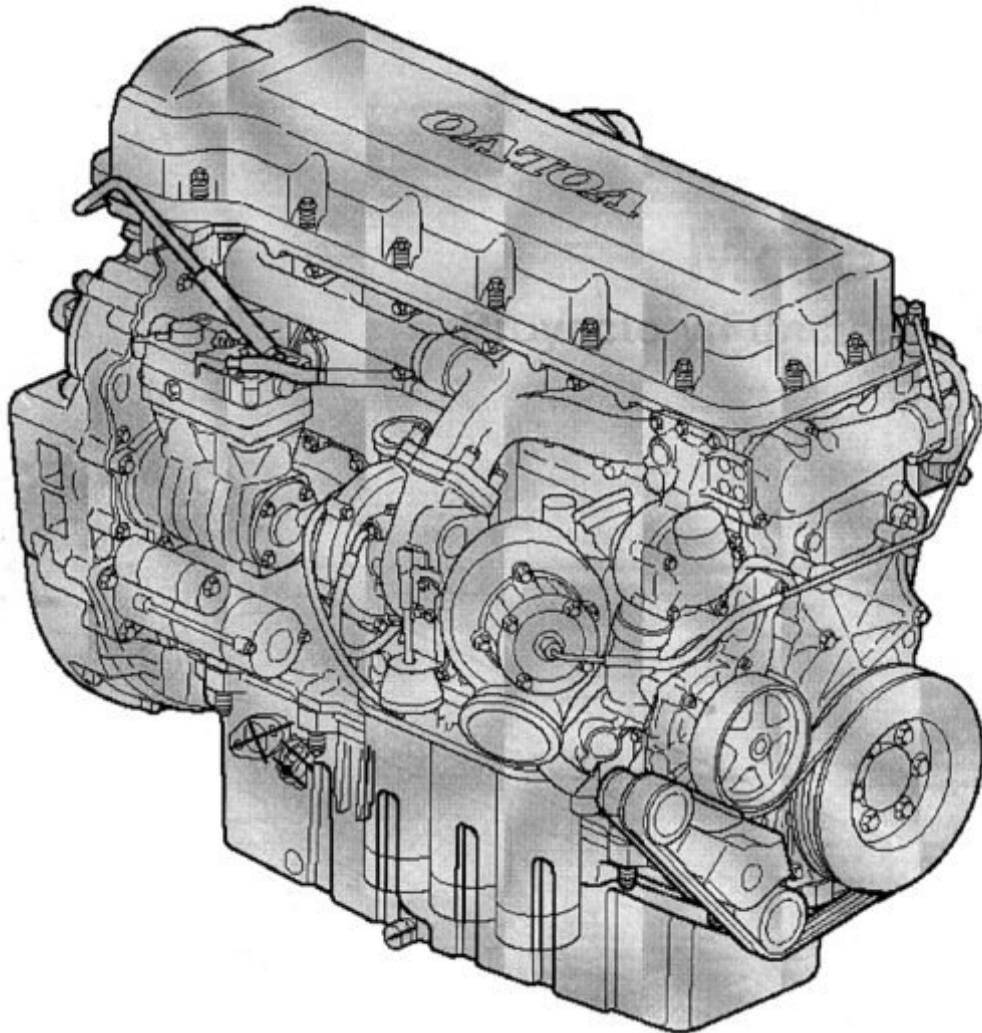
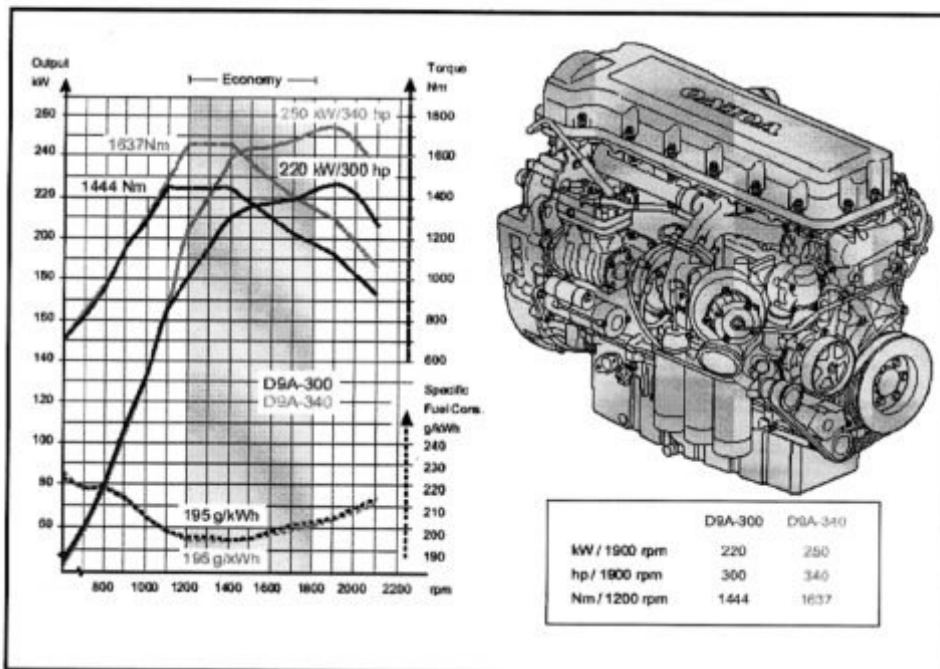


Motor D9A

Proyecto y Funcionamiento





1 Motor D9A

D9A es la denominación del motor Volvo de 9 litros. Este paquete de capacitación describe el motor en su versión básica. La instalación puede variar un poco entre los diferentes modelos de ómnibus, por ejemplo el accionamiento del ventilador, sistema de inducción, sistema de refrigeración y el sistema de escape.

La variación del motor D9A fue introducida por Volvo Ómnibus en el mercado en 2003. El motor es nuevo pero tiene mucho en común con D12, motor mayor de 12 litros que también es un motor diesel vertical de 6 cilindros en línea.

D9A fue introducido principalmente para atender a las nuevas y cada vez más severas demandas sobre emisión de gases.

El motor es de 6 cilindros de inyección de diesel directa con un desplazamiento volumétrico de 9,36 litros. Posee un turbocompresor, intercooler e inyección electrónica de combustible.

Para cumplir con las exigentes demandas presentes, y principalmente las futuras, sobre economía de combustible y de emisión de gases, el motor D9A tiene un sistema de combustible basado en el motor D12 con unidad de inyección. Los inyectores son accionados mecánicamente por un árbol de levas superior, pero son totalmente controlados electrónicamente.

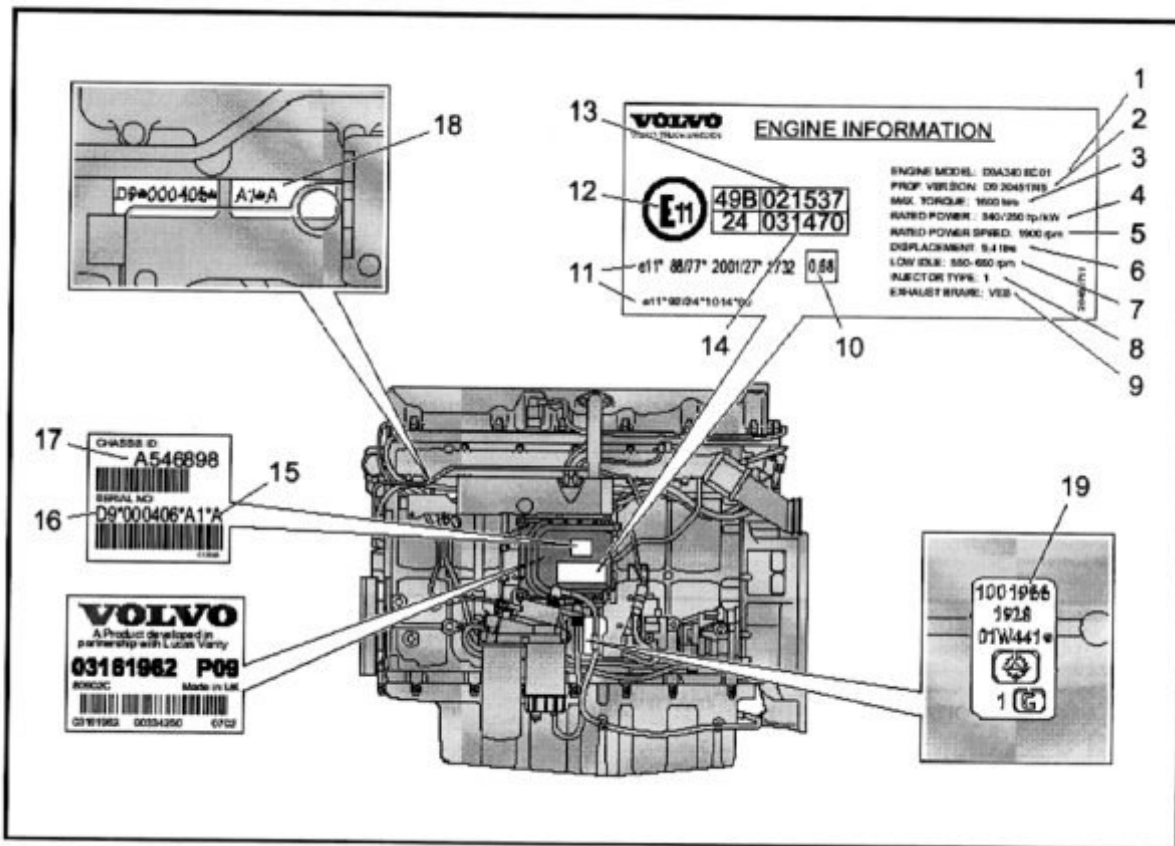
Inicialmente, el motor estará disponible en dos variaciones de potencia: 300 y 340 hp. Estas variaciones de potencia atienden a las demandas sobre emisiones de Euro3.

Este motor altamente confiable ofrece alta disponibilidad. Su torque alto ofrece excelentes características de conducción, pocos cambios de marchas y una velocidad alta y constante. El motor también tiene un consumo de combustible bajo, por lo que presenta bajo costo de circulación.

Los diagramas muestran las variaciones de salida del motor en KW y el torque en Nm.

Apuntes

.....



2 Identificación del motor

La identificación y otros datos del motor pueden ser encontrados en dos etiquetas localizadas en la parte superior de la unidad de control del motor.

La etiqueta inferior contiene la siguiente información:

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Variante de motor | D9A 340 EC01=Euro 4 |
| 2. Designación de motor | PROP. Versión: D9 20451745 |
| 3. Torque máximo | 1600 Nm |
| 4. Índice de potencia (máx.) | 340/250 hp/kW |
| 5. Velocidad del motor a potencia máxima | 1900 rpm |
| 6. Capacidad del cilindro | 9.4 litros |
| 7. Velocidad baja | 550-650 rpm |
| 8. Unidad de inyección: | Código 1 |
| 9. Freno motor | VEB |

EPG=Regulador de Presión de Escape o VEB=Volvo Engine Brake (freno de compresión + freno motor)

10. Valores de humo en certificado

11a. Número de certificado para directiva 88/77 de la UE (emisiones)

11b. Número de certificado para la directiva 92/24 de la UE (límite de velocidad)

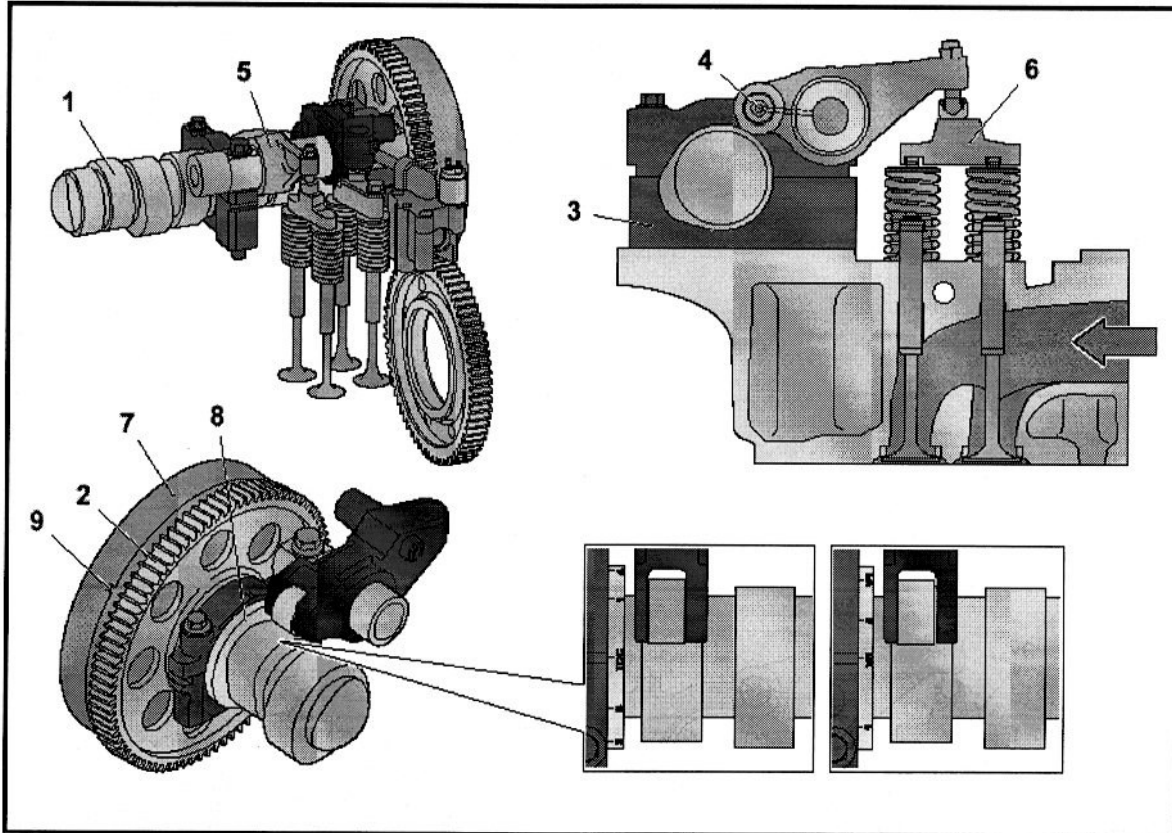
12. País:

E = Europa

5= Suecia

11= Gran Bretaña

13. Número de certificado para la directiva 49 de la ONU (emisiones)



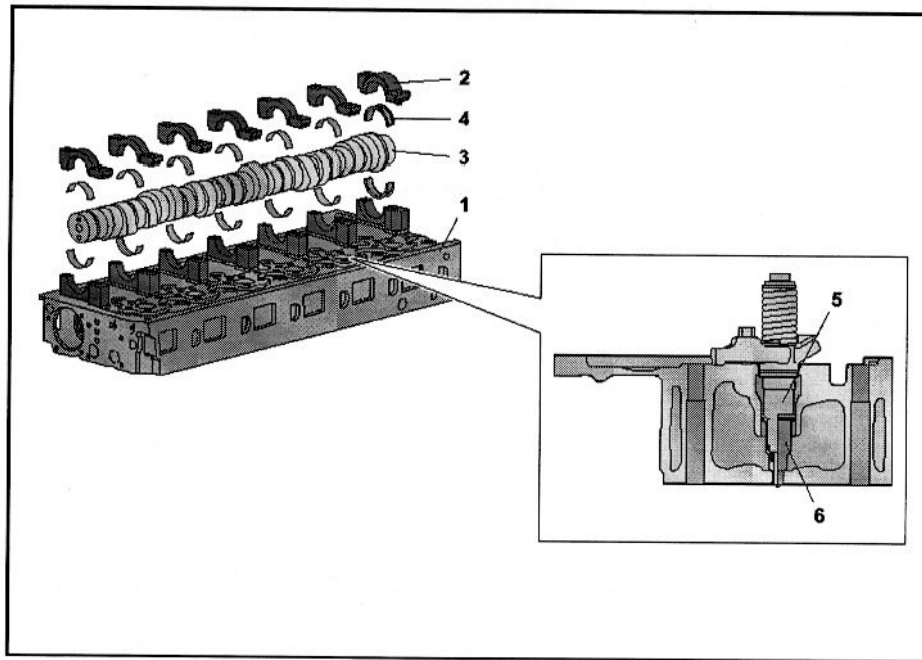
10 Mecanismo de la válvula

- | | | |
|---------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| 1. Árbol de levas | 4. Rodillo | 7. Amortiguador de vibración |
| 2. Engranaje del árbol de levas | 5. Balancín | 8. Marca del árbol de levas |
| 3. Soporte del cojinete | 6. Puente de presión | 9. Dientes para el sensor de posición |

El D9A tiene un árbol de levas a la cabeza, válvulas controladas por balancines y un sistema de cuatro válvulas, dos para la entrada y dos de escape por cilindro. El árbol de levas es templado por inducción y sus apoyos pueden ser rectificadas con casquillos supermedida disponibles como piezas de repuesto. El árbol de levas está sujeto por siete cojinetes, con uno de ellos axial en la parte posterior. Los cojinetes son separados en juegos numerados del 1 al 7 a partir de la parte delantera del motor.

El árbol de levas (1) tiene tres levas por cilindro, una para la admisión, otra para escape y la tercera, entre ellas, para la unidad de inyección. El engranaje del árbol de levas se monta en el reborde posterior del amortiguador de vibración (7) del árbol de levas fuera del engranaje. El amortiguador de vibración tiene dientes (9) para proporcionar señales al sensor del árbol de levas. El engranaje del árbol de levas y el amortiguador de vibración tienen agujeros para el perno guía para asegurar un montaje correcto.

Las marcas del árbol de levas (8) están en la brida frontal del soporte del cojinete posterior. TDC significa Top Dead Centre (punto muerto superior) y los números 1-6 también están presentes. La marca del TDC o PMS se utiliza para el ajuste básico del árbol de levas y debe estar situado entre las dos líneas del soporte del cojinete cuando la rueda volante del motor esté en una posición 0°. Las marcas de números se utilizan para ajustar las válvulas y los inyectores. Por ejemplo las válvulas de escape y de admisión y el inyector para el quinto cilindro se ajustan cuando el número



3 Culata

- | | | |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1. Culata | 3. Árbol de levas | 5. Unidad de inyección |
| 2. Apoyos del eje de comando | 4. Casquillos del eje de comando | 6. Buje de cobre (camisa) |

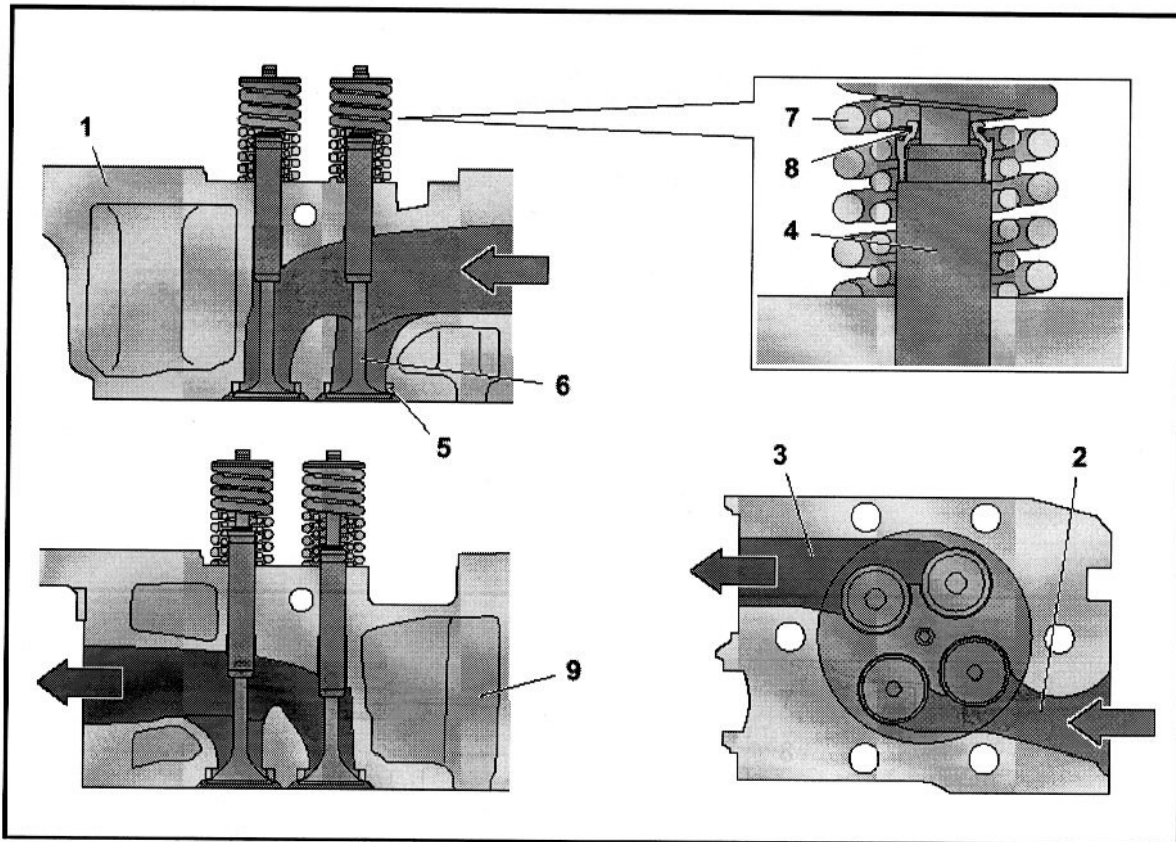
La culata o tapa de cilindros es manufacturada en una única pieza de molde de hierro fundido para los seis cilindros. La culata única es una condición esencial del eje de mando montado en la culata, para que sus apoyos puedan tener una perfecta alineación y estabilidad con relación de unos con otros, lo que sería muy difícil de conseguirse con, por ejemplo, dos o más culatas. El árbol de levas está apoyado en siete soportes de cojinete y es impulsado por el cigüeñal a través de dos engranajes intermediarios. Los inyectores están localizados en el centro y son accionados por el árbol de levas montado en la culata. La culata está sujeta al bloque con 26 tornillos M16 distribuidos uniformemente alrededor de cada uno de los cilindros.

La parte inferior del inyector está localizada en un buje de cobre (camisa). La parte inferior del buje de cobre es alargada para mejorar la refrigeración y la parte superior sellada con un anillo de goma. Los pasajes de combustible para las unidades de inyección son hechos directamente en la culata en toda su extensión longitudinal.

El D9A tiene un árbol de levas a la cabeza, un brazo del eje de balancín controlado por válvulas y un sistema de cuatro válvulas, dos para entrada y dos para la emisión de gases por cilindro. El árbol de levas es templado por inducción y sus muñones transversales pueden ser rectificadas con casquillos supermedida intercambiables, disponibles como piezas de repuesto. El árbol de levas está apoyado en siete cojinetes, con un cojinete axial en la parte posterior que controla el juego u holgura. Las cajas de cojinetes son separadas en conjuntos numerados del 1 al 7 a partir de la parte delantera del motor.

La salida del líquido de refrigeración para el enfriador del retardador está en la parte de adelante de la culata. La caja del refrigerante del termostato está localizada entre la culata y la bomba de agua (no ilustrado).

Como el motor D9A es de bajas emisiones, no podrá cambiarse la posición del inyector con relación a la cámara de combustión, por ejemplo rectificando la culata o mecanizando los asientos de los bujes de cobre.



4 Válvulas

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Culata | 4. Guía de válvula | 7. Resortes de válvulas |
| 2. Entrada de aire | 5. Asiento de la válvula | 8. Junta de aceite |
| 3. Salida de gases - escape | 6. Válvulas | 9. Galería de refrigeración |

El motor tiene un sistema de cuatro válvulas, con desvío de 12° de las válvulas con relación a la sección transversal de la culata, lo que posibilita un diseño mejor de los pasajes con respecto a la circulación del aire de admisión y gases de escape.

La culata tiene pasajes de entrada y salida separados y con flujo cruzado. Las guías de válvulas son fabricadas con aleación de hierro fundido con los asientos de válvulas en aleación de acero. Las guías y los asientos de válvulas son intercambiables y sustituibles. Todas las guías de la válvula tienen sellos de aceite y todas ellas son colocadas con resortes dobles.

Apuntes

.....

.....

.....

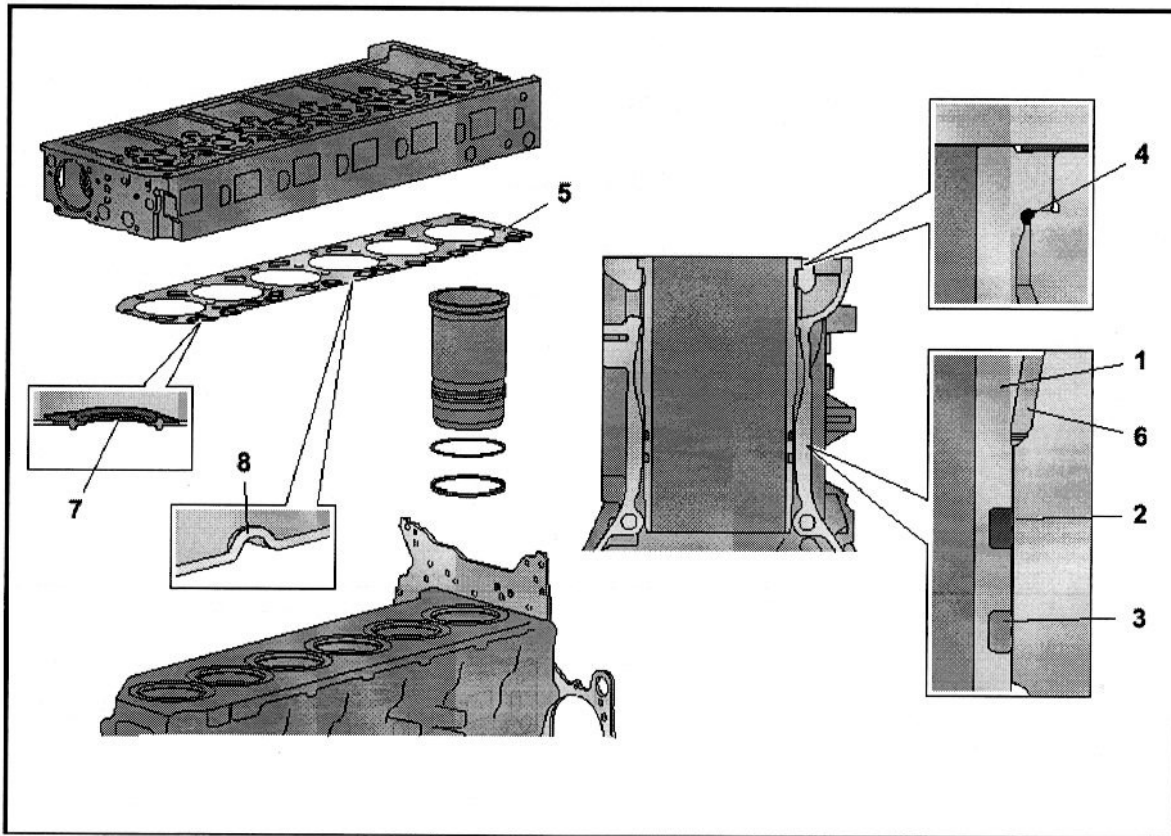
.....

.....

.....

.....

.....



7 Camisas de cilindro y juntas selladoras

- | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. Camisas de cilindro | 3. Anillo sello - Fluor | 6. Galería de refrigeración |
| 2. Anillo sello – EPDM | 4. Sello de silicona | 7. Sellos de goma |
| | 5. Junta de la culata | 8. Superficie de contacto convexa |

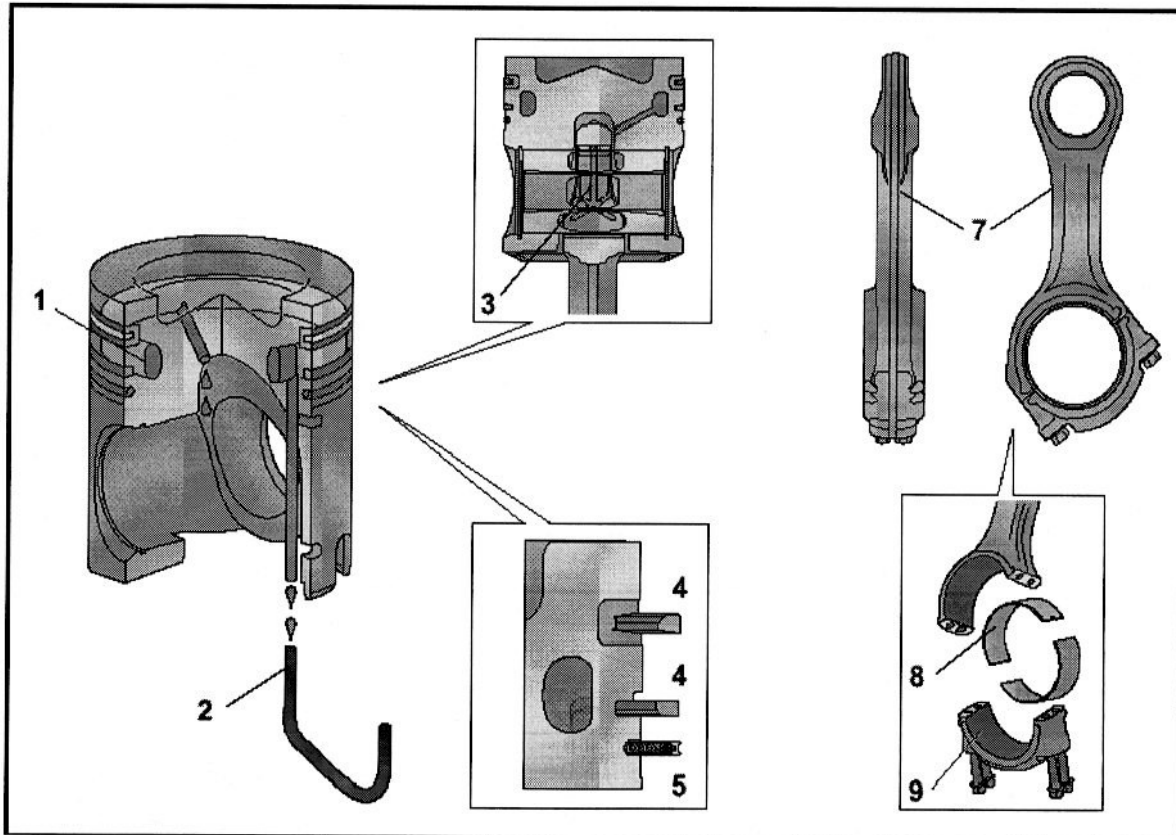
Las camisas de cilindro (1) son selladas a la galería de refrigeración del bloque con anillos de goma. El anillo superior (2) está hecho de goma EPDM y situado directamente debajo del collar de la camisa de cilindros. El fondo de la camisa de cilindro es sellado a la galería de refrigeración con dos anillos de goma montados en los surcos de la camisa. El que está más cerca del líquido refrigerador (2), es hecho de goma EPDM (negra) y el de más abajo, sello contra aceite (3), es hecho de goma de fluorcarbonada (violeta).

Antes de que se ajuste la camisa se coloca un cordón fino de goma de silicona (4) entre el collar de la camisa de cilindros y el soporte de la camisa en el bloque.

El espacio para el líquido refrigerante alrededor de la tapa de las camisas de cilindro se ha diseñado para proporcionar una circulación mejor del líquido refrigerador y mejorar el enfriamiento de la parte superior de las camisas de cilindro.

La junta de la culata es una pieza sólida de acero para el motor entero. La junta tiene sellos de goma vulcanizada para el pasaje de aceite y líquido refrigerante, la cual tiene también un número de almohadillas presionadas para asegurar que la junta esté bien localizada durante el montaje. La superficie de contacto de la camisa de cilindros con la junta de acero es convexa y localizada a 0,15 – 0,20 mm sobre la cara del bloque.

Apuntes



9 Pistones y bielas

- | | | |
|-----------------------|----------------------------|----------------------|
| 1. Cavidad del aceite | 4. 1er aro de compresión | 7. Barra de conexión |
| 2. Boquilla | 5. 2º aro de compresión | 8. Casquillo |
| 3. Canal de aceite | 6. Aro raspador del aceite | 9. Capa de la biela |

Los pistones son hechos de aluminio con la cavidad de la cabeza refrigerada con aceite. El aceite es arrojado a chorros en un pasaje vertical en el pistón a través de un inyector en el bloque y sube hasta el pasaje circular en la corona del pistón y se drena a través de otro pasaje. El pasaje del drenaje está entre el pistón y la biela.

La relación de la compresión del pistón es 18,6:1

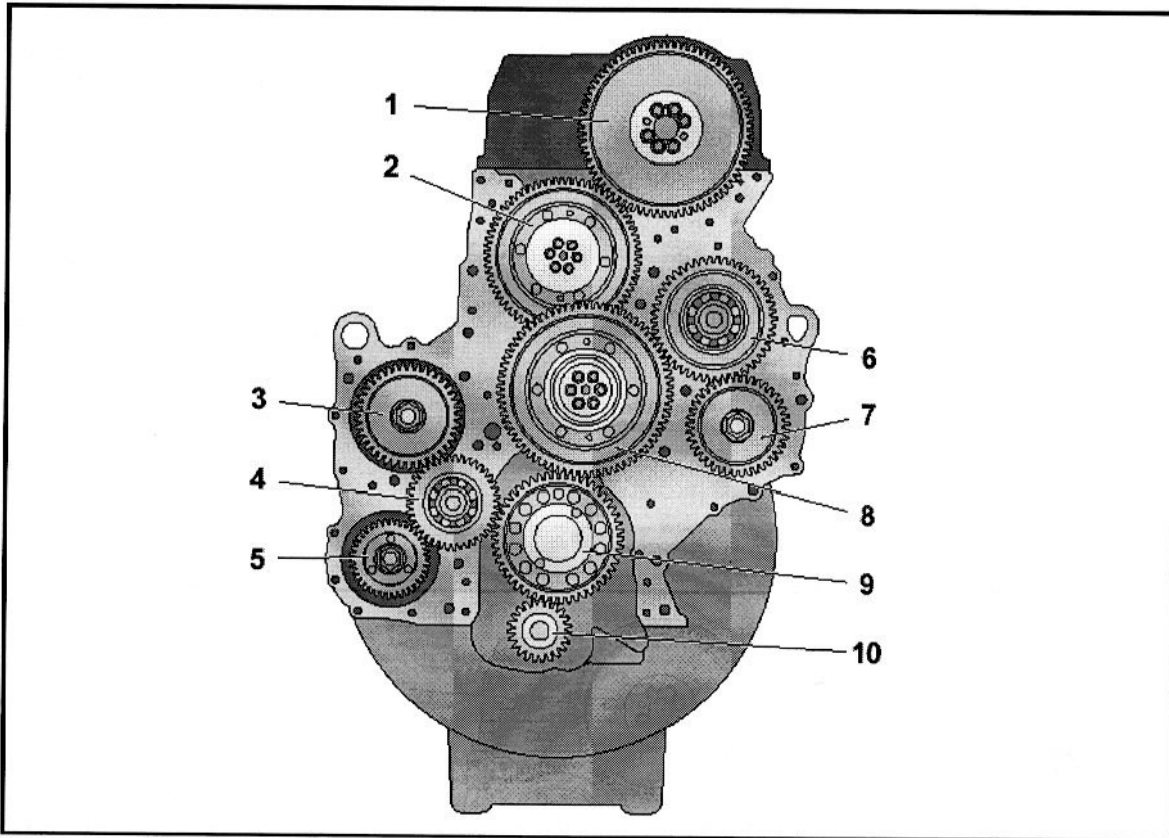
La abrazadera del perno del pistón se lubrica en los surcos de aceite de las abrazaderas, los aros del pistón se lubrican de la forma normal. La pieza trapezoidal superior de la biela distribuye eficazmente las fuerzas del pistón a la biela. El pistón tiene tres aros, uno "Keystone" de compresión en la tapa, uno rectangular de compresión en el centro y uno raspador del aceite en el fondo.

Las bielas son hechas de acero forjado.

La base (pie) de la biela se divide en una superficie plana y sin acabado, llamada biela repartida. La biela se atornilla con cuatro pernos M10. La tapa de la biela es trapezoidal con los lados sin acabado.

Apuntes

.....



11 Engranaje de distribución

1. Engranaje de accionamiento del árbol de levas
2. Engranaje loco, ajustable
3. Engranaje de accionamiento de ventilador del radiador y de la bomba hidráulica
4. Engranaje loco de la bomba servo
5. Engranaje de accionamiento de la dirección hidráulica y de la bomba de combustible
6. Partida del motor, por ejemplo alternador
7. Engranaje de accionamiento del compresor
8. Engranaje loco doble, externo e interno
9. Engranaje impulsor del cigüeñal
10. Engranaje impulsor de la bomba de aceite lubricante

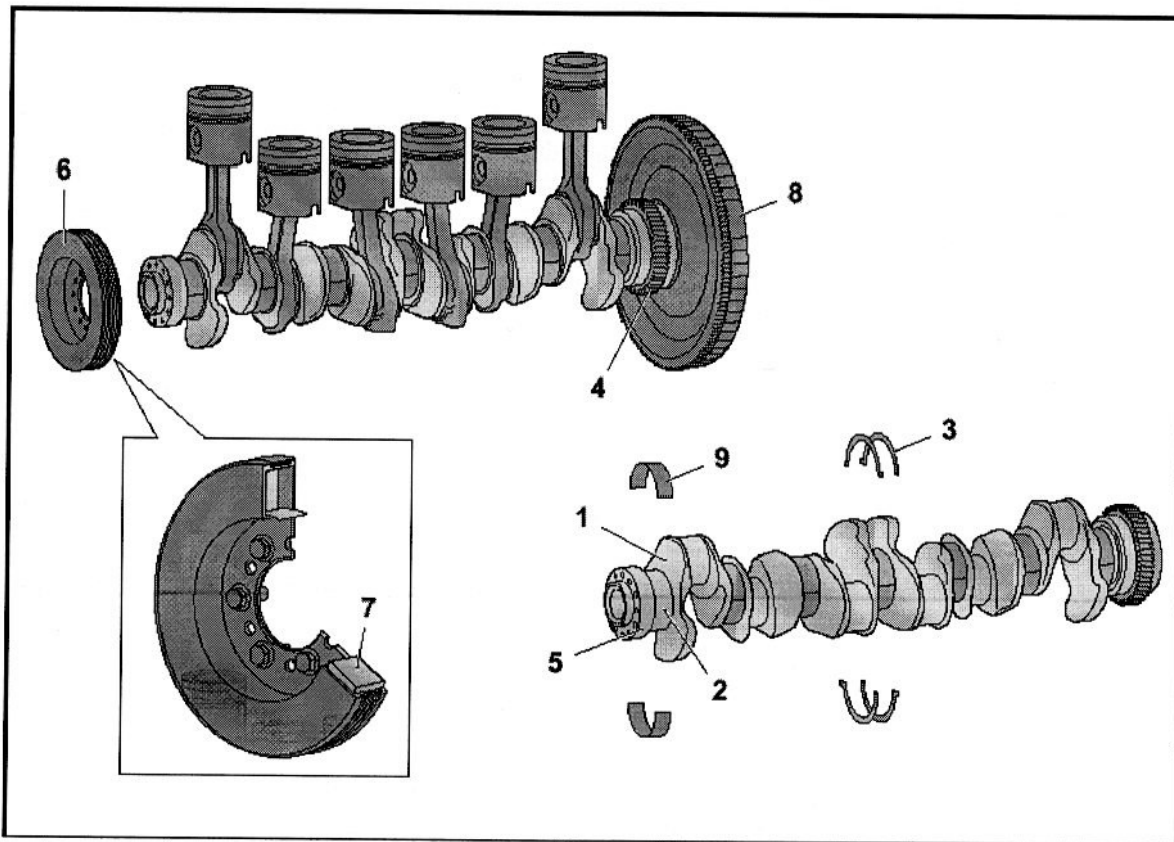
El conjunto de engranajes de distribución está localizado en la parte posterior del motor, al contrario de otros motores Volvo con engranaje de distribución montado en la parte delantera. La distribución montada en la parte posterior tiene las siguientes ventajas:

- Sincronismo más preciso con respecto a la abertura de válvulas e inyección.
- Menos componentes grandes, por ejemplo la carcasa de la rueda del volante también actúa como alojamiento de la caja de cambios de sincronización.
- Nivel más bajo de ruidos

El conjunto de engranajes de distribución va montado en una chapa de acero de 6 mm de espesor, atornillada al bloque con dos tubos guía y un perno guía.

Todos los engranajes son helicoidales y endurecidos con nitruro.

El engranaje del cigüeñal (9) también actúa como separador entre la brida del cigüeñal y el volante. Éste es atornillado con 12 pernos pasantes. Para sujetar el engranaje al cigüeñal hay dos tornillos hexagonales en su parte interna y un perno guía pasante.



12 Cigüeñal

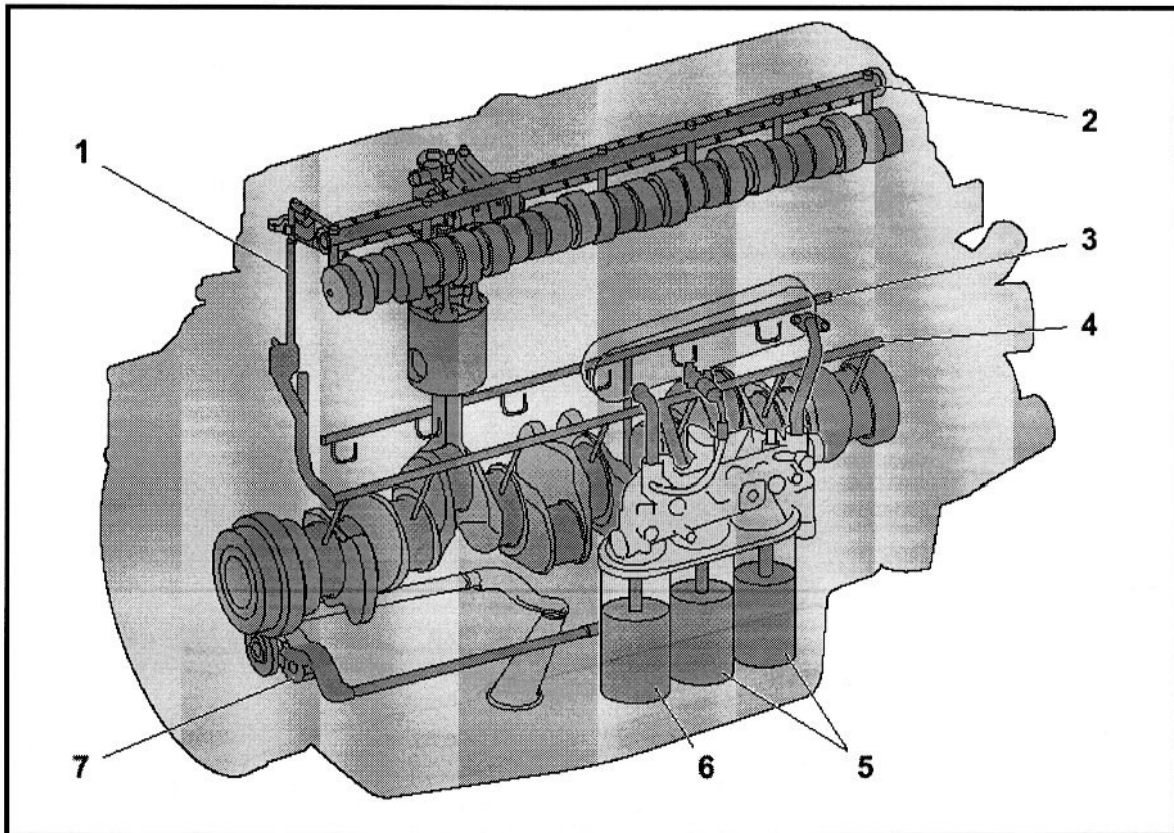
- | | | |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Cigüeñal | 4. Engranaje del cigüeñal | 7. Anillo de acero |
| 2. Cojinete principal | 5. Cubo del cigüeñal | 8. Volante del motor |
| 3. Arandela de apoyo axial | 6. Amortiguador de vibraciones | 9. Casquillo de los apoyos |

El cigüeñal es forjado en una sola pieza de acero. Las muñones (2) son templados por inducción para aumentar su fuerza y reducir el riesgo de rajaduras.

El cigüeñal tiene siete cojinetes principales. Cada muñón o cojinete de apoyo de biela está situado entre dos apoyos principales. El cojinete principal central (4) también contiene un cojinete axial, con arandelas de apoyo, que determina el juego axial de cigüeñal. Repuestos de los bujes del cojinete (9) están disponibles para todos los cojinetes principales y para las bielas. Los cojinetes principales y los de apoyo de base de las bielas, tienen casquillos de acero laminados con una aleación de níquel-plomo revestidos con aleación de bronce-plomo. El cigüeñal puede ser rectificado con casquillos disponibles en cinco tamaños supermedidas.

El cigüeñal tiene contrapesos para igualar los impulsos de operación y así mantener el torque distribuido de forma regular. El cigüeñal es balanceado con agujeros hechos en los contrapesos. Dos contrapesos fueron disminuidos a la mitad para reducir el peso del cigüeñal.

En el extremo delantero del cigüeñal hay un cubo para montar el amortiguador de vibración / plega (1). A diferencia de los modelos anteriores de motor, el cubo no se puede sacar del cigüeñal porque está integrado al eje. Un sello de teflón en la cubierta frontal sella el cigüeñal con una guarnición de fieltro que actúa como un guardapolvo. El amortiguador de vibración (6) es hidráulico. En su cubierta hay una masa amortiguadora que consiste en un anillo de acero (7) que puede rodar libremente. El espacio entre el anillo de acero y la cubierta es llenado con aceite de silicona altamente viscoso. A medida que el cigüeñal gira, comenzará a vibrar debido a los



13 Sistema de lubricación

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------|
| 1. Pasaje de aceite | 4. Canal de lubricación | 7. Bomba de aceite |
| 2. Eje de balancín | 5. Filtro de flujo total | |
| 3. Canal de refrigeración de los pistones | 6. Filtro by-pass | |

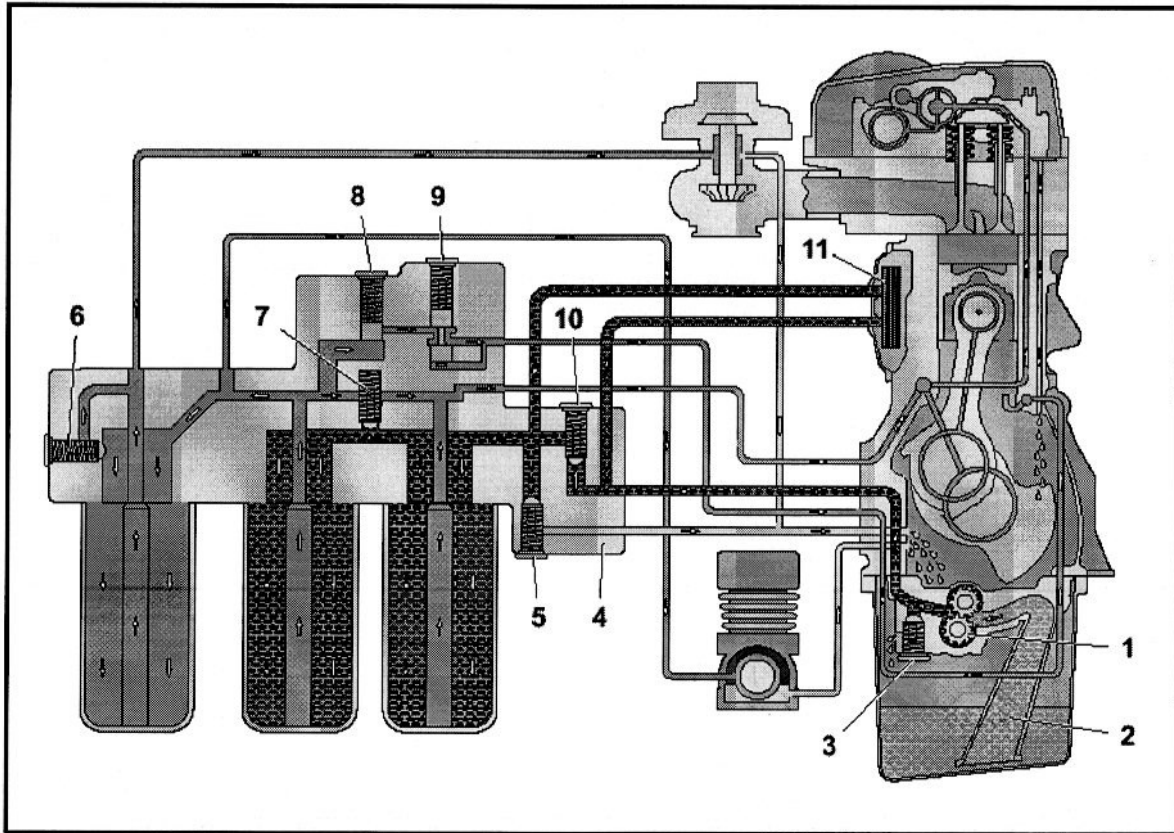
El sistema de lubricación del motor D9A difiere un poco de los motores Volvo anteriores. La carcasa de la bomba de aceite y la del refrigerador de aceite fueron cambiadas y el sistema de refrigeración del pistón, mejorado, ahora es controlado por dos válvulas localizadas en un alojamiento ubicadas en la carcasa del filtro.

Circuito general:

El motor es lubricado con una bomba de engranaje (7) localizada en la parte posterior del motor (en los Volvo anteriores era adelante) y accionada directamente por el engranaje del cigüeñal sin el engranaje intermedio. El sistema de lubricación tiene un pre-filtro (bypass) (6) y dos filtros de flujo total (5).

Dos pasajes longitudinales fueron perforados en el bloque, uno de ellos es el pasaje de aceite lubricante (4) en el lado derecho del bloque que lubrica con aceite todos los cojinetes en el cigüeñal y bielas. El pasaje de aceite lubricante es conectado en la extremidad delantera.

El otro pasaje en el bloque es el del refrigerante del pistón (3) en el lado derecho, que provee los pistones con aceite para refrigeración y lubricación. La galería de aceite refrigerante de los pistones va cerrada por tapones en ambas puntas.

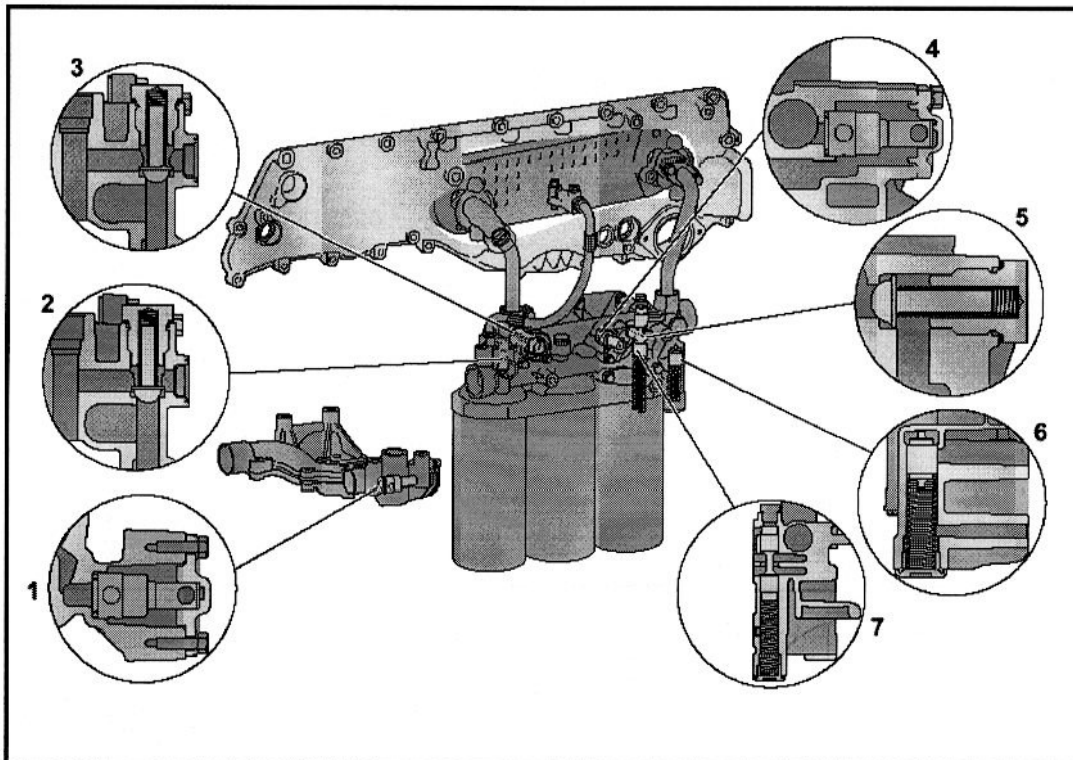


14 Sistema de lubricación, descripción del circuito

- | | |
|---|---|
| 1. Bomba de aceite | 7. Válvula de seguridad, filtro de flujo completo |
| 2. Tela de succión | 8. Válvula de apertura, refrigerador de los pistones |
| 3. Válvula de seguridad, marcada violeta | 9. Válvula de control, refrigerador de los pistones |
| 4. Carcasa del distribuidor de aceite | 10. Válvula bypass, refrigerador de aceite, marcado 124 |
| 5. Válvula de reducción, marcada con azul | 11. Refrigerador de aceite |
| 6. Válvula de seguridad, filtro bypass | |

La bomba de engranaje (1) lleva el aceite desde el colector a través del tamiz (2). Desde la bomba de aceite, éste es empujado hacia afuera de la carcasa del distribuidor de aceite (4), una válvula de seguridad (3) se abre y deja que el aceite vuelva al colector en caso de que la presión se torne demasiado alta. A partir del distribuidor de aceite, éste pasa a la caja del filtro de aceite y a través de la manguera externa al refrigerador de aceite integrado o sea radiador de aceite (11). La válvula de seguridad de presión, llamada válvula bypass o de derivación (10), abre el pasaje que permite que el aceite se desvíe del refrigerador de aceite cuando el motor o el aceite está frío (alta viscosidad). Posteriormente, el aceite pasa por ambos filtros de flujo completo siguiendo para el bloque, con una parte pasando a través del filtro bypass y de éste al turbocompresor.

Una válvula de seguridad (6) detecta la presión en la válvula bypass y abre un pasaje de aceite, en caso de que, por ejemplo, esté muy viscoso o cuando el elemento quede saturado, para preservar la lubricación del turbocompresor. Otra válvula de seguridad (7) se abre si los filtros de flujo completo se bloquean para asegurar la lubricación del motor. El aceite pasa a la línea de la galería del bloque desde la caja de distribución de aceite para ser posteriormente distribuido a los pasajes que conducen a todos los puntos que lubrican el motor. La válvula de reducción (5) mantiene y regula la presión normal de lubricación de aceite del motor.



15 Sistema de lubricación, válvulas

Carcasa del filtro de aceite

La carcasa del filtro de aceite (8) es atornillada en el lado derecho del motor. El refrigerador de aceite (9) es atornillado en el interior de la galería de refrigeración (10) y está conectada a la caja del filtro con dos tubos externos (11). La manguera que sale de la caja del filtro de aceite permite el paso del aceite hacia el turbocompresor (12) (no ilustrado)

Las válvulas del sistema de aceite lubricante son:

Siete válvulas controlan el flujo del aceite:

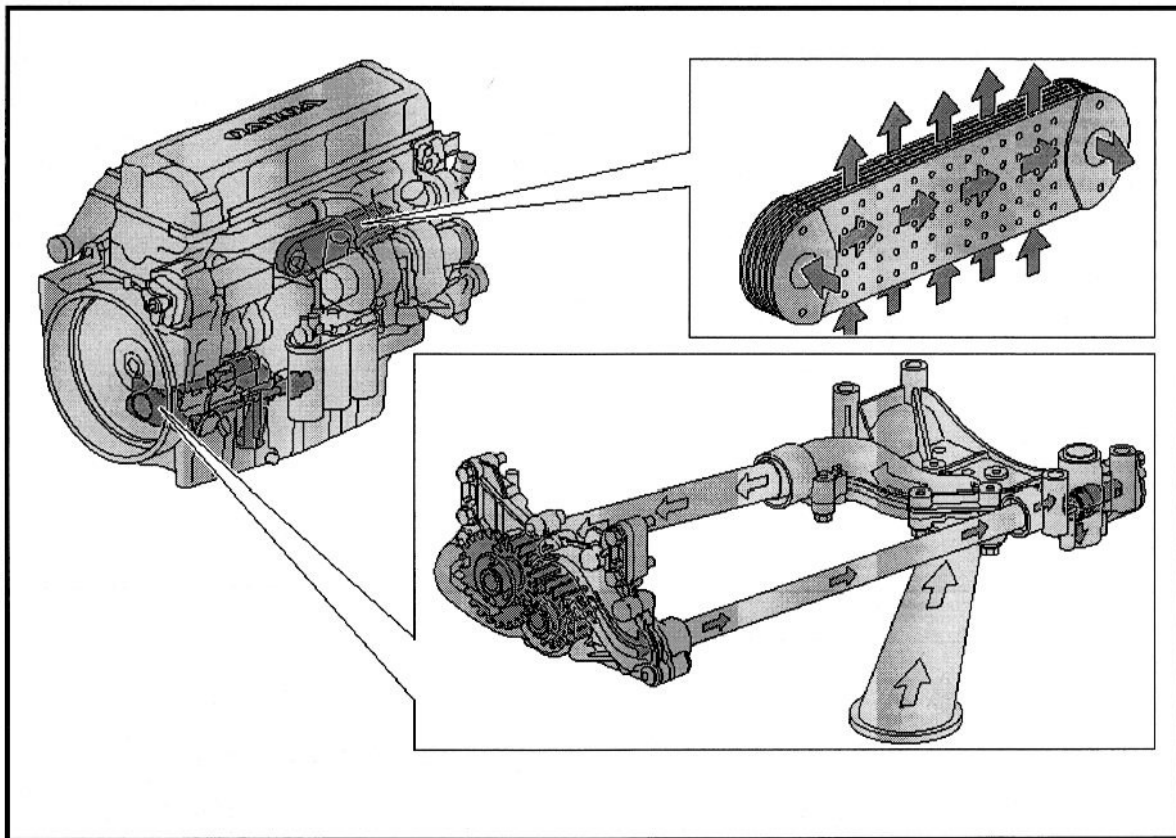
1 Válvula de seguridad de la bomba de aceite lubricante; la protege en caso de que la presión aumente mucho, por ejemplo en las arranques en frío. La válvula es del tipo blindado con marcas violetas.

2 Válvula de seguridad del filtro bypass. Se abre si el filtro bypass se tapa para garantizar la lubricación del turbocompresor.

3 Válvula bypass, refrigerador de aceite. Desvía el aceite por en enfriador cuando el motor o aceite está muy frío; la válvula es sensible a la presión y se abre cuando el aceite está altamente viscoso debido a la baja temperatura del aceite y del motor.

4 Válvula de reducción, presión del aceite. La válvula controla la presión del aceite para asegurar que no suba mucho. El aceite en exceso vuelve al colector de aceite. La válvula es del tipo blindado con marca azul.

5 Válvula de seguridad, filtro de flujo total. Se abre si el filtro se obstruya o satura, para proteger la lubricación del motor.



16 Refrigerador y bomba de aceite

Carcasa de la bomba de aceite y tamiz o tela de succión

El refrigerador de aceite está atornillado por la parte interior de la protección lateral de la galería de refrigeración (directamente en el bloque en los motores anteriores de Volvo) y por lo tanto está completamente rodeado por el líquido refrigerador. Las flechas rojas muestran la dirección del flujo del aceite y las flechas azules el flujo del líquido refrigerador a través del refrigerador de aceite.

La bomba de aceite es del tipo de engranaje. La caja está hecha de aluminio y las ruedas de la bomba de acero.

La caja de la bomba de aceite está atornillada al casquillo de cojinete principal posterior del motor. La cubierta de la bomba, o sea ambas cubiertas son elaboradas junto con las dos ruedas de la bomba y no pueden ser sustituidas individualmente sin cambiar la bomba completa del aceite. Los ejes de la rueda de la bomba se apoyan directamente en la cubierta de la bomba. Los tubos de succión y los tubos de entrega se fabrican en acero y se sellan con juntas de goma a la tapa de la bomba y a la carcasa del distribuidor de aceite. El tamiz es de aluminio. La bomba es accionada directamente por el engranaje del cigüeñal.

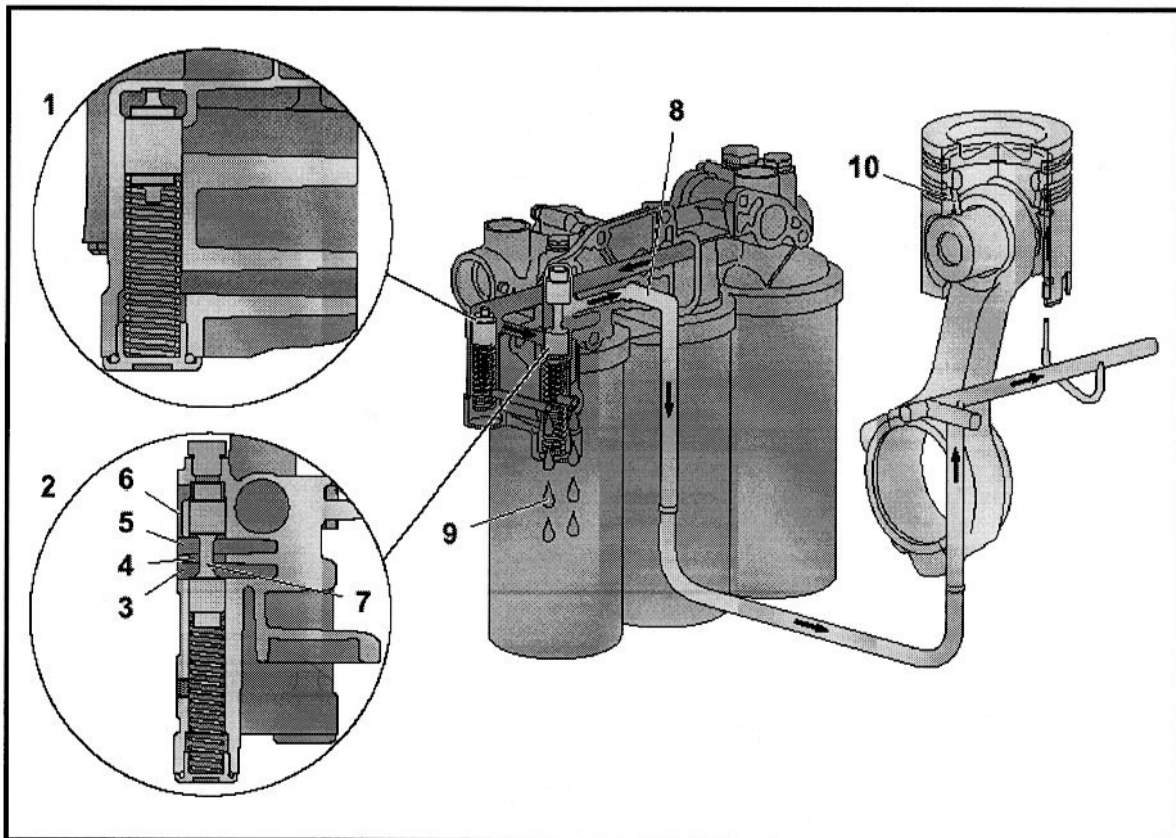
Apuntes

.....

.....

.....

.....



17 Sistema de refrigeración del pistón

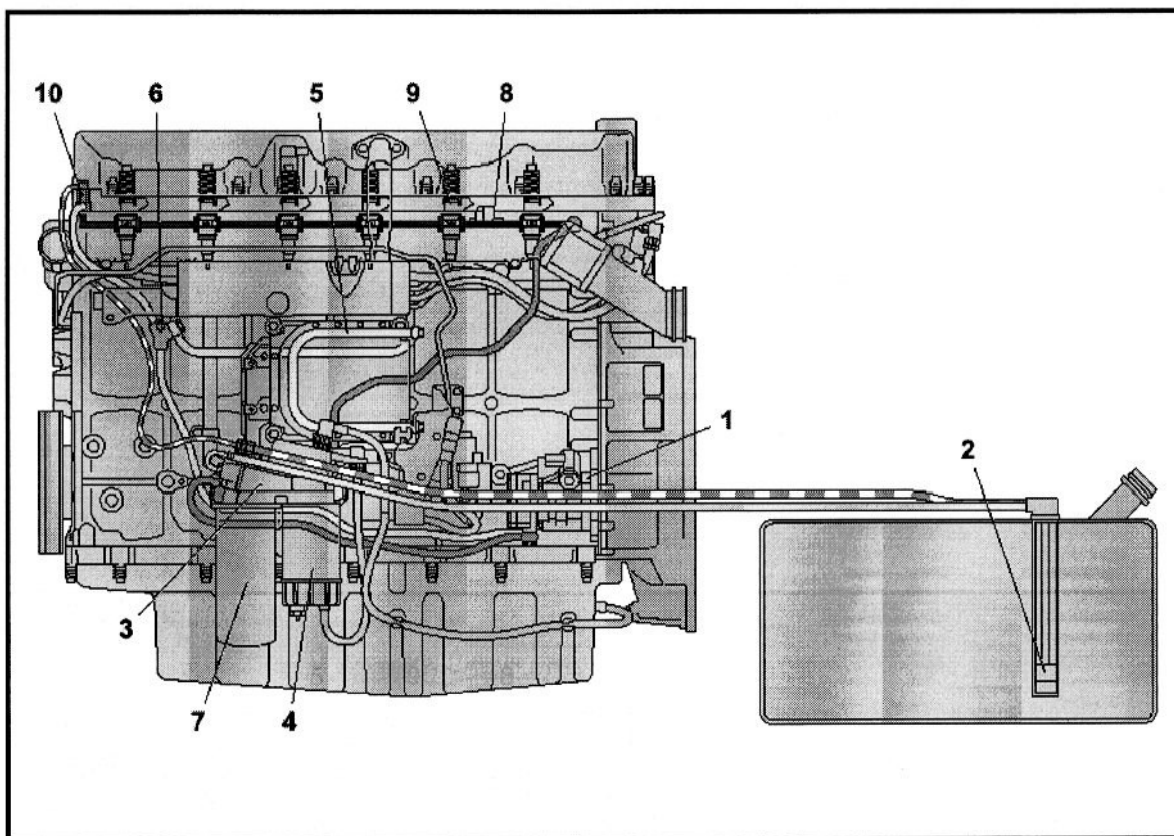
1 Válvula apertura	5 Cámara superior	9 Drenaje
2 Válvula de control	6 Paso o galería de aceite	10 Pistón
3 Cámara inferior	7 Rampa	
4 Partición	8 Paso de aceite para galería de bloque	

El sistema de refrigeración del pistón para el motor D9A es diferente en algunos puntos del diseño con los motores Volvo anteriores. Por ejemplo, el aceite para refrigerar el pistón es filtrado en los filtros de flujo total (antes el aceite pasaba directamente desde la bomba al refrigerador del pistón); este filtraje es necesario porque el aceite también lubrica los pernos de los pistones.

El sistema de refrigeración de los pistones es optimizado para regular el aceite refrigerado con dos válvulas de rampa montadas en una posición. La válvula (1) es del tipo conecta / desconecta con sensor de presión ligada directamente al paso del aceite filtrado; la válvula (2) es del tipo de control, que proporciona una presión constante de refrigeración del pistón independiente de la velocidad del motor.

La válvula de apertura (1) es una válvula de desplazamiento por resorte que abre y cierra el paso del aceite respectivamente. Se abre cuando la presión del aceite lubricante excede los 2,5 bar y se cierra cuando cae a menos de 2,5 bar.

La válvula de control para el refrigerador del pistón (2) es una válvula de desplazamiento por resorte. El aceite entra por la cámara inferior (3) y pasa por el orificio en la partición (4) a la cámara superior (5). Cuando la presión del aceite aumenta, la rampa es forzada hacia abajo por la presión superior proveniente de la subida del aceite a través del pasaje (6). El medio de la rampa (7) controla el área de flujo a través de la partición y así también la presión del refrigerante del pistón.



18 Sistema de combustible

- | | | |
|--|-------------------------|----------------------------------|
| 1 Bomba de combustible | 5 Tubo "U" de la ECU | 9 Unidades de inyección |
| 2 Unidad de tanque combinado | 6 Múltiple | 10 Válvula reguladora de presión |
| 3 Soporte de los filtros y bomba eléctrica | 7 Filtro de combustible | |
| 4 Prefiltro | 8 Canal de alimentación | |

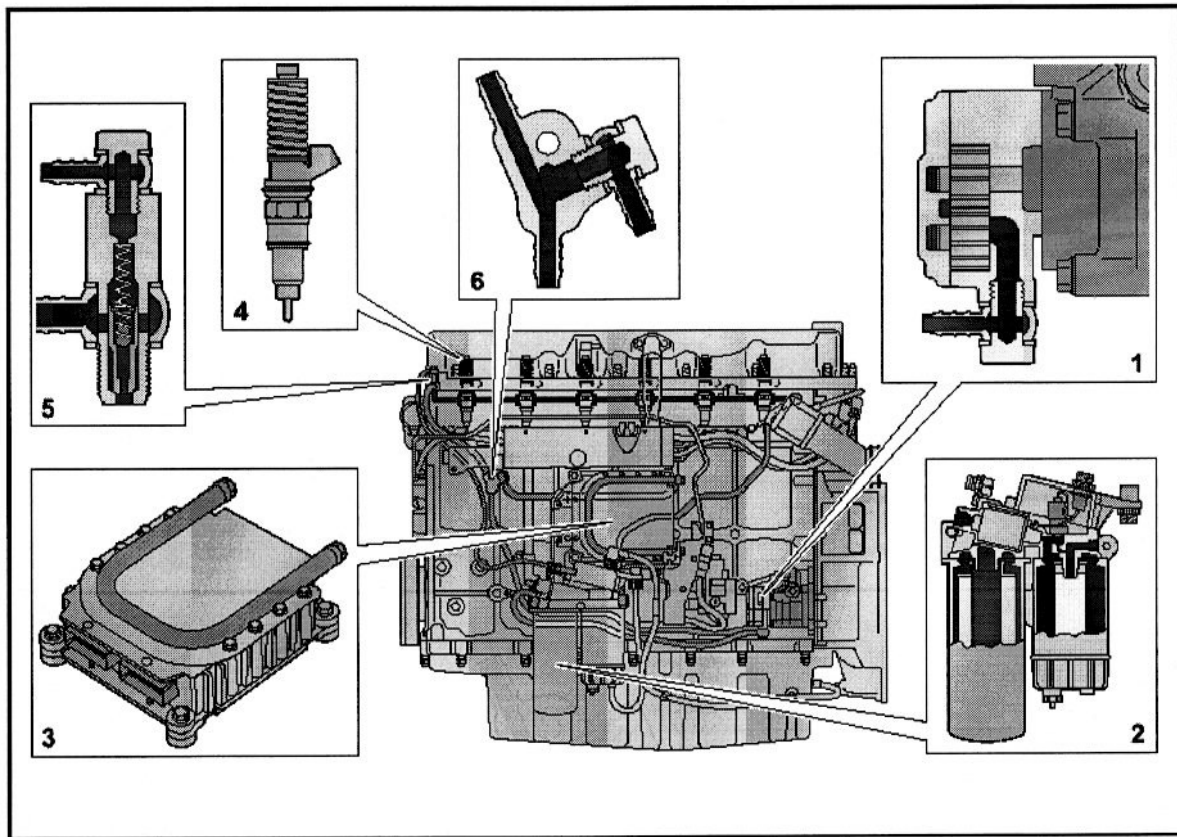
El sistema de combustible tiene inyectores de unidad electrónicos, uno para cada cilindro, que operan a presión muy alta. La alta presión es creada por el balancín a partir de uno de los ejes de comando de válvulas y la inyección es controlada por la unidad de control electrónico (ECU) y válvula solenoide.

La ilustración muestra el flujo del combustible. El lado de la succión se muestra en verde claro, el lado de la salida en verde oscuro y la línea de retorno en blanco y verde. La presión de alimentación de combustible por la bomba mantiene las presiones de 100 kPa a 600 RPM y 300 kPa a 1200 RPM.

La bomba surtidora de combustible(1) transporta el combustible a través del tamiz combinado de la unidad del tanque (2) a través de la carcasa del filtro de combustible (3), prefiltro de agua (4), tubería "U" (5) y conector (6) de la unidad de control de motor, para el lado de la succión de la bomba de combustible. De la bomba, el combustible es forzado a través de la carcasa del filtro de combustible y el filtro principal de combustible (7) hacia el pasaje longitudinal (8) en la culata, el que provee los inyectores de la unidad (9) con combustible. La válvula reguladora de presión o de retorno (10) controla la presión de alimentación. Cuando la válvula se abre por exceso de presión, el combustible retorna y pasa por el múltiple hacia el lado de succión de la bomba.

Apuntes

.....

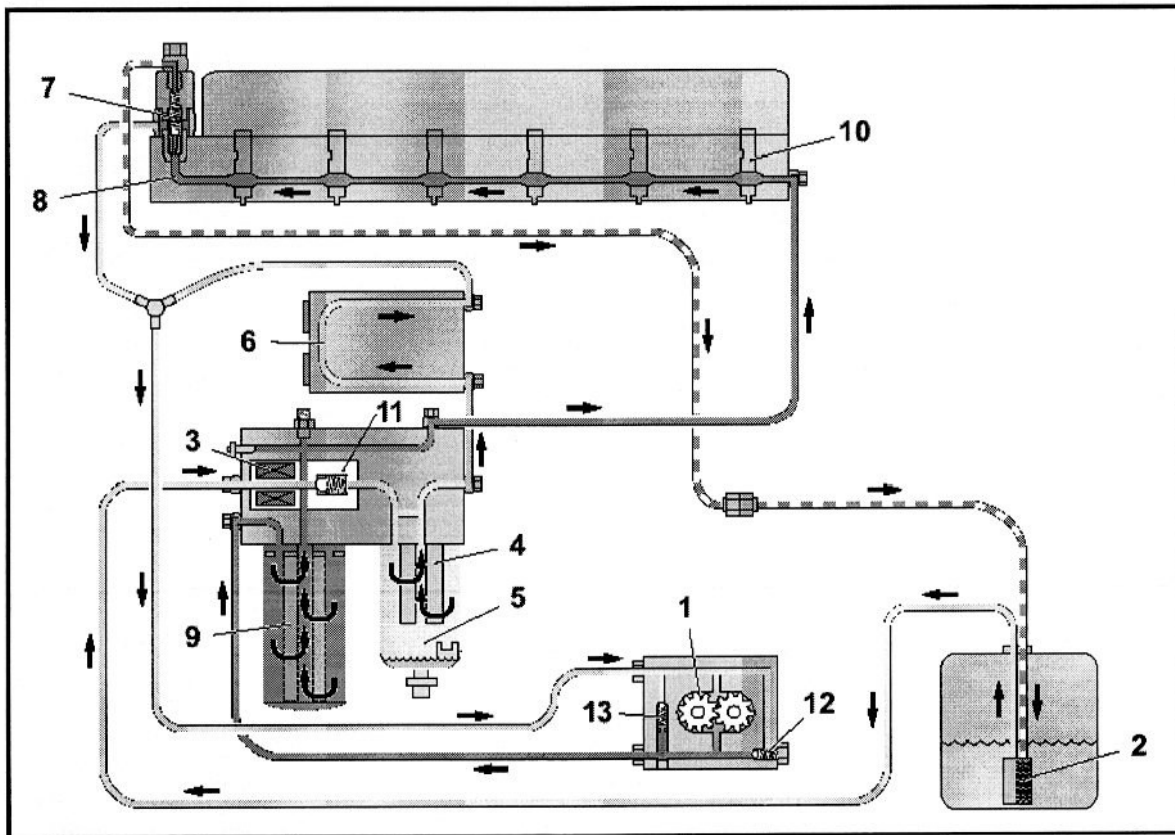


19 Componentes del sistema de combustible

1. Mecanismo de la bomba de combustible
2. Carcasa de los filtros de combustible y decantador de agua (ver figura 20)
3. Tubo "U" de la ECU
4. Unidad de inyección
5. Válvula reguladora de presión o de retorno
6. Conector y tubo de retorno de combustible

1. La bomba de combustible del engranaje es activada por el cigüeñal a través de una rueda loca o intermediaria. La capacidad de la bomba de combustible fue adaptada para proporcionar la presión y salida correctas para todos los inyectores de la unidad. Se requiere una presión relativamente alta para asegurarse de que los inyectores de la unidad se llenen. El flujo debe ser suficiente como para igualar cualquier diferencia de temperatura en el pasaje de combustible en el canal de la culata.

2. La carcasa del filtro de combustible es el mismo tipo fabricado en el motor D12D con la bomba eléctrica integrada (3 -fig 20) para el purgado del sistema de combustible y drenaje de agua. La válvula de retención (11-fig 20) es integrada a la bomba y evita que el combustible vuelva cuando el motor es apagado. La válvula residual de retorno y eliminación de aire (14-fig 20) está conectada con la línea de vuelta del tanque (sin identificación). El sensor de presión del combustible (sin identificación) está ubicado debajo de la tapa de la conexión eléctrica. Para drenar el combustible del canal de alimentación de la culata (15-fig 20) hay un tapón de drenaje en la carcasa del filtro. Hay dos filtros de combustible; el filtro normal de combustible (9-fig 20) y el filtro decantador de agua (prefiltro) (4-fig 20). El separador de agua (5-fig 20) contiene la válvula de desagüe (10) y el sensor de nivel de agua.



20 Diagrama básico del sistema de combustible

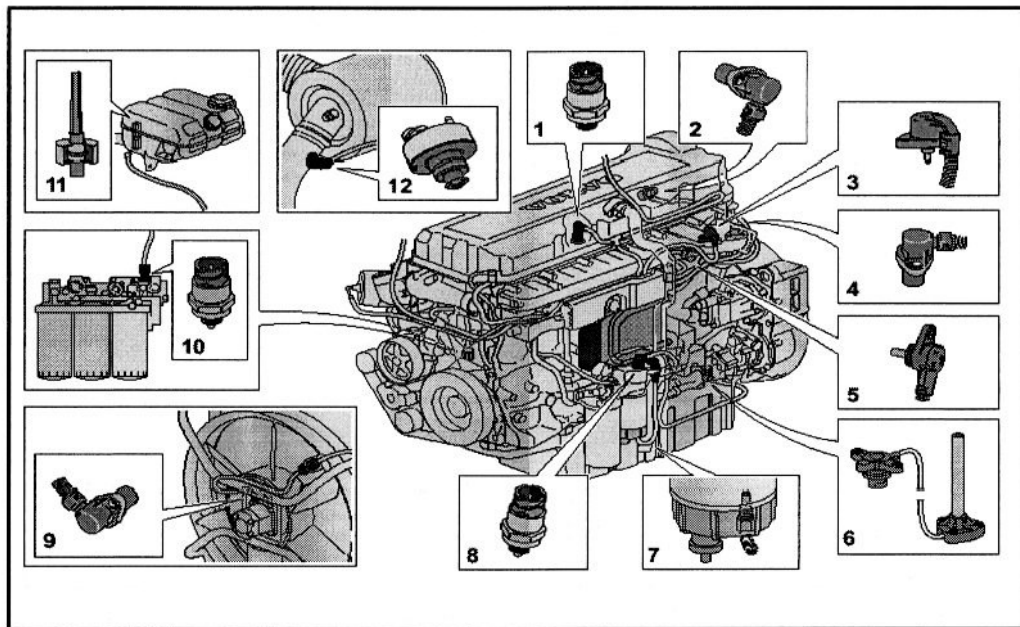
- | | |
|---|---|
| 1 Bomba de combustible | 9 Filtro de combustible |
| 2 Unidad de tanque combinado (doble) | 10 Unidad de inyección |
| 3 Bomba eléctrica de desborde y drenaje | 11 Válvula de retención |
| 4 Filtro decantador de agua | 12 Válvula de seguridad de la bomba |
| 5 Separador de agua | 13 Válvula de seguridad de la bomba de combustible |
| 6 Tubo "U" de refrigeración de ECU | 14 Válvula de restricción del retorno del combustible |
| 7 Válvula reguladora de presión o retorno | 15 Tapón de drenaje de combustible de la culata |
| 8 Pasaje de combustible | |

Descripción esquemática

La bomba de combustible (1) transporta el combustible a través del tamiz (2) en el tanque combinado, pasa por la bomba eléctrica de purgado y drenaje (3) y la válvula de retención (11) y enseguida, para la carcasa del filtro decantador de agua. Si el motor está equipado con prefiltro (4) y separador de agua (5), el combustible también pasará a través de ellos.

El combustible filtrado y separado del agua sale por el tubo central, pasa por el tubo "U" de refrigeración de la unidad de control (6), pasa por el conector y llega hasta la tubería en el lado de succión de la bomba. En la tubería, el combustible que viene del tanque se mezcla con el combustible que viene de vuelta del pasaje de combustible (8) de la culata, si la válvula reguladora de presión está abierta (7), y sigue para el lado de succión de la bomba de combustible.

La bomba impulsa el combustible a la carcasa del filtro de combustible a través del filtro principal (9) hacia el pasaje longitudinal de la culata. Este canal abastece cada unidad de inyección (10) con combustible a través de un canal anular en el cuerpo del inyector. La válvula reguladora (7) regula la presión de la alimentación del combustible suministrado por la bomba de combustible. La válvula

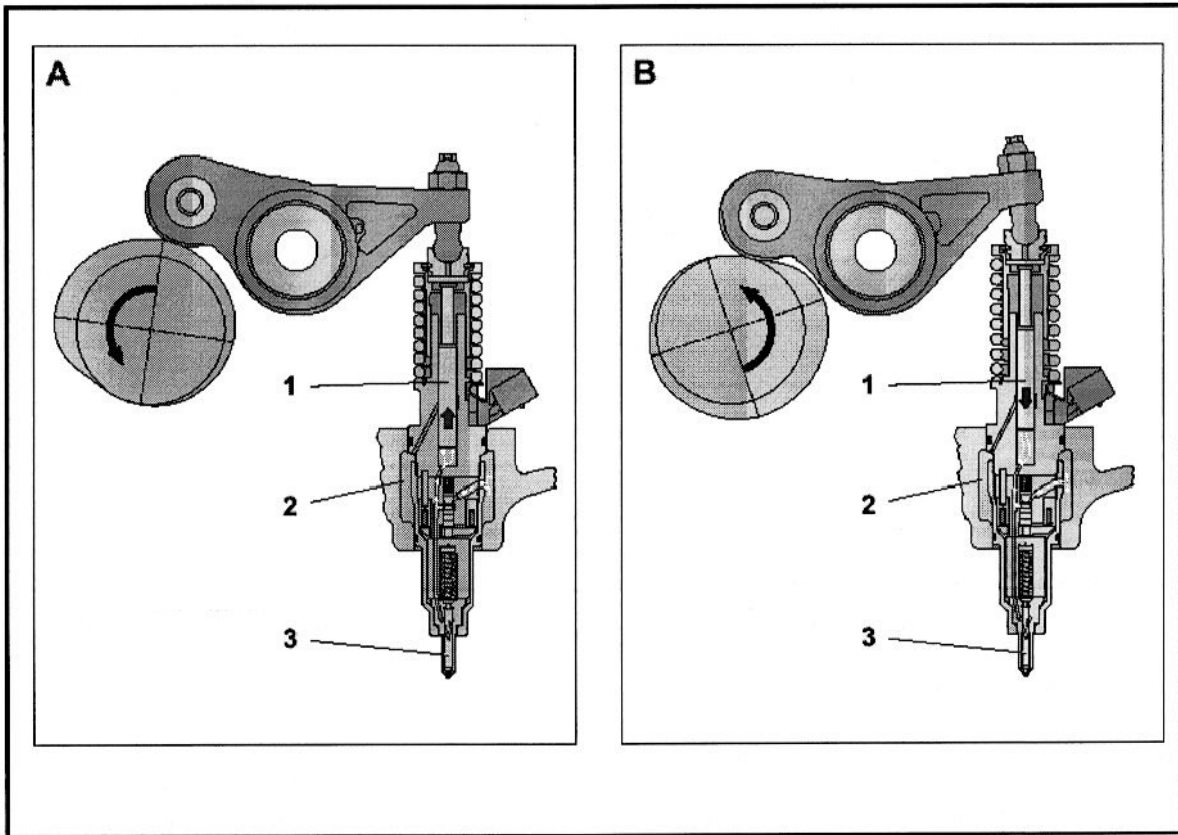


21 Sistema de inyección

La unidad de control es la parte central del sistema de inyección. Recibe constantemente información del pedal del acelerador y de varios sensores del motor de forma tal que puede controlar la cantidad de combustible y la sincronización para inyectar el combustible en los cilindros. Las señales de control a los inyectores de la unidad son pasadas por los cables eléctricos a las válvulas solenoides de combustible en las unidades de inyección. Los cables están conectados a los sensores de la unidad de control a través de conectores DIN. La unidad de control (ECU) almacena la información sobre cualquier avería y las desviaciones que se presenten en el sistema. Las averías esporádicas también se almacenan en la unidad de control para poder analizarlas en otro momento.

Los siguientes sensores pueden ser encontrados en el motor:

- 1 Sensor para la presión del cárter. Localizado en la tapa de las válvulas en el lado izquierdo.
- 2 Sensor del árbol de levas. Localizado en el lado derecho de la carcasa de la distribución
- 3 Sensor de presión del aire de admisión y de temperatura del aire. Localizado en la parte superior trasera del múltiple de entrada.
- 4 Sensor de posición del cigüeñal y de velocidad del motor. Localizado en la parte superior de la carcasa del volante.
- 5 Sensor de temperatura del líquido refrigerador del motor. Localizado bajo el lado izquierdo del múltiple de la entrada.
- 6 Sensor del nivel de aceite. Localizado en el cárter.
- 7 Sensor para indicar la presencia de agua en el filtro decantador de combustible. Localizado en el recipiente de plástico transparente debajo del filtro decantador.
- 8 Sensor de la presión del combustible. Localizado bajo la tapa del soporte del filtro de combustible.
- 9 Sensor de velocidad del ventilador. Localizado en el motor hidráulico.
- 10 Sensor de la temperatura y de presión del aceite. Localizado en la carcasa del distribuidor de aceite.
- 11 Sensor del nivel de líquido refrigerador. Localizado en el tanque de expansión.
- 12 Sensor de temperatura del aire e indicador del filtro de aire. Localizado en el tubo entre la carcasa del filtro de aire y el turbocompresor.



22 Unidad de inyección de fase de llenado / descarga

1. Pistón de la bomba 2. Pasaje de combustible 3. Inyector

El ciclo de la unidad de inyección se puede dividir en cuatro fases:

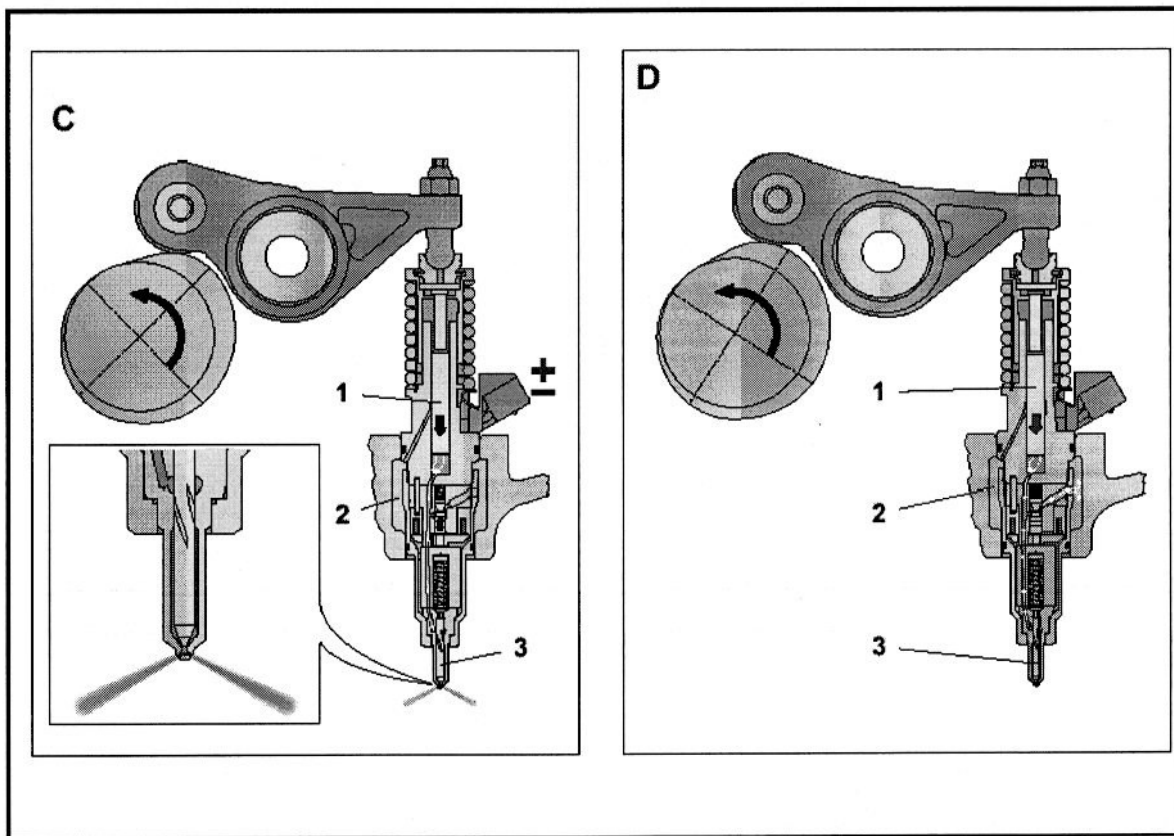
- A Fase de llenado (presión de alimentación)
- B Descarga (antes de iniciar inyección)
- C Inyección (alta presión)
- D Reducción de presión (después de la inyección)

A Durante la fase de llenado, el pistón de la bomba está subiendo. El punto más alto de la leva se sobrepasa y el rodillo del balancín está descendiendo hacia el círculo básico del árbol de levas. La válvula de combustible está abierta porque es la válvula de solenoide la que se desenergizó. Entonces el combustible puede ser enviado del canal de alimentación de la culata para el canal de alimentación de la unidad de inyección y en seguida, a través de la válvula de combustible abierta, para dentro de la cámara del cilindro de la bomba. La fase de llenado continuará hasta que el pistón de la bomba haya alcanzado su posición superior.

B La fase de descarga (antes de iniciar la inyección) comienza cuando el árbol de levas llega a una posición en que la leva comienza a presionar el pistón de la bomba hacia abajo a través del balancín. El combustible retorna a través de la válvula de combustible para el pasaje. La fase de descarga continúa mientras la válvula del combustible esté abierta.

Apuntes

.....



23 Fase de la inyección del inyector de la unidad

1. Pistón de la bomba 2. Pasaje de combustible 3. Inyector

C La fase de inyección (alta presión) comienza cuando el solenoide es energizado por la unidad de control y la válvula del combustible se cierra. La leva continúa presionando hacia abajo el pistón de la bomba a través del balancín. Como el pasaje a través de la válvula de combustible está cerrado, la presión comenzará a acumularse rápidamente. La alta presión abrirá el inyector y la inyección ocurrirá atomizando el combustible para dentro del cilindro.

D La fase de la reducción comienza cuando la unidad de control considera que el motor ha recibido suficiente combustible y corta la corriente eléctrica para el solenoide. La válvula se abre y el combustible fluye de nuevo al paso de combustible. La presión caerá rápidamente y el inyector se cerrará para detener la inyección.

En resumen, el pistón de la bomba siempre entregará y devolverá la misma cantidad de combustible a través del inyector. Es solamente cuando la válvula de combustible está cerrada que la presión se acumulará suficientemente para que ocurra la inyección. La duración y sincronización del impulso actual determina la cantidad inyectada y la sincronización de la inyección controlada por el ECU del motor.

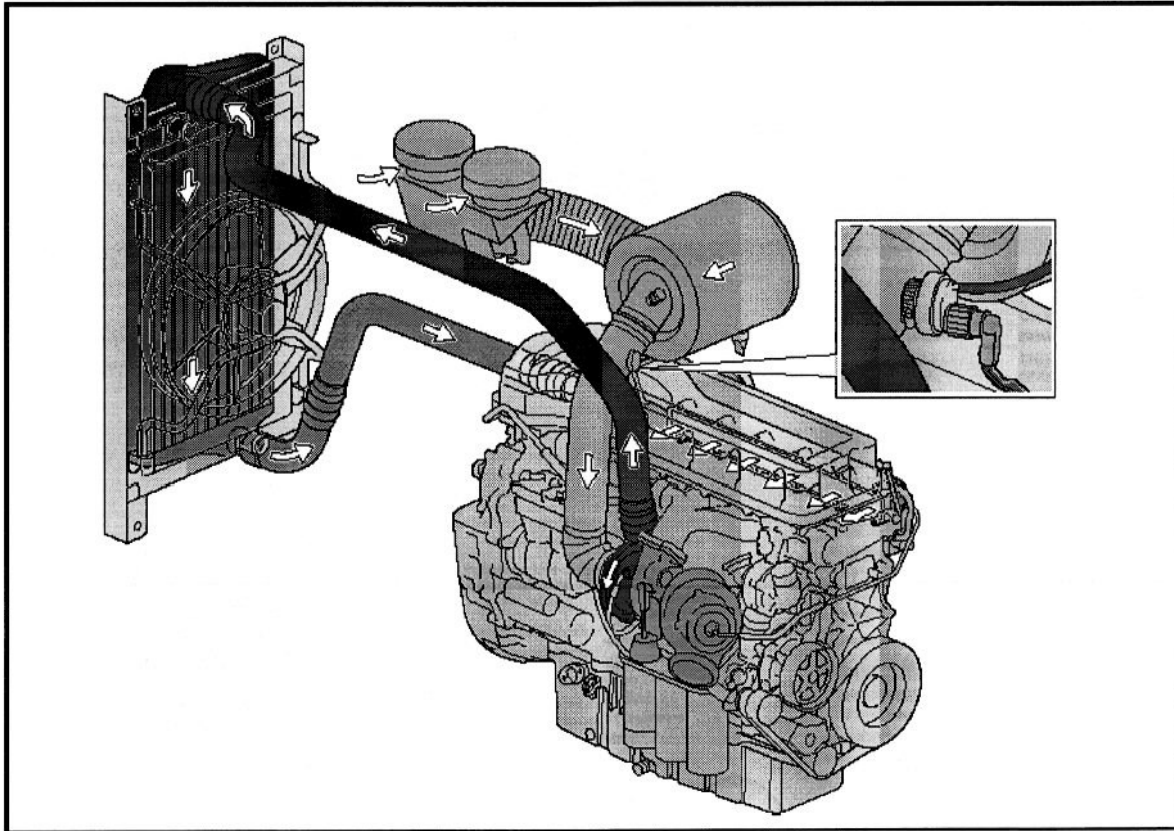
Apuntes

.....

.....

.....

.....



24 Toma de aire y filtro

La ilustración muestra la toma de aire y el filtro de un Volvo B9DD.

La toma de aire está situada sobre el motor y el aire se obtiene por una manguera de goma en la carcasa del filtro de aire. La carcasa del filtro es de acero y está fijada con una tuerca. En el fondo de la cubierta del filtro de aire hay una válvula de goma, a través de la cual pueden salir las partículas grandes y pesadas de polvo y suciedad.

Filtro de aire de capa seca. El elemento del filtro es fabricado de papel doblado impregnado y rodeado de una hoja perforada con superficie tratada, a través de la cual el aire entra al filtro. El sello interno del elemento está sujeto al filtro mientras que el sello externo está situado en el reborde del filtro y es comprimido cuando se atornilla la cubierta. El elemento del filtro es fijado con una tuerca estándar. El área de superficie del filtro es de 14,6 m².

En el tubo de comunicación entre el filtro de aire y el turbocompresor hay un indicador de caída de presión y uno de temperatura del aire. Aparecerá un mensaje de error en el tablero de instrumentos cuando el filtro empiece a obstruirse.

Apuntes

.....

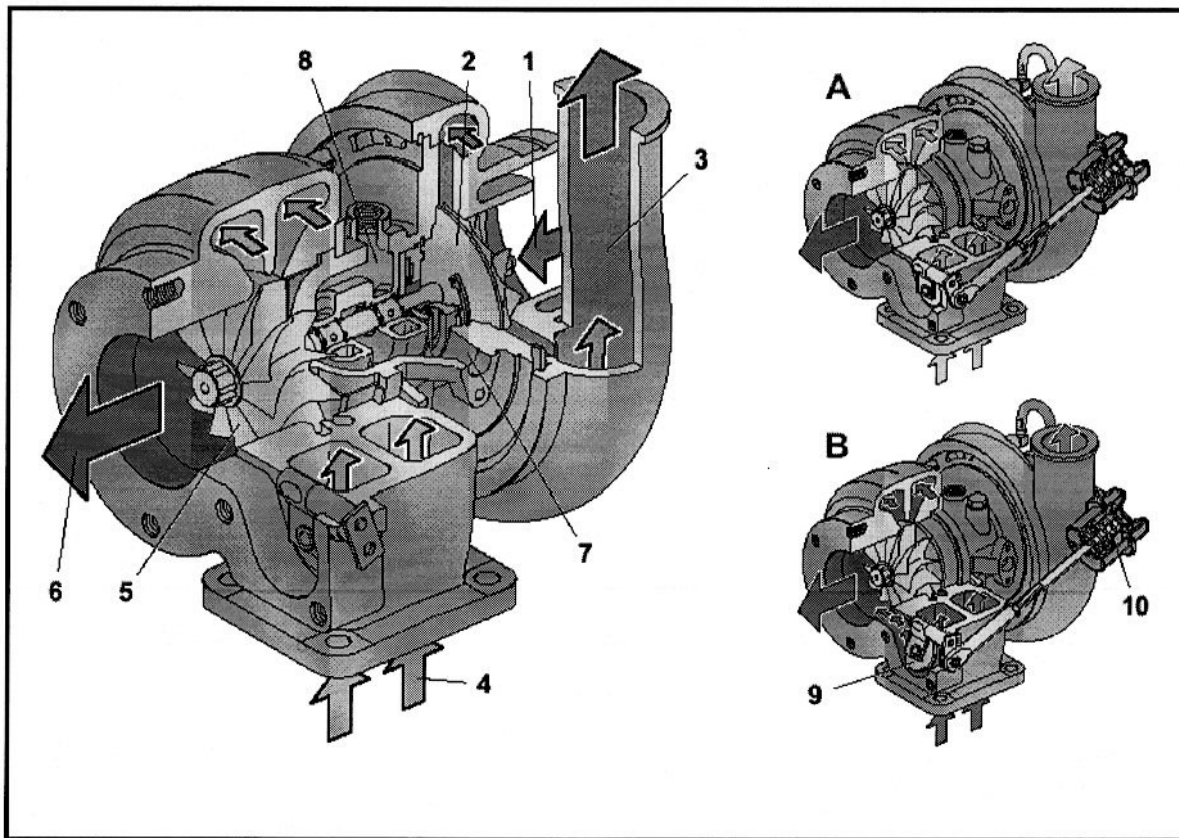
.....

.....

.....

.....

.....



25 Turbocompresor

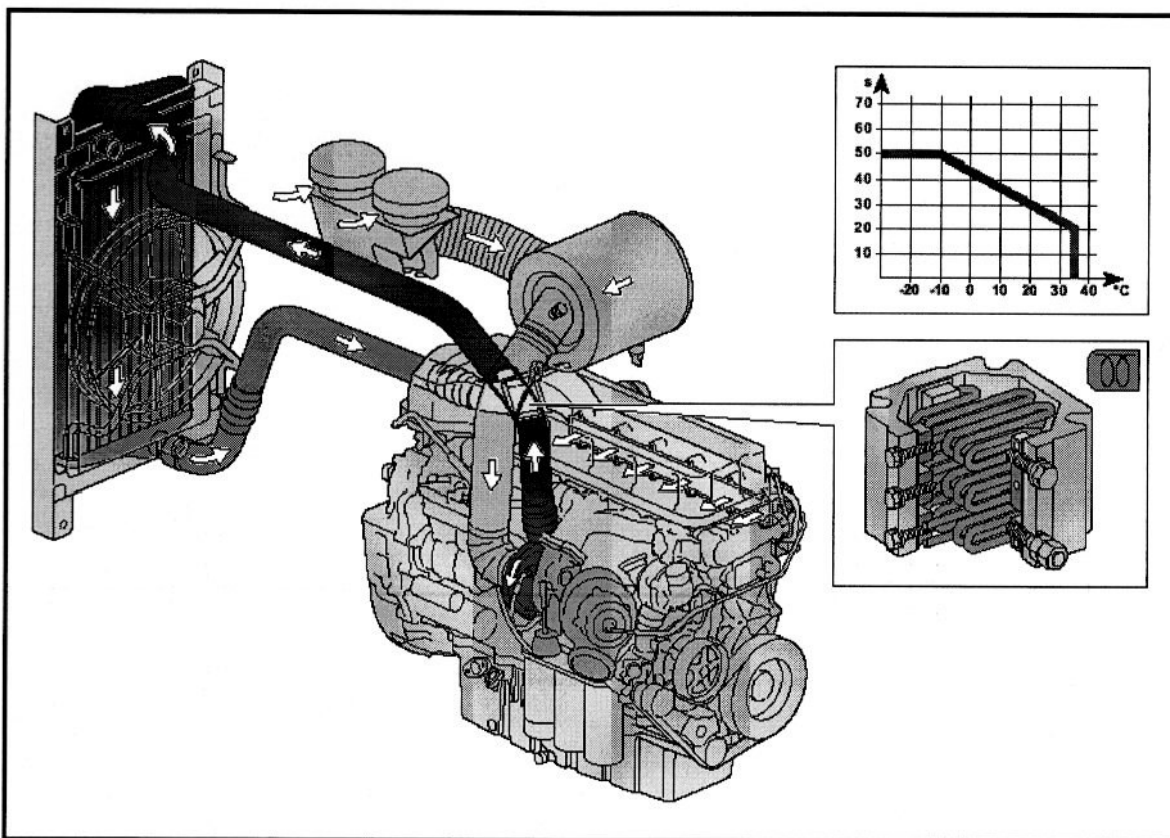
- | | |
|--|--|
| 1. Aire del filtro de aire | 6. Descarga de gases para el sistema de escape |
| 2. Rueda del compresor | 7. Cámara del aceite lubricante |
| 3. Salida de aire para el radiador del intercooler | 8. Cámara del líquido refrigerador |
| 4. Gases provenientes del tubo de escape | 9. Válvula limitadora de presión (Wastegate) |
| 5. Rotor de turbina | 10. Válvula de presión |

Los gases del escape del motor accionan el rotor de la turbina del turbocompresor. El rotor del compresor es montado en el mismo eje del rotor de la turbina. El rotor del compresor está montado en el mismo eje rotor de la turbina. Al girar, el aire es arrojado dentro del filtro de aire por el rotor del compresor, y luego comprimido a través del intercooler y los tubos de admisión para dentro de los cilindros del motor.

El compresor de turbo es lubricado y refrigerado por el aceite de motor y el suministro de aceite es imprescindible para el funcionamiento del compresor de turbo. Por este motivo, es extremadamente esencial que el sistema de lubricación del motor y de la cámara del turbo sea mantenido cuidadosamente.

El compresor de turbo también es enfriado por el líquido refrigerador del motor mientras éste pasa a través de una entrada en la cámara del turbo.

El turbocompresor en el motor D9A tiene una válvula (wastegate) que limita la presión en alta potencia y revoluciones del motor. La válvula de descarga – (Wastegate – flap valve) actúa como una válvula de bypass para los gases del escape a la turbina de escape, cuando la presión alcanza su límite máximo. La válvula es accionada por una válvula de presión que detecta la sobrecarga de la carcasa del compresor a través de una conexión con manguera.



26 Refrigeración de aire de admisión y precalentador de arranque.

El intercooler aire a aire se sitúa delante del radiador. Baja la temperatura del aire en aproximadamente 100°C y en consecuencia, el volumen de aire a ser admitido hacia dentro del cilindro será más y permitirá la admisión de un volumen mayor de aire. De esta forma, también será posible inyectar más combustible. Esto dará más energía al motor, un esfuerzo de torque más alto y menos consumo de combustible. El aire más frío también causará menos fatiga e las válvulas y los pistones.

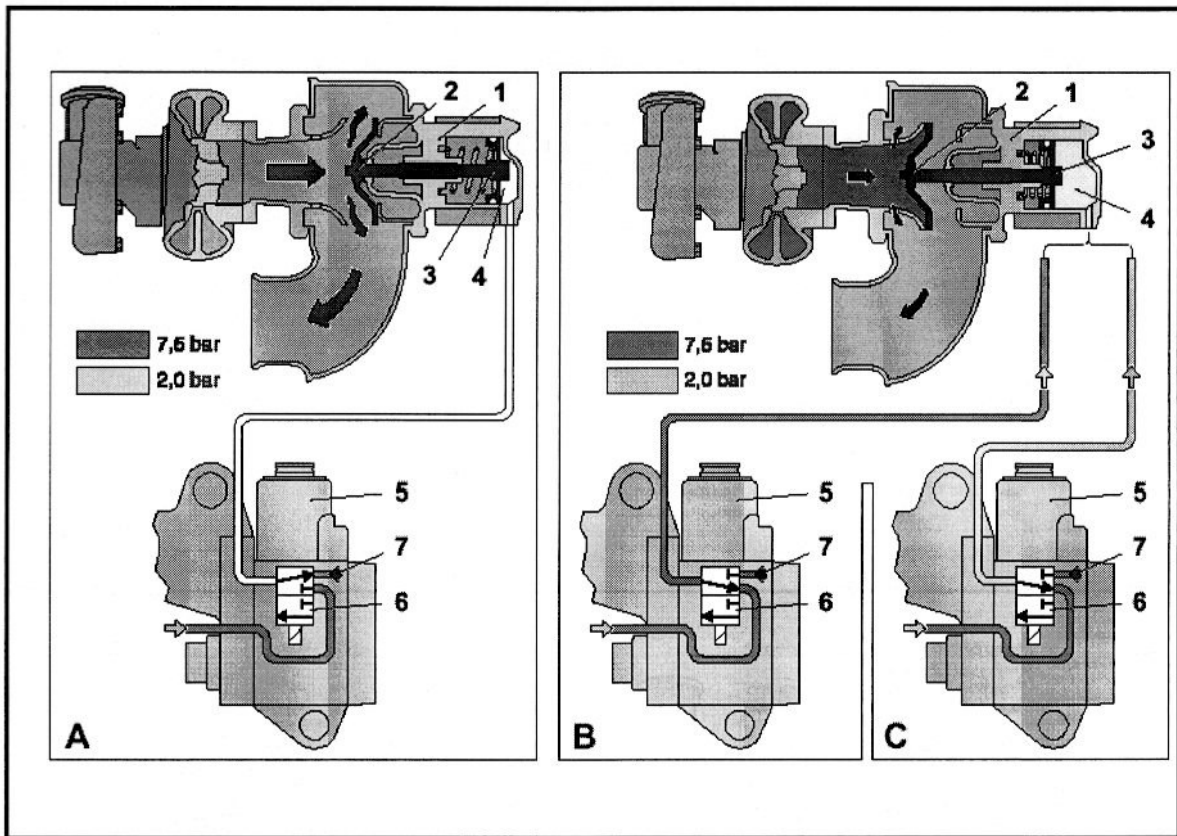
En mercados con climas fríos, hay disponible, opcionalmente, en el lado de admisión un precalentador, el cual calienta el aire en el múltiple de admisión y se acciona cuando se gira la llave de ignición hacia la posición precalentamiento y la temperatura del motor está abajo de 10°C . El pre y post calentamiento son regulados por la unidad de control del motor. El aire caliente facilitará el arranque a bajas temperaturas y reducirá el humo blanco en el escape. El tablero de instrumentos incluye una lámpara indicadora para el precalentamiento del motor, ésta se prenderá cuando el encendido de calefacción esté funcionando pero también sirve para advertir al conductor si ocurre algún problema con la calefacción mientras conduce. Mientras la lámpara esté encendida en el tablero, no se permite accionar el motor de arranque.

Las siguientes condiciones se deben atender antes de que el encendido de la calefacción sea prendido:

- El freno de estacionamiento debe ser aplicado.

La duración del precalentamiento variará con la temperatura de acuerdo con lo siguiente:

- Con temperaturas del líquido refrigerador arriba de 10°C , el encendido de calefacción no será prendido
- Con temperaturas del líquido refrigerador arriba de 10°C , la duración del precalentamiento será de 25 segundos.



27 Regulador de presión de escape - EPG.

- | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1. Regulador de presión de escape | 4. Cilindro (aire) | 7. Válvula de reducción |
| 2. Obturador | 5. Válvula de aire | |
| 3. Pistón EPG | 6. Válvula solenoide | |

A - Válvula EPG desactivada

B - Válvula EPG activada con presión de 7,5 bar

C - Válvula EPG activada con presión de 2,0 bar

En su versión estándar, el motor D9A está equipado con EPG (controlador de la presión del extractor). El EPG se utiliza de dos maneras, como contra presión del escape durante las partidas para que el motor alcance una temperatura normal de operación lo antes posible y como contra presión de escape con el vehículo en movimiento, para obtener un freno motor más eficiente.

El regulador de la presión de escape está situado conjuntamente con la carcasa de la turbina del turbocompresor. Se compone de un estrangulador, la carcasa del estrangulador, un cilindro, un pistón y una válvula de aire.

Funcionamiento durante el arranque.

Para que el motor emita gases de escape más limpios a la hora de la partida y mientras el motor se calienta hasta la temperatura normal, el EPG puede ser usado si se dan las siguientes condiciones:

- La temperatura del líquido refrigerador debe estar abajo de los 75°C
- La carga en el motor abajo de 200 Nm
- Revoluciones del motor abajo de las 900 rpm.

Si se dan estas condiciones, una AVU (unidad de la válvula de aire) se abrirá para permitir una presión de aire reducida de cerca de 2 bar (200 kPa) para pasar al cilindro del EPG. La válvula de escape entonces se cierra casi totalmente y los gases del escape y el motor deben trabajar con cierta contra presión, lo que reduce las emisiones de hidrocarburo y de humo blanco. El motor entonces se calentará hasta la temperatura normal de operación de forma más rápida.

¡Nota! Lleva siempre cerca de 5 segundos desde encender el motor antes de que el EPG comience a funcionar.

Funcionamiento durante el freno del motor

El EPG se activa automáticamente cuando se saca el pie del acelerador. Una AVU (unidad de válvula de aire) entonces se abre para permitir una presión de aire variable de hasta 7.5 bar (750 kPa) al cilindro EPG. Entonces la válvula se cierra y una fuerte contra presión se acumula en el tubo de escape hasta la válvula de EPG. La válvula se balanceará con los pulsos de la presión del extractor y permitirá el pasaje de una pequeña cantidad de gas de escape. Se obtiene una capacidad de frenado óptima cuando la velocidad del motor se mantiene en la zona azul del tacómetro.

Condiciones para la activación del freno de motor:

- Pedal de embrague no comprimido
- Pedal del acelerador liberado
- Revoluciones del motor superiores a 900 rpm
- Velocidad del vehículo superior a 5 km/h
- Ningún trabamiento de ruedas (ABS inactivo), caja de cambio engranada.

Unidad de válvula de aire - AVU

El EPG en el motor de D9A tiene una válvula de aire especial para activarlo. Esta válvula se llama AVU (unidad de la válvula de aire) y del tipo PWM (anchura del pulso modulada). Con este tipo de válvula, la presión puede ser regulada variablemente al utilizar EPG como freno motor, con el vehículo en marcha con el control de velocidad constante conectado. La válvula está situada en el lado izquierdo del bloque del motor y es controlada con la corriente eléctrica de la unidad de control del motor.

Al accionarse el freno motor, la unidad de control del motor (EECU) transmite una señal al ala válvula de aire. Ella se abre y permite el pasaje de una presión predeterminada, que depende de la duración de la señal.

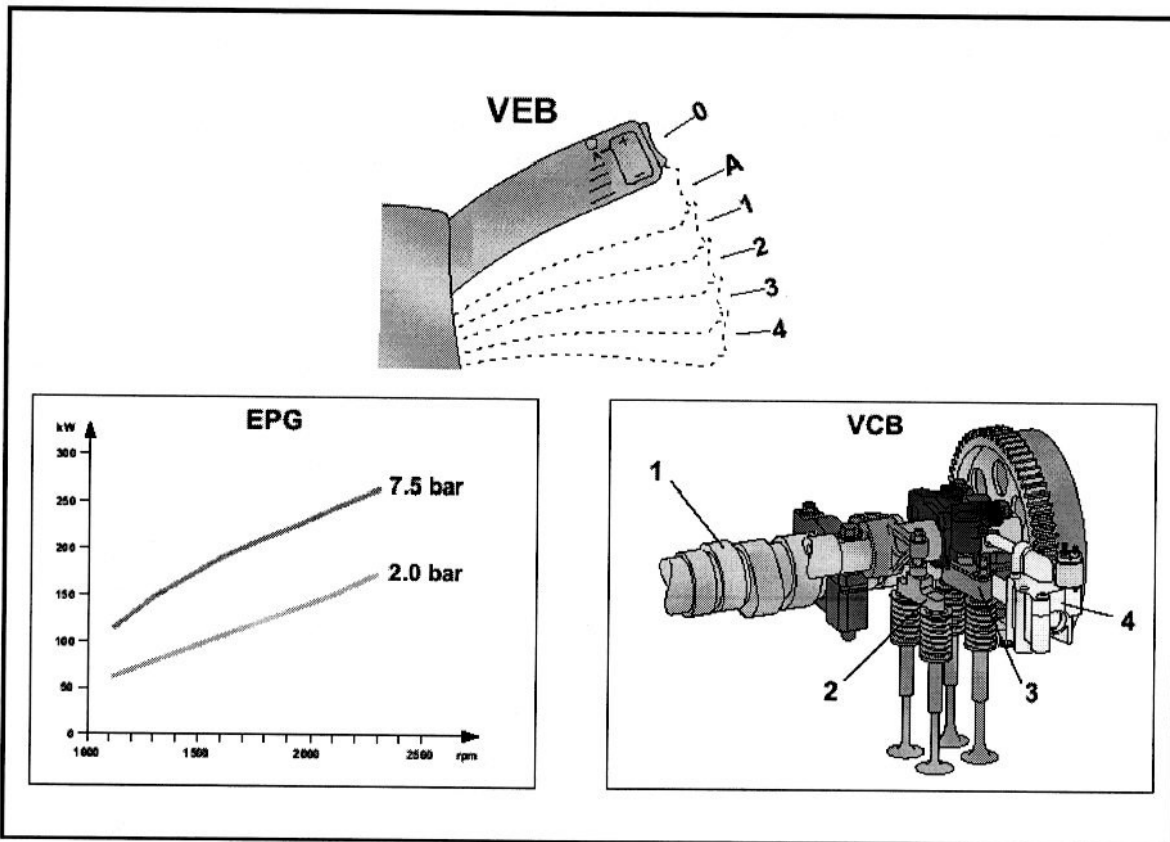
Control electrónico

El freno motor se activa cuando se suelta el pedal del acelerador si el interruptor está en la posición 1. La información desde el interruptor y el pedal del acelerador van por la unidad de control del vehículo a través del data link (J1939 y J1708) a la unidad de control del motor. La unidad de control del motor envía una señal PWM (anchura del pulso modulada) a la AVU (válvula de control), la que se abre y suministra presión de aire al EPG.

Con este tipo de válvula, la presión se puede regular variablemente dentro de una gama de 2.0 - 7.5 bar, que es una ventaja cuando EPG se está utilizando como freno motor con el vehículo en movimiento, por ejemplo al conducir con control de velocidad constante, en una bajada larga en carretera.

Apuntes

.....
.....



28 Freno de compresión

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1. Árbol de levas | 2. Puente de presión - admisión |
| 3. Puente de presión - escape | 4. Válvula de control |

El VEB (freno motor Volvo) está disponible como opción. Consiste en dos sistemas diferentes, el freno EPG estándar del extractor y el VCB (freno de compresión Volvo) el que es integrado al sistema de válvulas del motor. El freno de compresión y el de extractor juntos forman el VEB. VEB puede también combinarse con un retardador.

El freno de compresión (VEB) controla la abertura de las válvulas de escape durante el movimiento de la compresión y el movimiento del extractor del motor de modo que la presión se acumule en la cámara de combustión. Esta presión tiene un efecto que frena el cigüeñal.

Un motor con VEB tiene un interruptor de tres vías o un control manual con cinco posiciones.

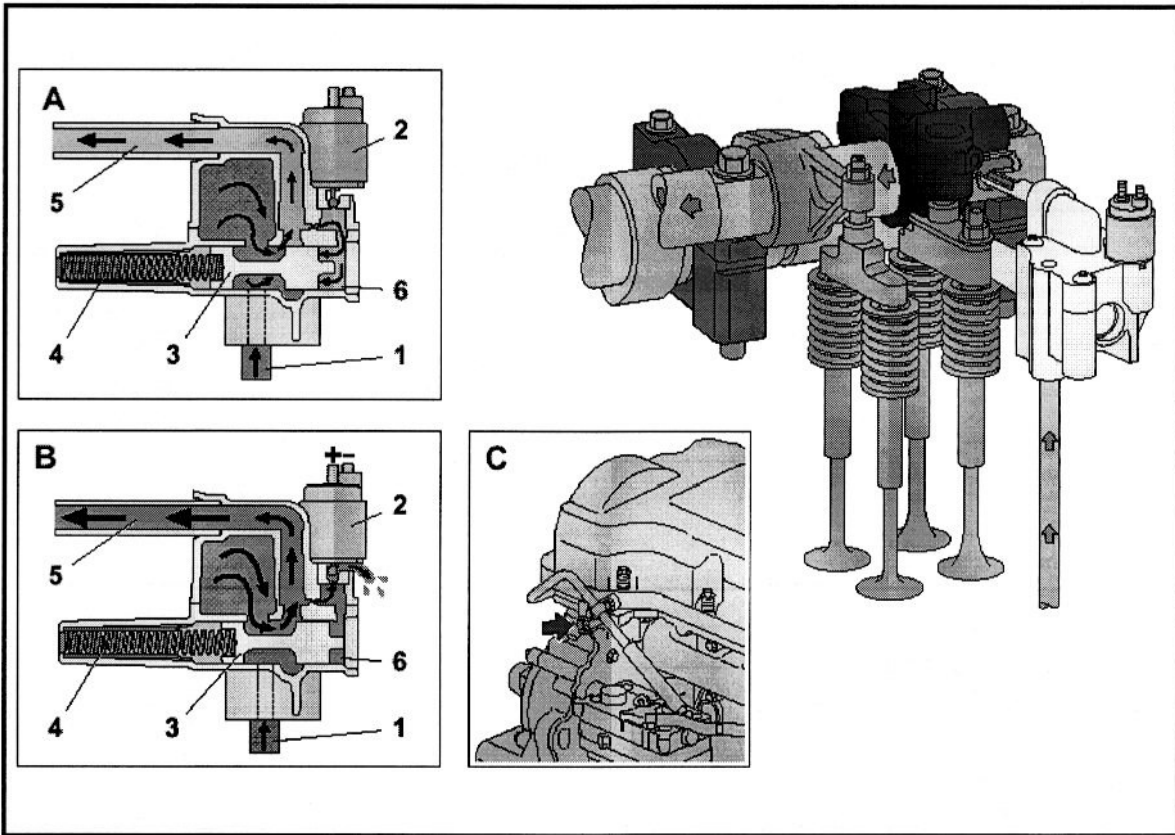
El interruptor de tres vías tiene las siguientes funciones:

Posición: Descripción:

0 VEB desactivado, por ejemplo sin freno motor. Sin embargo EPG puede activarse con cerca de 2 bar de presión cuando la temperatura del líquido refrigerante es bajo 50 °C para acelerar el calentamiento normal de la temperatura de operación del motor.

- | | |
|---|--|
| 1 | VEB = VCB + EPG 2 bar de presión. Esto ofrece cerca de 50% de fuerza de frenado. |
| 2 | VEB = VCB + EPG 7.5 bar de presión. Ofrece 100% de fuerza de frenado |

El control manual en el lado derecho del volante tiene las siguientes funciones:

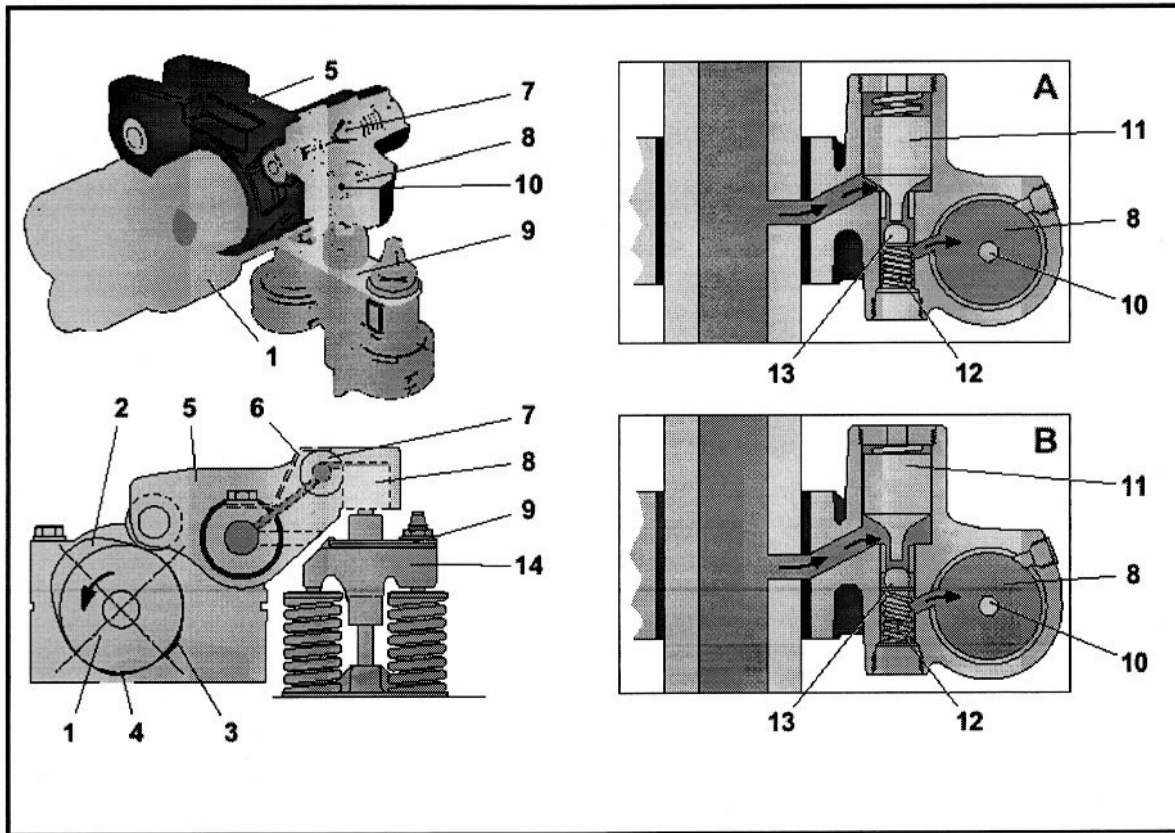


29 Válvula de control

- | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1. Entrada de aceite | 3. Vástago de la válvula | 5. Pasaje del aceite, balancín |
| 2. Válvula solenoide | 4. Resorte | 6. Cámara de contrapresión |

La válvula de control está ubicada en la culata bajo la tapa de la válvula en la parte posterior del motor. Se utiliza para controlar la presión del aceite al mecanismo de los balancines. La entrada está conectada con el pasaje del lubricante en el bloque y está por lo tanto siempre bajo presión del sistema de aceite. La salida está conectada con el eje de balancín. El freno de compresión (VEB) es activado, la válvula solenoide es activada por la señal del ECU del motor, aumentando la presión de aceite en el eje balancín arriba de los 2,0 bar.

- Mientras que el motor está funcionando, el pistón cubrirá parcialmente la salida de aceite porque está en equilibrio, afectado por la fuerza del resorte y la presión del aceite en la cámara de aceite en el lado opuesto al pistón. Esto bajará la presión del aceite a aproximadamente 1 bar (100 kPa) después de la válvula de control. Esta presión es suficiente para lubricar el eje del árbol de levas y el mecanismo del brazo del eje de balancín. En esta posición la válvula solenoide está desactivada.
- Durante el frenado de compresión (VEP), la válvula de solenoide será energizada y abrirá un pasaje de drenaje a través del cual el aceite puede salir. La fuerza del resorte acciona el vástago de la válvula hacia la derecha. La salida de todo el aceite quedará expuesta y la presión del aceite al eje de balancín se elevará por sobre los 2,0 bar llegando a un máximo de hasta 7,5 bar.
- En la lateral derecha trasera do motor hay un agujero que se conecta con el pasaje de aceite del eje de los balancines. Si se quita el tapón que está puesto y se coloca un manómetro de presión de aceite, se puede diagnosticar el funcionamiento del VEB.



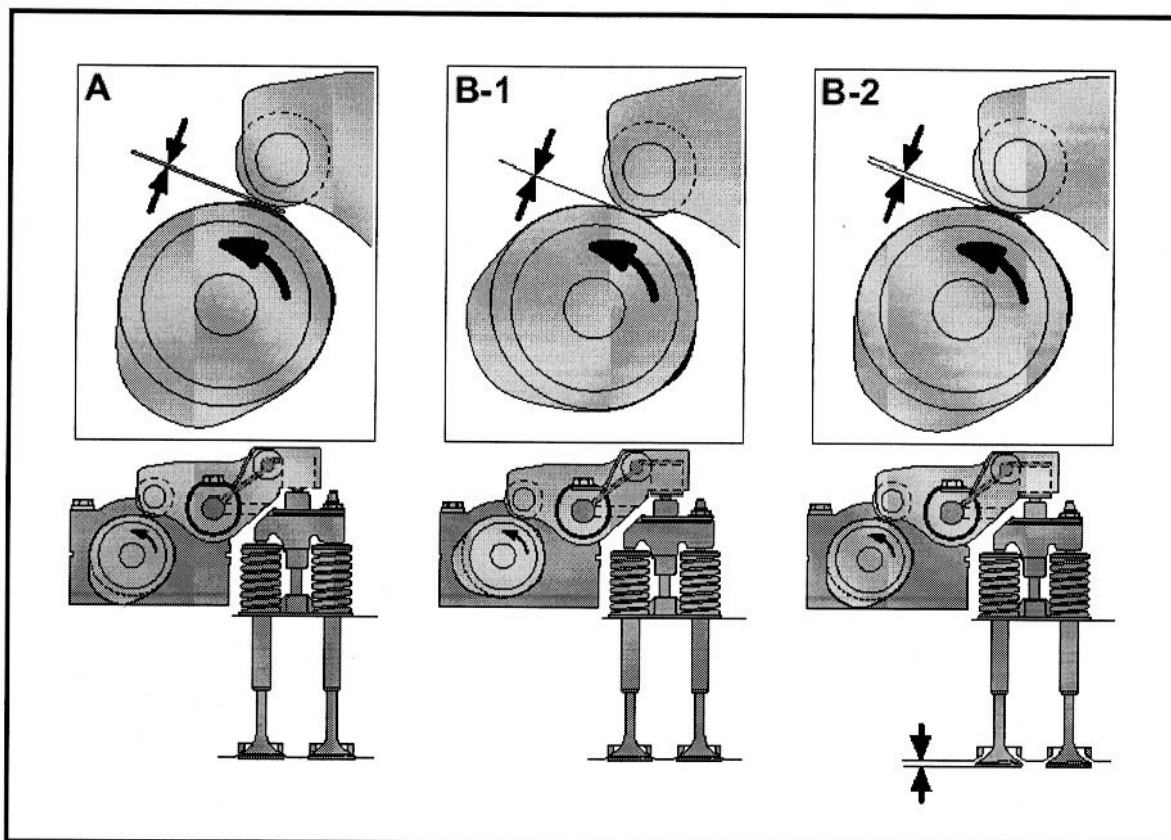
30 Árbol de levas y balancines

- | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. Leva del escape - normal | 6. Resorte de apoyo del balancín | 11. Pistón |
| 2. Leva del escape - VEB | 7. Válvula de no retorno | 12. Resorte |
| 3. Leva de admisión/carga - VEB | 8. Pistón del balancín | 13. Esfera |
| 4. Leva de descompresión - VEB | 9. Calces de ajuste | 14. Puente de presión |
| 5. Balancín de escape | 10. Válvula de limitación de presión | |

Además del resalto normal de escape, el árbol de levas en un motor con VEB también tiene un resalto de admisión y uno de descompresión para cada resalto de escape. La altura de elevación de los resaltos de admisión y de descompresión sobre el círculo base es 0,8 mm, lo que corresponde a una apertura de válvula de aproximadamente 1,1 mm.

El resalto de admisión se sitúa de forma tal que abre las válvulas de escape al final del recorrido de admisión y las mantiene abiertas al final del recorrido de compresión cuando el freno de compresión (VEB) está activado. La holgura de la válvula debe ser cero para que los resaltos de admisión y de descompresión puedan abrir las válvulas de escape.

Los balancines de los motores con VEB son más resistentes que en un motor estándar. Cada balancín contiene una válvula de no retorno y un pistón. El resorte de apoyo mantiene el balancín en su posición de parada contra el puente de la válvula. El juego entre el balancín y el puente de las válvulas es mayor en un motor con VEB porque los resaltos de admisión y de descompresión no pueden permitir la apertura de las válvulas de escape mientras el motor esté funcionando. La holgura de la válvulas se puede ajustar con un máximo de dos calces que se colocan en el puente de las válvulas. La diferencia en el espesor de los calces es de 0,05 mm. Hay una válvula de limitación de presión en el pistón que abre y suelta el aceite a través de un pasaje en el fondo del pistón cuando la presión que actúa en el pistón aumenta mucho.



31 Operación de la válvula de escape (VEB)

A Durante la operación normal del motor (VEB no activo), no habrá ninguna presión actuando en el pistón del balancín. La holgura de la válvula de 1,6 mm entre el balancín y el puentes de la válvula es suficientemente grande para proporcionar una separación de aproximadamente 0,3 mm entre el rodillo del balancín y los resaltos del freno de la compresión sobre el árbol de levas. La placa del resorte sostiene el balancín contra el puente de válvula de modo que el rodillo del balancín entre en contacto con las resaltos inferiores del VEB.

B-1 El émbolo del balancín lleva a cero la separación de la válvula durante el frenado de compresión. El rodillo del balancín seguirá el perfil del resalto. Esto permite que el resalto de admisión/carga levante el rodillo del balancín para abrir la válvula. Lo mismo se aplica al resalto de descompresión. La altura de elevación de las resaltos es de 0,8 mm, lo que resulta en una abertura de válvula de aproximadamente 1,1 mm.

B-2 Esto muestra la leva o resalto de admisión/ carga de escape cuando está en el centro del rodillo del balancín. La altura de elevación de los resaltos es 0,8 mm, lo que a través del cociente del engranaje del balancín da una abertura de válvula de aproximadamente 1,1 mm. Una abertura de válvula equivalente se alcanza cuando la leva de descompresión pasa por el rodillo del balancín.

Apuntes

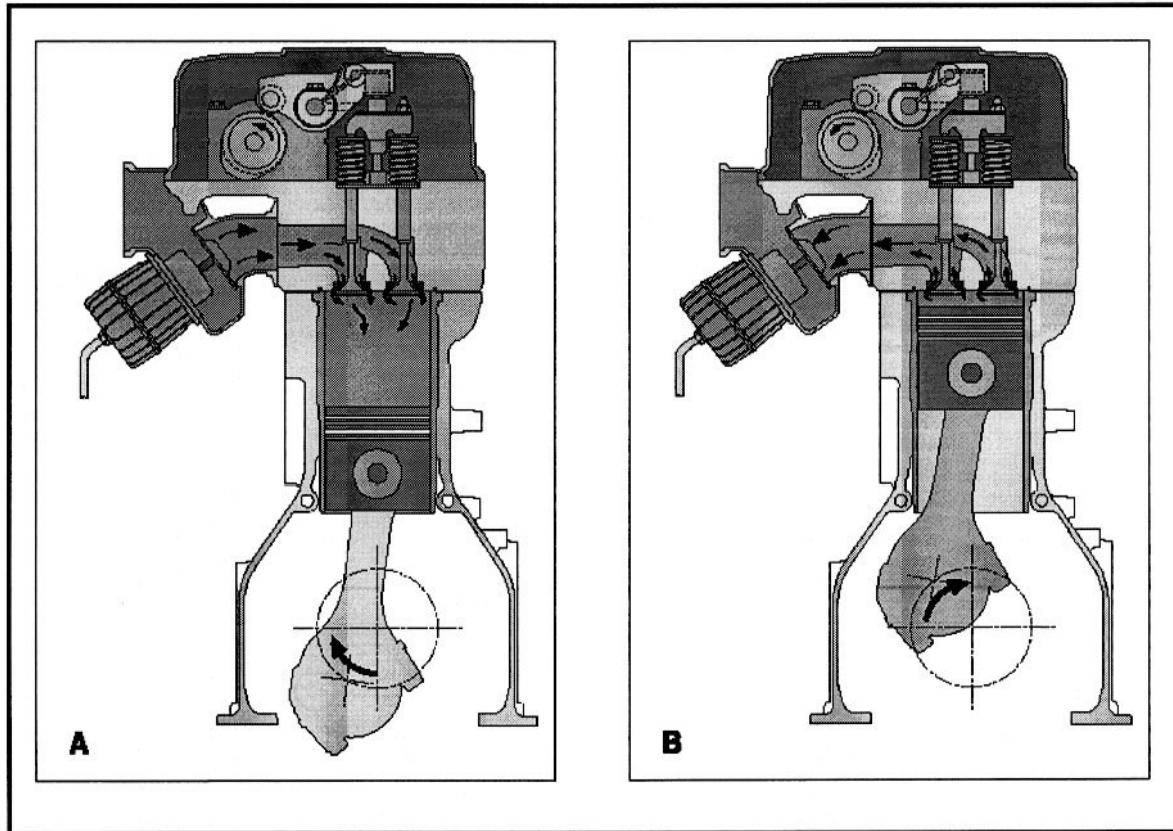
.....

.....

.....

.....

.....



32 Procedimiento de funcionamiento del freno de compresión

Fases de presurización y descompresión de los gases de escape

La operación del freno de compresión (VEB) se puede dividir en dos fases:

A La fase de carga empieza en el final del recorrido de admisión y continúa por un tiempo durante el recorrido de compresión. La leva de carga abrirá las válvulas de escape por un corto periodo en que el pistón se acerca al punto muerto inferior. El cilindro será presurizado por la presión positiva que el freno motor ha acumulado en el colector del escape.

Esta presión aumentará la cantidad de compresión considerablemente durante el recorrido de la compresión y proporcionará una gran fuerza de frenado mientras el pistón esté en ascensión.

B La fase de descompresión comienza al final del recorrido de compresión y continúa durante el recorrido de explosión (no hay inyección de combustible). La leva de descompresión abrirá las válvulas de escape por un corto periodo durante el cual el pistón se estará acercando al punto muerto superior. La presión sale del cilindro. De esta forma la fuerza con la cual el aire comprimido propulsaría el pistón durante el recorrido de explosión después de volver será reducida (se evita el efecto resorte).

Apuntes

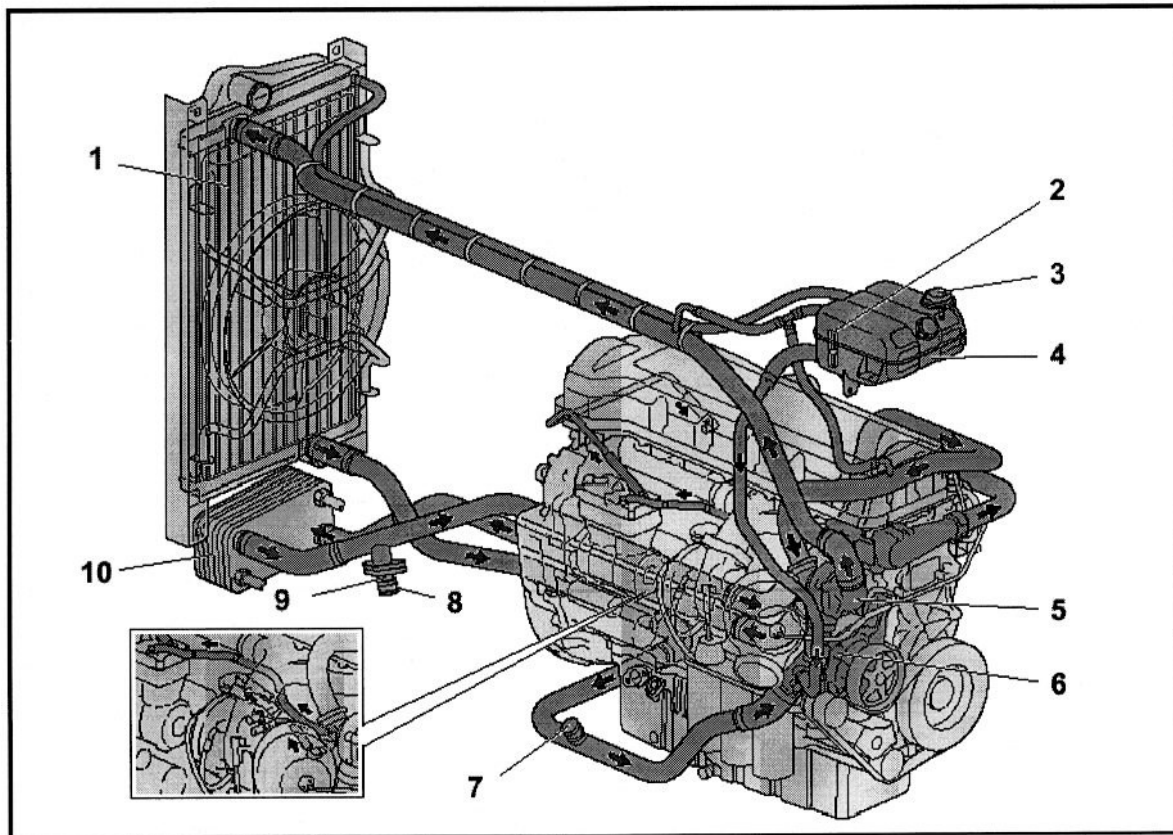
.....

.....

.....

.....

.....



33 Sistema de enfriamiento

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Radiador | 6. Bomba de agua |
| 2. Sensores de nivel | 7. Conexión de retorno /Calefacción (de la carrocería) |
| 3. Tapa con válvulas de presurización | 8. Conexión de calefacción de la carrocería |
| 4. Tanque de expansión | 9. Termostato, calentador de la carrocería |
| 5. Termostato, motor | 10. Radiador, caja de cambio automática/ retardador |

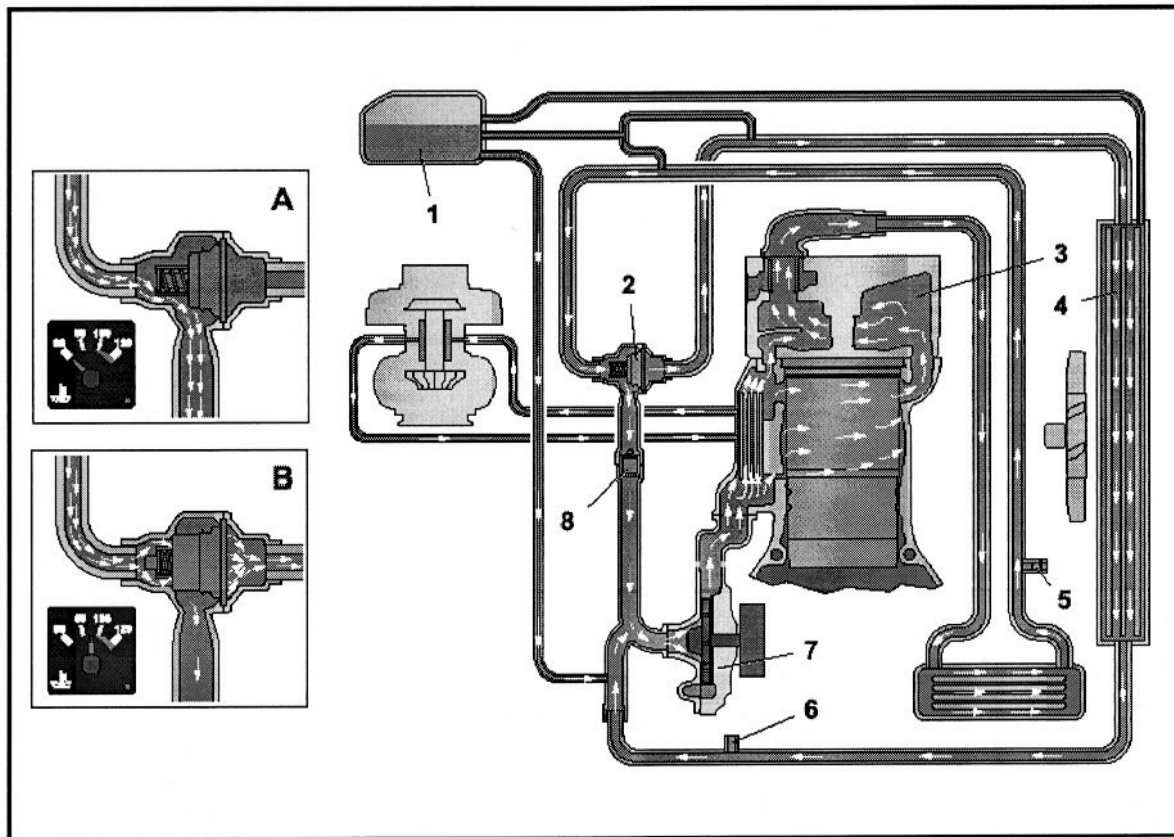
La tarea del sistema de refrigeración es enfriar el motor, la caja de cambio (transmisión automática) y, en caso de que el ómnibus los tenga, el retardador hidráulico. Los otros componentes enfriados con el líquido refrigerador son el turbocompresor y el compresor de aire. El motor es enfriado por el líquido refrigerador que es bombeado a través de los pasajes de líquido refrigerante del motor y los pasajes de refrigeración de aceite para reducir la temperatura del aceite del motor. Un termostato principal del tipo pistón controla la temperatura ideal del líquido refrigerante del motor.

El sistema de refrigeración está conectado al sistema de calefacción y de descongelación en caso de que el ómnibus los tenga.

En caso de que el ómnibus tenga una calefacción extra (a diesel o eléctrica), también estará conectada al sistema de enfriamiento del ómnibus.

Una bomba de agua refrigerante accionada por una correa hace que el refrigerante circule en el sistema refrigerador mientras el motor funciona.

El radiador es de aluminio con tanques plásticos en la parte inferior y superior. El tamaño del radiador es 5.600 cm². El mismo tipo de radiador es usado en las versiones menos potentes de B12M/B.



34 Circulación del líquido refrigerante y válvula termostática

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Tanque de expansión | 5. Termostato, calefacción de la carrocería |
| 2. Termostato, motor | 6. Conexión de retorno, calefacción de la carrocería |
| 3. Culata | 7. Bomba de agua |
| 4. Radiador | 8. Válvula de restricción de presión |

Circulación del líquido refrigerante

El líquido refrigerante es impulsado directamente al motor desde la carcasa de la bomba, ubicada en el lado derecho del bloque. La mayoría del líquido refrigerador pasa entre las laterales del refrigerador de aceite, mientras que otra parte es mandado para las galerías de refrigeración inferiores de las camisas de cilindro una tercera parte es también impulsado para el turbocompresor. Después de pasar por el refrigerador de aceite, el líquido refrigerante se distribuye a través de aberturas calibradas hacia las galerías superiores de refrigeración del cilindro y la culata. La culata también recibe un retorno del líquido refrigerante desde las camisas de cilindro de las galerías de refrigeración. Este líquido refrigerante entra en la culata vía chorros que dirigen el flujo del líquido refrigerador hacia las salidas de emisión de gases y los bujes de las unidades de inyección, lo que proporciona una mejor refrigeración dentro de la culata.

El líquido de refrigeración tras circular por el motor y por la culata, es dirigido para el retardador, cuando hay. Parte del líquido destinado al retardador es desviada por el circuito de derivación antes del motor, para que el retardador pueda también recibir refrigerante no calentado. Si no hay retardador, el refrigerante retorna directamente para la bomba o para el radiador según la temperatura y funcionamiento de la válvula termostática del sistema de refrigeración.

La salida desde el motor es delante de la culata y el líquido refrigerador fluye a través de él hacia el retardador y consecuentemente de vuelta a la carcasa del termostato. Si el ómnibus no tiene retardador, el líquido refrigerador fluirá directamente desde la parte posterior del motor a la carcasa del termostato.

Cuando el líquido refrigerador está frío, a una temperatura por debajo de 85°C, el termostato se cerrará y el líquido refrigerante pasará directamente hacia abajo por la carcasa del termostato en dirección a la bomba de refrigeración y al motor nuevamente (A).

Si el líquido refrigerante está tibio (cuando el termostato se abre empieza a 85°C y está completamente abierto a 96°C), éste pasa para la salida frontal de la carcasa del termostato y a la entrada del radiador. El refrigerante baja por el radiador, donde es enfriado para volver a la entrada inferior de la bomba de agua. La bomba de agua empuja entonces el líquido refrigerante dentro del motor nuevamente. (B)

Cuando el líquido refrigerante se calienta de nuevo, éste se expande y el exceso será empujado hacia el tanque de expansión para liberar espacio en el sistema de refrigeración. Cualquier cantidad de aire que pueda estar presente en el líquido refrigerador será eliminado por la válvula de presurización.

Un poco del líquido refrigerador caliente del motor pasa para las salidas de la estructura del descongelador y al calefactor de la cabina. Un termostato para la salida de la calefacción evita que el calor se disipe antes de que el motor esté caliente. Sólo se abre a aproximadamente 60°C.

Con el motor en ralentí, la presión en el sistema será tan baja que el líquido refrigerador no será capaz de pasar a las conexiones de la carrocería. Una válvula limitadora de presión (restricción) se usa para contrarrestar este efecto. Se mantiene abierta por la presión básica del sistema de refrigeración. La baja presión en ralentí no es suficiente para mantener la presión de la válvula limitadora de presión completamente abierta y comenzará a cerrarse en cuanto se alcance la presión de 0,6 bar.

La válvula de retención de presión está ubicada entre la carcasa del termostato y la bomba de agua.

Termostato del líquido refrigerante

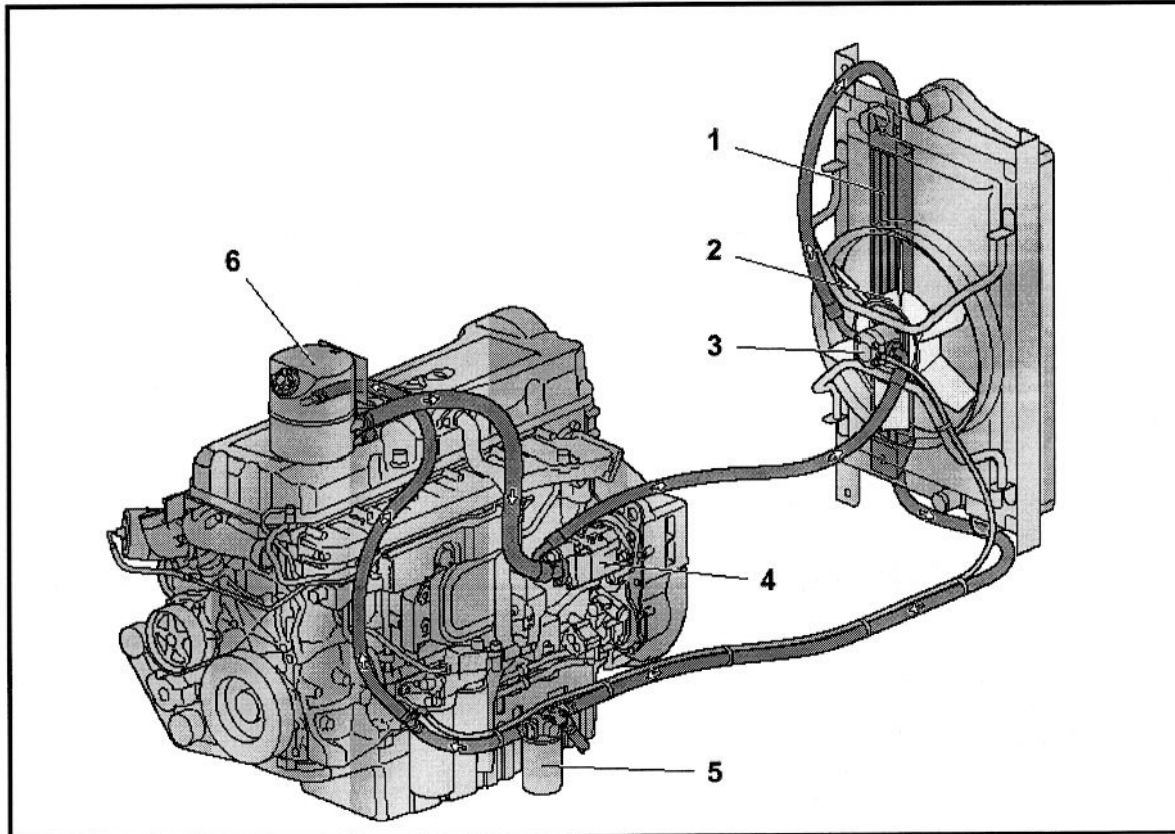
El termostato del líquido refrigerante es del tipo pistón y tiene un pistón, un cuerpo detector, un sello y carcasa integrados en una unidad. El termostato está localizado delante de la culata. Este tipo de termostato tiene una disminución de presión más baja si comparado con los tipos de pistones de termostato anteriores.

La ilustración A muestra el termostato cerrado cuando el líquido refrigerante pasa hacia la bomba de agua.

La ilustración B muestra el termostato abierto cuando el líquido refrigerador pasa en dirección a la tubería de la parte delantera del radiador.

Bomba del líquido refrigerador o de agua

La bomba del líquido refrigerador o de agua es del tipo de impulsión y es conducida por una correa externa desde el cigüeñal. El impulsor en la bomba refrigerante está hecho de plástico térmico. El eje de la bomba está sujeto por rodamientos de doble pista de esferas y libre de mantenimiento, con el sello entre el rotor de la bomba y el soporte fijado con una unidad selladora. Entre la unidad selladora y el rodamiento hay un espacio con un pasaje de drenaje mecanizado en la carcasa de la bomba para dejar salir agua o aceite, en caso de que haya fuga en los sellos del eje de la bomba. A través del orificio de drenaje se puede notar si los sellos blindados están con fuga, pues saldrá por él líquido refrigerante, en ese caso toda la bomba debe cambiarse.



35 Ventilador del radiador

1 Enfriador de aceite hidráulico
 2 Ventilador del radiador
 3 Motor hidráulico

4 Bomba hidráulica de dirección
 5 Filtro de aceite hidráulico
 6 Depósito de aceite hidráulico

El sistema de accionamiento de ventilación del radiador es electro-hidráulico y proporciona un control variable del ventilador. El sistema fue desarrollado para brindar un control optimizado de la velocidad del ventilador y así reducir la potencia del motor y, en consecuencia, el consumo de combustible.

La bomba hidráulica está montada en el motor y es movida por la transmisión del motor. La presión de la bomba es gobernada por una válvula de control en la bomba hidráulica. La unidad de control del motor recibe información sobre la temperatura del motor desde el sensor de enfriamiento y un sensor inductivo que detecta la velocidad del ventilador. Con esta información, la capacidad de la bomba hidráulica puede controlarse a través de una señal PWM para el solenoide de la válvula de control.

La presión de aceite de la bomba hidráulica acciona el motor hidráulico del ventilador del radiador.

El motor hidráulico es un motor de engranajes con el ventilador del radiador montado sobre el eje de salida. Una manguera "eliminadora de aire" se usa para sacar cualquier burbuja de aire del motor hidráulico y para devolver cualquier exceso de aceite a la línea de retorno.

El sensor de inducción del tacómetro del ventilador del radiador lee la velocidad del ventilador y envía esa información de vuelta a la unidad de control del motor. Si fuera necesario, la señal de salida de la bomba hidráulica puede ser ajustada para obtener la velocidad correcta.

