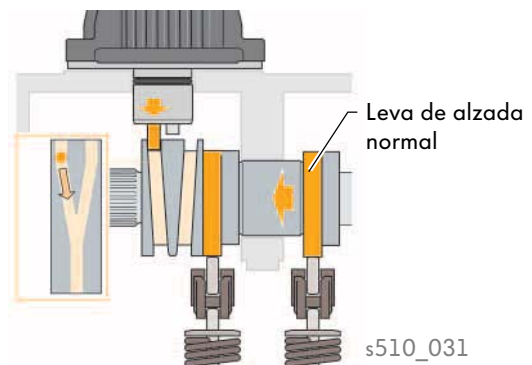
El desplazamiento de los elementos portalevas se realiza por medio de pasadores de metal en los actuadores de levas. Dependiendo del sentido del reglaje, se introduce uno de los dos pasadores de metal en la correspondiente ranura de desplazamiento. La forma de las ranuras está diseñada de manera que con el pasador de metal expulsado y con el giro del árbol de levas el elemento portalevas es desplazado en sentido longitudinal. Las ranuras desenrolladas tienen aspecto de Y.



Ejemplo: Desactivación de las válvulas de un cilindro

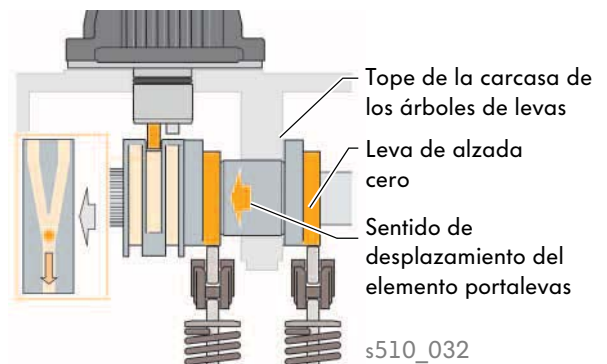
La unidad de control del motor excita el actuador de leva mediante un breve impulso de masa.

Se expulsa el correspondiente pasador y se introduce en la ranura de desplazamiento del elemento portalevas. Por medio del giro del árbol de levas y la forma de la ranura, el elemento portalevas es desplazado en sentido longitudinal hacia la izquierda.



En el punto en el que confluyen las dos ranuras de desplazamiento, una bola sometida a la fuerza de un muelle oprime (véase el lado derecho) el elemento portalevas hasta el tope de la carcasa de los árboles de levas y lo inmoviliza.

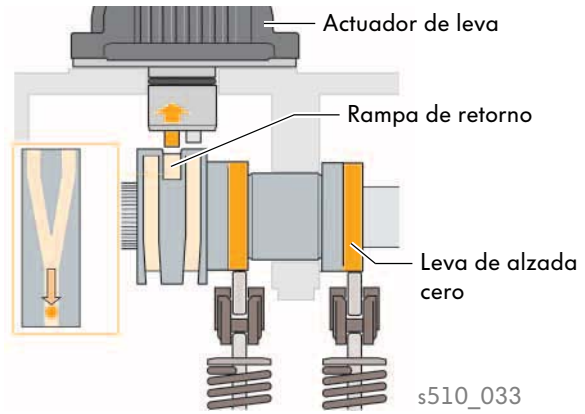
Los balancines flotantes de rodillo funcionan ahora sobre la leva de alzada cero. Las válvulas ya no se accionan. Para regresar a la leva de alzada normal se expulsa el otro pasador de metal y se desplaza hacia la derecha el elemento portalevas.



Retorno del pasador de metal

Para que el pasador de metal regrese a su posición inicial, la ranura con forma de Y está conformada en su extremo como una rampa. A través de ella el pasador de metal regresa al actuador de leva y permanece en su posición inicial gracias a un imán que hay en el actuador.

Mediante el retorno del pasador de metal se genera en el actuador de leva una tensión de inducción. Con esta tensión de inducción la unidad de control del motor detecta el reglaje correcto del elemento portalevas.

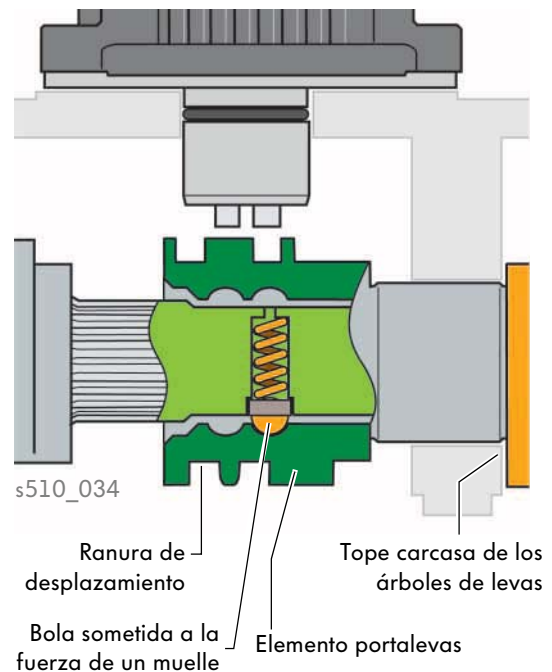


Bola sometida a la fuerza de un muelle

Para que los elementos portalevas no se desplacen en exceso durante el reglaje, un tope limita el trayecto de reglaje máximo en sentido longitudinal. Este tope lo forman los puntos de apoyo en la carcasa de los árboles de levas y los dos módulos portacojinetes.

La bola sometida a la fuerza del muelle tiene dos funciones:

1. Durante el proceso de reglaje oprime el elemento portalevas a la posición deseada.
2. Mantiene el elemento portalevas en la posición actual hasta el próximo proceso de reglaje.



Al hacer tope los elementos portalevas en los puntos de apoyo puede ocurrir en algún caso aislado que se oiga un "claqueo". Se trata de un ruido normal, de origen mecánico. Tenga en cuenta que sólo se produce al cambiar entre los modos y que sólo se percibe brevemente.

Mecánica del motor

Medidas para la reducción de las vibraciones y los ruidos

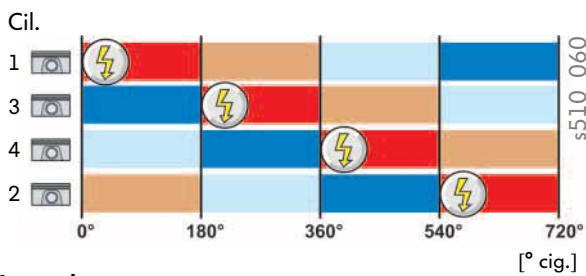
El buen comportamiento en general en cuanto a vibraciones de este motor se consigue gracias a su estructura básica con la rígida construcción del motor, el ligero mecanismo del cigüeñal y la posición de montaje transversal al sentido de la marcha.

Los desafíos más importantes son la desconexión y conexión de los cilindros y el comportamiento de las vibraciones y el sonido del motor en el modo de 2 cilindros. Al desconectar los cilindros 2 y 3 se mantiene un intervalo uniforme entre los encendidos, sin embargo mientras que en el modo de 4 cilindros

tienen lugar dos encendidos por giro de cigüeñal, en el modo de 2 cilindros se realiza tan sólo un encendido.

Si no se adoptan medidas, esto provoca más vibraciones y un sonido del motor más ronco.

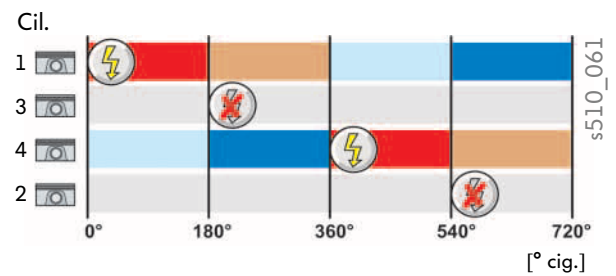
Modo de 4 cilindros orden de los encendidos



Leyenda

	Admisión		Encendido/funcionamiento
	Compresión		Escape

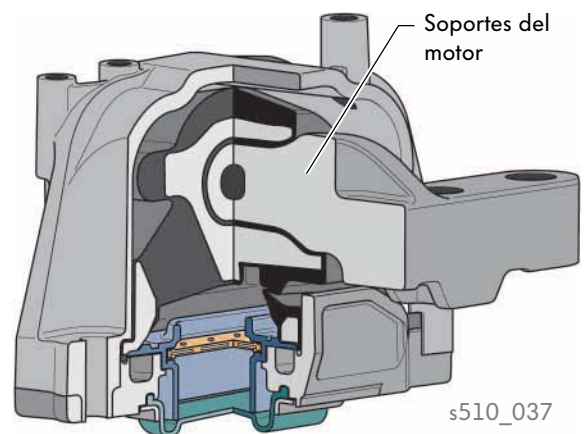
Modo de 2 cilindros orden de los encendidos



	Cilindro conectado
	Cilindro desconectado

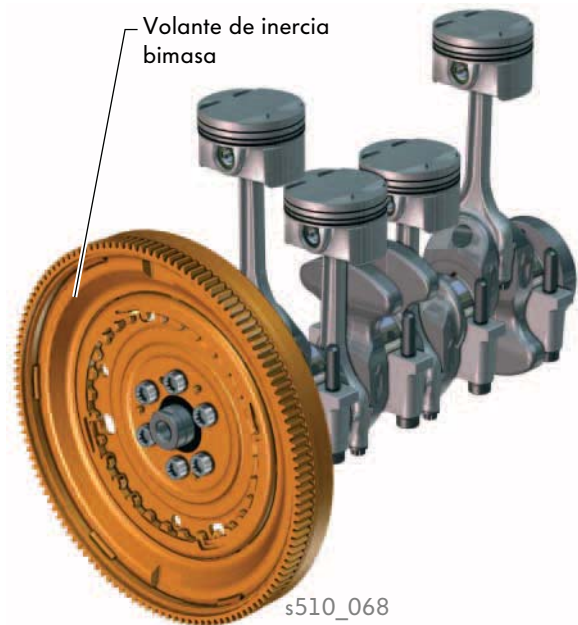
Conjunto soporte de la mecánica

Los soportes del motor se han tomado del motor 1,6 l TDI con sistema de inyección Common Rail. Son soportes hidráulicos, que ofrecen una reducida rigidez dinámica en un amplio rango de frecuencias. Con ellos se minimizan las vibraciones y las oscilaciones de resonancia perceptibles por los ocupantes en el modo de 2 cilindros.



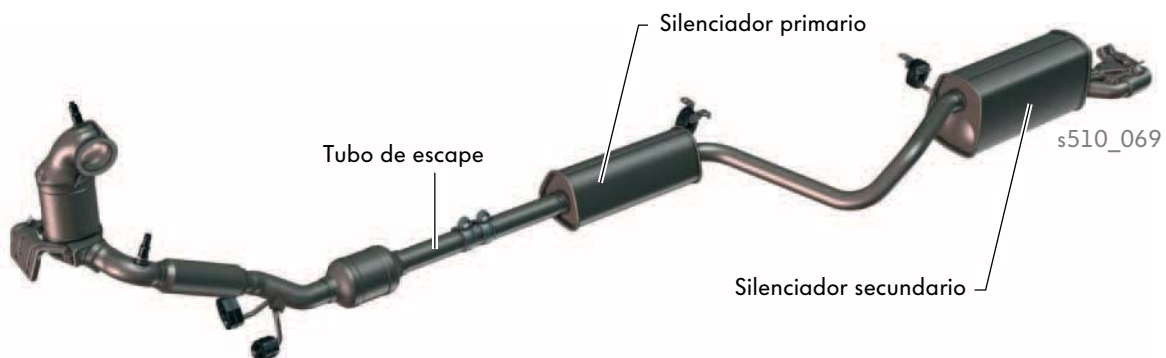
Volante de inercia bimasa

El volante de inercia bimasa se ha diseñado específicamente en cuanto a la curva característica de los muelles de torsión. Con una primera fase especialmente suave para el modo de 2 cilindros y una fase rígida para el modo de 4 cilindros.



Sistema de escape

Para reducir las pulsaciones de los gases de escape, que varían considerablemente entre el modo de 4 y de 2 cilindros, los silenciadores primario y secundario del sistema de escape tienen cámaras previas y volúmenes de diferente tamaño. Adicionalmente se han ajustado específicamente las longitudes de los tubos.



Gestión del motor

Cuadro del sistema

El cuadro del sistema muestra los sensores y actuadores relacionados directamente con la gestión de cilindros activa.

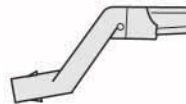
Sensores



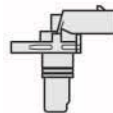
Sensor de presión en el colector de admisión **G71**
Sensor de temperatura del aire de admisión **G42**



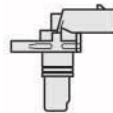
Sensor de régimen del motor **G28**



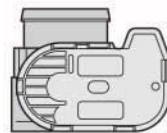
Sensor Hall **G40**



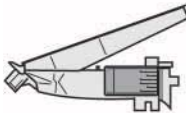
Sensor Hall **G163**



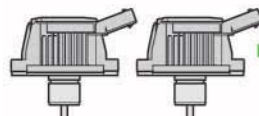
Unidad de mando de la válvula de mariposa **J338**
Sensores de ángulo 1 y 2 del mando de la mariposa (mando eléctrico del acelerador) **G187, G188**



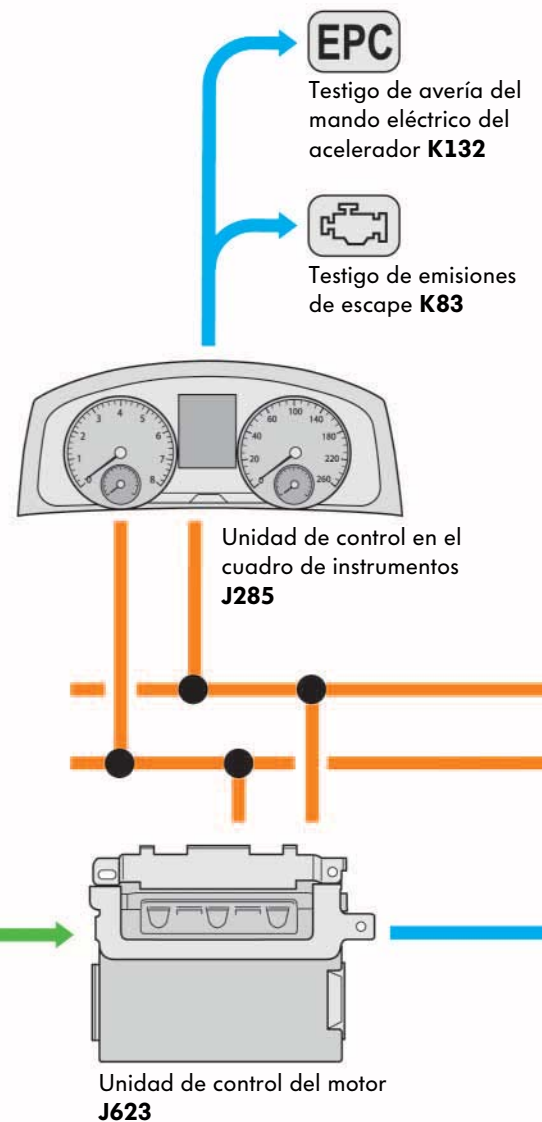
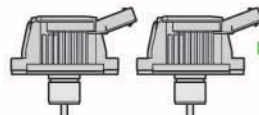
Sensores de la posición del acelerador **G79, G185**



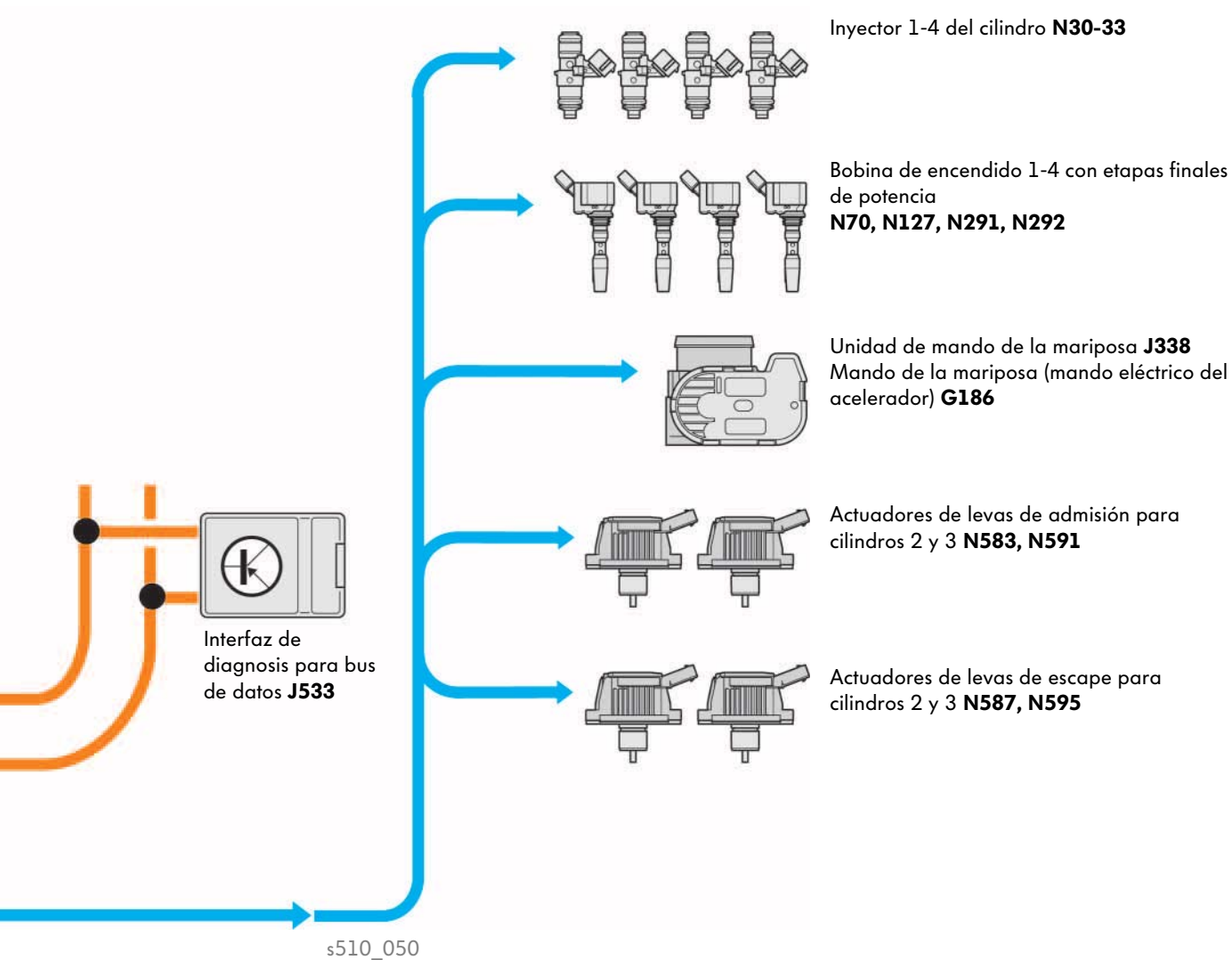
Actuadores de levas de admisión para cilindros 2 y 3 **N583, N591**



Actuadores de levas de escape para cilindros 2 y 3 **N587, N595**



Actuadores



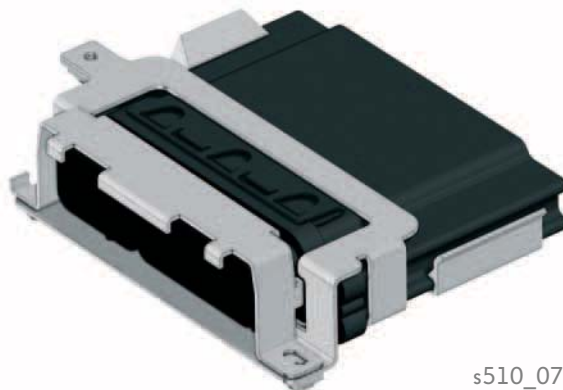
Gestión del motor

Gestión del motor

El sistema de gestión que se utiliza en este motor es el Bosch Motronic MED 17.5.21. Aparte de las funciones convencionales también se encarga de toda la gestión de cilindros activa ACT.

Esto incluye:

- Calcular si para ahorrar combustible es más conveniente el funcionamiento en el modo de 2 o de 4 cilindros,
- iniciar las acciones necesarias para desconectar y conectar los cilindros y
- vigilar el funcionamiento y realizar la diagnosis del sistema.



s510_072



Diagnosis de la gestión de cilindros activa

Señal de retorno

La unidad de control del motor analiza la señal de retorno y reconoce que se ha producido un reglaje del elemento portalevas. Si falta la señal, la unidad de control del motor interpreta que se ha producido un fallo.

Sensor de presión en el colector de admisión

Si están conectados todos o solo dos cilindros, se crean unas determinadas condiciones de presión en el colector de admisión. Si estas condiciones de presión difieren del valor teórico, es posible que un elemento portalevas se encuentre en la posición incorrecta.

Autodiagnosis

La autodiagnosis vigila todas las conexiones eléctricas de los actuadores de levas y registra una entrada en la memoria de incidencias en el caso de que se produzca un fallo.

Comprobación del funcionamiento

El funcionamiento de los actuadores de levas se comprueba en la localización guiada de averías en el menú "Sistema parcial, condiciones marginales" en "Plan de comprobaciones, desconexión de cilindros".

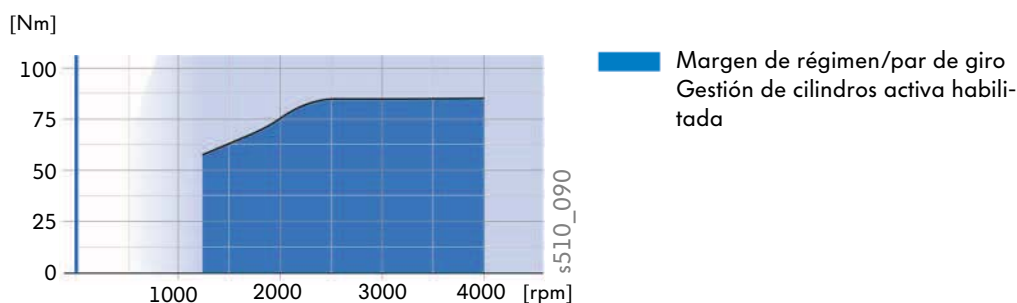
En el plan de comprobaciones "Comprobar la desconexión de cilindros" se desplazan los cuatro elementos portalevas de un lado al otro con un régimen del motor de 1500 rpm, 2000 rpm y 3000 rpm. Si el reglaje es correcto, se indica el sistema como "correcto".

Margen de funcionamiento de la gestión de cilindros activa ACT

La desconexión de cilindros se realiza en un margen de funcionamiento frecuente en la conducción normal.

Requisitos para el modo de 2 cilindros:

- El régimen del motor está aprox. entre 1250 y 4000 rpm.
Por debajo de este límite de régimen se producirían en el modo de 2 cilindros irregularidades en el giro del motor y por encima las fuerzas de activación en los actuadores de levas serían demasiado elevadas.
- La temperatura del aceite es de al menos 10 °C.
Las piezas móviles en el actuador de leva se lubrican con aceite. Con aceite frío y espeso no se dispone de suficiente tiempo para expulsar los pasadores de metal en el momento adecuado y desplazar los elementos portalevas.
- El par de giro requerido puede llegar hasta los 85Nm en función del régimen.
Con pares mayores ya no se logra un consumo óptimo debido a los límites de picado y los reglajes del momento de encendido en el modo de 2 cilindros, por lo que se vuelven a activar los cuatro cilindros.
- La regulación lambda está activa.
Con ello se aseguran unos cambios sin sacudidas.



Margen de funcionamiento de la gestión de cilindros activa



Incluso cumpliendo los requisitos mencionados arriba, otras exigencias pueden provocar que se siga circulando en el modo de 4 cilindros o se cambie del modo de 2 al modo de 4 cilindros.

Estas exigencias pueden ser, por ejemplo:

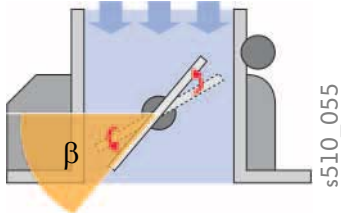
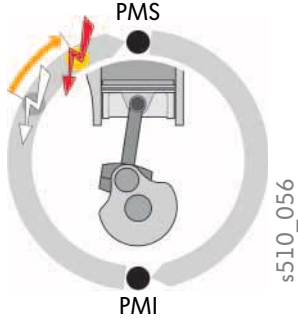
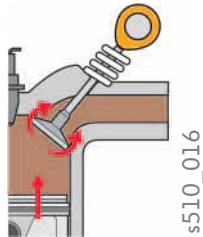
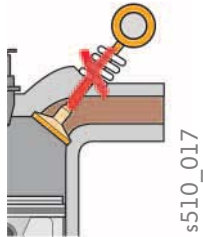
- Una conducción muy deportiva, en la que el cambio continuo de un modo a otro aumentaría el consumo de combustible.
- Una solicitud de calefacción, en la que tiene que estar disponible la máxima potencia calefactora lo antes posible.
- Al descender una pendiente y con corte en deceleración, para que se pueda aprovechar el máximo efecto del freno motor.
- En el caso de una fuerte aceleración, para que el motor pueda proporcionar la potencia correspondiente.

Proceso de desconexión

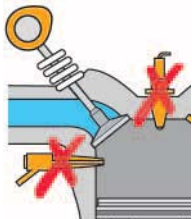

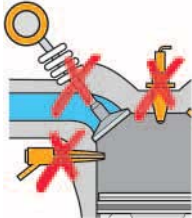
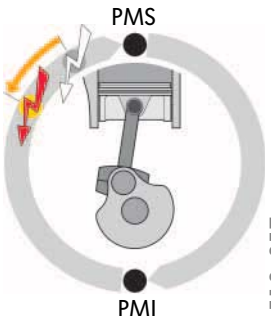
El proceso completo de desconexión se realiza en un giro de los árboles de levas y dura tan sólo unos pocos milisegundos. En este tiempo se tiene que procurar, mediante diferentes acciones, que durante la desconexión no se produzcan saltos de carga y que el conductor perciba el proceso lo menos posible.

También es decisivo el orden de las acciones, ya que se tiene que cumplir siempre $\lambda = 1$ y, por ejemplo, los cambios en el sistema de admisión duran más que en el sistema de encendido.

Las cinco fases del proceso de desconexión

Fase/acción	Modo	Descripción	Representación gráfica
Fase 1 Posición válvula mariposa	Modo de 4 cilindros	Para que, después de desconectar los cilindros 2 y 3, los cilindros 1 y 4 reciban suficiente aire se abre más la válvula de mariposa. Todos los cilindros juntos reciben ahora aprox. el doble de aire del que se precisa en el modo de 2 cilindros para el par actual.	
Reglaje del momento de encendido cilindros 1 - 4		Como aún están conectados todos los cilindros, en el siguiente ciclo se produciría un incremento considerable del par de giro. Para evitar esto, al aumentar la cantidad de aire se regula el momento del encendido en dirección "retrasada" empeorando así el rendimiento. El par de giro permanece constante.	
Fase 2 Expulsión de gases de escape	Modo de 2 cilindros	Después del último ciclo se expulsan los gases de escape.	
Válvulas de escape cilindros 2 y 3		Después de expulsar los gases de escape, la unidad de control del motor excita los actuadores de levas de escape con un breve impulso de masa. Los elementos portalevas se regulan y los balancines flotantes de rodillo funcionan sobre las levas de alza cero. Las válvulas de escape ya no se siguen accionando.	



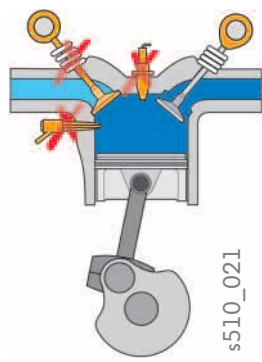
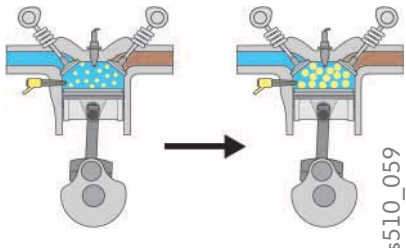

Fase/acción	Modo	Descripción	Representación gráfica
Fase 3 Inyección, encendido cilindros 2 y 3	Modo de 2 cilindros	La inyección y el encendido se desconectan.	 <p>s510_018</p>
Fase 4 Válvulas de admisión cilindros 2 y 3	Modo de 2 cilindros	<p>Se vuelve a aspirar aire exterior. El aire exterior encerrado actúa como un resorte.</p> <p>La fuerza necesaria para comprimirlo ayuda a continuación al movimiento de bajada de los pistones.</p> <p>Después de aspirar el aire exterior, la unidad de control del motor excita los actuadores de levas de admisión con un breve impulso de masa.</p> <p>Los elementos portalevas se regulan y los balancines flotantes de rodillo funcionan sobre las levas de alzada cero. Las válvulas de admisión ya no se siguen accionando.</p>	 <p>s510_019</p>  <p>s510_020</p>
Fase 5 Reglaje del momento de encendido cilindros 1 y 4	Modo de 2 cilindros	Los momentos de encendido de los cilindros 1 y 4 se regulan en dirección "avanzada" para un rendimiento óptimo.	 <p>PMS</p> <p>PMI</p> <p>s510_057</p>

Gestión del motor


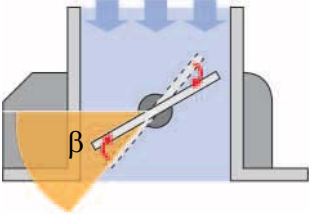
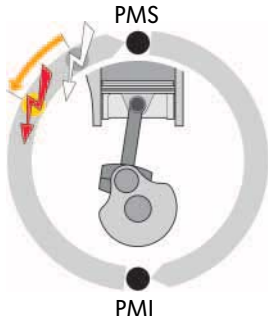
Proceso de conexión

Tampoco en el proceso de conexión se deben producir saltos de carga, que el conductor percibiría como molestos. Por ello, aquí también se realizan diferentes acciones en la mecánica y en la gestión del motor para evitar saltos de par.

Las cinco fases del proceso de conexión

Fase/acción	Modo	Descripción	Representación gráfica
Fase 1 Válvulas de escape cilindros 2 y 3	Modo de 2 cilindros	La unidad de control del motor excita los actuadores de levas de escape con un breve impulso de masa. Los elementos portalevas se regulan y los balancines flotantes de rodillo funcionan de nuevo sobre la leva de alzada normal. Las válvulas de escape se accionan y se expulsa el aire exterior.	 s510_021
Fase 2 Válvulas de escape cilindros 1 y 4	Modo de 2 cilindros	Debido al aire exterior los gases de escape pasarían a ser más pobres en el catalizador y aumentarían por encima de lambda 1. Como el catalizador de tres vías precisa para su correcto funcionamiento lambda 1, se aumenta en los cilindros 1 y 4 la cantidad de inyección de forma que en el catalizador haya lambda 1.	 s510_059
Fase 3 Válvulas de admisión cilindros 2 y 3	Modo de 4 cilindros	La unidad de control del motor excita los actuadores de levas de admisión con un breve impulso de masa. Los elementos portalevas se regulan y los balancines flotantes de rodillo funcionan de nuevo sobre la leva de alzada normal. Las válvulas de admisión se accionan y se aspira aire exterior.	 s510_022



Fase/acción	Modo	Descripción	Representación gráfica
Fase 4 Reglaje del momento de encendido cilindros 1 - 4	Modo de 4 cilindros	Dado que todos los cilindros, la inyección y el encendido están de nuevo conectados y la válvula de mariposa sigue muy abierta, en el siguiente ciclo se produciría un incremento considerable del par de giro. Para evitar esto, se regula el momento del encendido en dirección "retrasada" empeorando así el rendimiento. El par de giro permanece constante.	
Fase 5 Posición válvula mariposa Reglaje del momento de encendido cilindros 1 - 4	Modo de 4 cilindros	Dado que ahora se suministra aire a los cuatro cilindros, se continúa cerrando la válvula de mariposa para evitar un salto de par. Los momentos de encendido de todos los cilindros se regulan en dirección "avanzada" para un rendimiento óptimo.	 

Gestión del motor

Indicación de la gestión de cilindros activa ACT

Mediante la indicación el conductor identifica que conduce ahorrando combustible en el modo de 2 cilindros. La gestión de cilindros activa se indica en el cuadro de instrumentos en el indicador multifunción MFA en la opción de menú Consumo actual de combustible.

Siempre que el motor funciona en el modo de 2 cilindros, aparece la indicación "Modo 2 cil.". En el modo de 4 cilindros se apaga la indicación y sólo se muestra el consumo medio actual.



Indicación en el cuadro de instrumentos Polo BlueGT

Consecuencias en caso de fallo

En el caso de que falle la indicación, esta no se visualizará en la pantalla del cuadro de instrumentos. El fallo no afecta al sistema.

Sensores

Las señales de los siguientes sensores se utilizan para numerosas funciones de la gestión del motor. La gestión de cilindros activa también las utiliza para el correcto funcionamiento o para la diagnosis del sistema.

Sensores Hall G40 y G163

Con las señales de los dos sensores Hall y del sensor del régimen del motor G28, la unidad de control del motor identifica la posición exacta de los árboles de levas. Esto es necesario para calcular con precisión el momento en el que se tienen que expulsar los pasadores de metal.

Consecuencias en caso de ausencia de señal

Si falla uno de los dos sensores, se cambia al modo de 4 cilindros y se desconecta la gestión de cilindros activa.

Se realiza un registro en la memoria de incidencias y se enciende el testigo de avería del mando eléctrico del acelerador K132.



Sensor Hall G40 Sensor Hall G163

Sensor del régimen del motor G28

Las señales del sensor del régimen del motor se utilizan:

- Para la activación del modo de 2 cilindros. Sólo está permitido con un régimen comprendido entre 1250 y 4000 rpm.
- Para calcular con precisión el momento en el que se tienen que expulsar los pasadores de metal. Conjuntamente con las señales de los sensores Hall la unidad de control del motor identifica la posición exacta.



Sensor del régimen del motor G28

Consecuencias en caso de ausencia de señal

Si falla la señal, se cambia al modo de 4 cilindros y se desconecta la gestión de cilindros activa. Se realiza un registro en la memoria de incidencias y se enciende el testigo de avería del mando eléctrico del acelerador K132.



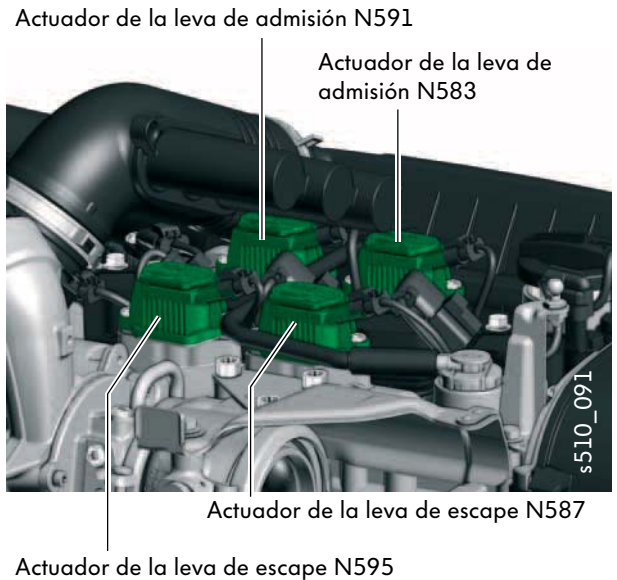
Gestión del motor

Actuadores de las levas de admisión N583, N591 y actuadores de las levas de escape N587, N595

Al devolver los pasadores de metal se genera en los actuadores de las levas una tensión de inducción. Con esta tensión de inducción la unidad de control del motor detecta el reglaje correcto de los elementos portalevas.

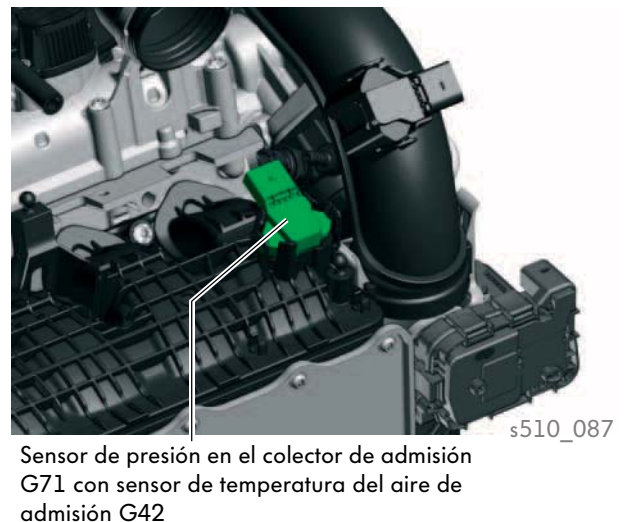
Consecuencias en caso de ausencia de señal

Si falla la señal, se desconecta la gestión de cilindros activa. Se realiza un registro en la memoria de incidencias y se enciende el testigo de avería del mando eléctrico del acelerador K132.



Sensor de presión en el colector de admisión G71 con sensor de temperatura del aire de admisión G42

Con el sensor de presión en el colector de admisión también se comprueba la conmutación entre los modos. En ambos modos se presentan determinadas condiciones de presión debido a la apertura y el cierre de las válvulas de admisión. Si las condiciones de presión actuales difieren de las condiciones de presión teóricas, la unidad de control del motor interpreta un fallo en la conmutación.



Consecuencias en caso de ausencia de señal

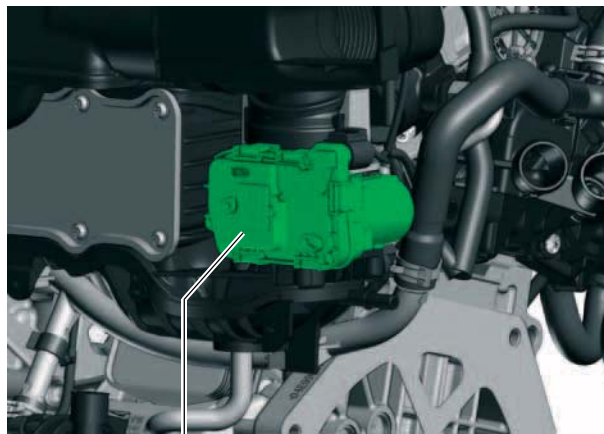
Si falla la señal, se desconecta la gestión de cilindros activa. Se realiza un registro en la memoria de incidencias y se enciende el testigo de avería del mando eléctrico del acelerador K132.

Unidad de mando de la válvula de mariposa J338 con sensores de ángulo del mando de la mariposa (mando eléctrico del acelerador) G187, G188

Al cambiar entre los modos se tiene que adaptar correspondientemente la masa de aire. A través de los sensores de ángulo del mando de la mariposa se identifica, por un lado, la posición actual de la válvula de mariposa y, por otro, el reglaje necesario para el proceso de cambio.

Consecuencias en caso de ausencia de señal

Si falla una de las dos señales, se desconecta la gestión de cilindros activa. Se realiza un registro en la memoria de incidencias y se enciende el testigo de avería del mando eléctrico del acelerador K132.



Unidad de mando de la válvula de mariposa J338 s510_088



Sensores de la posición del acelerador G79 y G185

Con las señales de los sensores de la posición del acelerador la unidad de control del motor reconoce la carga requerida y la forma de conducir del conductor. Si se reconoce una fuerte aceleración o una conducción muy deportiva, se mantiene el modo de 4 cilindros o la unidad de control del motor cambia a este modo.

Esto se debe a que unos cambios demasiado frecuentes aumentarían el consumo de combustible.

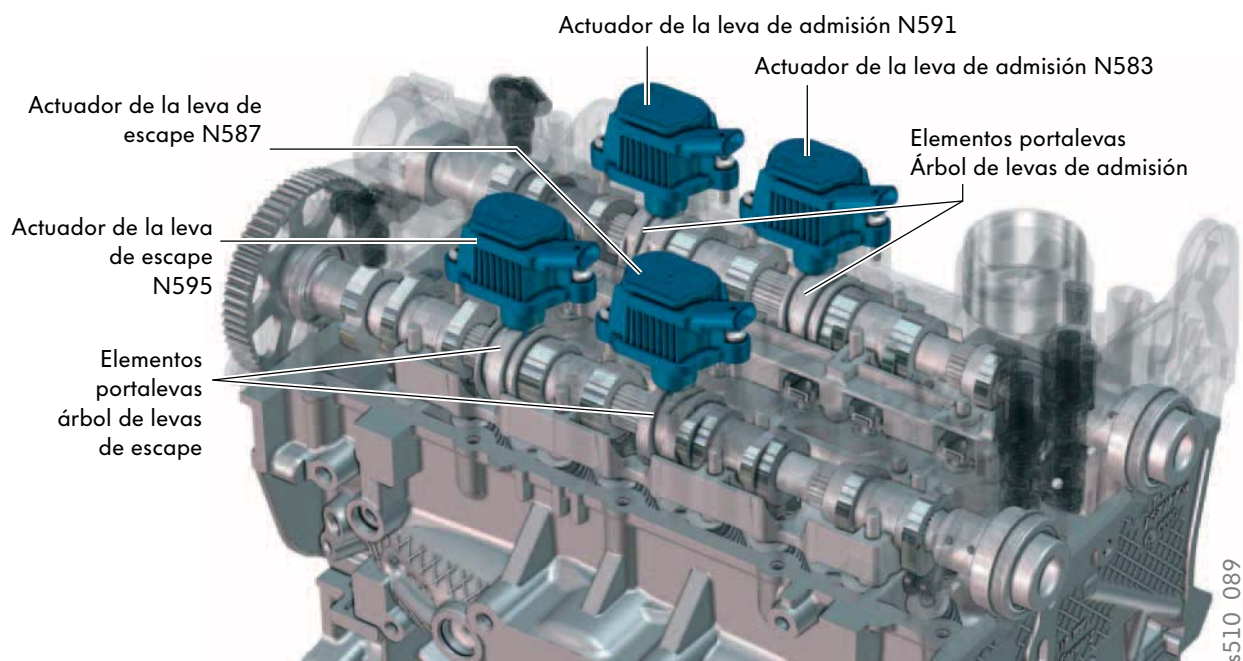
Consecuencias en caso de ausencia de señal

Si falla la señal, ya no se reconoce la carga requerida, una aceleración o una conducción deportiva. Aparte de otras acciones se desconecta la gestión de cilindros activa. Se realiza un registro en la memoria de incidencias y se enciende el testigo de avería del mando eléctrico del acelerador K132.

Actuadores

Actuadores de las levas de admisión N583, N591 y actuadores de las levas de escape N587, N595

Dos actuadores de levas de admisión y dos actuadores de levas de escape vienen atornillados a la carcasa de los árboles de levas.



Función

Los actuadores de las levas son actuadores electromagnéticos, a través de los cuales se desplazan los elementos portalevas axialmente sobre los árboles de levas. Dependiendo de la excitación, se desconectan o conectan los cilindros 2 y 3. Mediante una señal de retorno de los pasadores de metal también se detecta si la conmutación se ha realizado correctamente o no en cada actuador de leva.



Las denominaciones de los actuadores de levas se diferencian en la documentación del servicio y en la autodiagnos. En ElsaPro se denomina cada actuador de leva con una denominación abreviada eléctrica. Por ejemplo, el actuador de la leva de admisión para cilindro 2 se llama "N583 actuador de la leva de admisión del cilindro 2".

En la autodiagnos se denominan los pasadores de metal y la activación electromagnética con una denominación abreviada respectivamente. Allí se llaman "N584 actuador de la leva de admisión A del cilindro 2", "N585 actuador de la leva de admisión B del cilindro 2" y "N586 actuador de la leva de admisión C del cilindro 2".

Así se puede asignar con precisión una avería que pueda producirse.

Consecuencias en caso de avería de uno o varios actuadores de levas

La unidad de control del motor detecta, por la ausencia de la señal de retorno de los pasadores de metal de los actuadores de las levas (véase la página 31), si se ha averiado un actuador de leva y qué actuador se ha averiado o no ha realizado el cambio.

La reacción en el caso de que falle uno o varios actuadores de levas depende de si el motor funciona en ese momento en el modo de 4 o de 2 cilindros.

Conmutación del modo de 4 al modo de 2 cilindros

Si, debido a que falta la señal de retorno del pasador de metal, la unidad de control del motor detecta que, por ejemplo, el actuador de la leva de escape del cilindro 2 no ha desconectado las válvulas de escape, se vuelven a conectar las válvulas de los cilindros 2 y 3 que ya estaban desconectadas.

El motor funciona en el modo de 4 cilindros.

Conmutación del modo de 2 al modo de 4 cilindros

Si la unidad de control del motor detecta, debido a que falta la señal de retorno del pasador de metal, que, por ejemplo, el actuador de la leva de admisión del cilindro 3 no ha conectado las válvulas de admisión, se vuelven a desconectar las válvulas de escape del cilindro 3 que estaban conectadas. El motor sigue funcionando con 3 cilindros.

Si fallan los actuadores de levas de 2 cilindros, se desconectan también las otras válvulas/cilindros. El motor continúa funcionando en el modo de 2 cilindros.



Ausencia de las señales de retorno

Si la unidad de control del motor detecta que falta una o varias señales de retorno:

- Se desconecta la gestión de cilindros activa,
- se realiza un registro en la memoria de incidencias,
- se enciende el testigo de avería del mando eléctrico del acelerador K132.

Nuevo arranque del motor

En el próximo arranque del motor se vuelve a conectar la gestión de cilindros activa, que intenta desconectar o conectar los elementos portalevas de los que faltaba la señal de retorno.

Si esta conmutación se realiza correctamente, el sistema vuelve a estar bien.

El testigo de avería se apaga y el registro de la memoria de incidencias pasa primero a esporádico y, posteriormente, se borra. Si la conmutación no se realiza correctamente, las reacciones son las mismas que cuando falta una señal de retorno.

Ausencia repetida de las señales de retorno

Si falta una señal de retorno durante tres ciclos de marcha sucesivos, se enciende el testigo de emisiones de escape K83. Permanece encendido hasta que se haya subsanado la avería.

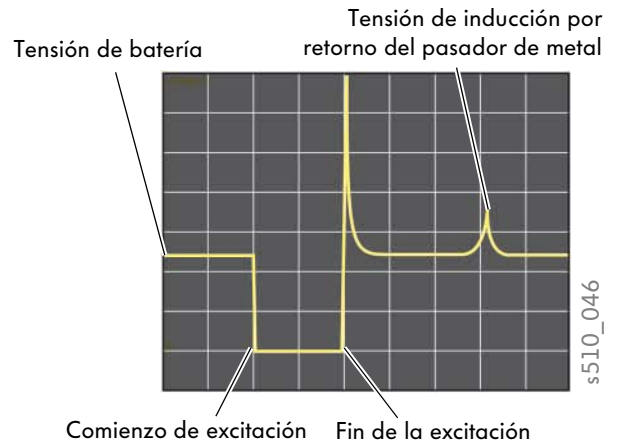
Un ciclo de marcha está compuesto por encendido conectado y arranque del motor.

Excitación

En estado desactivado hay permanentemente tensión de batería en los actuadores de levas a través del relé principal J271.

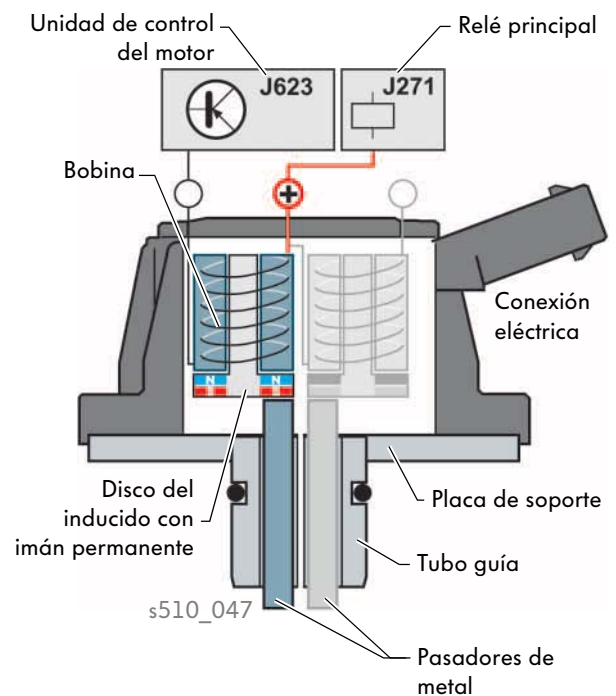
Para accionar los actuadores de levas, la unidad de control del motor conecta durante un breve tiempo a masa. El pasador de metal se expulsa y comienza el proceso de desplazamiento de los elementos portalevas.

Finalmente el pasador de metal es devuelto al actuador de leva a través de la rampa de retorno. Se genera una tensión de inducción.



Pasador de metal en posición de reposo

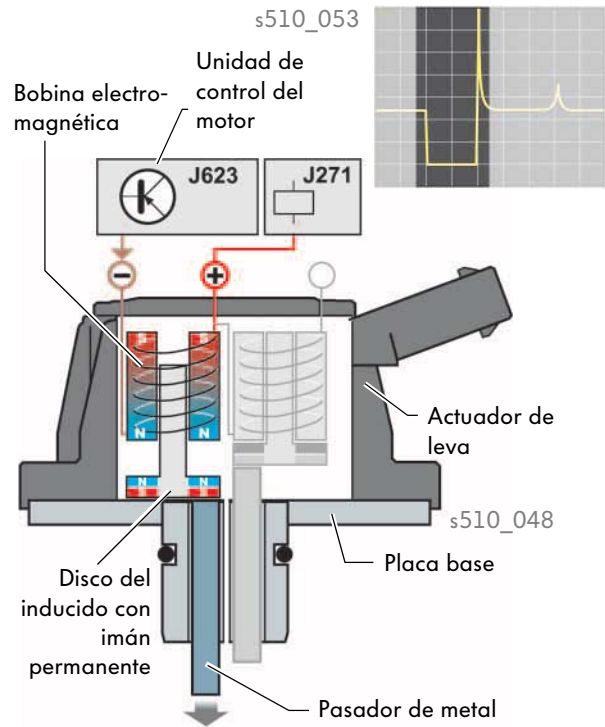
En la conexión eléctrica hay tensión de batería. Los dos imanes permanentes mantienen los pasadores de metal en posición de reposo. Los elementos portalevas desplazables de los cilindros dos y tres permanecen en su posición actual gracias a una bola sometida a la fuerza de un muelle (véase la página 13).



Expulsión del pasador de metal

Cuando se excita el actuador, la unidad de control del motor aplica brevemente masa. En el actuador una bobina electromagnética genera un campo magnético por el que se repelen los polos positivos en el electroimán y en el imán permanente del disco del inducido.

Con el imán permanente se expulsa también el pasador de metal. El pasador de metal expulsado a la ranura de desplazamiento provoca ahora el desplazamiento del elemento portalevas, mientras que el árbol de levas gira. El imán permanente que descansa sobre la placa de soporte mantiene el pasador en esa posición.

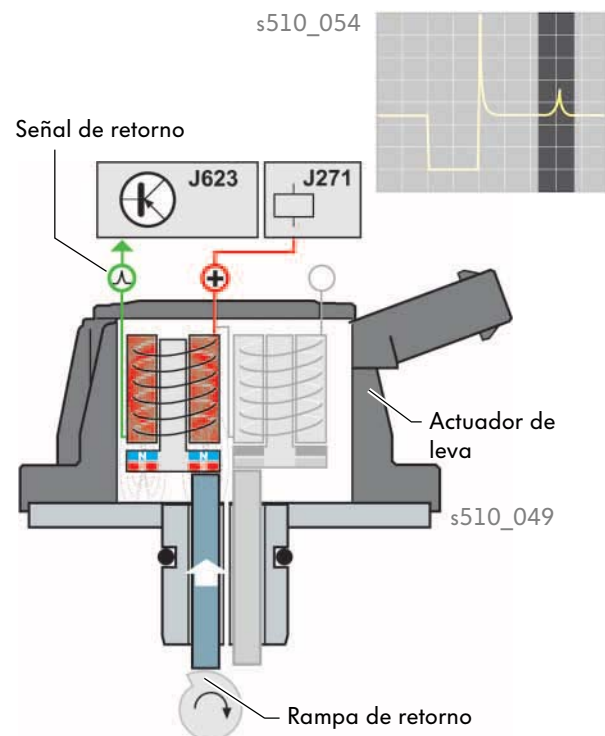


Retorno del pasador de metal

El contorno de la ranura de desplazamiento está conformado de forma que justo después de un giro el pasador de metal del actuador sea devuelto a través de una rampa de retorno. Mediante el retorno del pasador de metal y el imán permanente se induce una tensión en la bobina electromagnética del electroimán.

La unidad de control del motor reconoce con la señal de retorno que el elemento portalevas se ha desplazado y que se ha producido el retorno del pasador de metal.

El imán permanente mantiene también aquí al pasador de metal en su posición.



Sistema de alimentación de combustible

La inyección directa es un componente fundamental del diseño del motor N54. Las complejas exigencias del proceso de combustión solo pueden ser satisfechas por el sistema de inyección descrito a continuación.

Comparado con un motor con turbocompresión con inyección en el colector

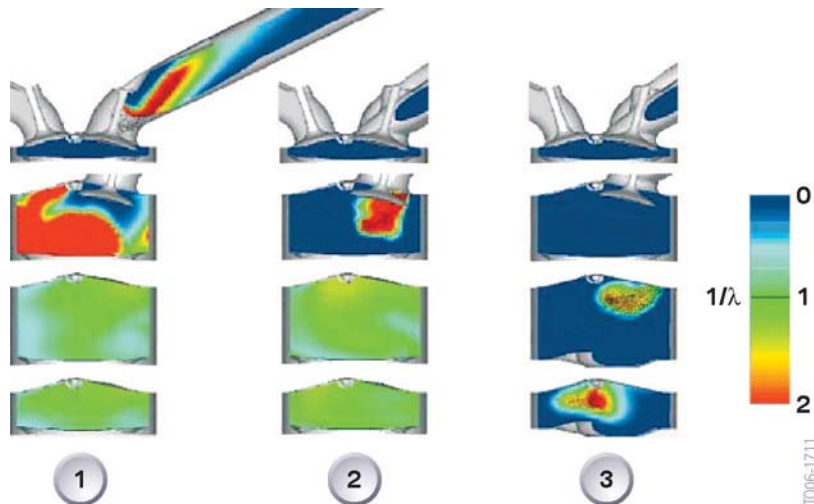
de admisión, en este otro sistema se logra una mayor relación de compresión.

Simultáneamente se reduce la temperatura de los gases de escape a plena carga. Otra ventaja de este sistema de inyección consiste en el mayor rendimiento con un funcionamiento a carga parcial.

Fundamentos de la inyección directa

En la inyección directa se inyecta combustible a una gran presión (entre 50 y 200 bar) directamente en la cámara de combustión. Por principio son posible dos conceptos de inyección directa de gasolina, bien mediante la

formación de una mezcla homogénea o bien estratificada, cada una con sus particularidades respecto al consumo de combustible y a las emisiones de gases de escape.



24 - Comparación de formaciones de mezcla

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Inyección en el colector de admisión	3	Inyección directa con servicio estratificado
2	Inyección directa homogénea		

Las diferencias se deben a los distintos procedimientos de formación de la mezcla. La gráfica anterior titulada "Comparación de formaciones de mezcla" muestra la evolución en el tiempo de la formación de la mezcla en el caso de una inyección directa de tipo homogéneo o de tipo estratificado, comparadas con una inyección en el colector de admisión.

La composición de la mezcla se representa como la razón de aire en cuatro momentos diferentes. Los colores representan la correspondiente proporción de aire en el espacio de acuerdo con una escala comparativa.

Inyección directa homogénea

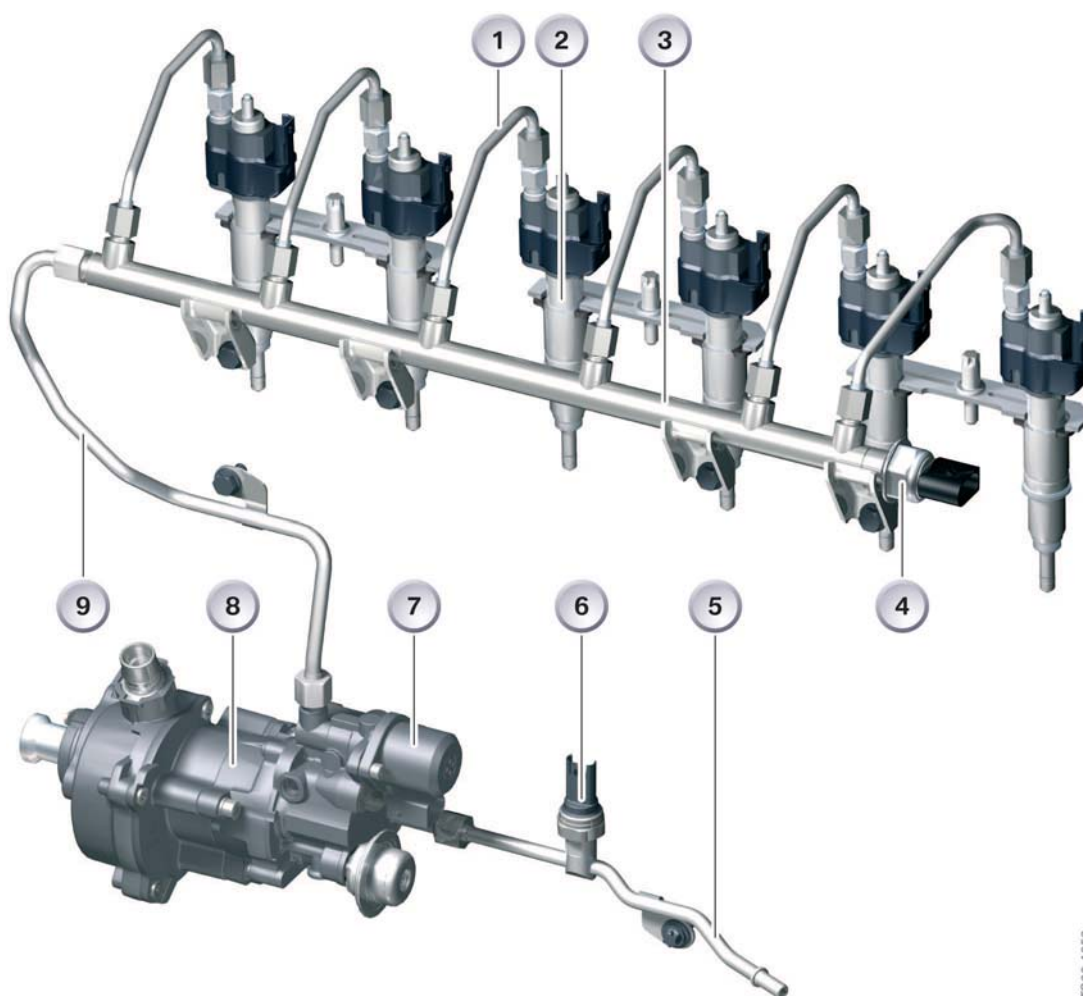
En la inyección directa el inyector desemboca directamente en la cámara de combustión. El combustible se volatiliza en la cámara de combustión. Los movimientos de los gases que tienen lugar en la cámara de combustión causan la mezcla del aire con el combustible inyectado, de forma que en el punto de encendido ya hay una mezcla homogénea ($\lambda=1$) en la cámara. Los procesos de formación de la mezcla y de combustión son similares en un motor convencional y en el caso de la inyección en el colector de admisión son similares. Como el combustible primero tiene que llegar al cilindro y volatilizarse allí, la carga del cilindro pierde

energía calorífica durante dicha volatilización. Con ello mejora el comportamiento de picado (detonaciones), pudiendo aumentarse la

relación de compresión. El rendimiento aumenta en su conjunto hasta un 10 %.

High Precision Injection (HPI)

Vista general y funcionamiento



25 - HPI

T006-1052

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Conducto de alta presión (rail - inyector)	6	Sensor de baja presión
2	Inyector piezoeléctrico	7	Válvula de control de caudal
3	Rail	8	Bomba de alta presión de 3 émbolos
4	Sensor de alta presión	9	Conducto de alta presión (bomba - rail)
5	Conducto de alimentación (de electrobomba de combustible)		

El combustible es bombeado desde el depósito de combustible por la electrobomba de combustible a través del conducto de alimentación (5) con una presión previa de 5 bar hasta llegar a la bomba de alta presión. El

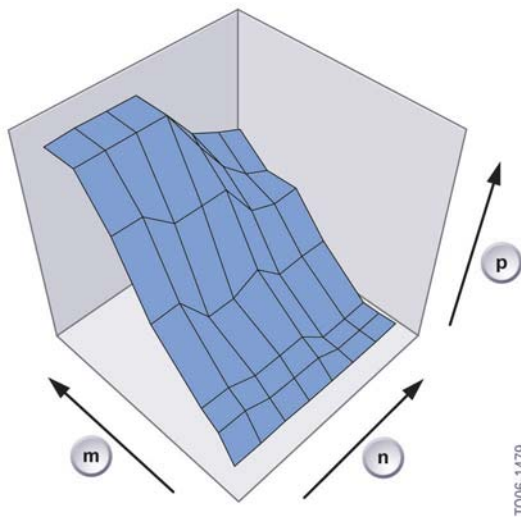
sensor de baja presión (6) controla la presión previa. El combustible es impulsado por la electrobomba de combustible conforme a las necesidades.

En caso de fallo de dicho sensor, a través del borne 15 CONECTADO se se reactiva la electrobomba de combustible con el 100 % del caudal.

El combustible se comprime en la bomba de alta presión (8) de tres émbolos, permanentemente accionada, y se impulsa éste a través del conducto de alta presión (9) hasta el rail (3). El combustible depositado a presión en el rail es distribuido por los conductos de alta presión (1) hasta los inyectores piezoeléctricos (2).

La presión necesaria de combustible es determinada por el sistema de control del motor a partir de la carga y del número de revoluciones del motor. El nivel de presión alcanzado es registrado por el sensor de alta presión (4) y transmitido al dispositivo de mando del motor. La regulación realiza la válvula de control de caudal (7) tras compararse los valores teórico y real de presión en el rail.

El dimensionamiento de la presión se realiza buscando la optimización del consumo y de la suavidad de marcha del motor N54. Una presión de 200 bar solo es necesaria a plena carga y con un régimen de revoluciones bajo.



26 - Diagrama de presión del combustible

Índice	Explicación
p	Presión
m	Carga del motor
n	Número de revoluciones

ACHTUNG! Öffnen des Kraftstoffsystems bei Kühlmitteltemperatur über 40 °C nicht zulässig. Gefahr von Körperverletzung. Reparaturanleitung beachten.

CAUTION! Do not open the fuel system if the coolant temperature is above 40 °C/104 °F – risk of injury! Consult the repair manual.

ATTENTION ! Il est interdit d'ouvrir le système d'alimentation en carburant lorsque la température du liquide de refroidissement est supérieure à 40 °C. Risque de blessure. Respecter les instructions du Manuel de réparation.

¡ATENCIÓN! Prohibido abrir el sistema de combustible cuando la temperatura del líquido refrigerante supere los 40 °C. Peligro de lesiones. Consultar el manual de reparaciones.

注意! 冷却液温度高于40摄氏度时禁止打开燃油系统。存在身体伤害的危险。注意维修说明。

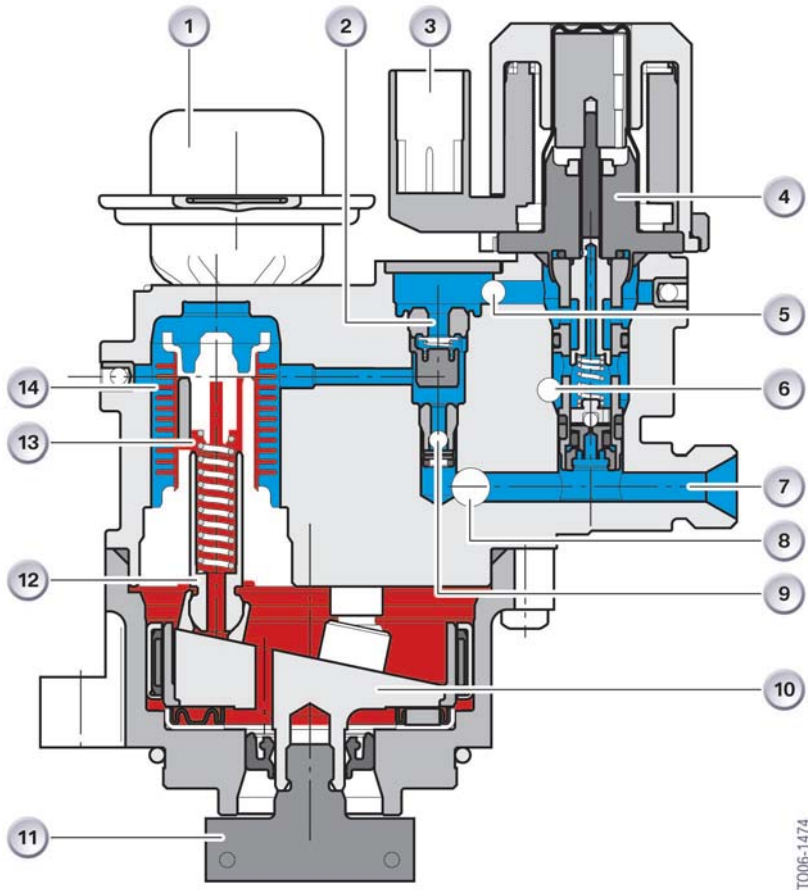
7567417

27 - Adhesivo de advertencia relativo a los trabajos en el sistema HPI

⚠ Los trabajos en este sistema de combustible solo están autorizados con el motor enfriado. La temperatura del refrigerante no debe superar los 40 °C. Es fundamental tener en cuenta que, debido a la presión residual existente en el sistema de alta presión, existe el peligro de que salgan proyectados hacia atrás chorros de combustible a presión. ◀

⚠ Los trabajos realizados en el sistema de combustible de alta presión deberán realizarse con gran limpieza y siguiendo las secuencias de trabajo indicadas en el manual de reparaciones. La presencia de pequeñas impurezas y unos daños mínimos en las atornilladuras de las conducciones de alta presión pueden provocar faltas de estanqueidad. ◀

Estructura y funcionamiento de la bomba de alta presión



TO06-1474

28 - Bomba de alta presión con válvula de control de caudal

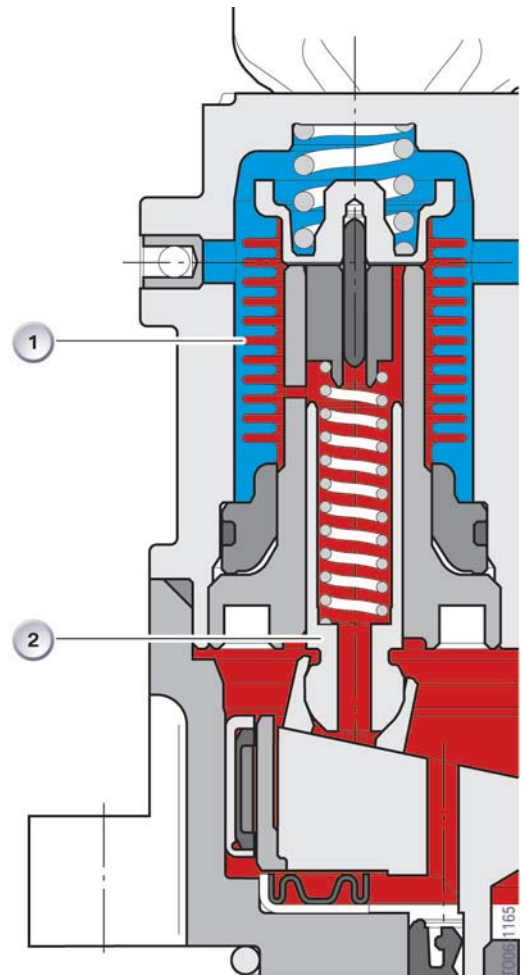
Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Compensador térmico	8	Admisión en válvula de limitación de presión
2	Válvula de retención de baja presión 3x	9	Válvula de retención de alta presión 3x
3	Conexión del sistema de control del motor	10	Disco oscilante
4	Válvula de control de caudal	11	Brida de accionamiento de bomba de alta presión
5	Retorno de válvula de limitación de presión	12	Émbolos de presión 3x
6	Admisión de electrobomba de combustible	13	Admisión de aceite de bomba de alta presión
7	Conexión de alta presión al rail	14	Cámara de combustible 3x

El combustible es impulsado a través de la admisión (6) con la presión previa establecida por la electrobomba de combustible hasta llegar a la bomba de alta presión. Desde allí el combustible es conducido a través de la válvula de control de caudal (4) y de la válvula de retención de baja presión (2) hasta la cámara de combustible (14) del elemento de bombeo. En dicho elemento de bombeo el combustible es sometido a presión y propulsado a través de la válvula de retención de alta presión (9) hasta la conexión de alta presión (7). La bomba de alta presión está conectada a la bomba de baja presión por medio de la brida de accionamiento (11) y es accionada así también por el mecanismo de cadenas. Ello significa que en cuanto el motor se pone en funcionamiento, los tres émbolos impelentes de presión (12) entran en un movimiento de embolada permanente por medio del disco oscilante (10). De este modo el combustible está a presión mientras se siga impulsando más combustible a través de la válvula de control de caudal (4) hasta la bomba de alta presión. La válvula de control de caudal es activada a través de la conexión con el sistema de control del motor (3), dando paso así al caudal necesario de combustible. La regulación de la presión se realiza por medio de la válvula de control de caudal mediante la apertura o cierre del canal de admisión de combustible.

La presión máxima en la zona de alta presión está limitada a 245 bar. Si se supera dicha presión, el circuito de alta presión cuenta con una válvula de limitación de presión a través de las conexiones (8 y 5) que da paso a la zona de baja presión. Debido al carácter incompresible del combustible dicha regulación de la presión se realiza sin problemas. Ello quiere decir que el combustible no varía su volumen conforme aumenta la presión. Los picos de presión producidos son compensados mediante la introducción en la zona de baja presión de un volumen de líquido proporcional.

Las diferencias de temperatura permiten compensar las variaciones de volumen producidas en el compensador térmico (1) conectado a la admisión de aceite de la bomba.

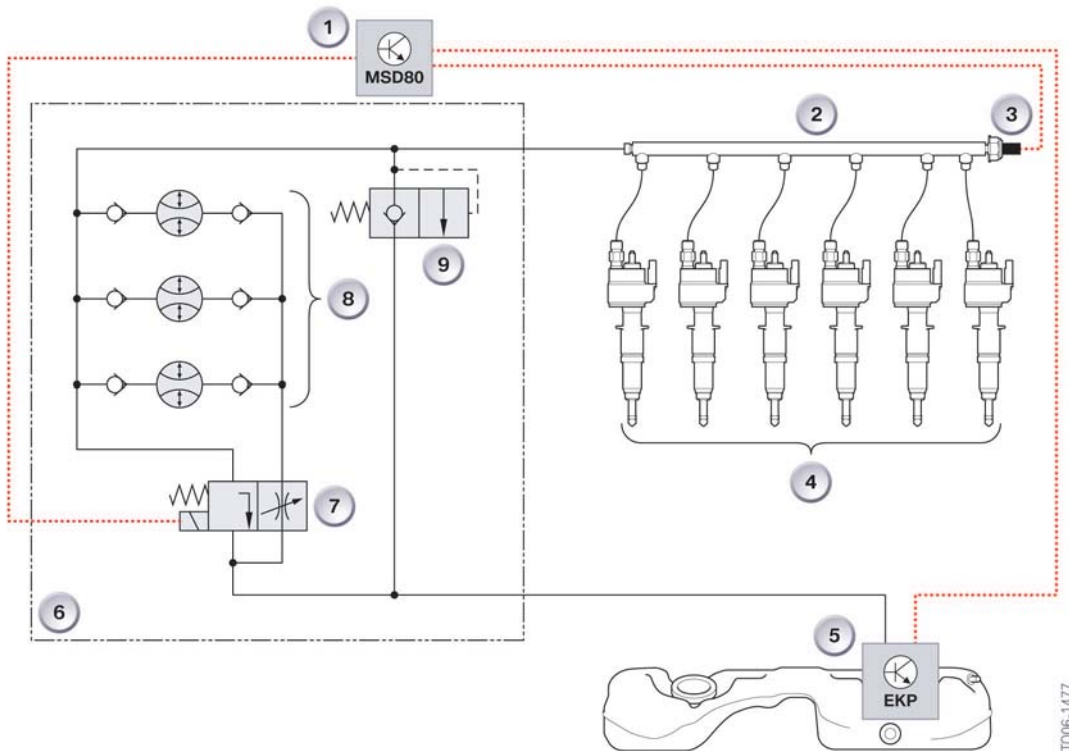
Generación de presión en el elemento de bombeo de la bomba de alta presión



29 - Elemento de bombeo

Índice	Explicación
rojo	Admisión de aceite
azul	Combustible
1	Membrana metálica
2	Émbolo de presión

El émbolo de presión accionado por el disco oscilante (2) comprime aceite (rojo) durante su movimiento de ascenso contra la membrana metálica (1). El aumento de volumen originado en la membrana metálica reduce el espacio disponible en la cámara de combustible. El combustible sometido así a presión (azul) es obligado así a pasar al rail.



30 - Representación esquemática del sistema HPI

TO06-1477

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Dispositivo de mando del motor	6	Bomba de alta presión
2	Rail	7	Válvula de control de caudal
3	Sensor de alta presión	8	Elemento de la bomba de alta presión con válvulas de retención
4	Inyectores piezoeléctricos	9	Válvula de limitación de la presión con conducto de derivación
5	Electrobomba de combustible		

La válvula de control de caudal regula la presión del combustible en el rail. Ésta es activada mediante una señal de amplitud de impulsos (PWM) desde el sistema de control del motor. Dependiendo de la señal de activación se deja abierta una sección de

estrangulación de apertura variable ajustándose así el caudal de combustible necesario para el correspondiente nivel de carga. Además, cabe la posibilidad de reducir la presión en el rail.

Funcionamiento de emergencia

Si en el diagnóstico se detecta un fallo del sistema, como p. ej. por un fallo del sensor de alta presión, la válvula de control de caudal se cierra impidiéndose el paso de caudal; en este caso el combustible accede al rail a través de un conducto de derivación (bypass).

⚠ En el funcionamiento de emergencia del sistema HPI se desconecta la turbocompresión de gases de escape mediante la apertura de las válvulas de descarga. ◀

⚠ Las causas de un funcionamiento de emergencia del sistema HPI pueden ser:

- Valores del sensor de alta presión no plausibles
- Fallo de la válvula de control de caudal
- Falta de estanqueidad del sistema de alta presión
- Fallo de la bomba de alta presión
- Fallo del sensor de alta presión.

◀

Inyectores piezoeléctricos con apertura al exterior

En primer lugar el inyector piezoeléctrico con apertura al exterior realiza la inyección directa con guiado del chorro, haciendo así posibles las innovaciones generales del motor N54. Solo este inyector permite garantizar un cono estable de inyección de combustible, incluso en las condiciones de presión y temperatura reinantes en la cámara de combustión. Este inyector piezoeléctrico permite unas presiones de inyección de hasta 200 bar y una apertura extremadamente rápida de la aguja del inyector. De este modo es posible inyectar combustible en la cámara de combustión independientemente de los ciclos de trabajo limitados por los puntos de apertura de las válvulas.



31 - Inyector piezoeléctrico con apertura al exterior



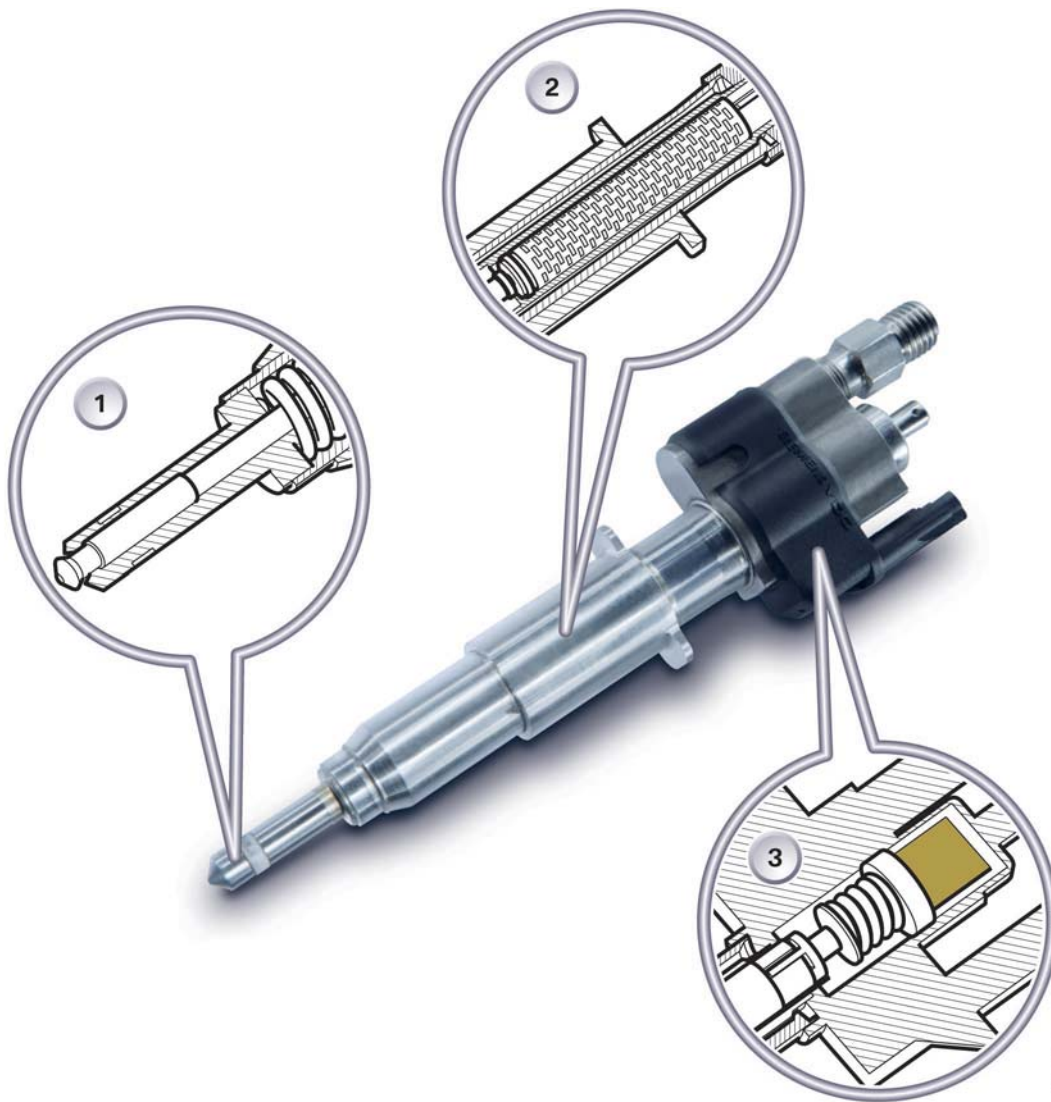
32 - Posición de montaje del inyector piezoeléctrico con apertura al exterior

El inyector piezoeléctrico va integrado en la culata junto con la bujía de encendido en posición central entre las válvulas de admisión y de escape. Esta posición de montaje permite evitar una humectación de las paredes de los cilindros o del fondo del émbolo con el combustible inyectado. Una formación uniforme de la mezcla homogénea de combustible y aire se logra con ayuda del movimiento de los gases en la cámara de combustión y de un cono de combustible estable. El movimiento de los gases se ve influido, por un lado por la geometría de los canales de admisión y por otro por la forma del fondo del émbolo. El combustible inyectado entra de forma turbulenta a la cámara de combustión con el aire de sobrealimentación hasta que en el punto de encendido hay una mezcla homogénea en toda la cámara de compresión.

⚠ Cuando se realicen trabajos en el sistema de combustible del motor N54 debe tenerse en cuenta que las bobinas de encendido no deben quedar manchadas de combustible. La resistencia del material de silicona se ve considerablemente reducida por el intenso contacto con el combustible. Se pueden producir así repliegues en la cabeza de las bujías de encendido y por tanto fallos de encendido.

- Antes de realizar cualquier cambio en el sistema de combustible, es imprescindible retirar las bobinas de encendido y proteger el cuerpo de las bujías de encendido mediante un trapo para evitar que entre combustible en los huecos de inserción de las bujías.
- Antes de montar de nuevo los inyectores piezoeléctricos hay que desmontar las bobinas de encendido y dejarlas lo más limpias posibles.
- Las bobinas de encendido que estén muy sucias de combustible deberán ser cambiadas.

Estructura del inyector piezoeléctrico



TO06-1059

33 - Componentes del inyector piezoeléctrico

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Aguja del inyector abierta al exterior	3	Compensador térmico
2	Elemento piezoeléctrico		

El inyector piezoeléctrico consta fundamentalmente de tres componentes básicos. La aguja del inyector es levantada hacia fuera de su asiento en la válvula por efecto de la dilatación experimentada por el elemento piezoeléctrico. Para poder tolerar las diferentes temperaturas de servicio con unas elevaciones de apertura de la válvula comparables, el inyector cuenta con un elemento térmico de compensación.

⚠ Al montar y desmontar el inyector piezoeléctrico hay que sustituir el anillo

obturador de teflón. Esto también es válido cuando haya que desmontar de nuevo un inyector recién montado si se ha producido desde entonces el arranque del motor. ◀

⚠ Un inyector piezoeléctrico provisto de un nuevo anillo obturador de teflón debería montarse lo más rápido posible ya que el anillo obturador de teflón podría hincharse. Deben observarse siempre las indicaciones del Manual de reparaciones. ◀

⚠ Durante el montaje hay que comprobar que el asiento del inyector piezoeléctrico se encuentra en perfecto estado. ◀

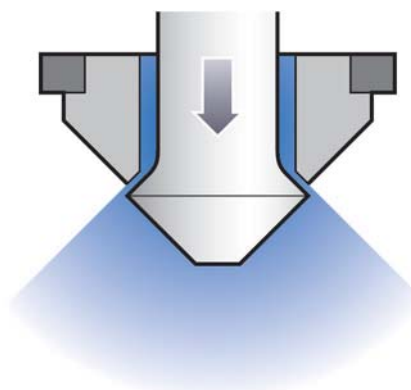
⚠ El soporte inferior de fijación del inyector piezoeléctrico debe apoyar sobre las dos aletas del inyector, pues en caso contrario no se transmitirá la fuerza necesaria al inyector piezoeléctrico. ◀

⚠ No debe limpiarse la punta de la aguja del inyector piezoeléctrico. ◀

Aguja del inyector abierta al exterior

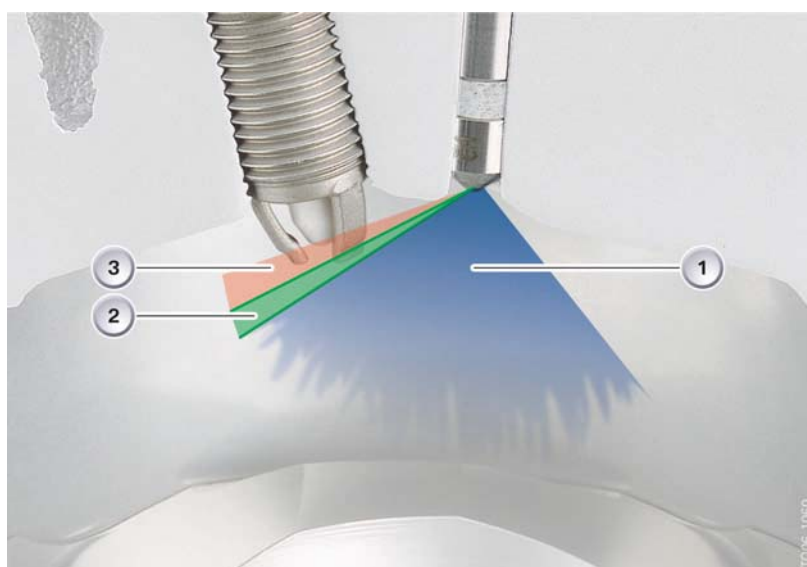
La aguja del inyector es empujada hacia fuera de su asiento cónico en la válvula. Con ello deja libre un paso anular. El combustible a presión fluye por dicho paso anular y forma un

cono hueco cuyo ángulo de chorro es independiente de la contrapresión en la cámara de combustión.



34 - Aguja del inyector abierta al exterior

TC06-1476



35 - Cono de inyección del inyector piezoeléctrico con apertura al exterior

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Cono ideal	3	Ensanchamiento no tolerable del cono de inyección
2	Ensanchamiento tolerable del cono de inyección		

El chorro cónico (1) lanzado por un inyector piezoeléctrico puede ensancharse durante el funcionamiento (2). Esto es algo normal y aceptable en cierto grado en razón de la formación de carbonilla en el interior del motor. Sin embargo, si el ensanchamiento del chorro llegara a humectar la bujía de encendido, dicha bujía podría verse dañada.

Imágenes de bujías usadas en el motor N54:

- Se puede producir un desplazamiento brusco de la base aislante de la bujía de encendido.



36 - Imagen de daños por desplazamiento brusco del aislante

- En la siguiente imagen se muestra una bujía que debería cambiarse tras haber estado en servicio durante 100.000 km (intervalo de servicio), aunque no muestra ningún problema.



39 - Bujía en buen estado tras estar en servicio durante 100.000 km

- El electrodo puede calcinarse en un lado.



37 - Imagen de daños por calcinación del electrodo en un lado

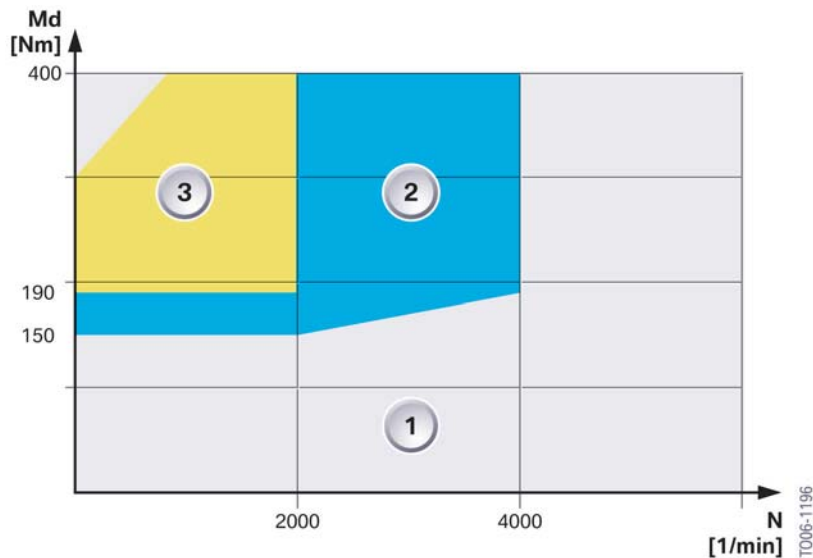
⚠ Al manejar bujías de encendido del motor N54, hay que tener en cuenta que hay cuadros de daños achacables a un fallo del inyector piezoeléctrico. En tales casos no se solucionará la causa del problema con solo sustituir las bujías. ◀

- En la siguiente imagen se muestra una bujía intacta sin problemas.



38 - Bujía en perfecto estado

Estrategia de inyección



40 - Cono de inyección del inyector piezoeléctrico con apertura al exterior

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Inyección única	3	Inyección triple
2	Inyección doble		

La inyección de la cantidad de combustible necesaria para la situación concreta de funcionamiento puede exigir hasta una inyección en tres veces. La opción requerida en cada situación de funcionamiento depende de la carga del motor y del número de revoluciones. El tiempo disponible para la dosificación del combustible resultante del número de revoluciones es una magnitud básica de gran importancia.

Una situación especial de servicio de un motor es el dominio del funcionamiento en el cual se produce una elevada carga a bajas revoluciones, el denominado funcionamiento "Low End Torque". En esta situación de funcionamiento se dosifica el caudal de combustible que se inyecta en tres veces. Esto proporciona una formación de la mezcla muy efectiva, lo que redundará finalmente en un aumento de potencia y una reducción del consumo de combustible.

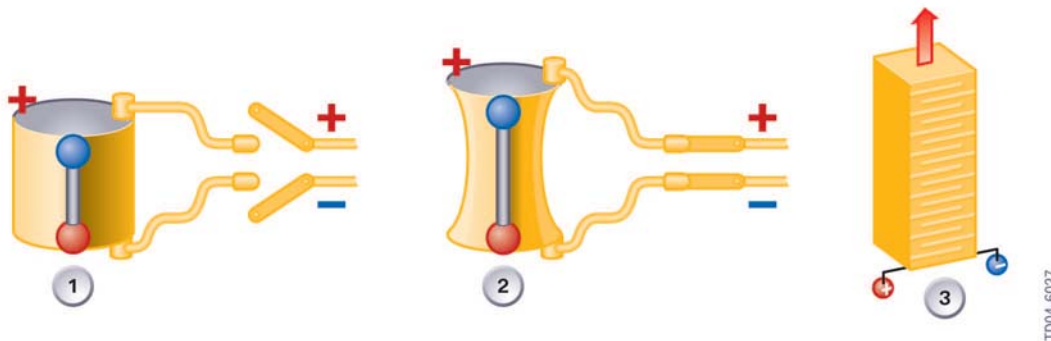
Modo de funcionamiento con calentamiento del catalizador

Para lograr que los catalizadores alcancen la temperatura de servicio lo antes posible, el motor N54 cuenta con un modo de funcionamiento con calefacción del catalizador. En este modo de funcionamiento se conduce el calor de combustión intencionadamente hasta la conducción de

gases de escape y no se aprovecha en primer lugar para lograr una mayor potencia. El punto de encendido se desplaza unos 30° de cigüeñal hacia el punto muerto superior. La cantidad principal del combustible necesario es inyectada antes del punto muerto superior y mezclada con el aire de sobrealimentación. El émbolo se encuentra tras el punto muerto superior en movimiento, descendente de forma que la mezcla de combustible y aire ya se está expandiendo de nuevo, lo que reduce la inflamabilidad de la mezcla. Para que la mezcla se inflame sin problemas se inyecta una pequeña cantidad residual de combustible 25° de cigüeñal tras el punto muerto superior, garantizándose así una mezcla inflamable por la bujía de encendido. Esta pequeña cantidad de combustible también proporciona una inflamación de la mezcla restante que queda en la cámara de combustión. Este modo de funcionamiento es activado por el sistema de control del motor pasados un máximo de 60 s tras el arranque del motor, aunque se interrumpe tras alcanzarse previamente la temperatura de reacción del catalizador.

Elemento piezoeléctrico

En el inyector el movimiento de la aguja no es generado ya por una bobina magnética sino por un elemento piezoeléctrico.



41 - Comportamiento del elemento piezoeléctrico cuando hay paso de tensión

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Cristal piezoeléctrico sin paso de corriente	3	Estructura estratificada del elemento piezoeléctrico
2	Cristal piezoeléctrico con paso de corriente		

Funcionamiento

Un elemento piezoeléctrico es un convertidor electromecánico, es decir, que consta de un material cerámico que transforma la energía eléctrica directamente en energía mecánica (fuerza/desplazamiento). Una aplicación conocida es el encendedor piezoeléctrico: al hacer presión sobre un cristal piezoeléctrico se genera una tensión eléctrica hasta que salta una chispa y se inflama el gas. En un actuador piezoeléctrico se genera una tensión eléctrica para que el cristal se dilate.

Para lograr un mayor recorrido, se puede construir un elemento piezoeléctrico con varias capas o estratos. El módulo del actuador consta de varias capas del material de cerámica piezoeléctrico dispuestas mecánicamente en serie y eléctricamente en paralelo.

El movimiento de adaptación de un cristal piezoeléctrico depende de la tensión a que se ve sometido, la cual proporciona un movimiento proporcional, con un valor máximo posible; cuanto mayor es la tensión, mayor es el recorrido.

Ajuste del inyector

Durante la fabricación de los inyectores, en determinados puntos se registran distintos datos de medición. De este modo se determinan los intervalos de tolerancia para el ajuste cuantitativo del inyector y se indican en una combinación numérica de seis cifras. Además también se incluyen otras informaciones sobre el comportamiento de ascensión del inyector para el ajuste de la tensión del inyector. El ajuste del inyector es preciso debido a los distintos requerimientos de tensión de cada actuador piezoeléctrico. A continuación se realiza una asignación atendiendo a distintas clases de requerimientos de tensión, algo relacionado con la combinación numérica registrada en el inyector. Estos datos son transferidos al dispositivo de mando. Durante el funcionamiento del motor estos valores se emplean para la compensación de divergencias en el comportamiento de dosificación y de conexión.

⚠ Al cambiar un inyector es fundamental realizar un ajuste del mismo. ◀

Control y adaptación del inyector

El inyector piezoeléctrico inyecta en la cámara de combustión la cantidad de combustible necesaria para la situación de funcionamiento. Esta cantidad se ve influida por tres magnitudes de ajuste:

- la presión en el rail
- el tiempo de apertura del inyector
- y la elevación de la apertura del inyector.

La duración de la apertura del inyector y la elevación de la apertura del mismo son activadas directamente en el inyector piezoeléctrico. La duración de la apertura es controlada por la señal t_i y la elevación de la apertura por la cantidad de energía de accionamiento del inyector piezoeléctrico.

Adaptación del inyector

Las cantidades de combustible y ciclos de inyección determinados a partir del campo característico del régimen de revoluciones de carga se integran en un campo característico de regulación previa. En este se fijan las cantidades de energía y tiempos de apertura de los inyectores necesarios para realizar la activación de los inyectores tomando en consideración otros parámetros básicos. Con estos valores del campo característico el motor N54 puede funcionar de un modo seguro.

Optimización

Para optimizar:

- Valores de emisión
- Propiedades de marcha suave
- Consumo de combustible
- Potencia

se supervisan continuamente las magnitudes de control de las cantidades de energía y los tiempos de apertura de los inyectores. Esto se realiza específicamente para cada bancada por medio del control lambda. Para ello se mide el oxígeno residual en los gases de escape tanto para la bancada de cilindros 1 como para la bancada de cilindros 2. Los resultados de medición se comparan con los valores esperados a partir de las magnitudes de ajuste reguladas. Cualquier divergencia implica el ajuste de la señal de apertura del inyector. Esta adaptación es memorizada en el dispositivo de mando y queda disponible para el posterior funcionamiento del motor. No obstante, dichos valores memorizados se pierden en caso de reiniciarse el sistema, debiendo ser programados de nuevo.

Existe otra adaptación de la activación de los inyectores en función del tiempo y de la utilización. En este tipo de adaptación específica para cada cilindro se realiza una comprobación del contenido residual de oxígeno con la conclusión de la causa en el cilindro que motiva dicha adaptación. Para ello es preciso que una parte del flujo de gases de escape no fluya de forma turbulenta en el turbocompresor de gases de escape. Por esta razón la trampilla de la válvula de descarga debe estar totalmente abierta, es decir, virada fuera del alcance del flujo de gases de escape. Esta posición de la trampilla de la válvula de descarga va más allá de su posición de apertura normal durante el funcionamiento del motor. Basándose en los resultados de esta comprobación específica de cada cilindro, en caso necesario se realiza un ajuste de la cantidad de energía para la activación de los inyectores.

Además, en la adaptación específica de cada cilindro, en caso necesario se realiza una adaptación de la señal de apertura del inyector basándose en la supervisión de la estabilidad de marcha del motor N54.

La adaptación en su conjunto de los inyectores está limitada a un 15% de la cantidad adicional.

Mini HFM para sistema de aire secundario



11 - Mini HFM

Un Mini HFM mide la masa de aire secundario en el tubería de aspiración de la bomba de aire secundario.

Este control es necesario debido a los valores límite cada vez más bajos para los gases de escape.

Sonda de regulación

Como sondas de regulación se utilizan las ya conocidas sondas Lambda LSU 4.9 con curva característica constante.

Su lugar de montaje está en la tolva de alimentación de los catalizadores que hay junto al motor.

Sonda de control

Las sondas de control son las ya conocidas sondas intermitentes LSH 25 en realización

perforada.

Sensor de temperatura de los gases de escape

Los sensores de temperatura de los gases de escape están ejecutados como elementos de medición NTC.

El sensor puede registrar temperaturas de hasta aprox. 1.200 °C.

Este sensor sirve principalmente para proteger los catalizadores.

Válvula de bloqueo del acumulador de presión (VANOS)

La válvula de bloqueo garantiza que la alta presión memorizada del aceite del motor se mantenga en el acumulador de presión después de parar el motor.

La válvula está entonces cerrada sin corriente y la DME la abre si así se requiere (no hay abertura proporcional).

Unidad de control de corriente de iones (ISS)

Ambas unidades de control de corriente de iones del fabricante Helbako están montadas delante en la tapa de la culata de la correspondiente línea de cilindros.



TA04-5131

5 - Unidad de control de corriente de iones

Medición de corriente de iones

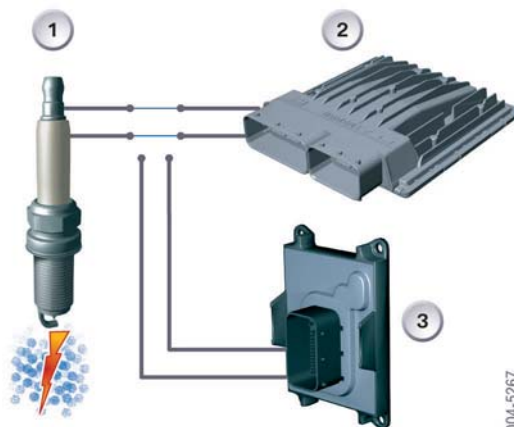
Para un sistema de control del motor optimizado en función de los gases de escape y del consumo es necesario conocer lo más exactamente posible la combinación de la mezcla de combustión en cada estado de funcionamiento del motor.

Una de estas medidas es la denominada medición de la corriente de iones. La medición de la corriente de iones puede utilizarse para la regulación del picado y para el reconocimiento de inestabilidad de marcha (detección de fallos de encendido).

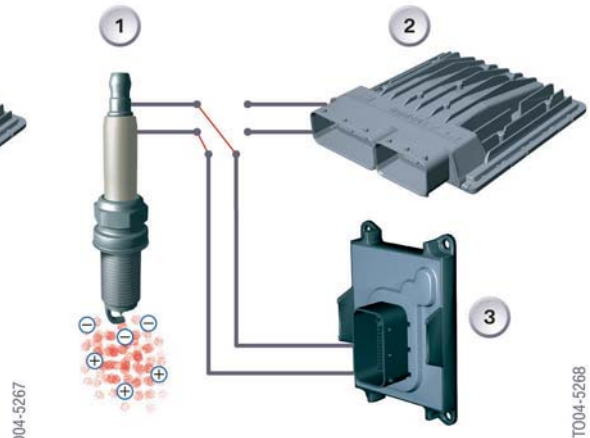
La activación de la chispa de encendido se realiza mediante la unidad de control del motor.

Inmediatamente después del final de la chispa de encendido se aplica una corriente reducida entre los electrodos de la bujía de encendido y se mide la corriente resultante (corriente de iones).

La medición y evaluación de la corriente de iones se realizan mediante la unidad de control de la corriente de iones.



4 - Encendido



5 - Medición de corriente de iones

Índice Explicación

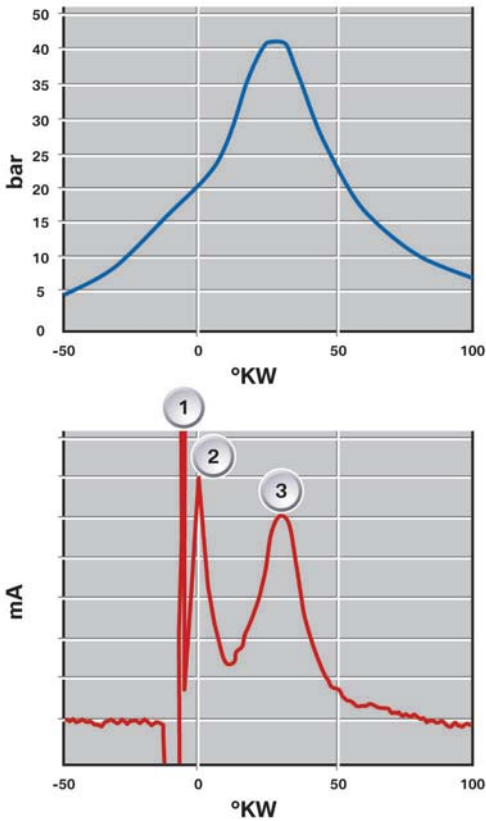
1	Bujía de encendido
2	Unidad de control del motor
3	Unidad de control de corriente de iones

El proceso de la combustión en la cámara de combustión puede representarse mediante el

proceso de la cámara de combustión o el proceso de la presión de los cilindros.

Representación de la corriente de iones

El proceso de la corriente de iones depende directamente de la presión del cilindro y de los iones que se encuentran dentro del cilindro.



6 - Proceso de presión (arriba) y corriente de iones (abajo)

Índice	Explicación
1	Máximo de la corriente de iones por inducción de la bobina de encendido
2	Máximo de la corriente de iones debido al encendido (frente de llama directamente en la zona de la bujía de encendido)
3	La corriente de iones se desarrolla en función del proceso de presión

En general es válido:

Combustión mala => presión de cilindro baja

Combustión buena => presión de cilindro alta

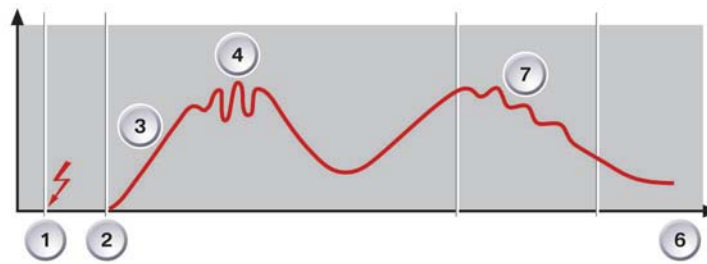
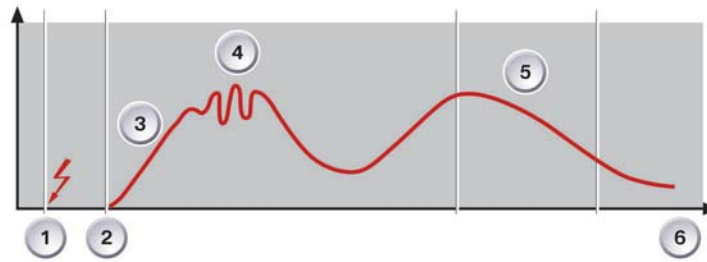
Debido a las puntas de presión en la cámara de combustión originadas por el picado se desdoblan adicionalmente iones libres de forma que hay una modificación del proceso de corriente de iones.

La medición y evaluación de la corriente de iones se realizan en la unidad de control de la corriente de iones.

Las correcciones del sistema de control del motor que resultan de ello se realizan en la unidad de control del motor.

T004-5269

Proceso de corriente de iones en comparación



T004-5270

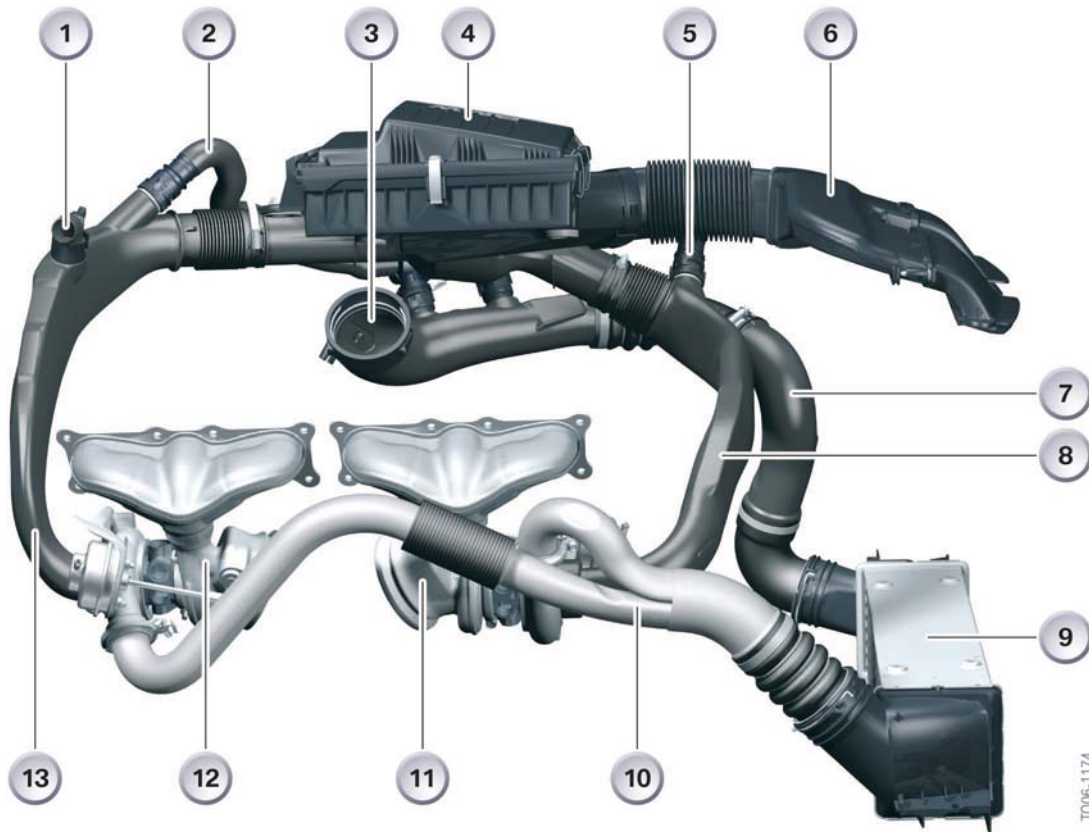
7 - Combustión normal y con picado

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Punto de encendido	5	Sin picado
2	Final del encendido	6	Duración
3	Corriente de iones	7	Picado
4	Señal frontal de llama		

Sistema de aire de aspiración y de gases de escape

Sistema de aire de aspiración

Conducción del aire de aspiración



15 - Conducción del aire de aspiración del motor N54

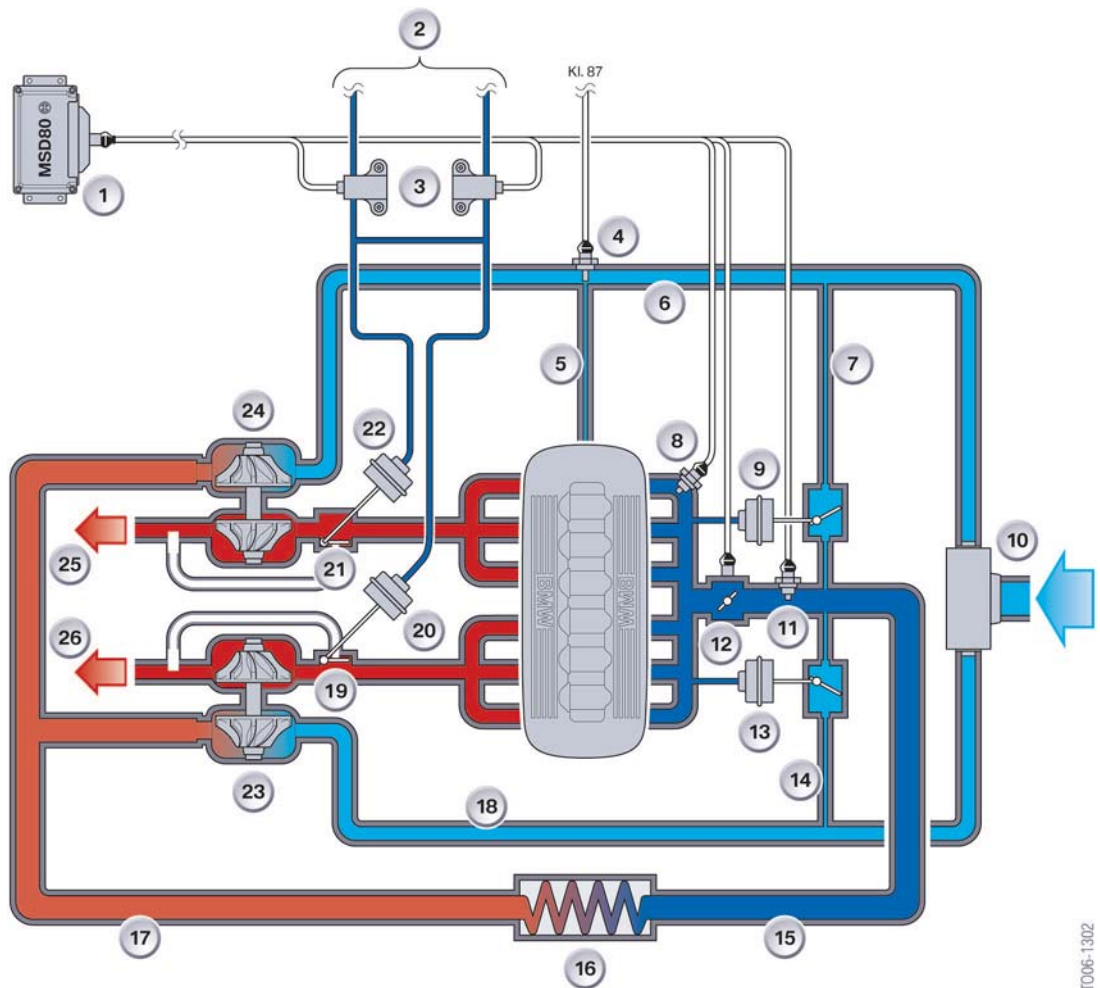
Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Calefacción PTC de gases "blow-by" en funcionamiento con sobrealimentación	8	Conducto de aspiración del aire de sobrealimentación, bancada 1
2	Conducto de recirculación de aire, bancada 2	9	Refrigerador de aire de sobrealimentación
3	Brida de conexión de válvula de mariposa	10	Tubo colector de aire de sobrealimentación
4	Filtro de aire	11	Turbocompresor de gases de escape, bancada 1
5	Conducto de recirculación de aire, bancada 1	12	Turbocompresor de gases de escape, bancada 2
6	Esnórquel de aire de aspiración	13	Conducto de aspiración del aire de sobrealimentación, bancada 2
7	Tubería a presión de aire de sobrealimentación		

Como en el motor N54 se trata de un motor con sobrealimentación, la conducción del aire de aspiración adquiere un especial importancia.

La energía de los gases de escape que salen del motor se emplea para comprimir el aire atmosférico aspirado y llevar así a la cámara de combustión una mayor masa de aire. Esto solo funciona cuando el sistema es perfectamente estanco.

⚠ Durante los trabajos de montaje de la conducción de aire de aspiración hay que prestar una gran atención a la posición correcta de los componentes y a la realización de conexiones perfectamente estancas entre tubos. La falta de estanqueidad del sistema puede ser causa de una presión de sobrealimentación deficiente en determinadas

circunstancias. Dicho problema sería detectado por el sistema de control del motor y el motor pasaría a trabajar en el modo de emergencia (desactivación de la regulación de presión de sobrealimentación). En este caso el motor presenta una falta de potencia detectable. ◀



16 - Conducción del aire de aspiración (funcionamiento con sobrealimentación)

TO06-1302

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Dispositivo de mando del motor MSD80	14	Conducto de recirculación de aire, bancada 1
2	Conducciones a bomba de vacío	15	Tubería a presión de aire de sobrealimentación
3	Convertidor de presión electroneumático (EPDW)	16	Refrigerador de aire de sobrealimentación
4	Calefacción PTC - de gases "blow-by"	17	Tubo colector de aire de sobrealimentación
5	Conducción de gases "blow-by" en funcionamiento con sobrealimentación	18	Conducto de aspiración del aire de sobrealimentación, bancada 1
6	Conducto de aspiración del aire de sobrealimentación, bancada 2	19	Trampilla de válvula de descarga, bancada 1
7	Conducto de recirculación de aire, bancada 2	20	Actuador de válvula de descarga, bancada 1
8	Sensor de presión del tubo de admisión	21	Trampilla de válvula de descarga, bancada 2
9	Válvula de recirculación de aire por empuje, bancada 2	22	Actuador de válvula de descarga, bancada 2
10	Filtro de aire	23	Turbocompresor de gases de escape, bancada 1
11	Sensores de presión del aire de sobrealimentación y de temperatura	24	Turbocompresor de gases de escape, bancada 2
12	Válvula de mariposa	25	Al catalizador, bancada 2
13	Válvula de recirculación de aire por empuje, bancada 1	26	Al catalizador, bancada 1

A través del filtro de aire (10) y de los conductos de aspiración del aire de sobrealimentación (6 + 18) se aspira y comprime aire atmosférico de los compresores de los turbocompresores de gases de escape (23 + 24).

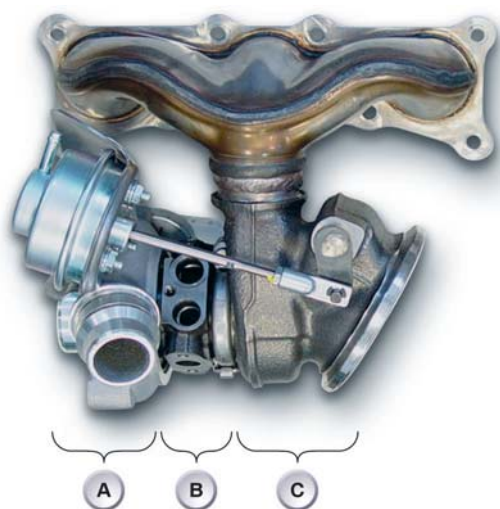
Como los turbocompresores de gases de escape se calientan mucho durante el funcionamiento, van unidos a los circuitos del motor de líquido refrigerante y de aceite del motor. El aire de sobrealimentación se calienta mucho durante la compresión que tiene lugar en el turbocompresor de gases de escape, lo que exige su posterior enfriamiento por medio de un refrigerador del aire de sobrealimentación (16).

El aire de sobrealimentación comprimido y refrigerado llega al conducto de admisión a través de la válvula de mariposa de admisión (12).

Para garantizar una carga adaptada a las condiciones de funcionamiento del motor con aire atmosférico, el sistema está equipado con algunos sensores y actuadores. A continuación se describen las complejas relaciones de esta regulación.

Turbocompresión de gases de escape

Turbocompresor de gases de escape



17 - Turbocompresor de gases de escape

Índice	Explicación
A	Compresor
B	Sistema de refrigeración/ lubricación
C	Turbina

Principio de funcionamiento

El turbocompresor de gases de escape es accionado por los propios gases de escape del motor. Dichos gases de escape, calientes y a presión, son conducidos a través de la turbina del turbocompresor de gases de escape, proporcionando así la fuerza de accionamiento al compresor que gira sobre el mismo árbol. Aquí tiene lugar una primera compresión inicial del aire de aspiración, de forma que llega un mayor caudal de aire a la cámara de combustión del motor. De este modo resulta posible inyectar y quemar una mayor cantidad de combustible, lo que redundará en un aumento de la potencia y del par motor. El número de revoluciones de la turbina y del compresor puede llegar a ser de hasta 200.000 rpm. La temperatura de entrada de los gases de escape puede alcanzar una temperatura máx. de 1.050 °C.

Debido a la elevada temperatura, los turbocompresores de gases de escape del motor N54 no solo están conectados al sistema de aceite del motor, sino que también van integrados en el circuito de líquido refrigerante del motor. En combinación con la electrobomba de líquido refrigerante del motor N54 también es posible evacuar el calor residual de los turbocompresores de gases de escape una vez parado el motor, evitándose así un sobrecalentamiento del aceite lubricante en el cárter de aceite.

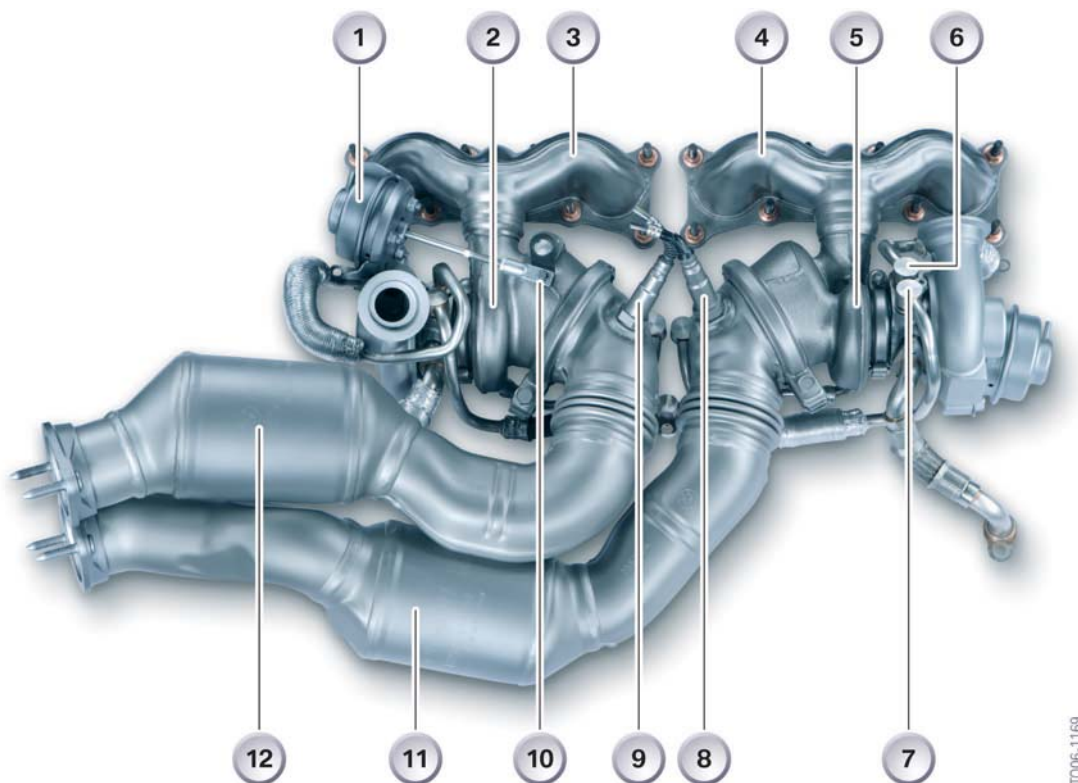
⚠ La función de marcha por inercia de la bomba de refrigerante permite evacuar el calor retenido en los turbocompresores de gases de escape, evitándose la carbonización del aceite en los puntos de fricción de cojinetes. Esta es una importante función de protección de los componentes del motor. ◀

Biturbocompresión

El comportamiento de respuesta del turbocompresor del motor N54 es de la máxima importancia. No sería aceptable una reacción retardada fruto de la voluntad del conductor y transmitida por la posición del pedal acelerador. El conductor tampoco debe percibir la denominada "reacción retardada del turbo". Esta exigencia se logra en el motor N54 con dos pequeños turbocompresores de gases de escape, conectados en paralelo entre sí. Los cilindros 1, 2 y 3 (bancada 1) accionan el turbocompresor de gases de escape (5) y los cilindros 4, 5 y 6 (bancada 2) un segundo turbocompresor de gases de escape (2).

Los turbocompresores de gases de escape de menor tamaño tienen la ventaja de que al acelerarlos, debido al reducido momento de inercia de la turbina, se acelera una menor masa, con lo que el compresor logra una mayor y más rápida presión de sobrealimentación.

TD006-1173



18 - Turbocompresor de gases de escape, componentes 1

TC006-1169

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Actuador de válvula de descarga, bancada 2	7	Admisión de líquido refrigerante
2	Turbocompresor de gases de escape, bancada 2	8	Sonda lambda plana de banda ancha, bancada 1
3	Colector de escape, bancada 2	9	Sonda lambda plana de banda ancha, bancada 2
4	Colector de escape, bancada 1	10	Palanca de accionamiento de válvula de descarga
5	Turbocompresor de gases de escape, bancada 1	11	Catalizador, bancada 1
6	Retorno de líquido refrigerante	12	Catalizador, bancada 2

Regulación de presión de sobrealimentación

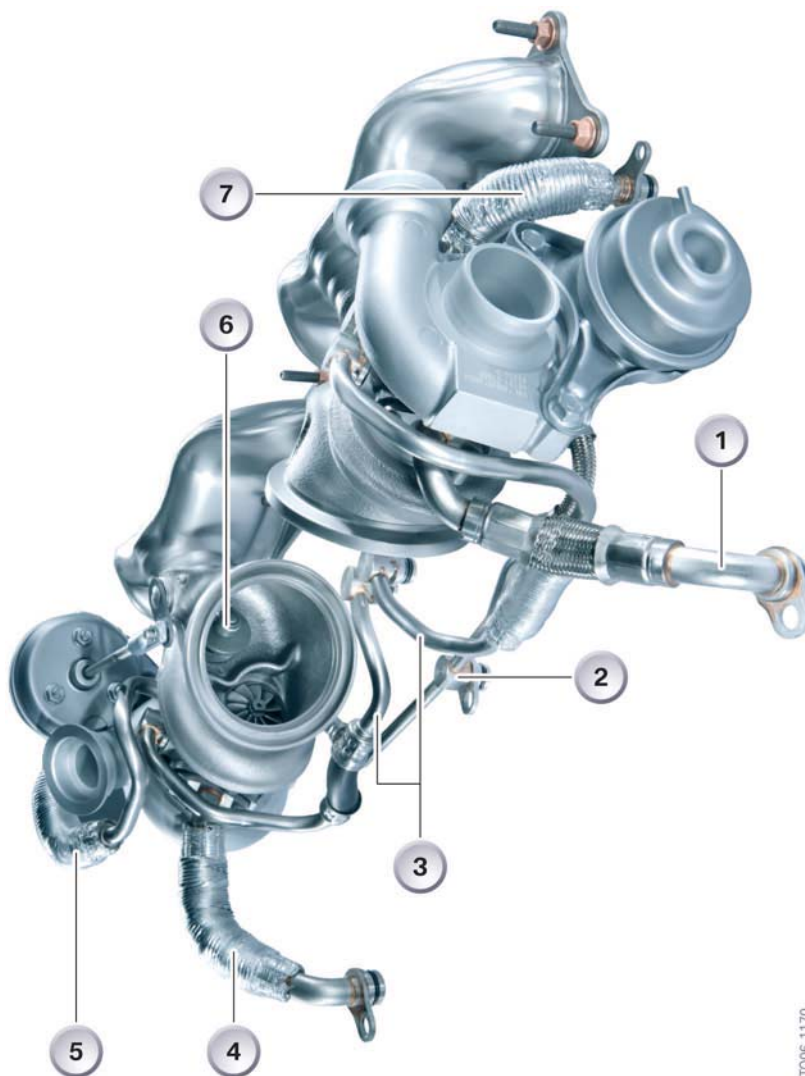
La presión de sobrealimentación de los turbocompresores de gases de escape tiene una relación directa con el caudal de gases de escape que llega a la turbina del turbocompresor. Tanto la velocidad como la masa del caudal de gases de escape dependen directamente del número de revoluciones del motor y del régimen de carga del mismo. Para la regulación de la presión de sobrealimentación, el sistema de control del motor dispone de las válvulas de descarga. Éstas son accionadas por el vacío de los actuadores, los cuales son regulados por los convertidores de presión electroneumáticos (EPDW) a través del sistema de control del motor. El vacío se genera en la bomba de

vacío del motor, continuamente accionada, y se acumula en un acumulador de presión. Se ha constatado que estos dispositivos consumidores no ejercen ningún efecto negativo sobre el funcionamiento del servofreno. Por medio de las válvulas de descarga se puede conducir el caudal de gases de escape de forma total o parcial hasta la rueda de la turbina. Si la presión de sobrealimentación alcanza su nivel óptimo, la trampilla de la válvula de descarga comienza a abrirse y una parte del caudal de gases de escape es conducido delante de la rueda de la turbina. De este modo se impide un nuevo aumento del número de revoluciones del compresor por efecto de la turbina. Esta opción de regulación permite una mejor reacción en distintas situaciones de funcionamiento.

En la fase de marcha al ralentí las válvulas de descarga de los dos turbocompresores están cerradas. La consecuencia de ello es que se puede aprovechar todo el caudal de gases de escape disponible incluso con un bajo régimen de revoluciones del motor para acelerar el compresor. Cuando a continuación se le demanda potencia, el compresor puede proporcionar la presión de sobrealimentación necesaria sin retardos perceptibles.

En la situación de marcha a plena carga, una vez alcanzado el par motor máximo permitido se puede mantener una presión de

sobrealimentación uniformemente alta gracias a la apertura parcial de las válvulas de descarga. Los compresores solo alcanzan el régimen de revoluciones preciso para la situación concreta de servicio. Mediante la apertura de las válvulas de descarga se capta energía de propulsión de la turbina de forma que, en beneficio del consumo de combustible, no tiene lugar ningún otro aumento de la presión de sobrealimentación. En el rango de plena carga, el motor N54 trabaja con una sobrepresión de hasta 0,8 bar en el tubo de admisión.



T006-1170

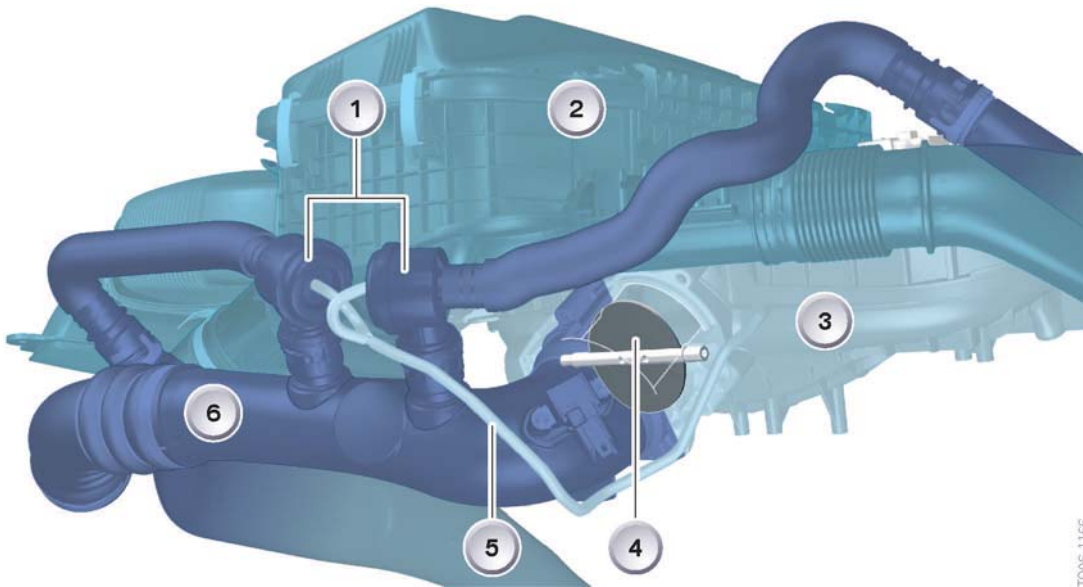
19 - Turbocompresor de gases de escape, componentes 2

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Retorno del aceite, bancada 1	5	Retorno de líquido refrigerante, bancada 1
2	Admisión de aceite	6	Válvula de descarga
3	Admisión de líquido refrigerante	7	Retorno de líquido refrigerante, bancada 1
4	Retorno del aceite, bancada 2		

Control de recirculación de aire por empuje

Las válvulas de recirculación de aire por empuje del motor N54 reducen los máximos de presión de sobrealimentación que pueden

producirse al cerrarse rápidamente la mariposa de admisión. De este modo asumen una función importante relativa a la acústica del motor y contribuyen a la protección de componentes de los turbocompresores.



20 - Válvulas de recirculación de aire por empuje del motor N54

T006-1166

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Válvulas de recirculación de aire por empuje	4	Válvula de mariposa
2	Filtro de aire (presión ambiente)	5	Cable de mando de válvulas de recirculación de aire por empuje
3	Colector de aire de aspiración (presión del tubo de admisión)	6	Tubería a presión de aire de sobrealimentación (presión de sobrealimentación)

Si se cierra la válvula de mariposa con el motor girando a un elevado número de revoluciones, se produce un vacío en el tubo de admisión. Tras el compresor se genera una gran presión de retención que no puede escapar, dado que está cerrado el paso al tubo de admisión.

Esto ocasionaría una "sobrepresión de dilatación" del turbocompresor. Ello implica que

- aparezca un perturbador ruido de bombeo claramente perceptible,
- acompañando a este ruido de bombeo se produce un esfuerzo negativo de los componentes en el turbocompresor de gases de escape, dado que las ondas de presión de alta frecuencia someten a esfuerzo a los cojinetes del turbocompresor en dirección axial.

Las válvulas de recirculación de aire por empuje son válvulas con membrana y muelle,

activadas del modo siguiente por la presión del tubo de admisión: Si predomina una diferencia de presión tras la válvula de mariposa, las válvulas de recirculación de aire por empuje son abiertas por la presión del tubo de admisión y la presión de sobrealimentación es reconducida al lado de aspiración del compresor. Las válvulas de recirculación de aire por empuje se abren a partir de una diferencia de presión de 0,3 bar. Este proceso impide que se llegue a producir ningún bombeo perjudicial que pudiera causar daños a los distintos componentes.

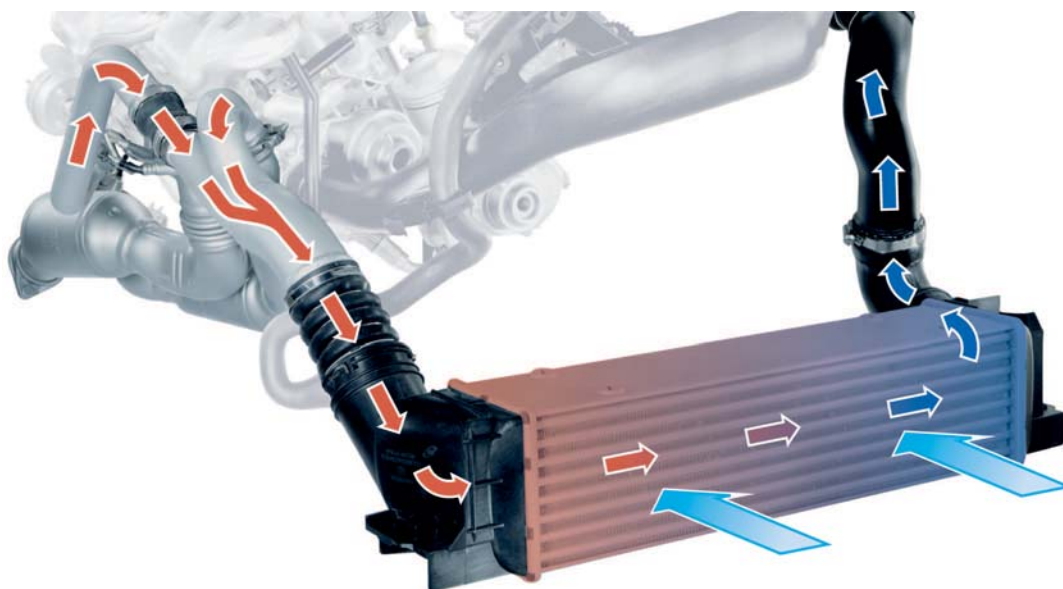
También en el funcionamiento próximo al ralentí (diferencia de presión $P_{\text{sobrealim.}}/P_{\text{aspirac.}} = 0,3 \text{ bar}$) están abiertas las válvulas de recirculación de aire por empuje, obligadas por el sistema. No obstante, ello no tiene ningún otro efecto sobre el sistema de sobrealimentación.

El turbocompresor de gases de escape ya admite con este bajo número de revoluciones el caudal completo de gases de escape y genera, ya en el rango próximo a la marcha al ralentí, una determinada sobrealimentación previa con el aire de aspiración. Si se abre a continuación la válvula de mariposa, el motor proporciona con celeridad la presión de sobrealimentación necesaria total.

Una de las ventajas esenciales de las válvulas de descarga accionadas por la existencia de

un vacío es que en el rango intermedio pueden abrirse solo parcialmente, no permitiendo así una sobrealimentación previa del aire de aspiración a costa de un consumo excesivo de combustible. En el rango de sobrealimentación superior adoptan la posición de regulación necesaria correspondiente a la presión de sobrealimentación precisa.

Refrigeración del aire de sobrealimentación



21 - Radiador de aire de sobrealimentación del motor N54 del E92

La refrigeración del aire de sobrealimentación del motor N54 sirve para aumentar la potencia y para reducir el consumo de combustible. El aire de sobrealimentación calentado en el turbocompresor de gases de escape por su temperatura de servicio y por la compresión, es enfriado en el radiador de aire de sobrealimentación hasta unos 80 °C.

Con ello aumenta la densidad del aire de sobrealimentación, lo que conlleva un mejor llenado de la cámara de combustión. De ello resulta una presión de sobrealimentación necesaria menor. Además disminuye el peligro de detonaciones y el motor trabaja con mayor rendimiento.

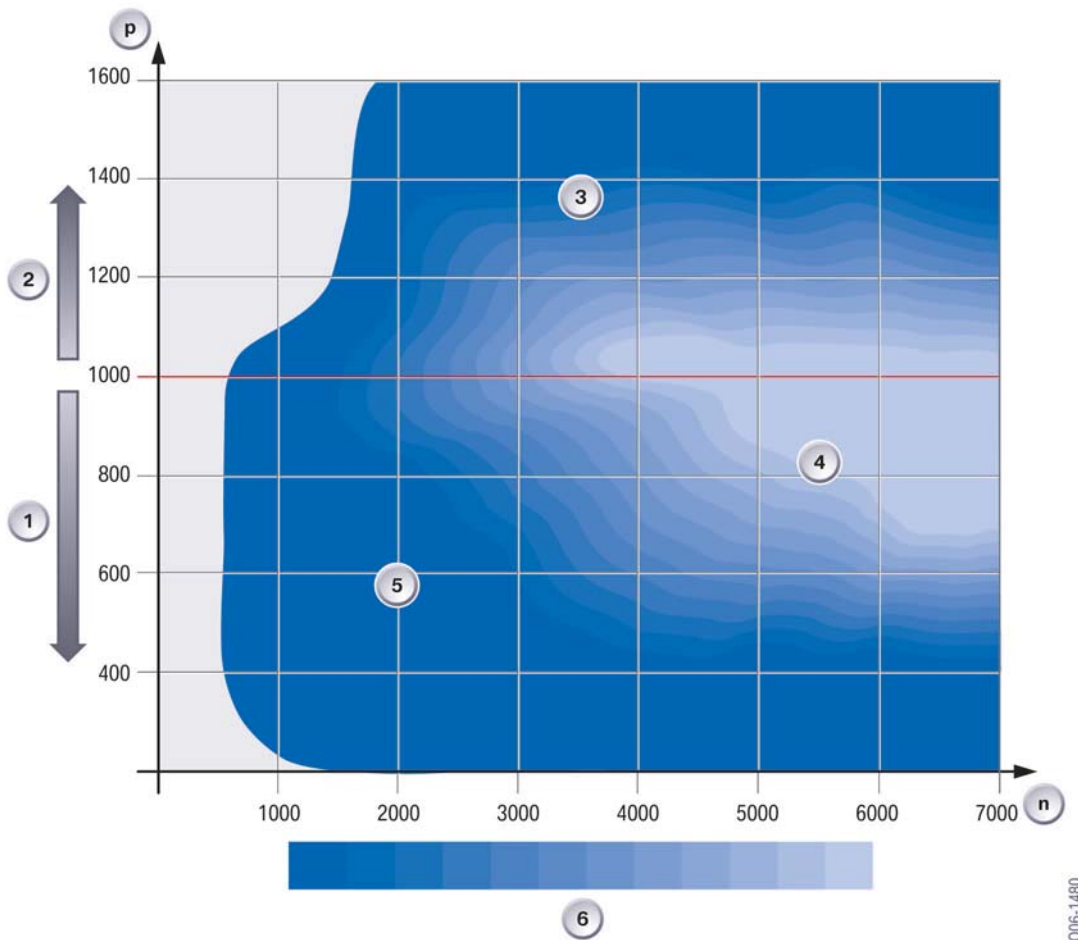
Control de la carga

El control de la carga del motor N54 se realiza por medio de la válvula de mariposa y de las válvulas de descarga.

La válvula de mariposa representa el elemento principal de ajuste. Posteriormente se afina dicho ajuste de la presión de sobrealimentación al activarse las válvulas de descarga. En plena carga la válvula de mariposa está completamente abierta y el control de carga es asumido por las válvulas de descarga.

En la gráfica del control de carga se puede observar cómo las válvulas de descarga están integradas en el control de carga del motor mediante una regulación de campos característicos en todas las situaciones de funcionamiento del motor N54.

TD06-1581



TD06-1480

22 - Control de carga del motor N54

Índice	Explicación	Índice	Explicación
n	Número de revoluciones del motor en rpm	3	Válvula de descarga regulada en función de la presión de sobrealimentación
p	Presión absoluta en el tubo de admisión en mbar	4	Válvula de descarga abierta parcialmente
1	Funcionamiento de aspiración del motor	5	Válvula de descarga cerrada
2	Funcionamiento con sobrealimentación	6	Oscuro = válvula de descarga completamente cerrada Claro = válvula de descarga completamente abierta

Magnitudes de control

En el control de la presión de sobrealimentación del motor N54 influyen, entre otras, las siguientes magnitudes:

- Temperatura del aire de aspiración
- Número de revoluciones del motor
- Posición de la válvula de mariposa
- Presión ambiente
- Presión del tubo de admisión
- Presión antes de la válvula de mariposa (magnitud directriz).

Basándose en estas magnitudes, la activación de los convertidores de presión electroneumáticos (EPDW) es determinada por el dispositivo de mando del motor.

El resultado de esta activación se puede comprobar al alcanzarse la presión de sobrealimentación, la cual se puede medir delante de la válvula de mariposa.

A continuación se realiza una comparación de la presión de sobrealimentación que se ha alcanzado con los datos nominales del campo característico, lo que puede conllevar la adopción de una corrección de la activación. El sistema también se regula y se supervisa a sí mismo automáticamente durante el funcionamiento.

Funcionamiento de emergencia

Si durante el funcionamiento se produjeran averías de funcionamiento, se registraran valores no plausibles o hubiera un fallo de los sensores integrados en la regulación de la turbocompresión de los gases de escape, se impediría la activación de las válvulas de descarga, permaneciendo así completamente abiertas las trampillas de las válvulas. Por tanto, no tendría lugar ninguna sobrealimentación.

⚠ A continuación se describen los componentes o grupos funcionales del motor N54 en los cuales un fallo, un funcionamiento anómalo o el registro de un valor no plausible implicaría la desactivación de la regulación de la presión de sobrealimentación. El conductor puede ver la señalización de un fallo de dicho tipo mediante una indicación de la regulación electrónica de la potencia del motor (EML).

- Sistema de combustible de alta presión
- VANOS de admisión
- VANOS de escape
- Sensor del cigüeñal
- Sensor del árbol de levas
- Sensor de presión de sobrealimentación
- Sensores de picado
- Sensor de temperatura del aire de aspiración.



⚠ En este punto cabe resaltar un principio relativo a la reparación del vehículo:

¡Trabajar sobre las causas y no sobre los efectos! ◀

Respecto al diagnóstico y a la posterior reparación de los componentes implicados en la sobrealimentación, hay que prestar atención para identificar el componente defectuoso mediante la técnica de diagnóstico disponible efectiva. Debe quedar garantizado que se determina y se corrige la causa del fallo y que no se repite la incidencia del fallo.

De este modo, p. ej., una brida no hermética en el refrigerador del aire de sobrealimentación puede tener consecuencias muy importantes.

⚠ Las tres reglas de oro del mantenimiento también rigen para el motor N54:

1. Si hay pérdidas de potencia o fallos en el motor, no debe sacarse la conclusión precipitada de que la responsabilidad es del turbocompresor de gases de escape. A menudo se desmontan o sustituyen innecesariamente turbocompresores de gases de escape en buen estado. Si aparece en el sistema de escape un humo azul, hay que comprobar si el filtro de aire está sucio o si el motor presenta un alto consumo de aceite debido al desgaste. Entonces se comprobará el turbocompresor. Si éste tiene un funcionamiento demasiado ruidoso, habrá que comprobar todas las conexiones del lado de presión del turbocompresor. Si aparece un humo negro o se experimentan pérdidas de potencia, también en este caso habrá que comprobar en primer lugar el motor y las conducciones con empalmes.
2. Causas principales de la avería de un turbocompresor de gases de escape:
 - Falta de lubricación, con el consiguiente deterioro de los cojinetes. Ello supone que patinen las ruedas del compresor y de la turbina en sus carcasas, que las juntas sufran daños y que, además, se pueda cizallar el árbol.
 - Los cuerpos extraños dañan las turbinas y la rueda de la bomba. El desequilibrio resultante reduce el rendimiento y puede llevar a que revienten o se quiebren los rodetes.
 - El aceite lubricante sucio lleva a la formación de estrías o muescas en el gorrón del árbol y en los cojinetes. Los orificios para el aceite y las juntas de estanqueizado se juntan y causan grandes pérdidas por fuga de aceite.

Los cuerpos que penetran desde fuera tales como granos de arena, suciedad, tornillos y similares son retenidos en un filtro dispuesto delante del compresor. El mantenimiento de los filtros de realizarse cada cierto tiempo (intervalos de servicio). La zona de aire puro del filtro de aire y la conducción de aire que va a los compresores debe mantenerse perfectamente limpia y libre de cualquier tipo de partículas.

3. No modificar nada en el turbocompresor de gases de escape.

No debe intentarse nunca modificar la varilla de regulación de presión de sobrealimentación. El turbocompresor de gases de escape ya ha sido diseñado de fábrica de forma óptima. Si el turbocompresor trabaja con altas presiones de sobrealimentación tal y como lo ha autorizado el fabricante del motor, el motor puede trabajar en caliente y los émbolos, culata o soporte del motor pueden fallar o bien darse la respuesta de las funciones de seguridad del sistema electrónico del motor activándose el programa de emergencia del motor.

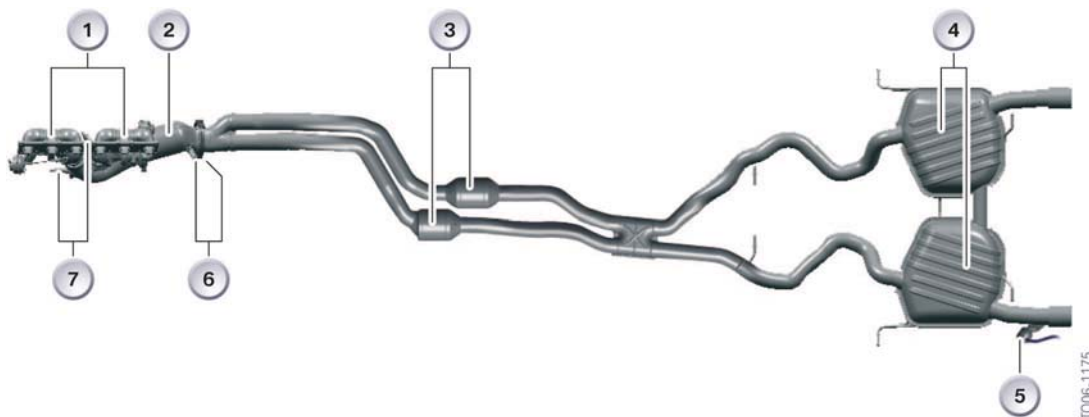


Sistema de gases de escape

Los vehículos E92 con motor N54 van equipados con un sistema de gases de escape doble. Todo el sistema está fabricado en acero inoxidable austenítico, lo que garantiza la funcionalidad del vehículo con respecto a su vida útil.

En la cercanía del motor se han integrado precatalizadores que van conectados a catalizadores dispuestos en los bajos del vehículo.

Las sondas lambda montadas son similares a las empleadas en el motor N52.



23 - Sistema de escape del E92 con motor M54

Índice	Explicación	Índice	Explicación
1	Colector de escape	5	Chapaleta de gases de escape
2	Catalizadores junto al motor 2 x 0,7 l	6	Sondas de control
3	Catalizadores en los bajos 2 x 0,85 l	7	Sondas lambda planas (sondas de regulación)
4	Silenciadores secundarios, cada uno de aprox. 16 l		