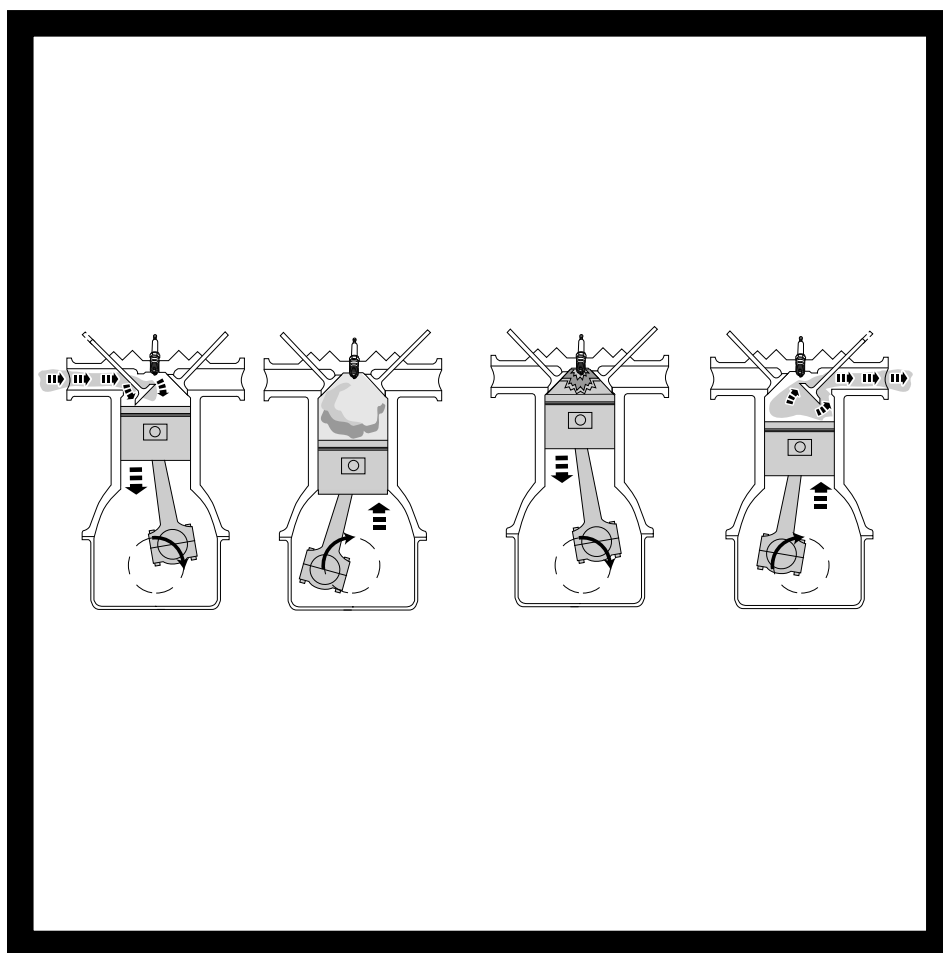


Capacitación en Servicio Técnico

Fundamentos Globales

Plan de Estudios – TF1010009S

Funcionamiento del motor



Información para el Estudiante

Ford Motor Company



VOLVO



Mercury



Resumen de la capacitación en fundamentos globales

El objetivo de la Capacitación en Fundamentos Globales es proporcionar a los estudiantes una base de conocimientos comunes de la teoría y el funcionamiento de los sistemas y componentes automotrices. El Plan de Estudios de Capacitación en Fundamentos Globales (FOM-13203) comprende nueve libros autodidactas. A continuación se presenta una lista de los temas cubiertos en cada uno de los libros autodidactas.

- El libro autodidacta sobre Prácticas en el Taller (FOM-13202) explica cómo prepararse para el trabajo y describe los procedimientos para levantar materiales y elevar vehículos, el manejo seguro de sustancias, y cómo llevar a cabo actividades peligrosas (tales como la soldadura). También se cubre cómo leer etiquetas de peligro, la importancia de las políticas ambientales, y el uso de recursos técnicos.
- El libro autodidacta sobre Sistemas de Frenos (FOM-13201) describen la función y el funcionamiento de los frenos de tambor, los frenos de disco, el cilindro maestro y las líneas de frenos, frenos asistidos, y sistemas de frenado con antibloqueo.
- El libro autodidacta sobre Sistemas de Dirección y Suspensión (FOM-13196) describe la función y el funcionamiento del sistema de dirección asistida, las llantas y las ruedas, el sistema de suspensión, y la alineación de la dirección.
- El libro autodidacta sobre Control del Clima (FOM-13198) explica las teorías que respaldan los sistemas de control del clima, tales como la transferencia de calor y la relación de temperatura a presión. El libro autodidacta también describe la función y el funcionamiento de los sistemas de refrigeración, el sistema de distribución de aire, el sistema de ventilación, y el sistema de control eléctrico.
- El libro autodidacta sobre Sistemas Eléctricos (FOM-13197) explica las teorías referentes a la electricidad, incluyendo las características de la electricidad y de los circuitos básicos. El libro autodidacta también describe la función y el funcionamiento de dispositivos automotrices eléctricos y electrónicos.
- El libro autodidacta sobre la Transmisión Manual y el Tren Motriz (FOM-13199) explica la teoría y el funcionamiento de los engranes. El libro autodidacta también describe la función y el funcionamiento del tren motriz, el embrague, las transmisiones manuales y los transejes, la flecha, el eje y el diferencial trasero, la caja de transferencia, y el sistema de tracción de 4x4.
- El libro autodidacta sobre Transmisiones Automáticas (FOM-13200) explica la función y el funcionamiento de la transmisión y transeje, el sistema mecánico, el sistema de control hidráulico, el sistema de control electrónico, y el mando final del transeje. El libro autodidacta también describe la teoría que respalda las transmisiones automáticas incluyendo el funcionamiento electrohidráulico y del flujo de potencia mecánica.

- El libro autodidacta sobre Funcionamiento del Motor (FOM-13195) explica el proceso de los cuatro tiempos y la función y el funcionamiento del conjunto del monoblock y del tren de válvulas. También se describe el sistema de lubricación, el sistema de entrada de aire, el sistema de escape, y el sistema de enfriamiento. El libro autodidacta también describe la función y el funcionamiento del motor Diesel.
- El libro autodidacta sobre el Rendimiento del Motor (FOM-13194) explica el proceso de la combustión y las emisiones resultantes. El libro autodidacta también describe la función y el funcionamiento del sistema de control del tren motriz, el sistema de inyección de combustible, el sistema de encendido, los dispositivos de control de emisiones, los sistemas de inducción forzada, y la inyección de combustible en motores diesel. Lea el libro autodidacta sobre Funcionamiento del Motor antes de leer el libro sobre el Rendimiento del Motor.

Para ordenar la matriz de entrenamiento o los libros autodidactas individuales, contacte a Entrenamiento a Distribuidores.

Teléfono: 01-55-5899-7776

Internet: www.fordmexico.com.mx

Introducción	1
Prefacio	1
Resumen de la capacitación en fundamentos globales	1
Índice	3
Lección 1 – Motor de combustión interna	6
General	6
Objetivos	6
En una mirada	7
Objetivo y función	7
Teoría	8
Motor de combustión interna de gasolina	8
Funcionamiento	9
Cómo generar movimiento mecánico	9
El ciclo de cuatro tiempos	10
Diámetro, carrera y desplazamiento	11
Carrera	11
Desplazamiento	12
Tiempo de admisión	13
Tiempo de compresión	13
Relación de compresión	14
Tiempo de explosión	15
Tiempo de escape	15
Resumen	16
Lección 2 – Conjunto del monoblock	17
General	17
Objetivos	17
En una mirada	18
Conjunto del monoblock	18
Componentes	19
Componentes principales	19
Monoblock y camisas	20
Bloque de cilindros	22
Cigüeñal	22
Muñones de los cojinetes principales	23
Amortiguador de vibraciones	24
Biela	27
Lubricación de la pared del cilindro	29
Pistones	30
Anillos de pistones	32
Lección 3 – Tren de válvulas	35
General	35
Objetivos	35
En una mirada	36
Vista panorámica de los tipos de tren de válvulas	36
Configuración del árbol de levas en la cabeza (OHC)	39
Árbol de levas en la cabeza individual (SOHC)	40
Doble árbol de levas en la cabeza (DOHC)	40
Impulsión del árbol de levas	40
Componentes	41
Cabeza de cilindro de tipo de varilla de empuje (OHV)	41
Empaque de la cabeza de cilindros	42
Pernos de la cabeza	42
Válvulas	43
Asientos de válvula	44
Vástago de válvula	45
Guía de válvula	46
Holgura de válvula	47

Resortes de válvula	48
Tensión del resorte	49
Altura de trabajo	49
Árbol de levas	50
Elevación de la válvula	50
Duración	51
Traslape	52
Impulsión de válvulas a la cabeza	53
Varillas de empuje	54
Balancines	54
Levantadores de válvulas	55
Levantadores sólidos	55
Cubos y levantadores hidráulicos	56
Levantadores planos comparados con levantadores de rodillo	57
Seguidores del Árbol de levas en la cabeza (OHC)	58
Levantadores sólidos tipo cubos	58
Ajustador de juego hidráulico del árbol de levas en la cabeza (OHC)	59
Ajustadores de juego hidráulico montados en balancines	60
Impulsión de árbol de levas en la cabeza	61
Impulsión de banda y cadena	62
Impulsión de banda y engranes	63
Teoría	64
Tiempo variable de los árboles de levas	64
Lección 4 – Sistema de lubricación	65
General	65
Objetivos	65
En una mirada	66
Descripción	66
Teoría	67
Aceite para motor	67
Funcionamiento	69
Circulación de aceite	71
Lubricación por presión	72
Esfuerzos sobre el aceite	73
Cambios de aceite	74
Componentes	74
Componentes del cárter del aceite	74
Colador de aceite	74
Bomba de aceite	75
Tipos de bombas de aceite	76
Filtro de aceite	78
Sellos de aceite	81
Varilla para medir el aceite	81
Lámpara indicadora de presión de aceite	81
Lección 5 – Sistema de admisión de aire	82
General	82
Objetivos	82
En una mirada	83
Sistema de admisión de aire	83
Componentes	85
Ductos de admisión	85
Sistema de inducción variable	85
Sistema de control de ductos del múltiple de admisión (IMRC)	86
Válvula de afinación del múltiple de admisión (IMT)	87
Inducción forzada	88
Teoría	89
Turbocargado	89

Lección 6 – Sistema de escape	92
General	92
Objetivos	92
En una mirada	93
Descripción y objetivo	93
Componentes	95
Silenciadores	95
Convertidor catalítico	95
Lección 7 – Sistema de Enfriamiento	96
General	96
Objetivos	96
En una mirada	97
Descripción	97
Funcionamiento	99
Componentes	100
Bomba del refrigerante	100
Termostato	101
Ventilador de enfriamiento	103
Impulsores de ventiladores de enfriamiento	103
Depósito de sobreflujo de refrigerante y botella de desgasificación	105
Botella de desgasificación	106
Radiador	109
Lección 8 – Motor diesel	112
General	112
Objetivos	112
En una mirada	113
Descripción	113
Funcionamiento	113
Componentes	114
Bloque de cilindros	114
Camisas húmedas	115
Cigüeñal	115
Bielas	116
Pistones y anillos	116
Cabeza de cilindros	116
Diseño de cámara de combustión abierta	117
Diseño de cámara de precombustión	118
Válvulas y asientos de válvulas	119
En una mirada	120
Sistema de entrega de combustible	120
Sistema de lubricación	122
Sistema de enfriamiento	123
Sistema de inyección de combustible	125
Lección 9 – Proceso de diagnóstico	126
General	126
Objetivos	126
En una mirada	127
Proceso de diagnóstico síntoma a sistema a componente a causa	127
Publicaciones del taller	128
Lista de abreviaturas	129

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función del motor de combustión interna.
- Describir los tipos de motores de combustión interna.
- Explicar el proceso mediante el cual la quema de combustible se convierte en movimiento rotatorio.
- Explicar el objetivo de un motor.
- Identificar los componentes y sistemas principal de un motor de combustión interna.
- Explicar el proceso mediante el cual el movimiento rotatorio se transfiere desde el motor a las ruedas del vehículo.
- Describir el ciclo de cuatro tiempos.

Objetivo y función

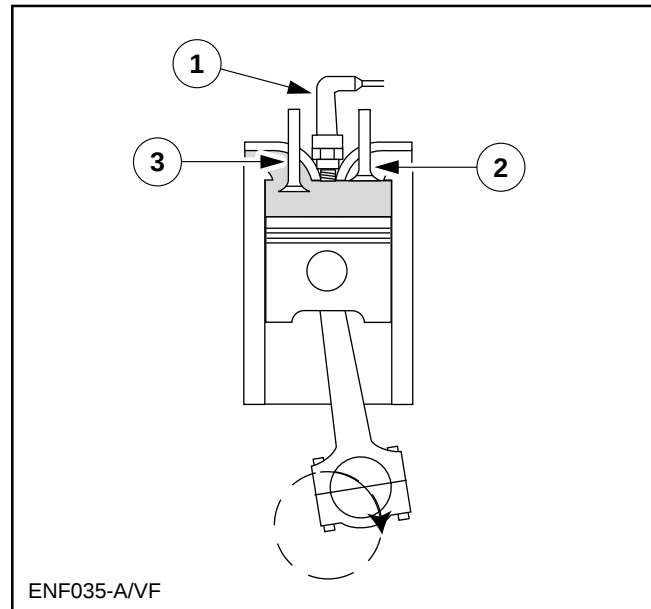
El motor de combustión interna proporciona la potencia para mover el vehículo. Un motor de combustión interna típico tiene ya sea un diseño para combustible tipo gasolina o para combustible tipo diesel. El tipo de combustible que se utiliza en motores para gasolina o para diesel es diferente debido al método utilizado para el encendido del combustible. El funcionamiento mecánico de ambos motores es casi idéntico. En un motor, el combustible se quema para generar un movimiento mecánico. Entre los principales componentes del motor de combustión interna se tienen:

- El conjunto del bloque de cilindros o monoblock
- El tren de válvulas
- El sistema de entrada
- El sistema de escape
- EL sistema de lubricación
- El sistema de enfriamiento

Motor de combustión interna para gasolina

El proceso de combustión

La combustión es el proceso de encender una mezcla de aire y combustible. En el proceso de combustión se aspira una mezcla de aire y combustible hacia el interior de un cilindro y se comprime mediante un pistón en movimiento. La mezcla comprimida se enciende para generar la energía que proporciona el movimiento del vehículo.



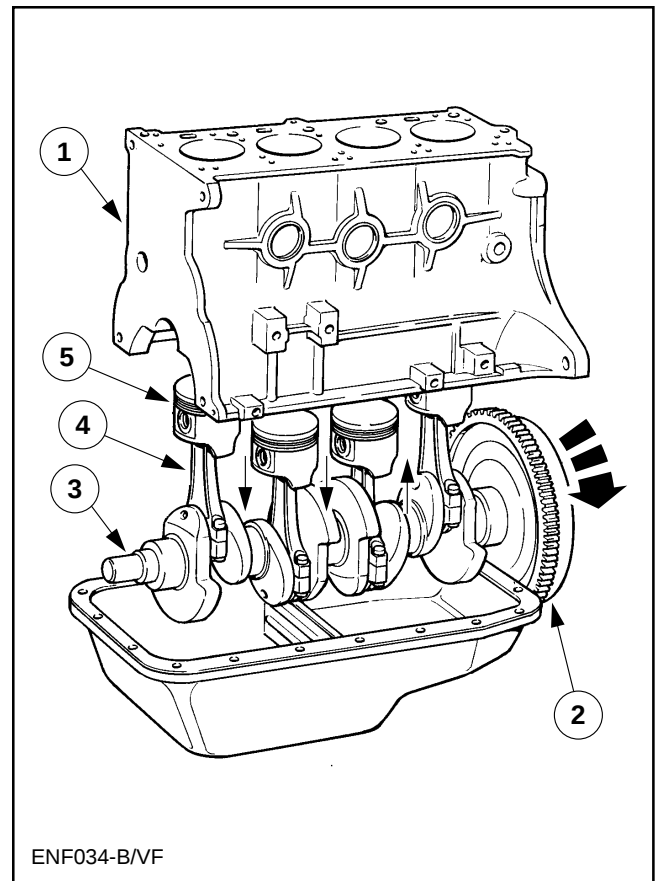
Tiempo de admisión

- 1 Bujía
- 2 Válvula de escape (cerrada)
- 3 Válvula de admisión (abierta)

Cómo generar movimiento mecánico

Cuando ocurre la combustión, los gases de la mezcla de aire y combustible que se quema se expanden en el cilindro a una presión muy alta. La alta presión empuja el pistón hacia abajo en el cilindro. El pistón está conectado a una biela, la cual está conectada al cigüeñal. Como el pistón está conectado de esta manera al cigüeñal, el cigüeñal empieza a girar con el movimiento del pistón. La biela y el cigüeñal convierten el movimiento hacia arriba y hacia abajo del pistón en movimiento rotatorio.

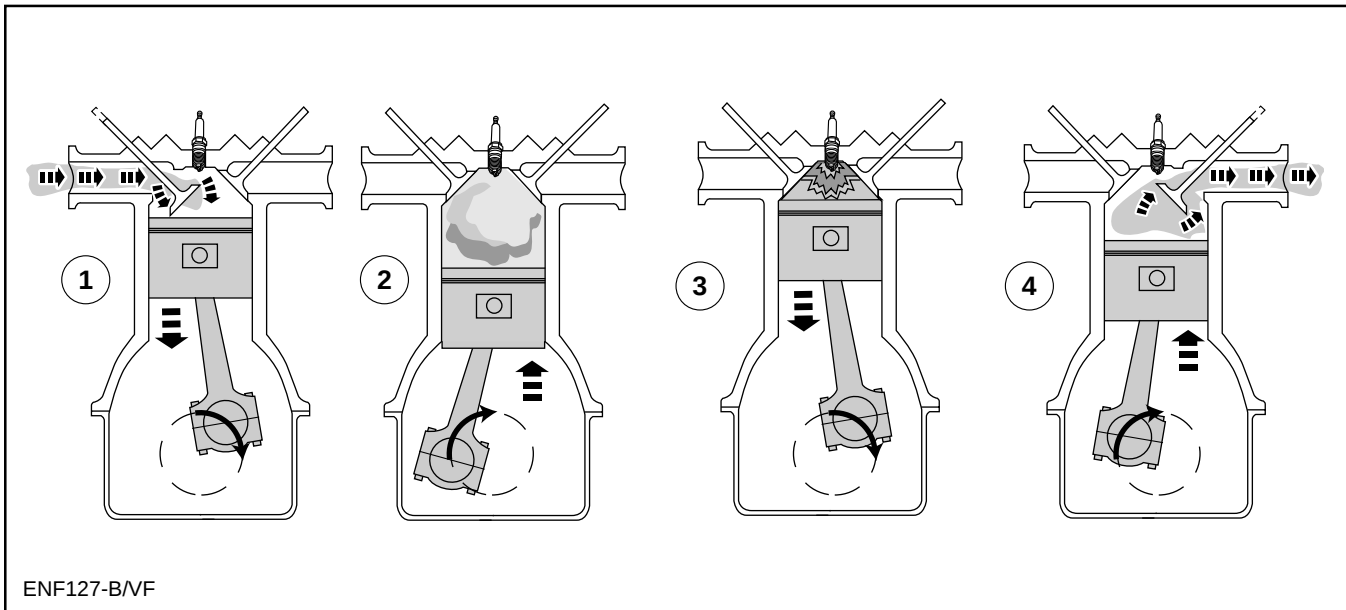
A medida que la combustión ocurre en cada cilindro, los pulsos de energía se transfieren de los pistones al cigüeñal. El volante de inercia, que es una placa redonda y pesada de metal fijada en un extremo del cigüeñal ayuda a suavizar los pulsos de la combustión y mantener una rotación uniforme en el cigüeñal. El movimiento rotatorio del motor se transfiere a las ruedas a través de la transmisión y del tren motriz.



Movimiento mecánico

- 1 Monoblock
- 2 Volante de inercia
- 3 Cigüeñal
- 4 Biela
- 5 Pistón

El ciclo de cuatro tiempos



El ciclo de cuatro tiempos

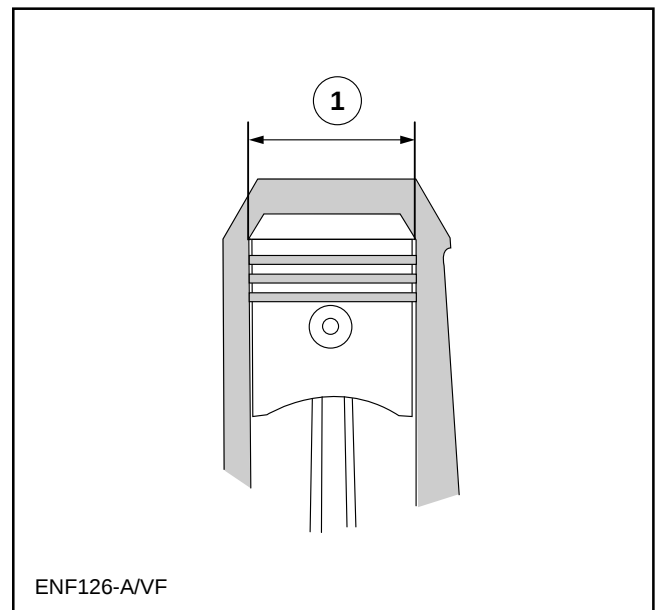
- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1 Tiempo de admisión | 3 Tiempo de explosión |
| 2 Tiempo de compresión | 4 Tiempo de escape |

Casi todos los motores modernos para vehículos son motores con ciclo de cuatro tiempos. Cuatro tiempos significa que el pistón se mueve a lo largo de la longitud del cilindro cuatro veces para completar un ciclo de combustión.

Diámetro, carrera y desplazamiento

Diámetro interior del cilindro

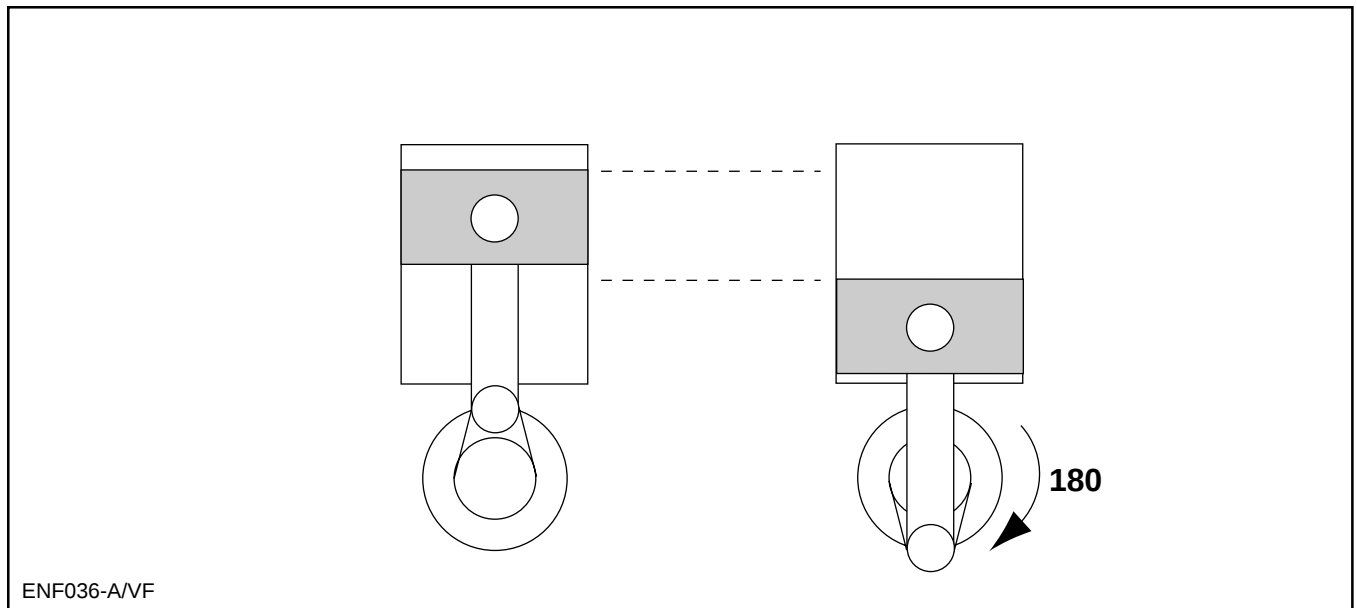
En la terminología de motores automotrices, el diámetro se refiere a la medida del diámetro interior del cilindro.



Medida del diámetro interior del cilindro

- 1 Diámetro interior del cilindro

Carrera



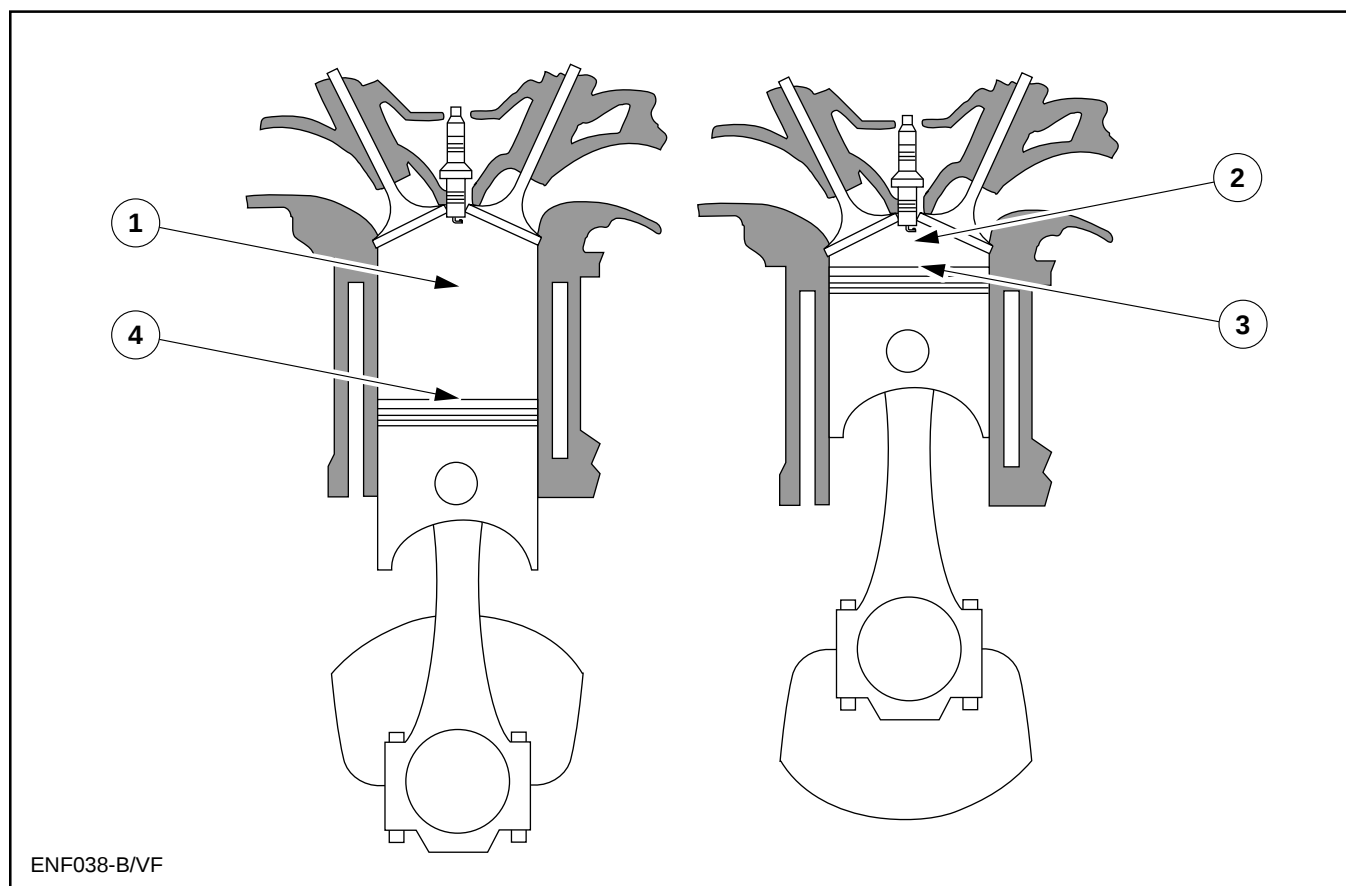
Carrera del pistón

La carrera del pistón es la medida de la distancia en la que un pistón se desplaza en el cilindro durante la rotación del cigüeñal.

La carrera es igual a la distancia que el pistón viaja en el cilindro desde su punto más bajo hasta su punto más alto.

El punto más alto del pistón en el cilindro se llama punto muerto superior (TDC, por sus siglas en inglés). El punto más bajo del pistón en el cilindro se llama punto muerto inferior (BDC, por sus siglas en inglés). Una carrera del pistón toma media vuelta del cigüeñal, o sea una rotación de 180 grados.

Desplazamiento



Desplazamiento

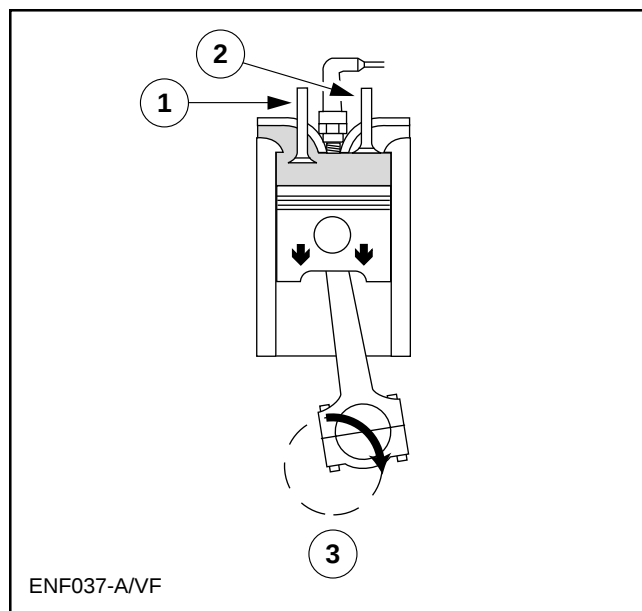
- | | |
|---|---|
| 1 Volumen en el cilindro y en la cámara de combustión en el punto PMI | 3 Parte superior del pistón en el punto PMS |
| 2 Volumen en el cilindro y en la cámara de combustión en el punto PMS | 4 Parte superior del pistón en el punto PMI |

El término “desplazamiento” se refiere a dos conceptos relacionados. El desplazamiento del cilindro es la cantidad de aire que mueve o desplaza el pistón en un solo cilindro cuando se mueve del punto PMI al punto PMS en el cilindro. El desplazamiento se expresa como un volumen en litros (L), centímetros cúbicos (cc), o pulgadas cúbicas (ci, por sus siglas en inglés).

El desplazamiento total del motor es igual al desplazamiento de un cilindro multiplicado por el número total de cilindros del motor. Por ejemplo, cada cilindro de un motor de cuatro cilindros tiene un desplazamiento de medio litro. Por lo tanto, el desplazamiento total del motor es igual al desplazamiento del cilindro (medio litro) multiplicado por el número de cilindros (4), o sea 2.0 litros.

Tiempo de admisión

El tiempo de admisión se considera el primero de los cuatro tiempos. El cigüeñal en rotación jala el pistón desde el punto PMS hacia el punto PMI. La válvula de escape se cierra y la válvula de admisión se abre. A medida que el pistón se mueve hacia abajo, la mezcla de aire-combustible se aspira hacia el interior del cilindro a través de la válvula de admisión.



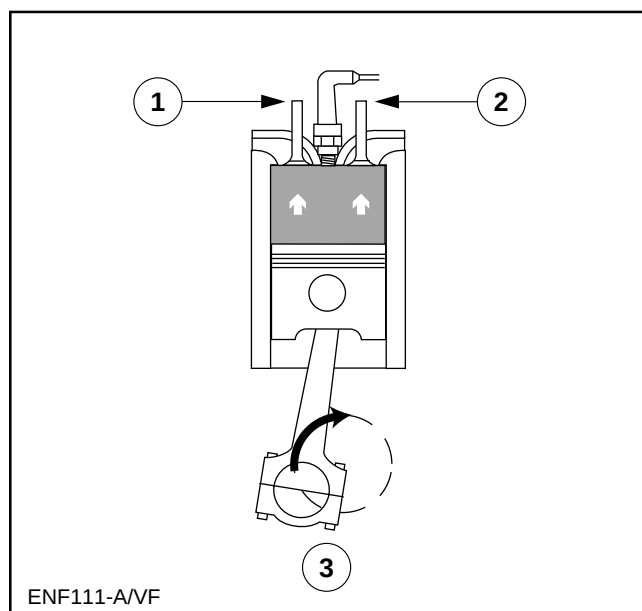
Pistón y válvulas durante el tiempo de admisión

- 1 Válvula de admisión abierta
- 2 Válvula de escape cerrada
- 3 Pistón con movimiento descendente

Tiempo de compresión

Cuando el pistón llega al punto PMI, se completa el tiempo de entrada y se inicia el tiempo de compresión. La válvula de admisión se cierra y la válvula del escape permanece cerrada. El movimiento del cigüeñal envía al pistón otra vez hacia arriba hacia el punto PMS. La mezcla de aire y combustible queda atrapada en el cilindro y se comprime entre el pistón y la cabeza de cilindros.

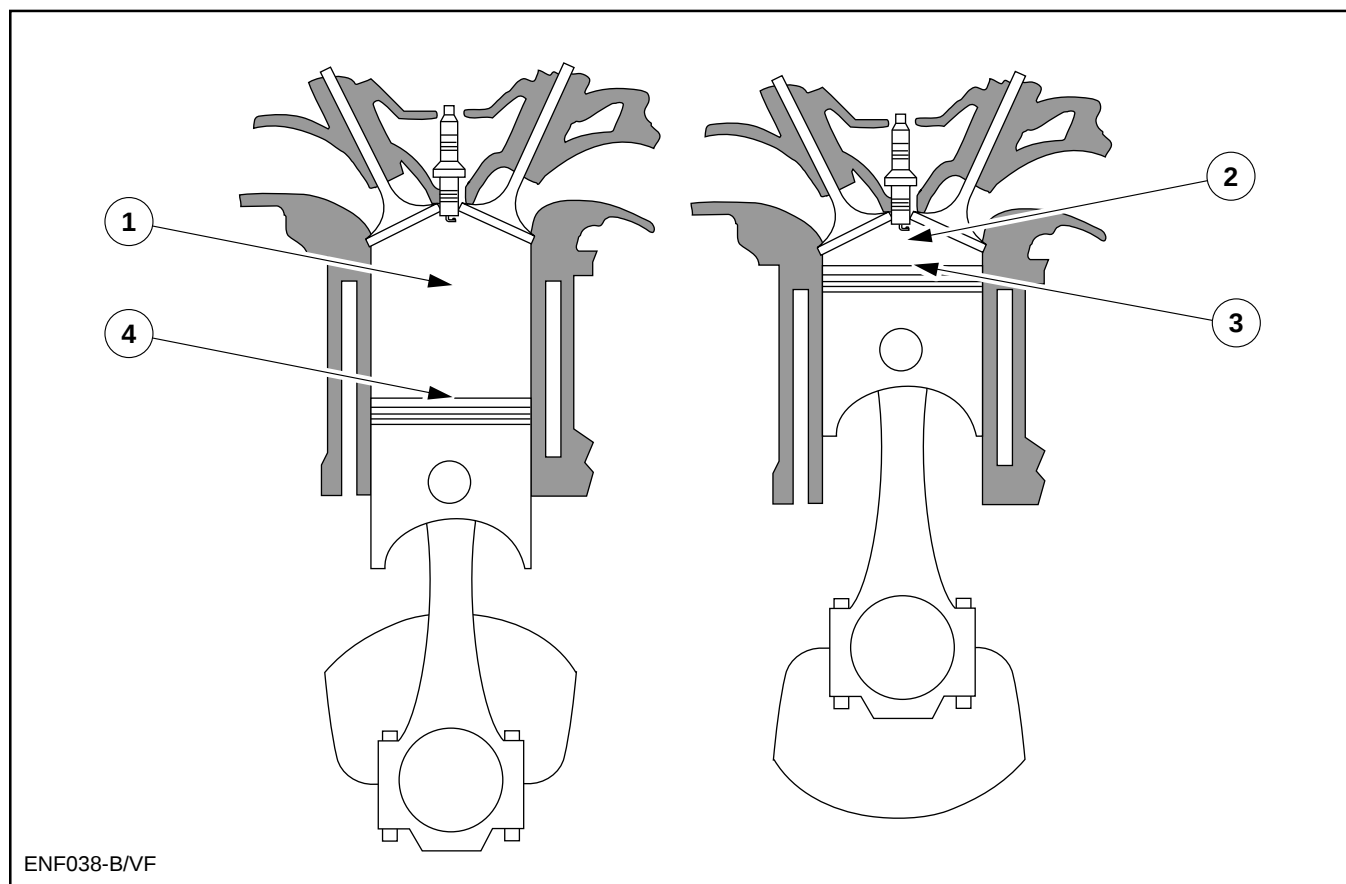
La compresión de la mezcla de aire y combustible es muy importante para desarrollar la potencia. Entre mayor sea la compresión, mayor será la potencia que la mezcla genera durante la combustión. La compresión también “precalienta” la mezcla, lo cual ayuda a la combustión.



Pistón y válvulas durante el tiempo de compresión

- 1 Válvula de admisión cerrada
- 2 Válvula de escape cerrada
- 3 Pistón con movimiento ascendente

Relación de compresión



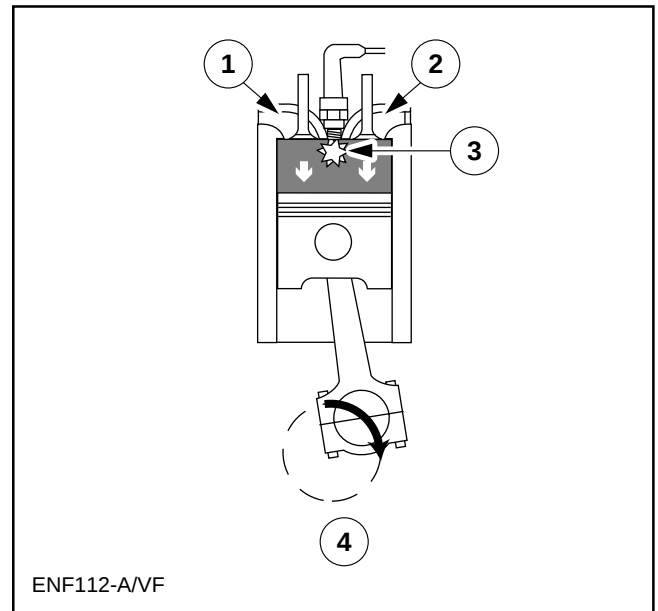
Relación de compresión

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 1 Volumen antes de la compresión | 3 El pistón en el punto PMS |
| 2 Volumen después de la compresión | 4 El pistón en el punto PMI |

La relación de compresión indica qué tanto se comprime la mezcla de aire y combustible durante el tiempo de compresión. La relación de compresión es el volumen en el punto PMS comparado con el volumen en el punto PMI durante el tiempo de compresión. Por ejemplo, una relación de compresión de 8 a 1 quiere decir que el volumen en el punto PMI es ocho veces más grande que el volumen cuando el pistón está en el punto PMS. Las relaciones más altas de compresión permiten una mayor salida posible de potencia.

Tiempo de explosión

Justamente antes de que el pistón llegue al punto PMS, una chispa producida por la bujía enciende la mezcla de aire y combustible y se inicia el tiempo de explosión. Los gases producto de la combustión se expanden rápidamente, lo cual crea una presión muy alta en la parte superior del cilindro a medida que el pistón pasa el punto PMS y se mueve hacia abajo por el cilindro hacia el punto PMI. Las válvulas de admisión y de escape permanecen firmemente cerradas, así que toda la fuerza empuja el pistón hacia abajo para hacer girar el cigüeñal.



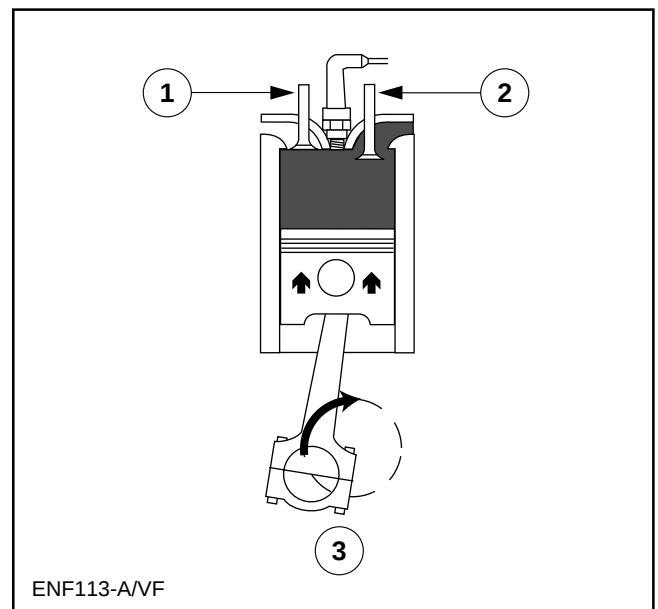
Pistón y válvulas durante el tiempo de explosión

- 1 Válvula de admisión cerrada
- 2 Válvula de escape cerrada
- 3 Combustión
- 4 Pistón con movimiento descendente

Tiempo de escape

A medida que el pistón se acerca al punto PMI en el tiempo de explosión, la válvula de escape empieza a abrirse. A medida que el pistón pasa el punto PMI, el cigüeñal gira y empuja el pistón otra vez hacia el punto PMS y la válvula de escape está completamente abierta. El pistón empuja a los gases quemados hacia afuera del cilindro por la válvula de escape, a través del puerto de escape de la cabeza de cilindros y hacia el sistema de escape.

A medida que el pistón pasa el punto PMS, el ciclo de cuatro tiempos se inicia otra vez con el tiempo de admisión. La válvula de escape se mantiene abierta momentáneamente al iniciarse el tiempo de admisión, para permitir que el impulso de los gases sea vaciado del cilindro completamente.



Pistón y válvulas durante el tiempo de escape

- 1 Válvula de admisión cerrada
- 2 Válvula de escape abierta
- 3 Pistón con movimiento ascendente

Resumen

Hemos ilustrado el ciclo de cuatro tiempos en un sólo cilindro. Recuerde, los cuatro tiempos se repiten continuamente en todos los cilindros en un patrón alternante. Los cuatro tiempos del ciclo – admisión, compresión, explosión y escape – requieren dos vueltas completas del cigüeñal. Sin embargo, el pistón recibe la presión directa de la combustión únicamente durante el tiempo de explosión, o sea aproximadamente la cuarta parte del ciclo.

Cuando usted se da cuenta que no se genera ninguna potencia durante tres de los cuatro tiempos, usted puede ver por qué el volante de inercia es tan importante. El volante de inercia almacena la energía que se genera. El volante de inercia utiliza la energía almacenada para mantener una rotación uniforme del cigüeñal.

Objetivos

Al completar esta lección, usted podrá:

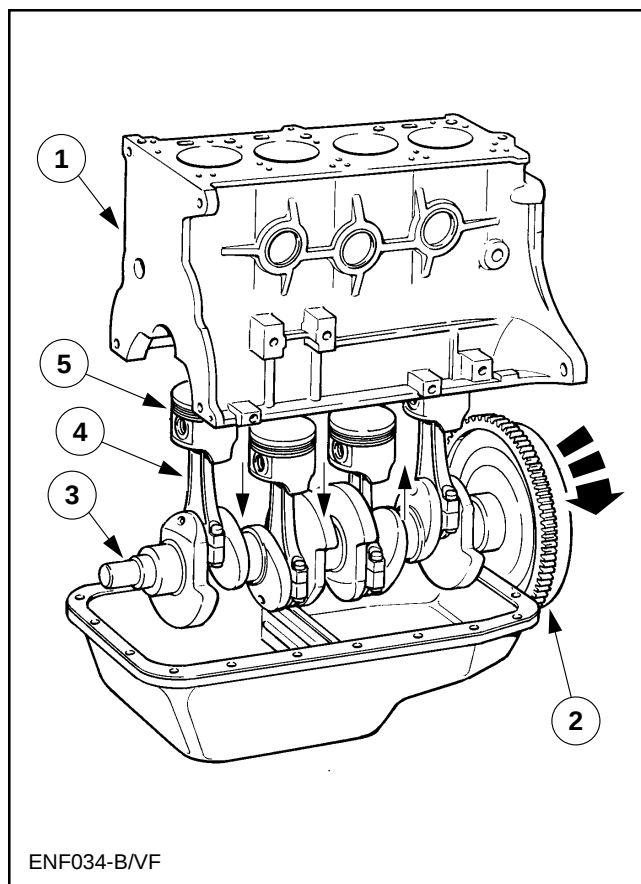
- Explicar el objetivo y la función del conjunto del monoblock.
- Explicar los diversos tipos de conjuntos del monoblock.
- Identificar los componentes principales del conjunto del monoblock.
- Explicar la teoría y el funcionamiento del conjunto del monoblock.

Conjunto del monoblock

El monoblock es el principal miembro de soporte del motor. Casi todos los demás componentes están, ya sea conectados al, o soportados por, el monoblock. Los pistones, bielas y el cigüeñal trabajan dentro del monoblock.

El monoblock puede tener ya sea el diseño “en línea” o del tipo en “V” dependiendo del arreglo de cada uno de los cilindros en el bloque.

El monoblock contiene los cilindros, los pasajes internos para el refrigerante y el aceite, y las superficies de montaje para fijar los accesorios del motor, tales como el filtro del aceite y la bomba del refrigerante. La cabeza de cilindros está montada sobre la parte superior del monoblock, y el cárter está montado sobre el fondo del bloque.



Conjunto del monoblock

- 1 Monoblock
- 2 Volante de inercia
- 3 Cigüeñal
- 4 Biela
- 5 Pistón

Componentes principales

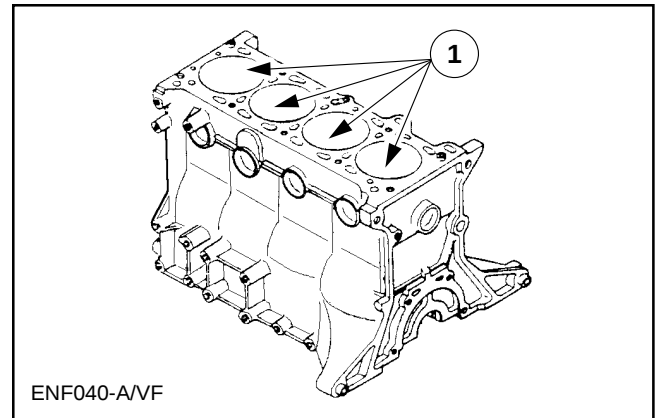
Diseño del monoblock en línea

Los motores en línea generalmente tienen 3, 4, 5 ó 6 cilindros.

Diseño del monoblock de tipo V

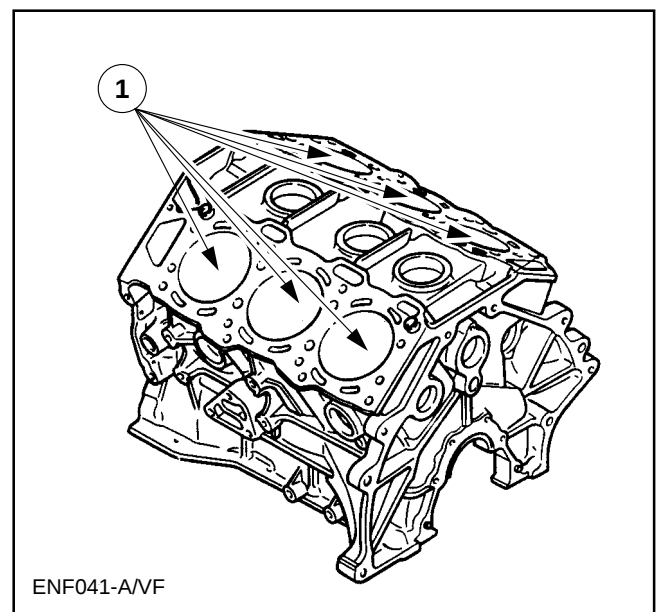
Un diseño de motor en “V” tiene dos bancos de cilindros dispuestos en un patrón en “V”. A pesar de que los cilindros están en dos bancos todos los cilindros siguen conectados a un mismo cigüeñal común.

Los motores en “V” comúnmente tienen 6, 8, 10 y ocasionalmente 12 cilindros.



Monoblock en línea de 4-cilindros

1 Cilindros



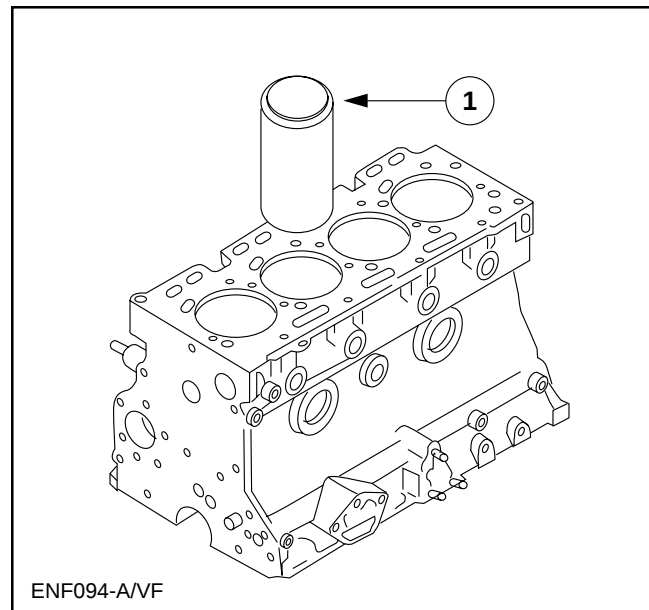
Monoblock de tipo V de 6 cilindros

1 Cilindros

Monoblock y camisa

Camisas de cilindros

Algunos diseños de motores utilizan camisas de cilindros. Una camisa de cilindro es un cilindro de acero endurecido que se inserta en el monoblock. No todos los bloques de motor requieren camisas. Las camisas son hechas de un material duro para contener la combustión dentro de los cilindros y reducir el desgaste producido por el movimiento de los anillos del pistón. Se tienen dos tipos de camisas de cilindros: las camisas húmedas y las camisas secas.

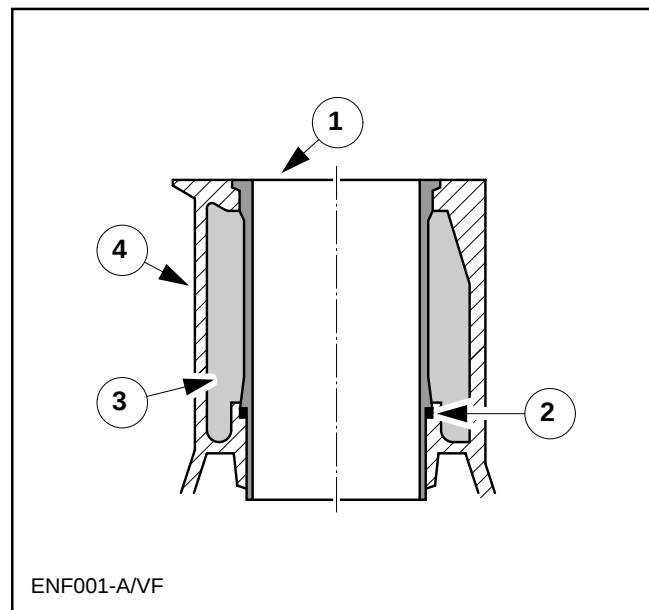


Monoblock y camisa

- 1 Camisa de cilindro

Camisas húmedas

A las camisas húmedas se les llama así ya que tienen contacto directo con el refrigerante del motor en el monoblock. Se utilizan sellos para impedir que el refrigerante logre llegar al cárter. Las camisas húmedas son fáciles de reparar ya que se pueden cambiar con relativa facilidad. Esto elimina la necesidad de fresar el cilindro así como la necesidad de instalar pistones de sobremedida. Las camisas húmedas tienen una mayor probabilidad de corrosión debido a su diseño.



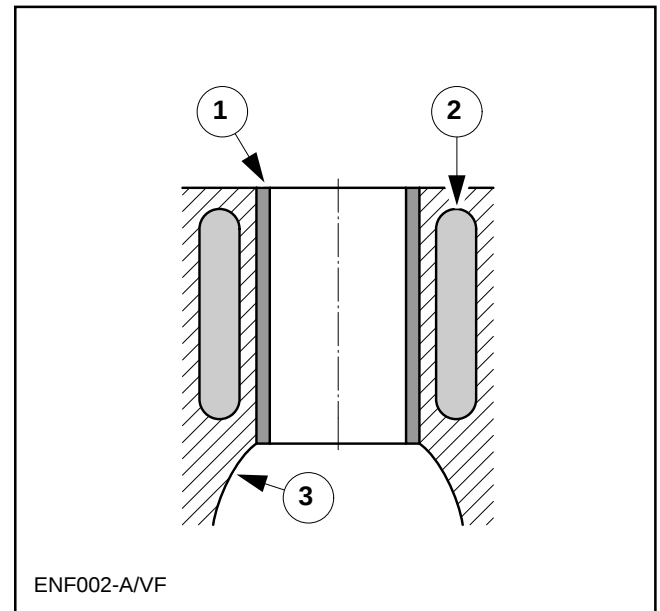
Camisas húmedas

- 1 Camisa
- 2 Sello
- 3 Refrigerante
- 4 Monoblock

Camisas secas

Las camisas secas no tienen contacto directo con el refrigerante del motor. Las camisas secas se instalan en un bloque de motor ya sea mediante presión o por contracción.

El proceso de ajuste por contracción utiliza la propiedad de los metales que les permite contraerse cuando se enfrían y de expandirse cuando se calientan. La camisa seca se enfría mientras que el monoblock se calienta, luego la camisa se inserta en el bloque. Este método facilita el reemplazo de las camisas.

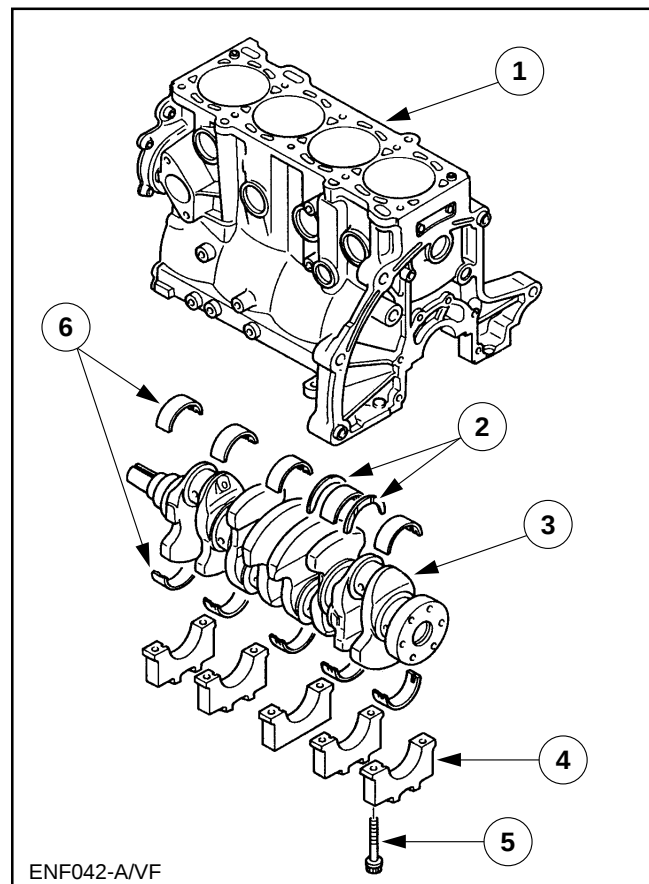
**Camisa seca**

- 1 Camisa
- 2 Refrigerante
- 3 Monoblock

Cárter de monoblock

El cárter del monoblock soporta el cigüeñal y los cojinetes principales. El fondo del monoblock forma la parte superior del cárter. El depósito del aceite que se fija al fondo del monoblock forma la parte inferior del cárter. El cárter del monoblock incluye varias superficies de soporte para el cigüeñal.

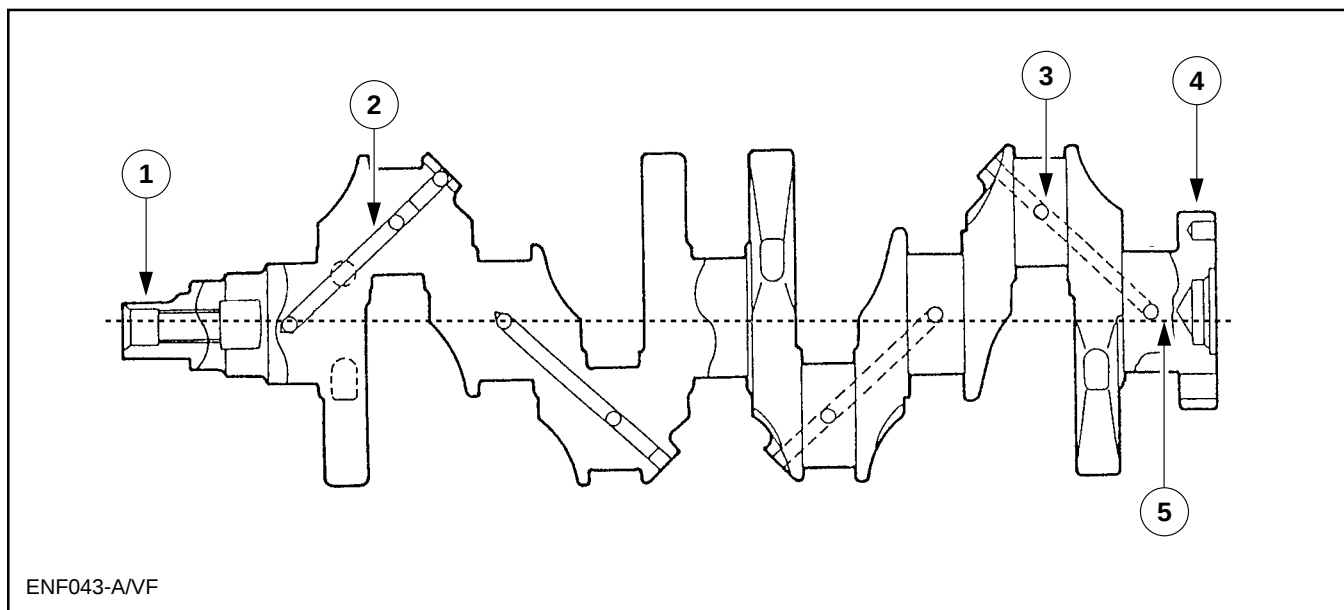
El número de soportes varía dependiendo de la longitud del cigüeñal y de la disposición de los cilindros. Por ejemplo, un motor de cuatro cilindros generalmente tiene cinco de estas superficies de soporte. El cigüeñal se monta en metales de cojinete de inserción que se instalan en las superficies de soporte y se fija con tapas de cojinetes. Los soportes tienen pasajes de aceite que lubrican el cigüeñal a medida que gira contra los metales de cojinete. Estos pasajes se alinean con los orificios de aceite en los metales de cojinete. El monoblock incluye una ranura para el sello de aceite principal trasero que impide que el aceite se fugue por la parte posterior del cigüeñal. El término “principal” se refiere a cojinetes, sellos y otros herrajes de montaje que se utilizan en el cigüeñal. Dicho término “principal” distingue a estas piezas de montaje de otras piezas de montaje que se conectan al cigüeñal, tales como los metales de las bielas.



Componentes del monoblock

- 1 Monoblock
- 2 Cojinetes de empuje
- 3 Cigüeñal
- 4 Tapas de los cojinetes principales
- 5 Tornillo de montaje de tapa de cojinete principal
- 6 Cojinetes principales

Cigüeñal



Cigüeñal (típico)

- 1 Extremo delantero
- 2 Pasaje de aceite
- 3 Muñón de biela

- 4 Extremo del volante de inercia
- 5 Muñón de cojinete principal

El cigüeñal cambia el movimiento hacia arriba y hacia abajo de los pistones en el movimiento giratorio que se requiere para impulsar las ruedas del vehículo. El cigüeñal se monta en el monoblock en soportes en forma de “U” que se funden en el conjunto del monoblock. Las tapas, llamadas tapas de cojinetes principales, se atornillan sobre los soportes para fijar el cigüeñal sobre el bloque. Entre el cigüeñal y sus superficies de montaje se tienen metales de cojinete que sostienen y detienen el cigüeñal y le permiten girar. Cuando se manufactura el monoblock, las superficies de los cojinetes principales se rectifican para estar perfectamente paralelas al cigüeñal. Por esta razón nunca se deben intercambiar las tapas de los cojinetes principales.

El cigüeñal soporta las fuerzas de los impulsos producidos por las carreras de explosión en los pistones. El cigüeñal generalmente se fabrica de hierro fundido pesado y de alta resistencia. Los cigüeñales hechos para aplicaciones de alto rendimiento o de servicio pesado generalmente se fabrican de acero forjado. Algunos cigüeñales incluyen contrapesos fundidos en posición opuesta a los muñones de las bielas del cigüeñal. Los contrapesos permiten equilibrar el cigüeñal e impedir las vibraciones durante la rotación a alta velocidad.

Muñones de los cojinetes principales de bancada

Los muñones de los cojinetes principales de un cigüeñal están altamente pulidos y se fabrican con una redondez precisa para que giren correctamente en los insertos o metales de cojinete. Los pasajes de aceite barrenados en los muñones principales reciben el flujo del aceite de los soportes en el monoblock. Los pasajes de aceite inclinados se barrenan desde los muñones principales hasta los muñones de las bielas del cigüeñal para lubricar los metales de cojinete de las bielas.

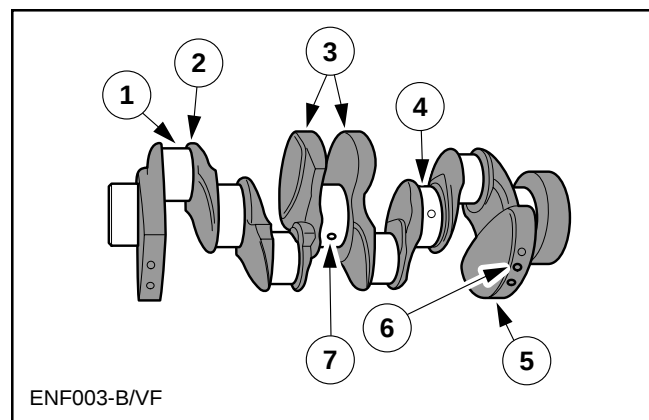
Cojinetes de empuje

Además, uno de los muñones principales (generalmente en la parte media o trasera) se rectifica con una superficie de empuje. Esta superficie gira contra un cojinete de empuje especial para limitar el movimiento del cigüeñal hacia adelante y hacia atrás (juego axial).

Muñones del cigüeñal

Los muñones en un cigüeñal son aquellas áreas que sirven como superficie de cojinete para el cigüeñal en sí, o para las bielas que se fijan al cigüeñal. Los muñones para los metales de cojinete del cigüeñal se conocen como muñones de cojinetes principales. Los muñones para las bielas se conocen como muñones de bielas.

Un diseño común para un motor de 4 cilindros en línea tiene cinco muñones de cojinetes principales y cuatro muñones para las bielas. Un pistón está conectado a cada muñón de biela mediante el uso de una biela. En los motores de diseño de cilindros en “V” se fijan dos bielas a cada muñón de biela.



Muñones del cigüeñal

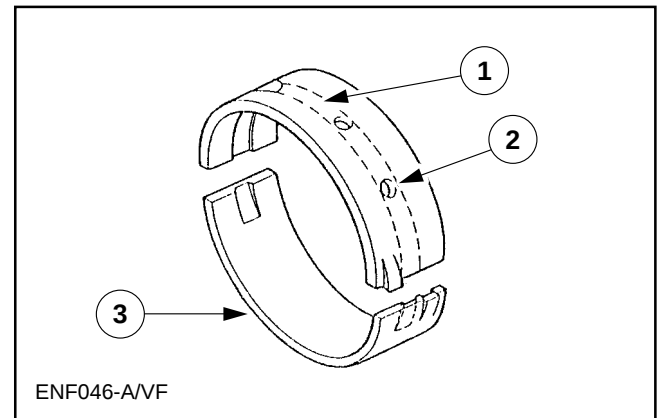
- 1 Muñón de biela
- 2 Brazo del cigüeñal
- 3 Contrapesos del cigüeñal
- 4 Muñón de cojinete principal
- 5 Contrapeso
- 6 Orificio para balanceo
- 7 Orificio del aceite

Cojinetes principales

Los metales de los cojinetes principales soportan el cigüeñal en el interior de los muñones de cojinetes principales y en las tapas de cojinetes principales. Los metales de los cojinetes principales del cigüeñal son secciones circulares partidos que se envuelven alrededor de los muñones principales del cigüeñal. La mitad superior del metal de cojinete tiene uno o más orificios de aceite que permiten que el lubricante cubra la superficie interior del metal de cojinete. El metal superior cabe dentro del soporte principal en el fondo del monoblock. La mitad inferior del metal de cojinete cabe dentro de la tapa de cojinete. Las superficies de fricción de los metales de cojinete son hechos de material más suave que el cigüeñal. Los materiales más suaves reducen la fricción y tienden a moldearse alrededor de cualquier superficie desnivelada en el muñón principal. Si ocurre el desgaste, dicho desgaste afecta al metal de cojinete, que es más barato que reemplazar el cigüeñal.

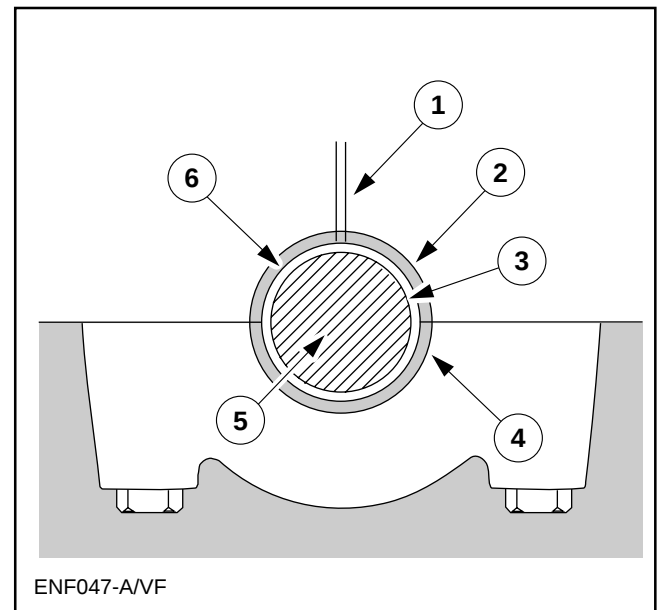
Lubricación de los cojinetes

En la mayoría de los motores no son intercambiables entre sí los metales de cojinete superior e inferior. El metal de cojinete superior generalmente tiene un orificio de aceite, que permite que el aceite fluya hacia la superficie de cojinete del muñón principal. Como el diámetro del muñón principal del cigüeñal es unas cuantas centésimas de milímetro más pequeño que el diámetro interior creado por los metales de cojinete, el aceite puede cubrir toda la superficie del cojinete.



Cojinetes principales del cigüeñal

- 1 Cojinete principal superior
- 2 Orificio del aceite
- 3 Cojinete principal inferior



Cojinetes principales del cigüeñal instalados

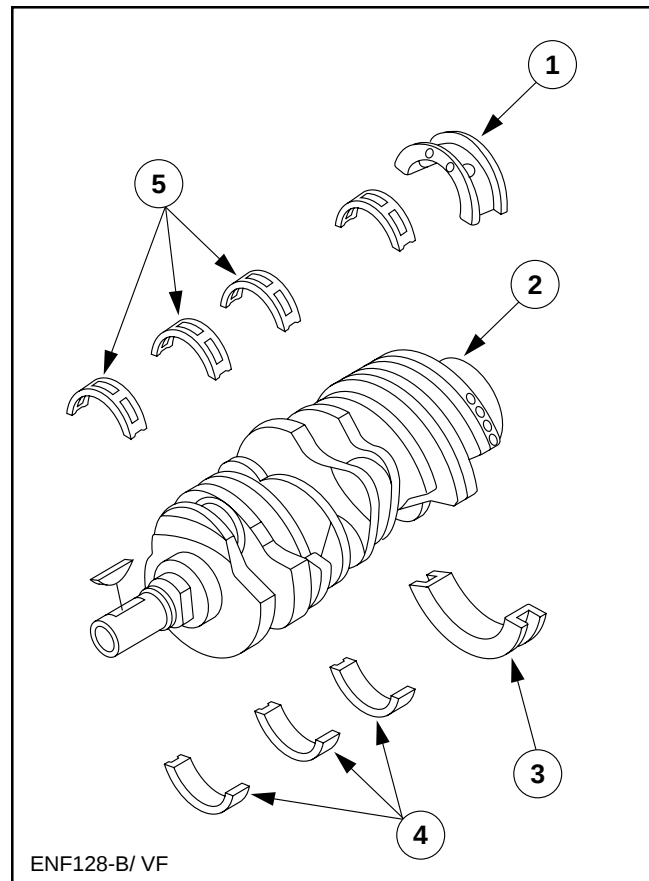
- 1 Pasaje de aceite del cojinete principal superior
- 2 Cojinete principal superior
- 3 Capa de aceite
- 4 Cojinete principal inferior
- 5 Muñón principal del cigüeñal
- 6 Holgura del cojinete

Holgura de cojinete

El espacio entre los metales de cojinete y el muñón del cojinete del cigüeñal se conoce como la holgura de cojinete. La holgura es una de las mediciones más críticas del motor. El aceite que lubrica a los cojinetes no permanece como una película continua. A medida que el cigüeñal gira, el aceite se dirige hacia las orillas exteriores de los metales de cojinete, de donde se empuja otra vez hacia el cárter. Se tiene un flujo constante de nuevo aceite a través del orificio de aceite para reemplazar el aceite que se ha empujado al cárter. El flujo constante de aceite sobre los metales de cojinete ayuda a enfriarlos y a lavar las partículas sólidas y basura de las superficies de los metales de cojinete. Si la holgura es muy pequeña, no se permite el paso de suficiente aceite para lubricar los metales de cojinete. La fricción resultante desgasta los metales de cojinete rápidamente. Si la holgura es muy grande, demasiado aceite fluye por los metales de cojinete. La presión del aceite disminuye y el muñón del cigüeñal puede empezar a golpear contra el cojinete en lugar de girar dentro del mismo. Para impedir los daños a los cojinetes y cigüeñal, las holguras de los metales de cojinete se fijan precisamente al reparar los cojinetes o el cigüeñal.

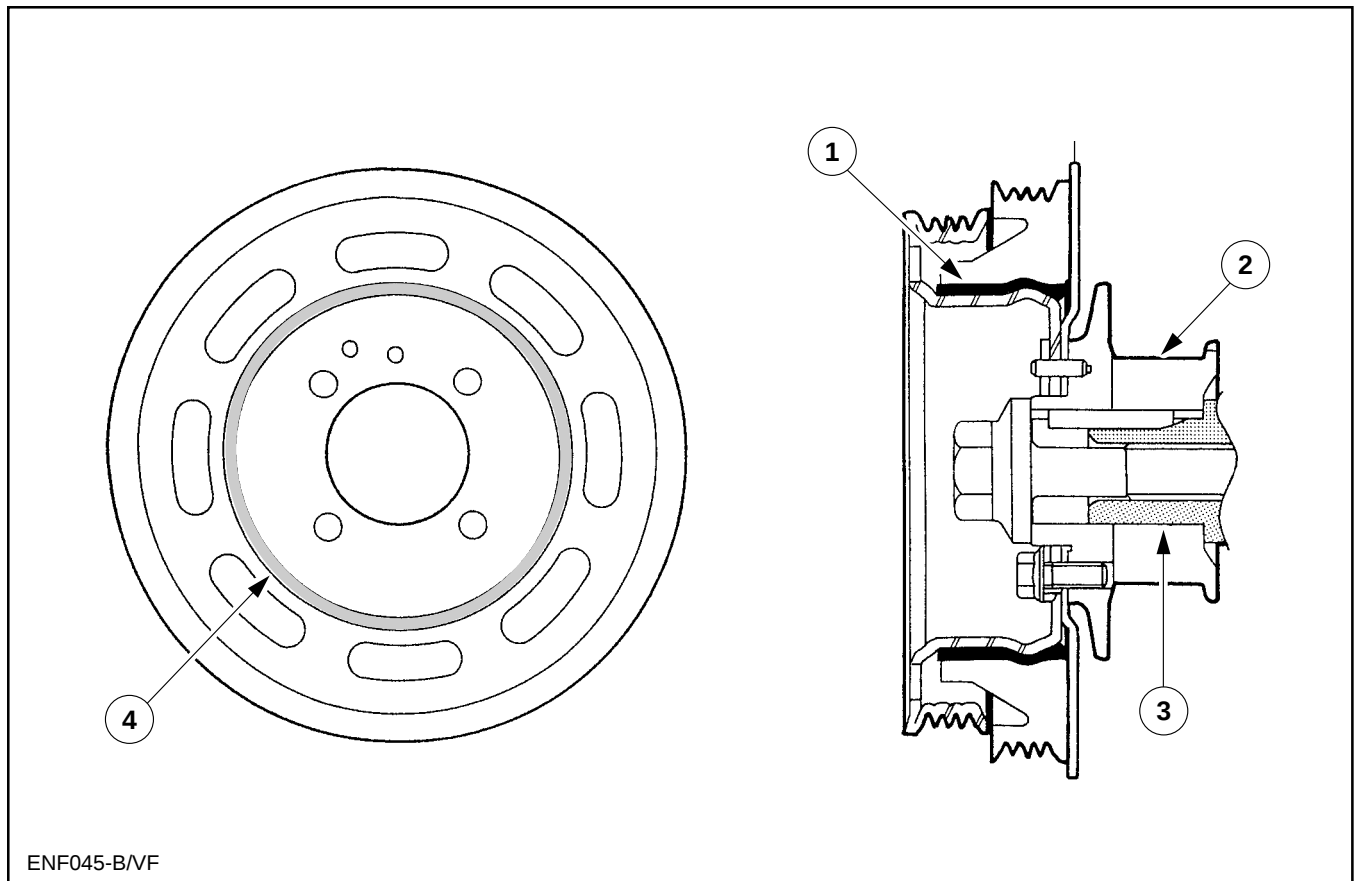
Cojinetes de empuje

Además de girar, el cigüeñal tiende a moverse hacia adelante y hacia atrás. Como este tipo de movimiento tiene un efecto negativo sobre los componentes asociados con el cigüeñal, se toman medidas para limitar el movimiento hacia adelante y hacia atrás. Uno de los muñones principales en el cigüeñal se rectifica para aceptar un cojinete de empuje. El cojinete de empuje impide que el cigüeñal se mueva hacia adelante y hacia atrás. Los metales del cojinete de empuje superior e inferior tienen ranuras de aceite que permiten que el aceite fluya alrededor del muñón.



Cojinetes principales del cigüeñal

- 1 Cojinete de empuje superior
- 2 Cigüeñal
- 3 Cojinete de empuje inferior
- 4 Cojinetes principales del cigüeñal (inferiores)
- 5 Cojinetes principales del cigüeñal (superiores)

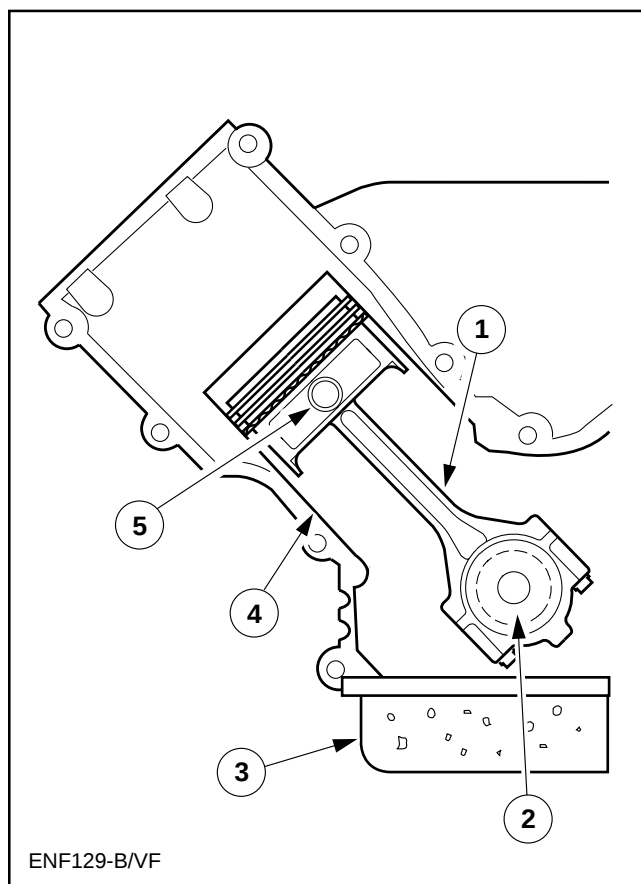
Amortiguador de vibraciones**Amortiguador de vibraciones del cigüeñal**

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 Hule | 3 Cigüeñal |
| 2 Polea de la banda de tiempo | 4 Amortiguador de vibraciones |

A pesar de que el cigüeñal es muy resistente, tiene una cierta capacidad de flexibilidad. Durante la carrera de explosión, el cigüeñal se tuerce un poco y luego retorna a su configuración original. A marcha mínima caliente, este tuerce y destuerce puede repetirse hasta cinco veces por segundo. Al acelerar con carga, el ciclo puede ocurrir de 25 a 30 veces por segundo. El tuerce y destuerce causa vibraciones. El amortiguador de vibraciones, que generalmente se monta en el frente del cigüeñal funciona para minimizar estas vibraciones del cigüeñal.

Bielas

Las bielas transfieren el movimiento del pistón al muñón de biela en el cigüeñal. Un perno de pistón de acero conecta el pistón a la biela. El perno de pistón permite que el pistón pivotee en el extremo pequeño de la biela. El extremo grande de la biela se conecta al cigüeñal con la tapa de cojinete de la biela. La tapa es muy similar en diseño y función a las tapas de los cojinetes principales. Los metales de cojinete de las bielas son similares a los metales de cojinete principales del cigüeñal.

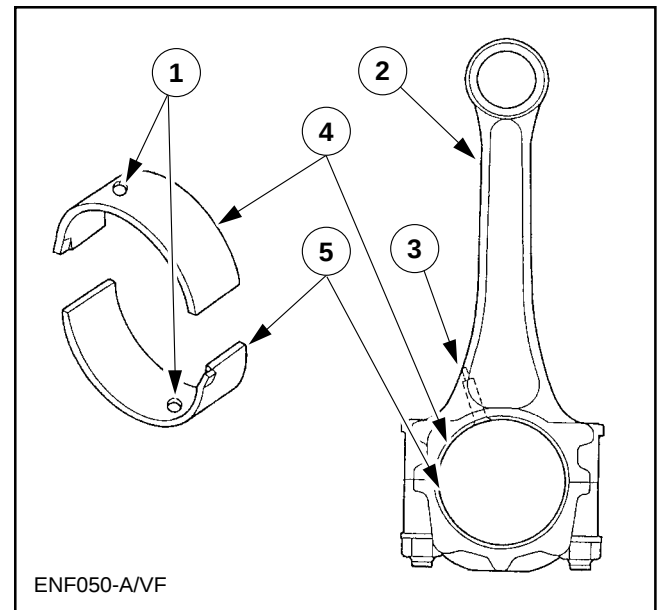


Bielas

- 1 Biela
- 2 Cigüeñal
- 3 Depósito del aceite
- 4 Monoblock
- 5 Perno del pistón

Lubricación de la pared del cilindro

Un rociador de aceite en la biela lubrica las paredes del cilindro y enfría el pistón. Algunos diseños de sistemas de lubricación utilizan la salpicadura o borboteo de aceite para lubricar y enfriar las paredes de los cilindros. Los pasajes de aceite del cigüeñal entregan aceite a los muñones de las bielas. Cuando los orificios del cojinete coinciden con el orificio de aceite en el muñón de la biela, se rocía aceite presurizado por el rociador de aceite.



Lubricación de biela

- 1 Orificios de aceite
- 2 Biela
- 3 Rociador de aceite
- 4 Cojinete superior de biela
- 5 Cojinete inferior de biela

Pistones

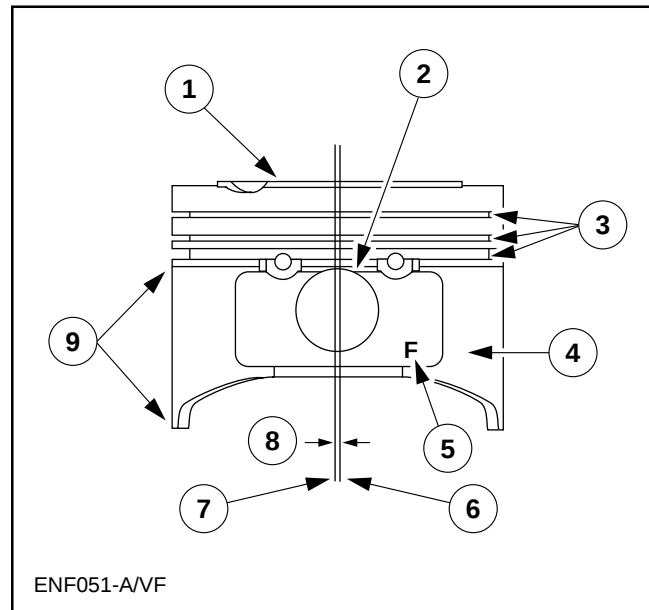
Los pistones forman la parte inferior de la cámara de combustión en el cilindro. El pistón transfiere al cigüeñal la potencia generada al quemar la mezcla de aire y combustible.

La parte superior del pistón se conoce como cabeza del pistón. La parte superior del pistón contiene varias ranuras donde se instalan los anillos de compresión y de aceite. La parte inferior del pistón, debajo de las ranuras de los anillos, se llama falda. Las superficies de empuje de la falda del pistón guían al pistón en el diámetro interior del cilindro e impiden que el pistón se mueva hacia uno u otro lado en el cilindro. La mayoría de los pistones tienen una marca en un lado o en la parte superior para identificar el lado del pistón que queda hacia el frente del motor.

El perno del pistón se inserta a través del orificio del pistón para conectar el pistón a la biela. En el diseño de algunos pistones, el orificio del perno del pistón está ligeramente descentrado del centro del pistón. El descentrado ayuda a estabilizar el pistón cuando se mueve hacia arriba y hacia abajo en el cilindro.

Holgura del pistón

Aunque el pistón cabe ajustadamente en el diámetro interior del cilindro, el pistón no sella completamente la cámara de combustión. El sellado se realiza mediante el uso de los anillos de los pistones instalados en las ranuras cerca de la parte superior del pistón. Para dejar espacio para los anillos del pistón y el aceite lubricante, se debe mantener una holgura entre la orilla exterior del pistón y la pared del cilindro. Esta holgura permite que pase el aceite lubricante al interior de la



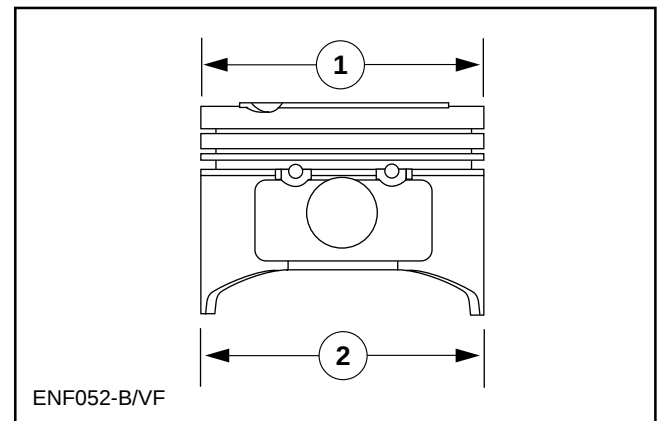
Características del pistón

- 1 Cabeza
- 2 Orificio del perno del pistón
- 3 Ranuras de los anillos del pistón
- 4 Superficie de empuje
- 5 Marca de “Hacia al frente”
- 6 Centro del pistón
- 7 Centro del orificio del perno de pistón
- 8 Descentramiento
- 9 Faldón

parte superior del cilindro. La holgura también impide que el motor se trabe en caso de que uno de los pistones se expanda demasiado debido a un sobrecalentamiento. Se utilizan dos tipos de diseño de pistón para controlar la expansión por calor: el pistón cónico y el pistón ovalado.

Pistones cónicos

Para mantener una holgura consistente desde la parte superior hasta la parte inferior del cilindro, el pistón tiene una forma algo cónica. El diámetro superior del pistón es un poco más pequeño que el diámetro inferior cuando el pistón está frío. Cuando el motor está en funcionamiento, la parte superior del pistón se calienta mucho más que la parte inferior, y la expansión en la parte superior iguala los diámetros superior e inferior.

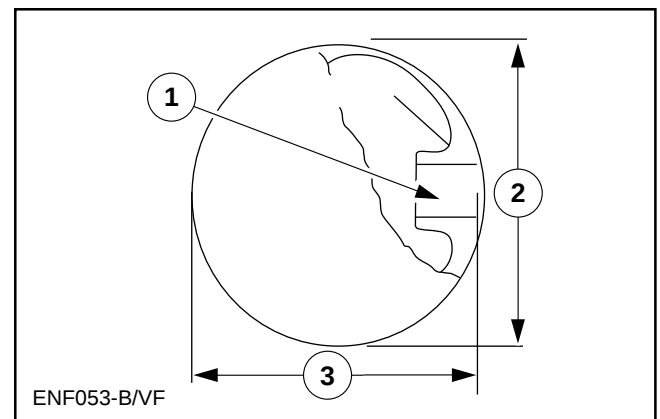


Pistón cónico

- 1 Diámetro superior (más pequeño)
- 2 Diámetro inferior (más grande)

Pistones ovalados

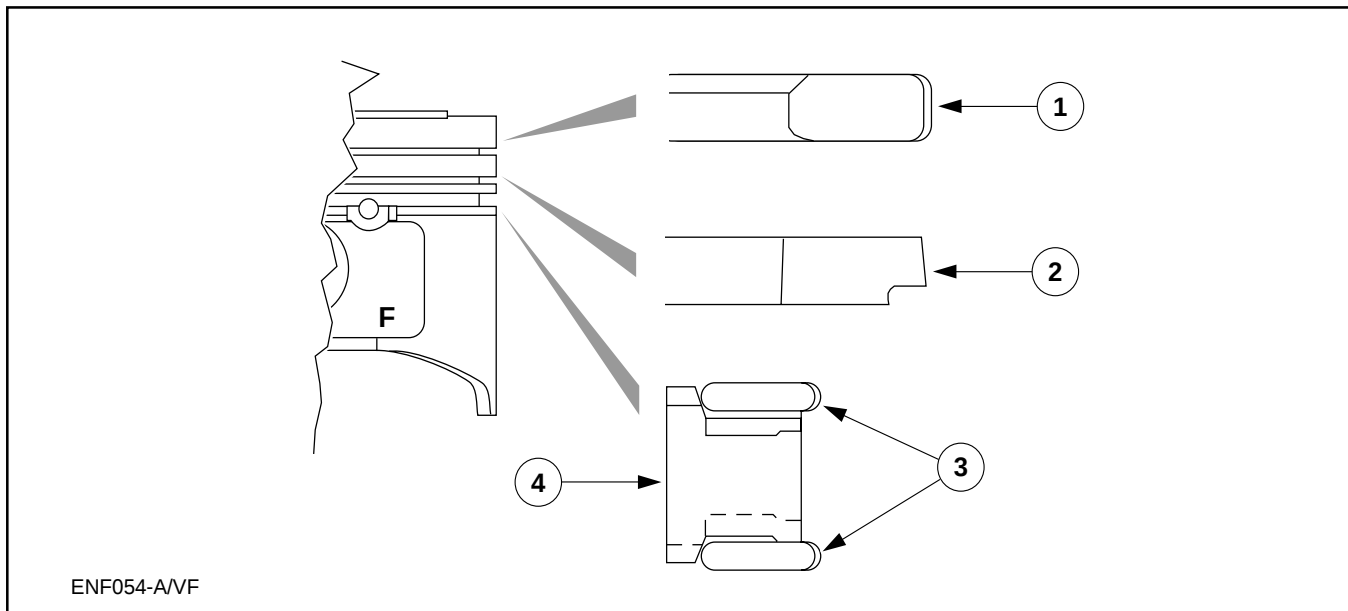
Otra técnica utilizada para hacer que el pistón se ajuste mejor en el cilindro y poder controlar la expansión del calor se llama ovalamiento de pistón. Los pistones se fabrican de tal manera que tienen una forma algo ovalada. El pistón está diseñado para expandirse en la dirección del diámetro más pequeño al calentarse, lo cual redondea el pistón sin incrementar el diámetro total de manera sustancial.



Pistón ovalado

- 1 Orificio del perno del pistón
- 2 Diámetro grande
- 3 Diámetro pequeño

Anillos de pistón



Anillos de pistón

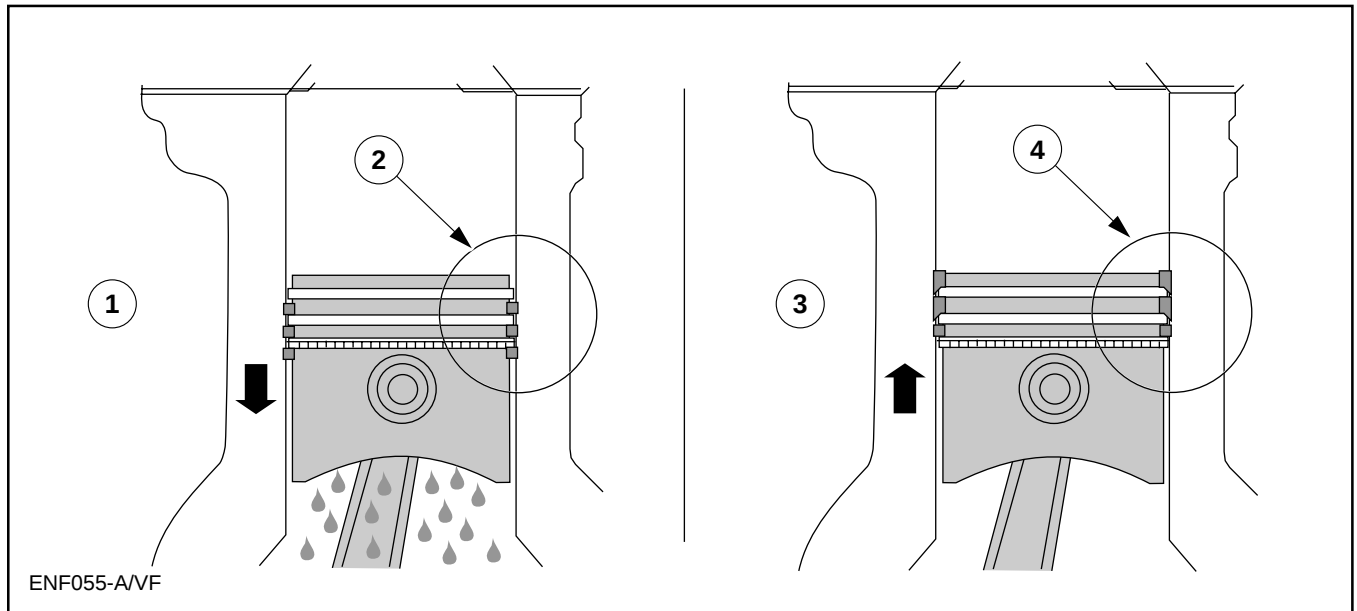
- 1 Anillo superior de compresión
- 2 Segundo anillo de compresión

Los anillos de pistones sellan la cámara de combustión donde se enciende la mezcla de aire/combustible.

Además de sellar la cámara de combustión, los anillos de pistón raspan el aceite de las paredes del cilindro y lo dirigen otra vez hacia el cárter. Los anillos de pistón también ayudan a transferir el calor del pistón a la pared del cilindro.

- 3 Anillos raspadores en el anillo de control de aceite
- 4 Expansor en el anillo de control de aceite

Los dos anillos superiores se llaman anillos de compresión. Generalmente se fabrican de acero fundido con chapa de cromo en la superficie orientada hacia la pared del cilindro. Los anillos de compresión se disponen con diversos diseños en las aristas. El anillo inferior se llama anillo de control de aceite. El anillo de control de aceite generalmente comprende varias piezas ensambladas en un orden específico en la misma ranura del pistón. Un anillo de control de aceite típico consta de dos anillos raspadores separados por un expansor.

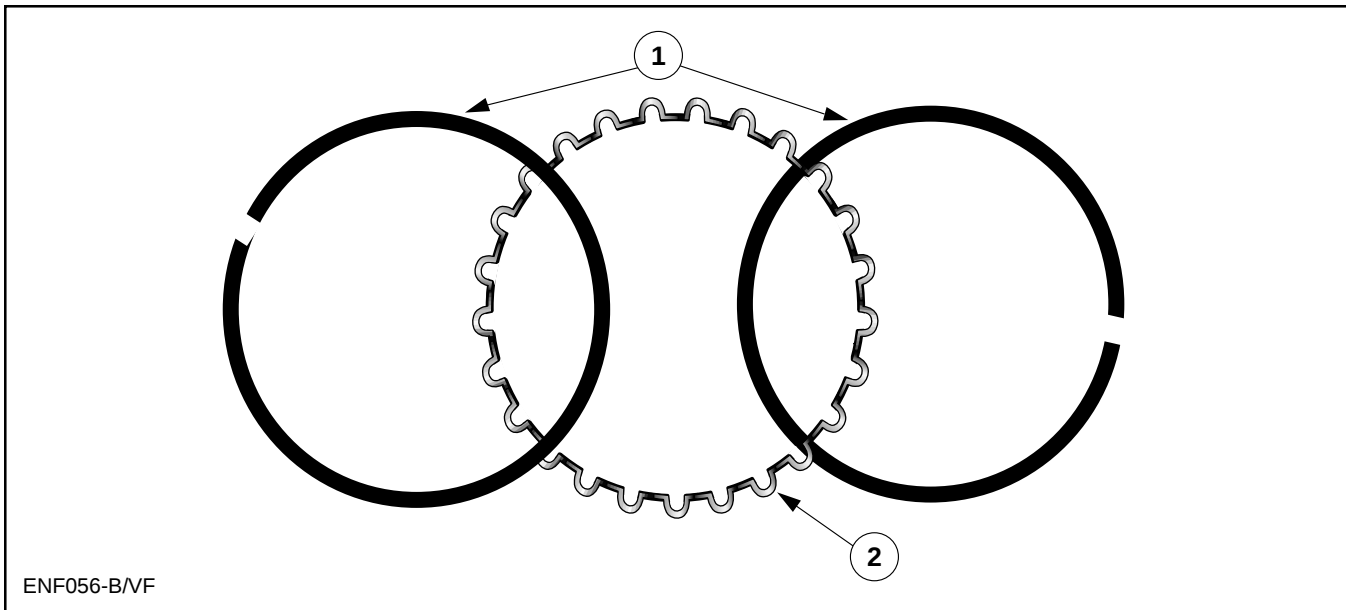
Anillos de compresión**Control del aceite en los anillos de compresión**

- | | |
|--|--|
| 1 Carrera de admisión o de explosión | 3 Carrera de compresión o de escape |
| 2 Los anillos de compresión raspan la pared del cilindro | 4 Los anillos de compresión sobrepasan la película de aceite |

Los anillos de compresión sellan la cámara de combustión, raspan y limpian la pared del cilindro y transfieren el calor del pistón a la pared del cilindro. Cuando el pistón se mueve hacia abajo durante la carrera de admisión, las aristas inferiores de los anillos de compresión raspan cualquier vestigio de aceite que no fue recuperado por el anillo de aceite. En las carreras de compresión y de escape, los anillos de compresión sobrepasan la película de aceite de tal manera que el aceite no se empuje hacia la cámara de combustión. Durante la carrera de explosión, los anillos crean un sello ajustado para la cámara de combustión. Los anillos también crean una ruta para que el calor fluya del pistón a la pared del cilindro.

Anillos de pistón (continúa)

Anillos de aceite



Conjunto de anillos de control de aceite

- 1 Anillos de control de aceite
- 2 Aro expansor

Los anillos de control de aceite controlan la lubricación de las paredes de los cilindros y dirigen el aceite otra vez hacia el cárter. Se rocía o salpica aceite constantemente sobre las paredes de los cilindros para proporcionar la lubricación entre los anillos del pistón y la pared del cilindro. La cantidad de aceite en la pared del cilindro no puede caber en el espacio entre el pistón y el cilindro cuando el pistón se mueve del punto muerto inferior (PMI), y por lo tanto es necesario llevarlo a alguna otra parte. El anillo de control de aceite proporciona una ruta para que el aceite retorne al cárter.

A medida que los anillos de compresión raspan el aceite de la pared del cilindro, el aceite fluye por detrás del anillo expansor superior hacia los orificios en la ranura del anillo de control de aceite. Estos orificios dirigen el aceite al espacio abierto en el interior de la falda del pistón. El aceite luego se drena otra vez hacia el cárter.

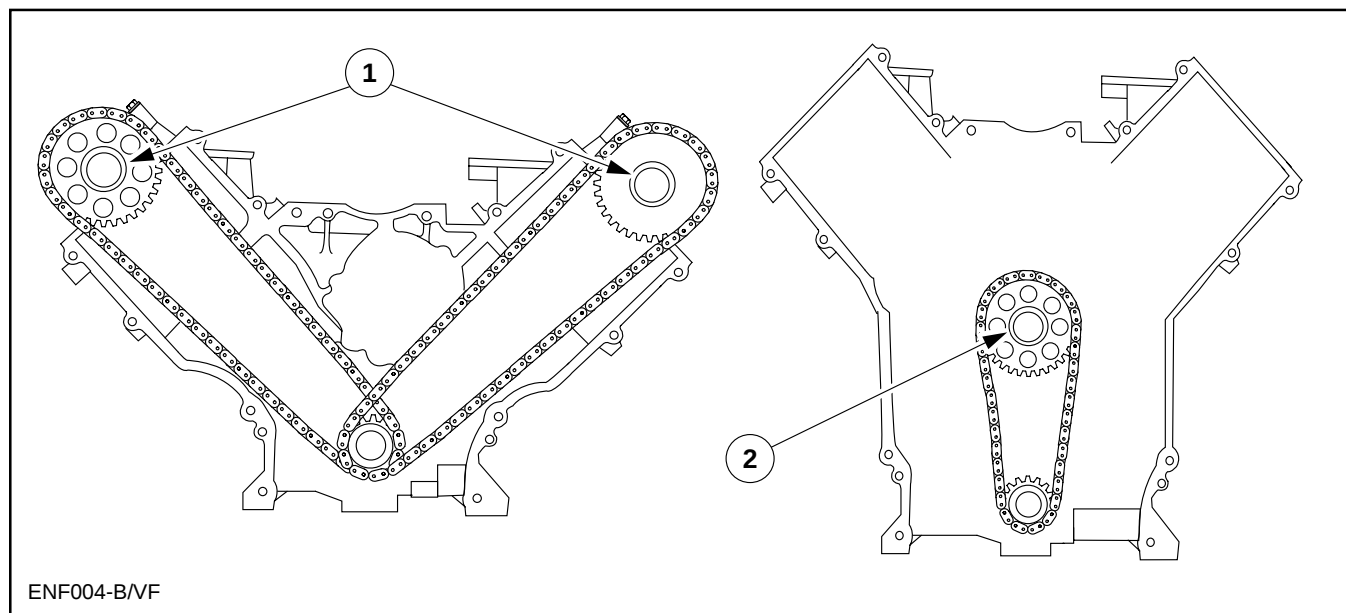
Para sellar correctamente el cilindro para la compresión y para controlar la derivación del aceite, se alternan de posición las separaciones de los extremos de los anillos.

Objetivos

Al completar esta lección, usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función del tren de válvulas.
- Describir los tipos de tren de válvulas.
- Describir la configuración del tren de Válvulas en la Cabeza (OHV).
- Describir la configuración del Árbol de Levas en la Cabeza (OHC).

Vista panorámica de los tipos de trenes de válvulas



Impulsión del árbol de levas del tipo de varilla de empuje y del tipo árbol de levas en la cabeza (OHC)

1 OHC: el (los) árbol(es) de levas está(n) localizado(s) en la(s) cabeza(s) de cilindros.

2 OHV: el árbol de levas individual está ubicado en el monoblock.

El aire y el combustible entran y salen de la cámara de combustión a través de los puertos de las válvulas.

Las válvulas se localizan en el lado del puerto de la cámara de combustión, se abren y cierran ya sea para permitir el flujo o para sellar firmemente la cámara de combustión. Las válvulas deben abrirse o cerrarse en los momentos precisos para el funcionamiento correcto del motor. El tiempo de apertura de las válvulas lo lleva a cabo el árbol de levas al accionar el tren de válvulas.

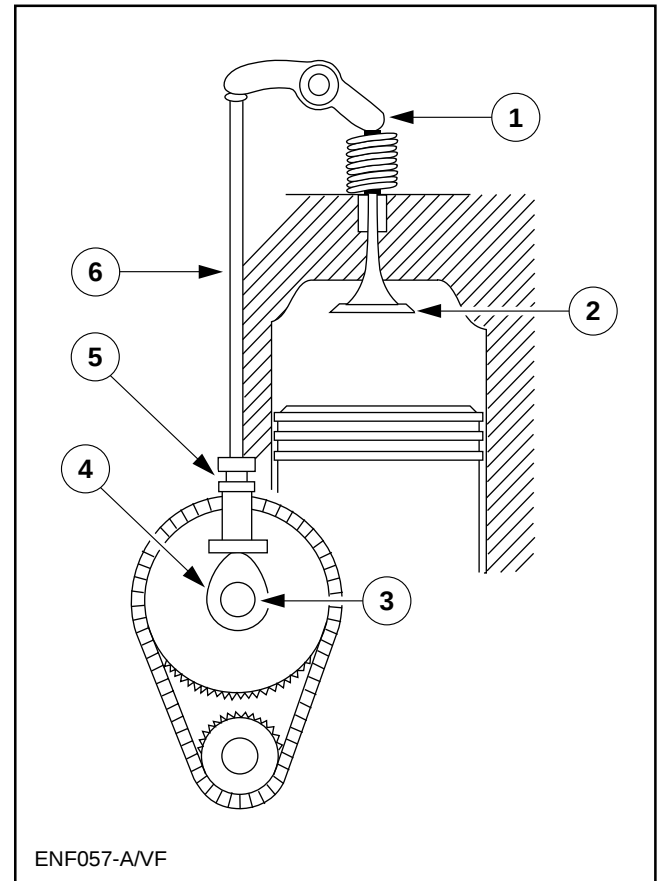
En los motores automotrices se utilizan dos principales tipos de trenes de válvulas. Los dos tipos son el de Válvulas en la Cabeza (OHV, por sus siglas en inglés), y el de Árbol de Levas en la Cabeza (OHC, por sus siglas en inglés). El tren de válvulas del tipo OHV utiliza un solo árbol de levas ubicado en la parte central del monoblock. Los lóbulos del árbol de levas controlan los eventos de apertura y cierre de las válvulas en las cabeza de cilindros mediante una serie de componentes mecánicos de conexión. El tren de válvulas tipo OHC utiliza uno o más árboles de levas fijados directamente a la cabeza de cilindros, arriba de las válvulas. Los lóbulos del árbol de levas controlan los eventos de apertura y cierre de válvulas.

Configuración de válvulas del tipo de varillas de empuje (OHV)

Los motores del tipo de varillas de empuje, que también se conocen como motores con Válvulas en la Cabeza (OHV) tienen un sólo árbol de levas ubicado en el monoblock. Las válvulas están ubicadas en la cabeza de los cilindros arriba de la cámara de combustión. Las válvulas se abren y se cierran mediante los lóbulos del árbol de levas que accionan a los levantadores, varillas de empuje y balancines.

Entre los componentes principales del tren de válvulas OHV se tienen:

- Cabeza de cilindros
- Válvulas
- Asientos de válvulas
- Guías de válvulas
- Resortes de válvulas
- Árbol de levas
- Varillas de empuje
- Levantadores
- Balancines
- Impulsores de árbol de levas
- Impulsión de válvulas en la cabeza



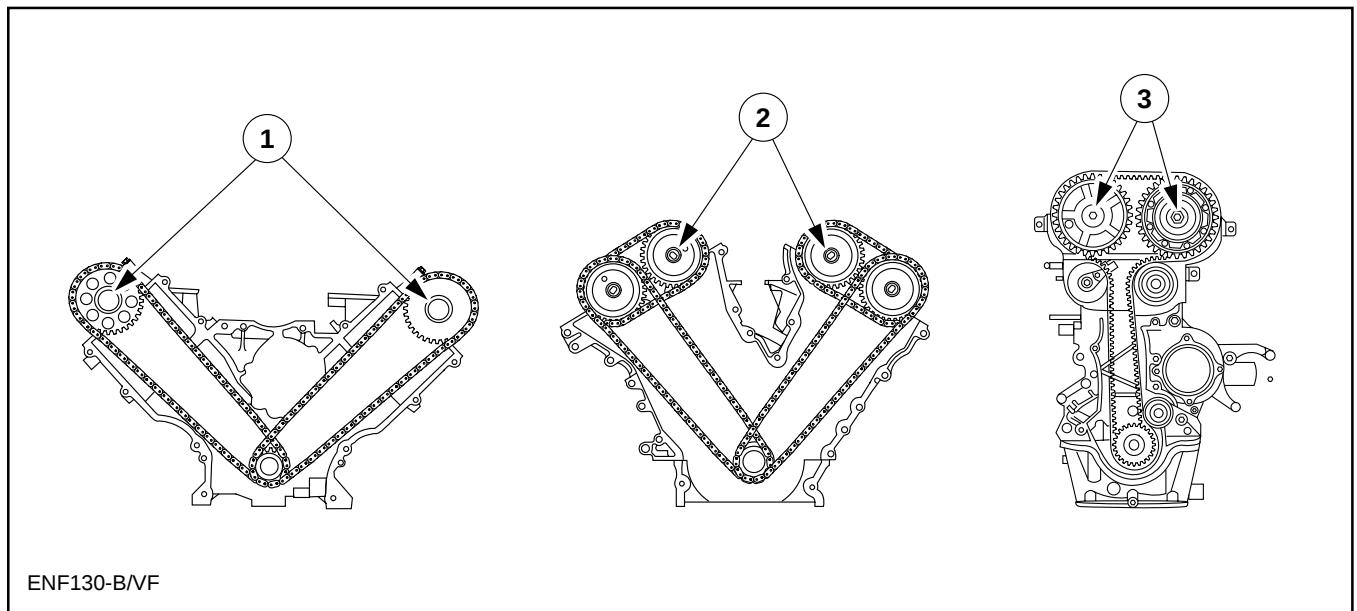
Tren de válvulas de tipo de varillas de empuje

- 1 Balancín
- 2 Válvula
- 3 Árbol de levas
- 4 Lóbulo de leva
- 5 Levantador
- 6 Varilla de empuje

Vista panorámica de los tipos de tren de válvulas (continúa)

Los motores tienen pasajes que permiten que la mezcla de aire y combustible pase al interior de los cilindros y que los gases de escape salgan después que la mezcla se ha quemado. Estos pasajes, llamados puertos de las válvulas, se sellan firmemente durante el ciclo de cuatro tiempos. Las válvulas deben abrir y cerrar los puertos a tiempos precisos.

A medida que el árbol de levas gira, el lóbulo del árbol de levas se mueve contra el levantador. El levantador empuja a la varilla de empuje, la cual empuja un extremo del balancín. El otro extremo del balancín empuja hacia abajo sobre el vástago de la válvula y causa que la válvula sobrepase la presión del resorte y se mueva a la posición de abertura. A medida que el lóbulo del árbol de levas gira y pasa el punto donde se encuentra el levantador, el resorte de la válvula empuja contra la válvula, la varilla de empuje, el balancín y el levantador. Cuando el lóbulo ha girado lo suficiente, la válvula se cierra firmemente contra el asiento de la válvula.

Configuración del árbol de levas en la cabeza (OHC)**Impulsión del árboles de levas**

- 1 OHC individual (SOHC) impulsado por cadena
- 2 Doble OHC (DOHC) impulsados por cadena
- 3 Doble OHC (DOHC) impulsados por banda

Los motores OHC tienen el (los) árbol(es) de levas ubicados en la cabeza de cilindros.

Entre los beneficios de un árbol de levas en la cabeza se tienen:

- Menos componentes en el tren de válvulas
- Un accionamiento más directo y preciso de las válvulas
- La reducción de pérdidas por fricción.

Árbol de levas individual en la cabeza (SOHC)

Los motores con un sólo árbol de levas en la cabeza (SOHC, por sus siglas en inglés) normalmente accionan dos válvulas por cilindro. Los motores SOHC utilizan seguidores del tipo de rodillo que se asientan debajo del árbol de levas o utilizan balancines que se localizan arriba del árbol de levas.

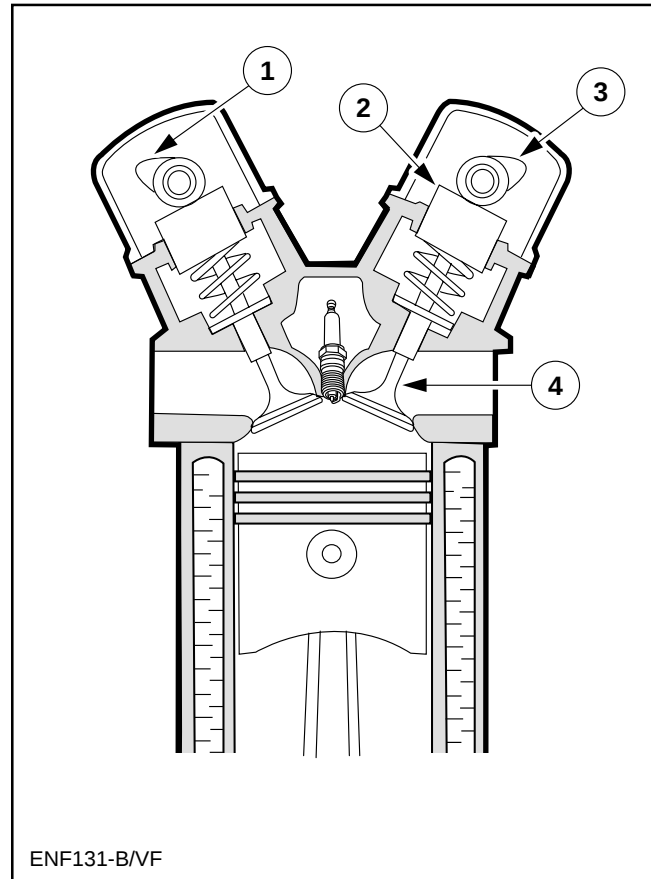
Doble árbol de levas en la cabeza (DOHC)

El diseño de motor con doble árbol de levas en la cabeza (DOHC, por sus siglas en inglés) divide el trabajo de abrir las válvulas entre dos árboles de levas. Los motores DOHC normalmente accionan cuatro válvulas por cilindro. El hecho de tener más válvulas por cilindro permite una admisión de la mezcla de aire y de combustible más eficiente durante el tiempo de admisión y la remoción de los gases del escape durante el tiempo de escape.

Los motores DOHC utilizan ya sea seguidores de rodillo o levantadores mecánicos de acción directa para accionar las válvulas.

Impulsores del árbol de levas

La tarea del sistema de sincronización del motor es de coordinar la inducción de la mezcla de aire y combustible y la expulsión de los gases del escape con el movimiento hacia arriba y hacia abajo del pistón. Esto se lleva a cabo mediante la sincronización de la rotación del cigüeñal con el (los) árbol(es) de levas. Como el cigüeñal gira dos revoluciones durante cada ciclo de combustión y el árbol de levas gira una revolución, la relación del engrane debe ser siempre de 2:1. Los tiempos de apertura y de cierre de las válvulas se indican en grados de rotación del cigüeñal. Se tienen diversos métodos para impulsar el árbol de levas. El engranaje de las válvulas puede ser impulsado por:



Doble árbol de levas en la cabeza

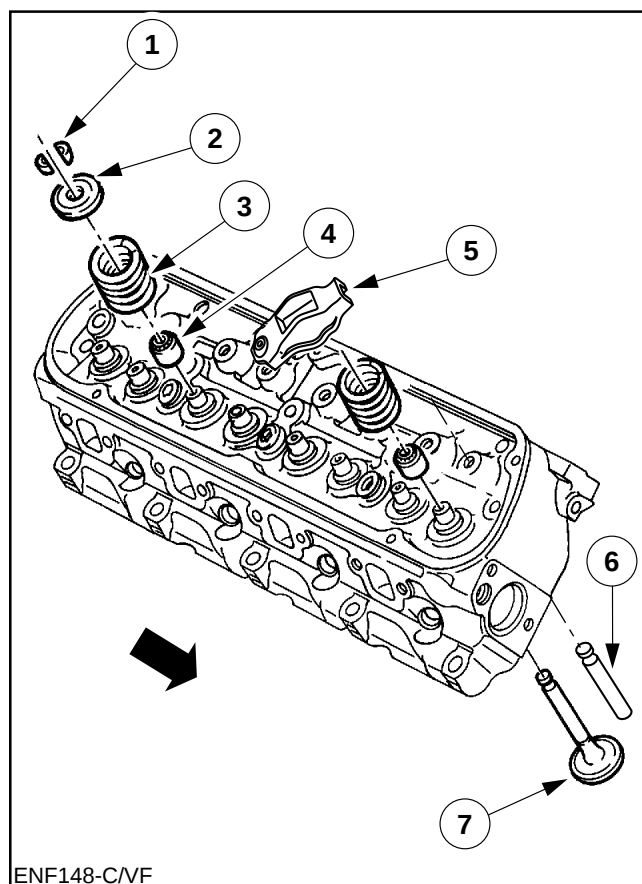
- 1 Árbol de levas
 - 2 Levantador
 - 3 Lóbulo de leva
 - 4 Válvula
- Engranajes de tiempo
 - Cadena de tiempo
 - Banda de tiempo

Cabeza de cilindros de tipo de varilla de empuje (OHV)

La cabeza de cilindros está atornillada sobre la parte superior del bloque de cilindros para formar el techo de la cámara de combustión. La cabeza de cilindros:

- sella la parte superior de los cilindros.
- contiene las bujías.
- proporciona los asientos, guías y puertos para las válvulas de admisión y de escape.
- contiene el tren de válvulas.
- proporciona superficies de montaje para los múltiples de admisión y de escape.

Al igual que el monoblock, la cabeza de cilindros se fabrica de hierro fundido o de una aleación de aluminio. Los múltiples de admisión y de escape se montan en la cabeza de cilindros contra los puertos de las válvulas. La mayoría de los motores V6 y V8 tienen dos cabezas de cilindros, una para cada banco de cilindros. La parte superior de la cabeza de cilindros se fabrica de manera tal que se puedan montar ahí los balancines u otras partes del tren de válvulas.

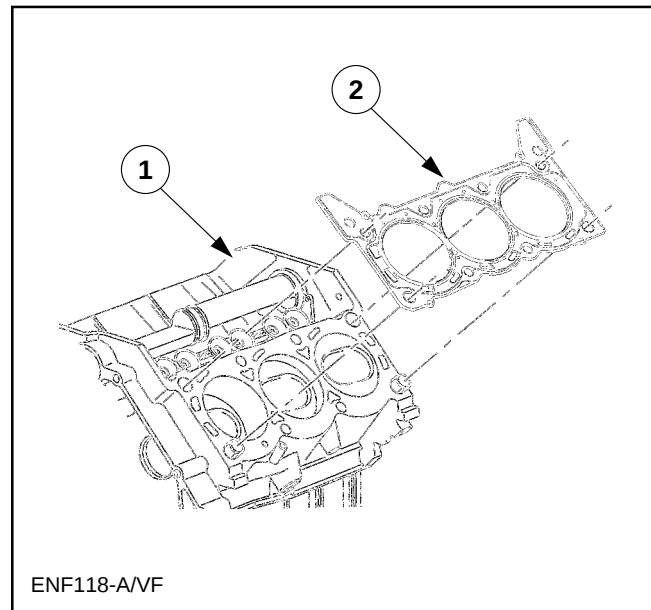


Cabeza de cilindros multiválvulas OHV

- 1 Candados del resorte de válvula
- 2 Seguro del resorte de válvula
- 3 Resorte de válvula
- 4 Sello de válvula
- 5 Balancin
- 6 Varilla de empuje
- 7 Válvula

Junta de la cabeza de cilindros

La junta de la cabeza de cilindros forma la unión entre la cabeza de cilindros y el monoblock para evitar fugas de gases y agua. Además, la junta de la cabeza de cilindros controla todas las irregularidades menores entre las superficies coincidentes. Es por esta razón que la junta de la cabeza de cilindros debe ser fabricado de un material algo flexible.

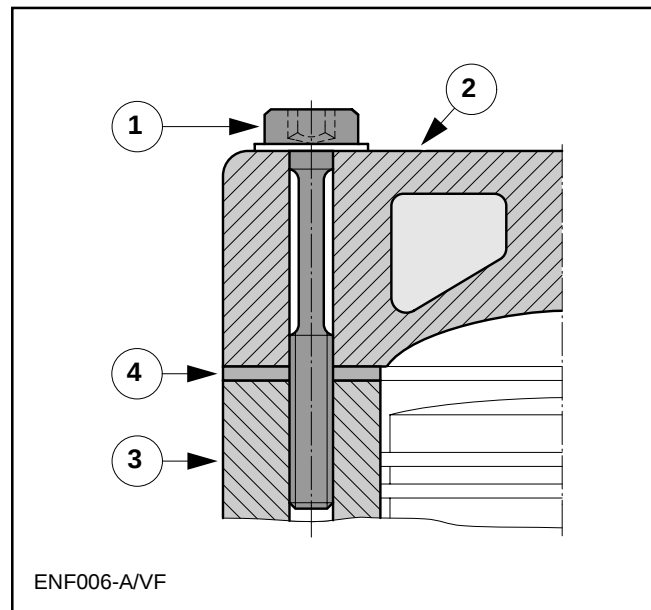


Junta de la cabeza de cilindros

- 1 Bloque de cilindros
- 2 Junta de la cabeza de cilindros

Tornillos de la cabeza

Los tornillos de las cabeza de cilindros mantienen la cabeza unida firmemente contra el monoblock. Se tienen dos tipos de tornillos de cabeza de cilindros: tornillos convencionales y tornillos de torque a la cedencia. Los tornillos de torque a la cedencia se aprietan mediante el uso de una llave torsiométrica en pasos con torques progresivamente más altos. Sin embargo, el paso final es el apriete de los tornillos a un ángulo predeterminado mediante el uso de un indicador de ángulo. Este paso final distorsiona (cedencia del material) ligeramente el tornillo lo cual da por resultado una mayor resistencia al desapriete. Debido al hecho que los tornillos de la cabeza de cilindros se distorsionan durante la secuencia final de apriete, los tornillos de torque a la cedencia deben ser reemplazados en cada servicio que se le da a la cabeza de cilindros y NO deben ser reutilizados.



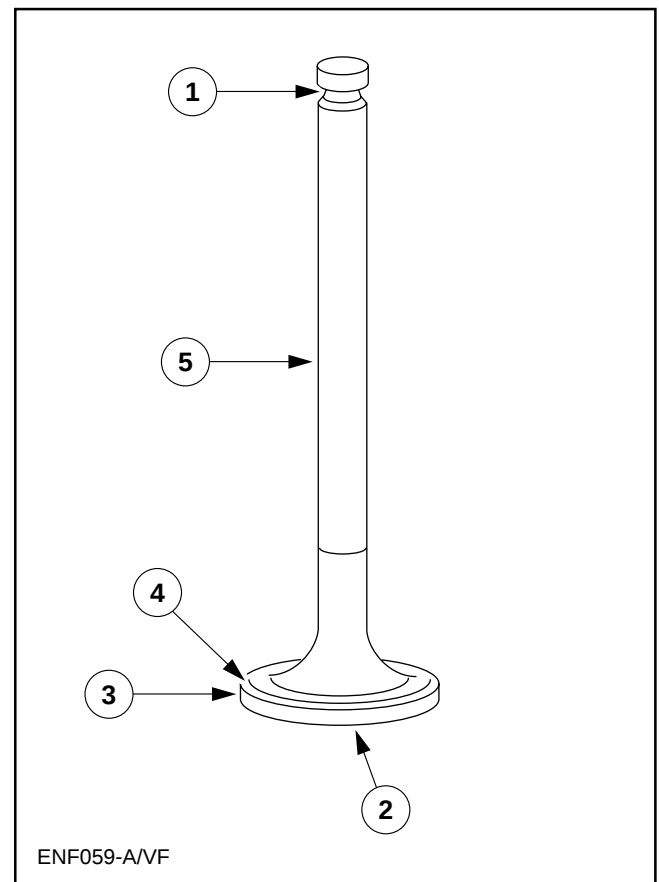
Tornillos de la cabeza de cilindros

- 1 Tornillo de torque a la cedencia
- 2 Cabeza de cilindros
- 3 Monoblock
- 4 Junta de la cabeza de cilindros

Válvulas

Una válvula tiene una cabeza redonda y una cara ahusada o cónica que se sella contra un asiento en la cabeza de cilindros. Debido a su construcción de vástago y cabeza, la válvula también se conoce como válvula de hongo.

La cabeza de la válvula es el extremo más grande que sella el puerto de la válvula. La superficie de la cabeza de cilindros que sella el puerto se llama asiento de la válvula. La cabeza de la válvula tiene una superficie rectificada llamada cara de la válvula. La cara de la válvula es el punto de contacto entre la válvula y el asiento de la válvula. Tanto la cara de la válvula como el asiento de la válvula se deben recificar para que formen un sello firme y seguro al cerrarse. Se requiere el contacto total entre la válvula y el asiento de la válvula para transferir el calor de la cara de la válvula hacia la cabeza de cilindros. El margen de la válvula es el espesor de la cabeza de la válvula.

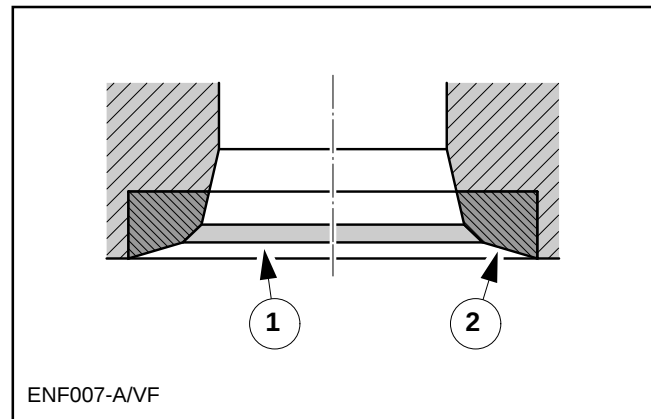


Partes de válvula

- 1 Ranura del candado
- 2 Cabeza
- 3 Margen
- 4 Cara
- 5 Vástago

Asiento de la válvula

El asiento de la válvula es el área con la que hace contacto la cara de la válvula al estar en la posición cerrada. Tanto las válvulas de admisión como las válvulas de escape tienen asientos. El área de asiento de la válvula debe ser lo suficientemente duro como para resistir el golpeteo constante a medida que la válvula se abre y se cierra rápidamente. El asiento también debe ser capaz de conducir el calor eficientemente para que la válvula no se sobrecaliente y se distorsione. Como los gases del escape son corrosivos, los asientos de las válvulas de escape deben ser resistentes a la corrosión. Se presiona un inserto de asiento de válvula en la cabeza del cilindros. Este inserto se fabrica de un material diferente al material de la cabeza de cilindros y tiene las propiedades necesarias de calor, de dureza y de anticorrosión.



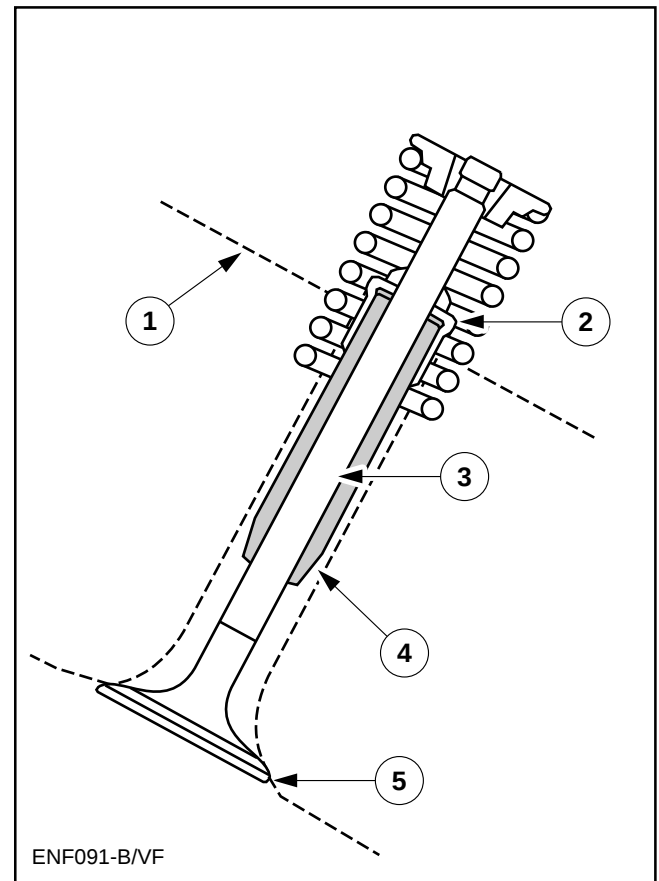
Partes del asiento de la válvula

- 1 Asiento de la válvula
- 2 Inserto del asiento de la válvula

Vástago de la válvula

El vástago de la válvula es la parte larga y angosta arriba de la cabeza. El vástago tiene una ranura en el extremo que se utiliza para fijar la válvula en la cabeza de cilindros mediante seguros. El resorte de la válvula se instala en el extremo de vástago de la válvula. El resorte se comprime al instalarse en el vástago de la válvula con la parte inferior firmemente presionada contra el área de asiento del resorte de la cabeza de cilindros y la parte superior es ayudado a sujetarse al vástago mediante un retén y unos seguros.

El retén y los seguros se mantienen en posición debido a la presión del resorte sobre estas piezas y se aseguran por medio de la ranura del vástago de la válvula, lo cual proporciona un tensión constante sobre la válvula para permanecer en la posición cerrada. El vástago de la válvula se inserta a través de la guía de la válvula que también mantiene a la válvula alineada en la cabeza de cilindros.



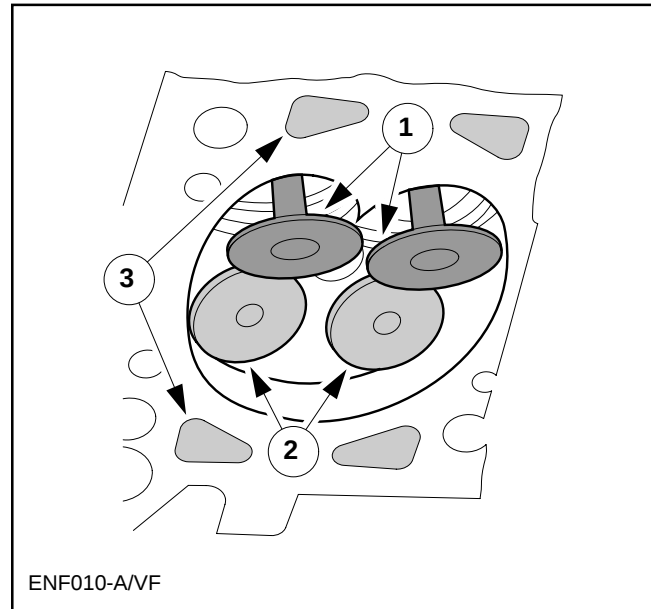
Componentes de la válvula

- 1 Cabeza de cilindros
- 2 Sello de aceite de la válvula
- 3 Vástago de la válvula
- 4 Guía de la válvula
- 5 Asiento de la válvula

Guías de las válvulas

Las guías de las válvulas mantienen a las válvulas alineadas de manera precisa en la cabeza de cilindros. Las guías permiten que el vástago de las válvulas pasen hasta el interior de la cámara de combustión a través del área superior de la cabeza de cilindros donde se montan los resortes de las válvulas. Algunas guías de válvulas están integradas con la fundición de la cabeza de cilindros. Otras guías de válvulas son insertos de aleaciones blandas que se fabrican separadamente y se insertan en la cabeza de cilindros. La guía de la válvula tiene un ajuste cerrado alrededor del vástago de la válvula, con suficiente holgura para el lubricante y el movimiento libre hacia arriba y hacia abajo del vástago.

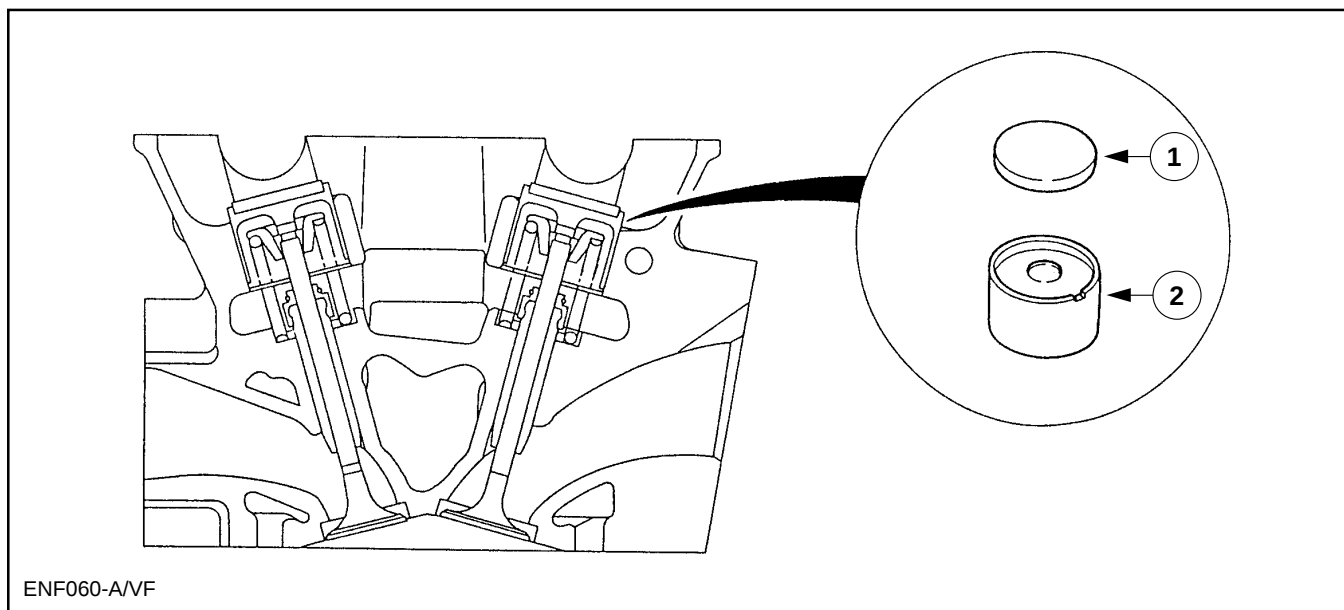
Los diseños con tres o cuatro válvulas por cilindro se utilizan porque las válvulas múltiples son más precisas y eficientes. Un diseño de tres válvulas generalmente utiliza dos válvulas de admisión y una válvula para el escape. Un diseño de cuatro válvulas utiliza dos válvulas para la admisión y dos válvulas para el escape.



Arreglo de válvulas de diseño multiválvulas

- 1 Válvulas de admisión
- 2 Válvulas de escape
- 3 Pasajes de enfriamiento

Holgura de válvula



Componentes para el ajuste de holgura de las válvulas

- 1 Calzas de ajuste
- 2 Levantador

Cuando una válvula se mueve a su posición cerrada debe quedar firmemente asentada contra el asiento de la válvula. Para llevar a cabo esto no debe haber ninguna presión en el lado del vástago de la válvula. En algunos motores, se crea un pequeño espacio entre la punta del vástago de la válvula y el dispositivo actuador (balancín, seguidor, puntería, levantador). A este espacio se le llama holgura de válvula. La holgura de válvula debe ser ajustada con precisión para evitar ruido excesivo y obtener el funcionamiento correcto. Si la holgura de válvula es muy grande, el motor hace mucho ruido. Si no se tiene holgura de válvula, la válvula puede no asentarse firmemente. Los gases de la combustión se pueden escapar por el asiento de la válvula y eventualmente hacer un orificio por donde se tiene la fuga de los gases. Algunos motores están diseñados para mantener la holgura de válvulas mediante ajustes mecánicos tales como las calzas.

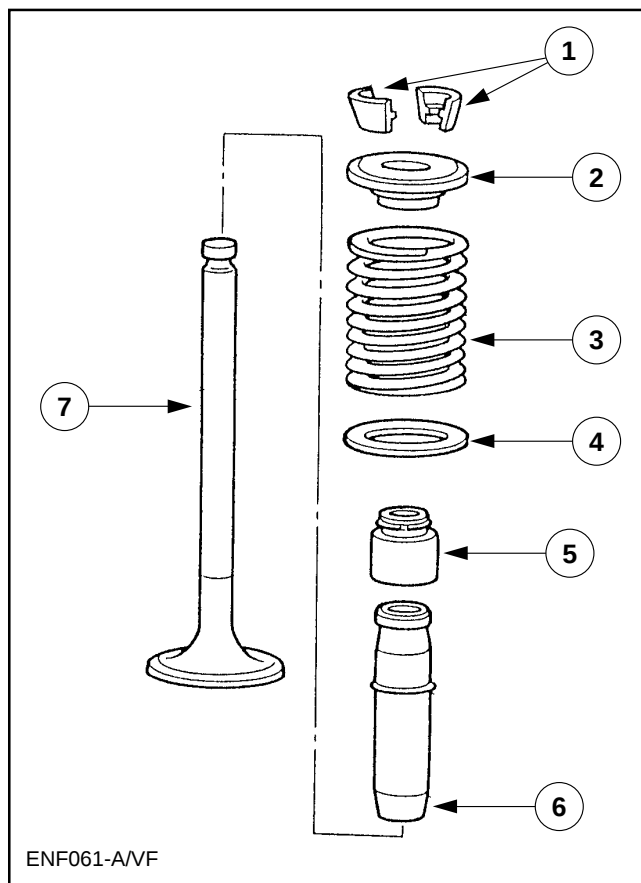
Los diseños de holgura mecánicos pueden requerir

ajustes periódicos. Algunos motores mantienen la holgura de las válvulas automáticamente mediante el uso de dispositivos hidráulicos de válvulas.

Un dispositivo hidráulico (levantador, puntería hidráulica) se expande bajo presión hidráulica para mantener contacto con la punta de la válvula en todo momento. Durante los eventos de cierre de válvulas, se corta la presión del aceite, lo cual permite que la válvula se cierre firmemente sobre el asiento.

Resortes de las válvulas

Los resortes de las válvulas son los dispositivos que mantienen a las válvulas firmemente cerradas sobre los asientos de las válvulas. El resorte se instala sobre la parte superior de la cabeza de cilindros alrededor del vástago de la válvula. Los asientos superior e inferior del resorte impiden el desgaste y mantienen al resorte en su sitio. Los candados instalados en el asiento superior del resorte (algunas veces llamado retén) se enclavan en las ranuras en el vástago de la válvula y mantienen a todos los componentes fijos en sus posiciones.



Resorte de válvula y componentes

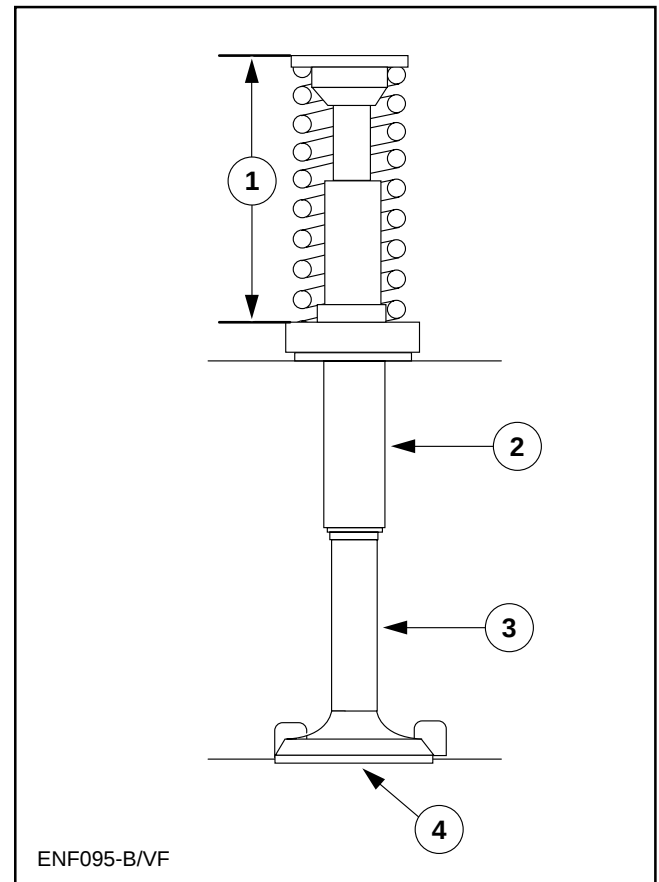
- 1 Candados
- 2 Asiento superior de resorte
- 3 Resorte
- 4 Asiento inferior de resorte
- 5 Sello de válvula
- 6 Guía de válvula
- 7 Válvula

Tensión del resorte

El resorte de la válvula debe poder generar la suficiente tensión como para mantener la válvula firmemente cerrada contra el asiento de la válvula. Los resortes de las válvulas deben también mantener a todos los componentes del tren de válvulas en contacto uno contra otro a medida que el motor funciona a alta velocidad. A la vez, el resorte de la válvula no puede tensionar demasiado, ya que puede provocar desgaste prematuro en los componentes. Por lo anterior, los resortes de las válvulas están diseñados para generar la correcta cantidad de tensión para el diseño del motor.

Altura de trabajo

La altura de trabajo es la longitud del resorte cuando se instala en la cabeza de cilindros y la válvula está totalmente cerrada.

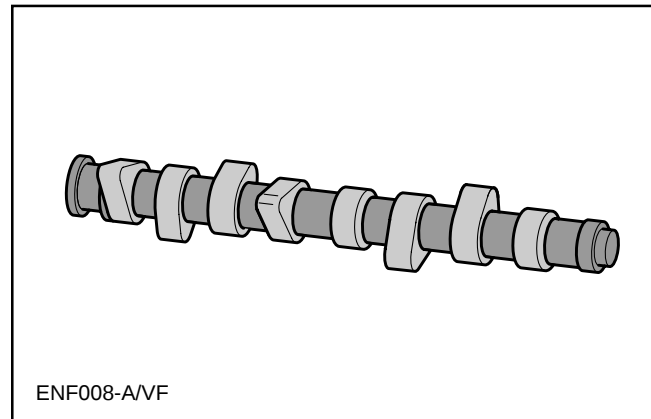


Dimensiones de la altura de trabajo de la válvula

- 1 Medida de la altura de trabajo
- 2 Guía de válvula
- 3 Válvula
- 4 Válvula cerrada

Árbol de levas

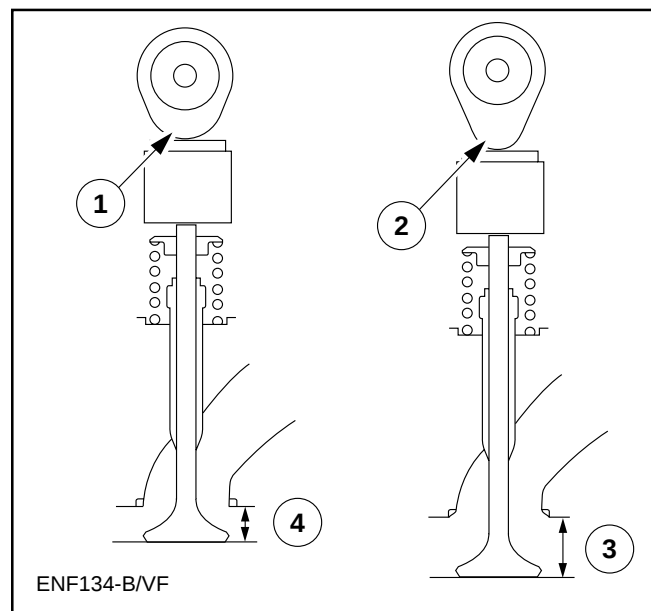
El árbol de levas controla los eventos de apertura y cierre de las válvulas. El cigüeñal acciona al árbol de levas mediante una conexión de engrane, de cadena o de banda. El árbol de levas gira a la mitad de la velocidad del cigüeñal para mantener el tiempo correcto de los cuatro ciclos de la combustión. Los eventos de apertura y cierre se llevan a cabo mediante los lóbulos de levas en el árbol de levas. Cada válvula en el motor no importado el tipo de diseño tiene su correspondiente lóbulo de árbol de levas. Dependiendo del diseño del motor, puede haber un árbol de levas o varios árboles en un motor.



Árbol de levas (típico)

Levantamiento de la válvula

El levantamiento de la válvula es la distancia que la válvula se levanta del asiento al quedar completamente abierta. La altura del lóbulo del árbol de levas y el diseño del tren de válvulas determinan la cantidad de levantamiento de la válvula. Una válvula necesita el suficiente levantamiento como para permitir que la mezcla de aire y combustible fluya libremente hacia el interior del cilindro y para que los gases del escape fluyan fuera del cilindro, sin interferir con el pistón o sin atascar el resorte.

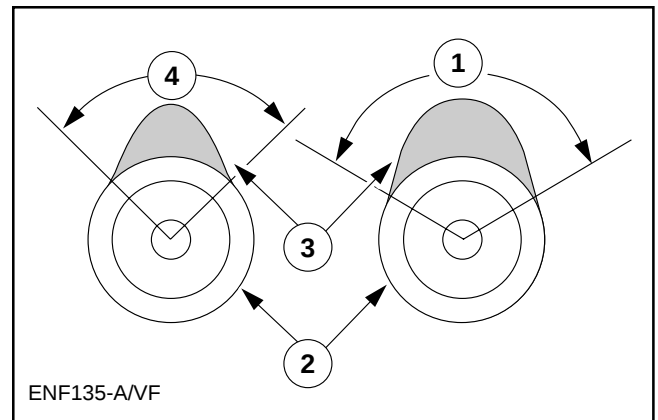


Bajo levantamiento vs. alto levantamiento

- 1 Lóbulo del árbol de levas de bajo levantamiento
- 2 Lóbulo del árbol de levas de alto levantamiento
- 3 Alto levantamiento de válvula
- 4 Bajo levantamiento de válvula

Duración de apertura

La duración es la longitud de tiempo que el lóbulo del árbol de levas mantiene abierta a la válvula. La duración se mide en grados de rotación del cigüeñal. La forma del lóbulo del árbol de levas determina el período de duración. El cambio de la duración afecta a las características de funcionamiento del motor en cuanto a la cantidad de torque y de potencia que se producen a una velocidad dada del motor.



Grado de apertura corta contra larga

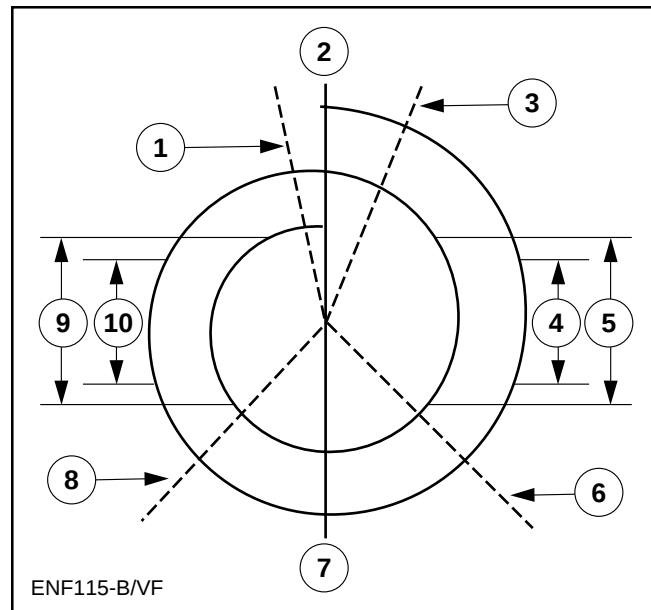
- 1 Lóbulo del árbol de levas de duración larga
- 2 Árbol de levas
- 3 Lóbulos del árbol de levas
- 4 Lóbulo del árbol de levas de duración corta

Traslape

El traslape es la condición donde, tanto las válvulas de escape como las de admisión están abiertas al mismo tiempo.

El traslape normalmente ocurre en el ciclo de cuatro tiempos al finalizar el tiempo de escape. Para poder asegurar un buen flujo de aire hacia el interior del cilindro durante el tiempo de admisión, la válvula de admisión debe empezar a abrirse antes de que se complete el tiempo del escape.

El traslape se controla mediante la posición del lóbulo del árbol de levas. El traslape se mide en grados de rotación del cigüeñal. El cambio del traslape tiene efectos sobre las características del rendimiento del motor.

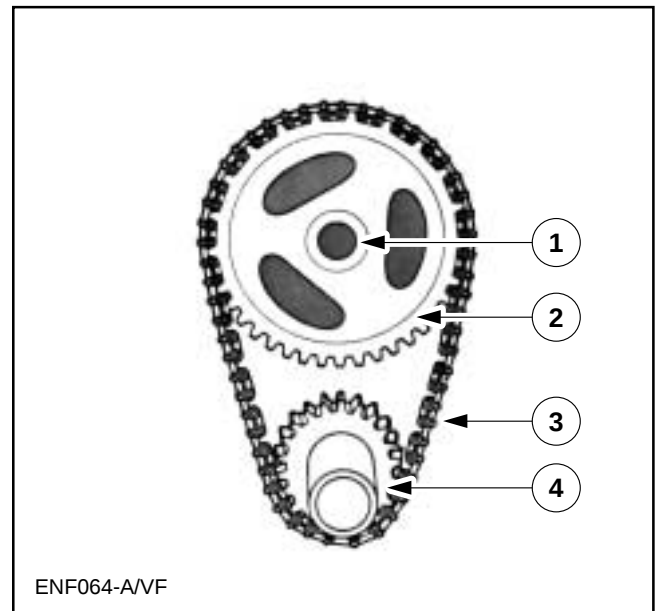


Traslape de válvulas

- 1 La válvula de admisión se abre
- 2 Punto muerto superior (PMS)
- 3 La válvula de escape se cierra
- 4 Tiempo de explosión
- 5 Tiempo de admisión
- 6 La válvula de escape se abre
- 7 Punto muerto inferior (PMI)
- 8 La válvula de admisión se cierra
- 9 Tiempo de compresión
- 10 Tiempo de escape

Impulsión de válvulas en la cabeza

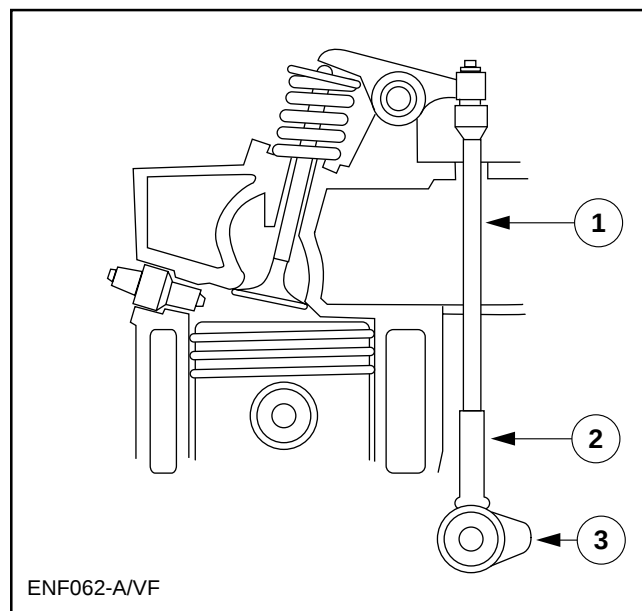
En un motor OHV donde el árbol de levas se monta debajo de las válvulas en el bloque se utiliza un engrane en el cigüeñal para impulsar una cadena de tiempo que impulsa al engrane en el árbol de levas.

**Impulsión de árbol de levas tipo de varilla de empuje (OHV)**

- 1 Árbol de levas
- 2 Engrane del árbol de levas
- 3 Cadena de tiempo
- 4 Engrane del cigüeñal

Varillas de empuje

En un motor OHV las varillas de empuje transfieren el movimiento de levantamiento del árbol de levas y de los levantadores a las válvulas. Las varillas de empuje se fabrican de tubería rígida de acero, con copas o bolas en los extremos. En algunos motores las varillas de empuje se presentan en diversas longitudes para proporcionar un ajuste de holgura inicial con los levantadores hidráulicos.

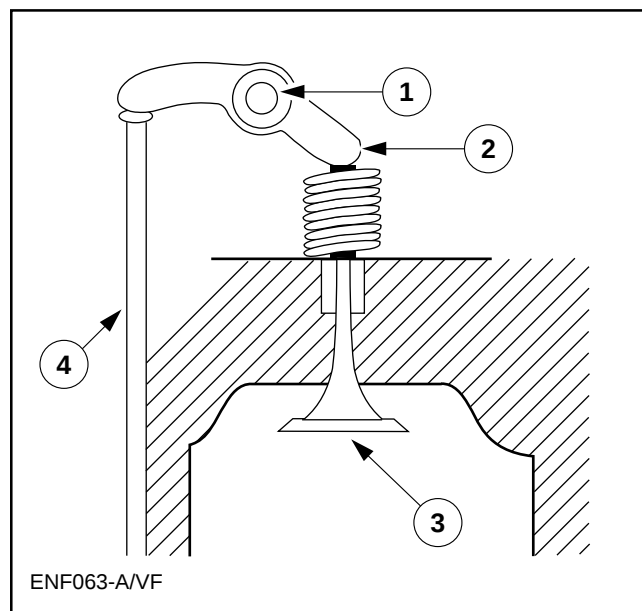


Varilla de empuje y componentes asociados

- 1 Varilla de empuje
- 2 Levantador
- 3 Árbol de levas

Balancines

Los balancines invierten la dirección de levantamiento proveniente de las varillas de empuje o del árbol de levas a la válvula. El balancín cuenta con un orificio para alojarse en un eje hueco de balancín.

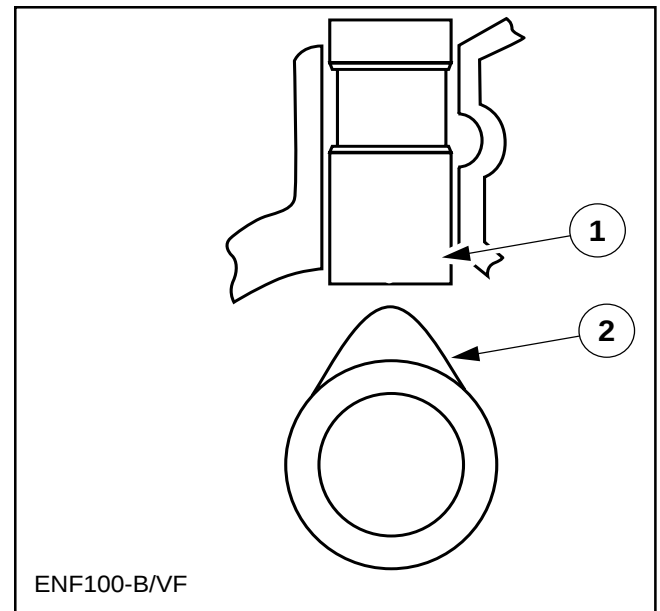


Balancín y componentes asociados

- 1 Pivote del eje en el balancín
- 2 Balancín
- 3 Válvula
- 4 Varilla de empuje

Levantadores de válvulas

Los levantadores de válvulas transmiten el movimiento de levantamiento de las levas a los vástagos de las válvulas. El levantador protege al vástago de la válvula contra el empuje lateral. Los levantadores pueden ser sólidos o tener accionamiento hidráulico. Los levantadores pueden tener ya sea una superficie plana de contacto o un mecanismo de rodillo para reducir la fricción.



Levantador sólido

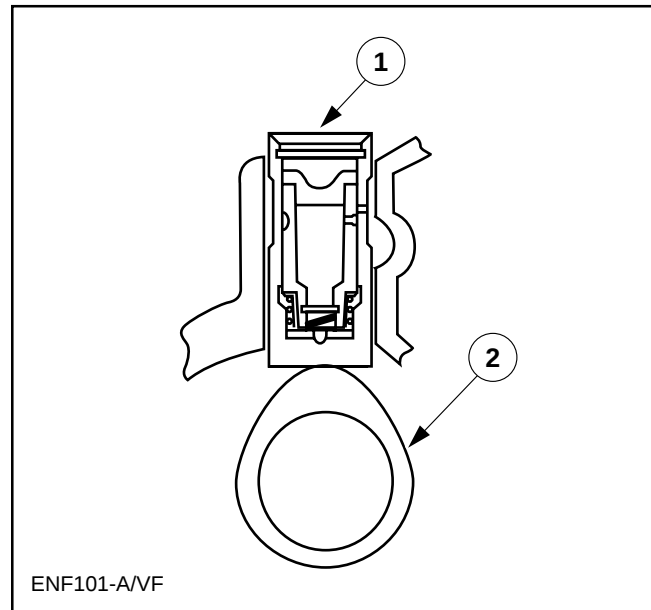
- 1 Levantador sólido
- 2 Lóbulo del árbol de levas

Levantadores sólidos

Un levantador sólido transmite el movimiento entre la leva y la válvula. El levantador sólido es de una sola pieza y no tiene piezas que se mueven. Los motores equipados con levantadores sólidos requieren ajustes periódicos para corregir el desgaste en el tren de válvulas y eliminar el ruido.

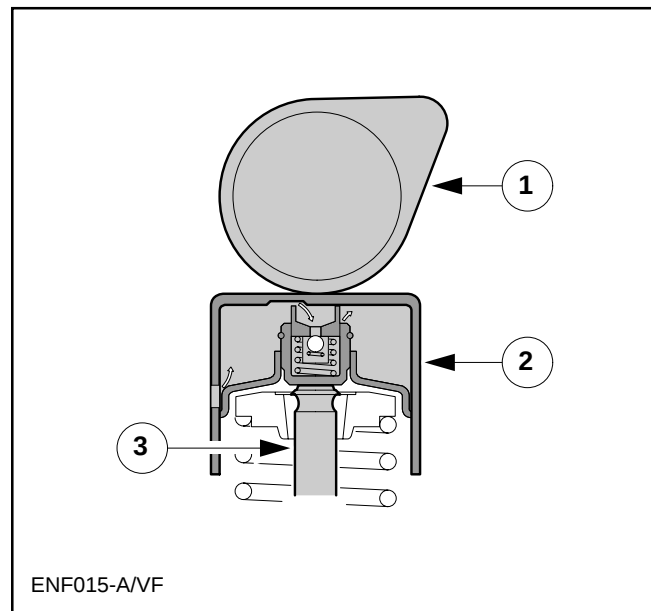
Cubos y levantadores hidráulicos

Los levantadores hidráulicos no sólo transmiten el movimiento, sino que también pueden compensar los cambios en la holgura de las válvulas. Los levantadores hidráulicos son cilindros hidráulicos que corrigen la holgura de las válvulas mediante el uso de presión del aceite lubricante y de presión de un resorte interno.



Levantador hidráulico

- 1 Levantador hidráulico
- 2 Lóbulo del árbol de levas

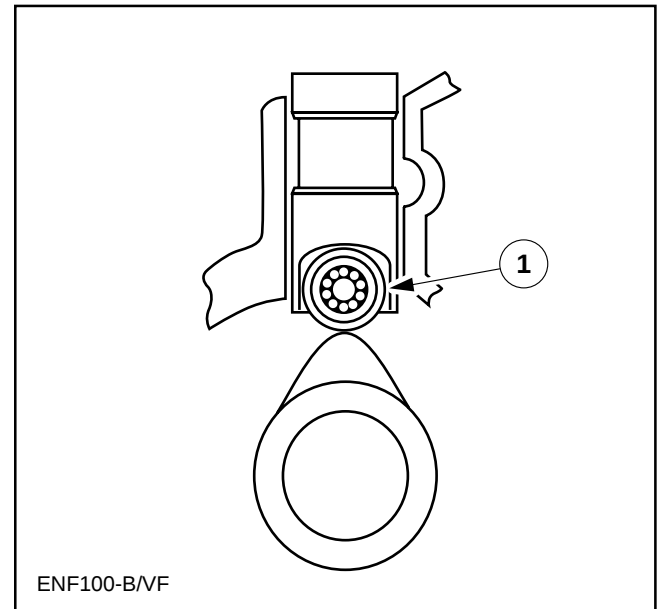


Cubo hidráulico del árbol de levas

- 1 Árbol de levas
- 2 Levantador hidráulico
- 3 Vástago de la válvula

Levantadores planos comparados con levantadores de rodillo

El árbol de levas que actúa sobre un levantador plano crea fricción. Para reducir la fricción algunos levantadores tienen una rueda de rodillos integrada en la superficie de contacto del levantador. El árbol de levas hace contacto con la rueda de rodillos en lugar de una superficie de fricción. El seguidor tipo dedo de rodillo es similar a un balancín y tiene la misma ventaja que un levantador de rodillo. Un extremo del seguidor tipo dedo de rodillo lo soporta un levantador que controla el ajuste del juego. El otro extremo del seguidor tipo dedo de rodillo acciona la válvula a medida que el árbol de levas acciona a la rueda de rodillo.



Rodillo

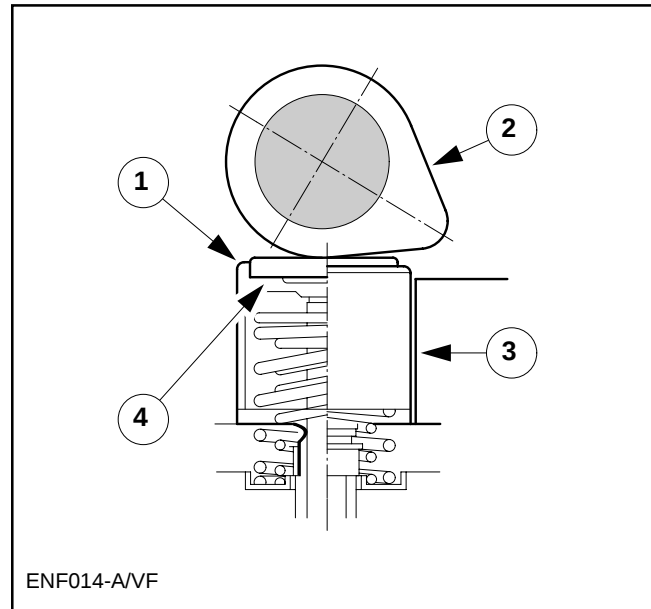
- 1 Rodillo

Seguidores del árbol de levas en la cabeza (OHC)

Seguidores del árbol de levas es otro término que se utiliza para describir los levantadores mecánicos. Consulte lo indicado sobre Levantadores de Válvulas.

Levantadores sólidos tipo cubos

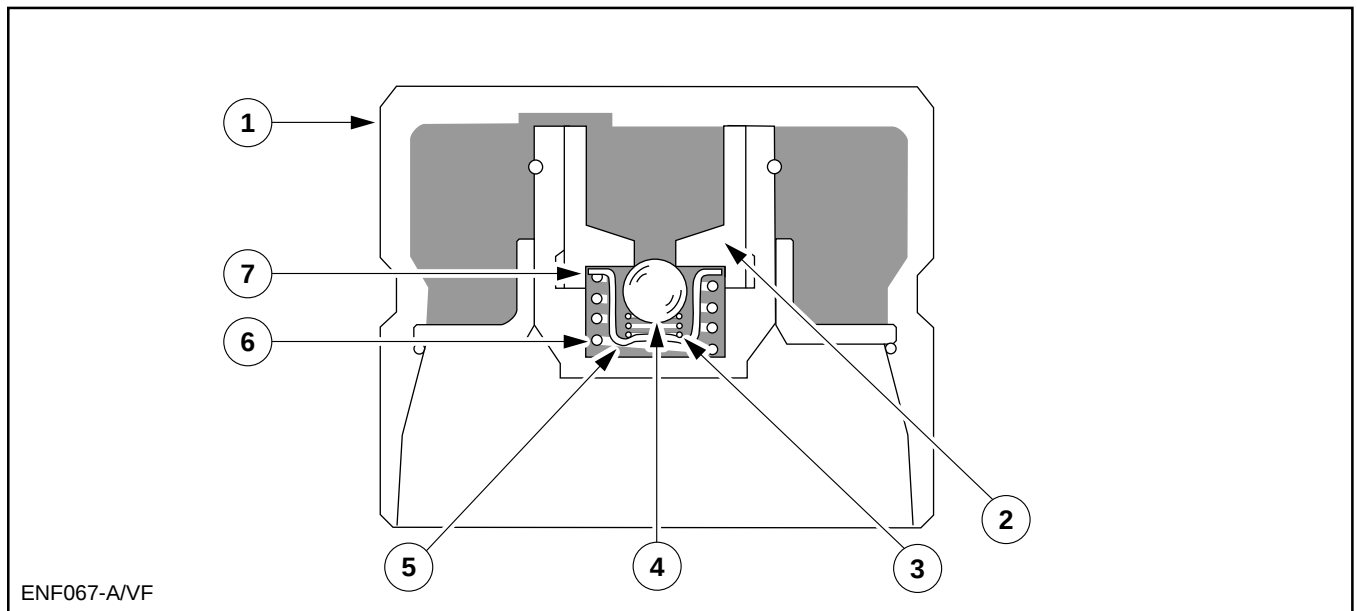
Los levantadores sólidos tipo cubo que se utilizan en motores OHC y DOHC, ofrecen una manera de ajustar la holgura de válvulas. Al interponer calzas de diversos espesores se puede alterar la holgura entre el árbol de levas y el levantador.



Cubo sólido

- 1 levantador
- 2 Árbol de levas
- 3 Guía del levantador
- 4 Calzas

Ajustador de juego hidráulico del árbol de levas en la cabeza (OHC)

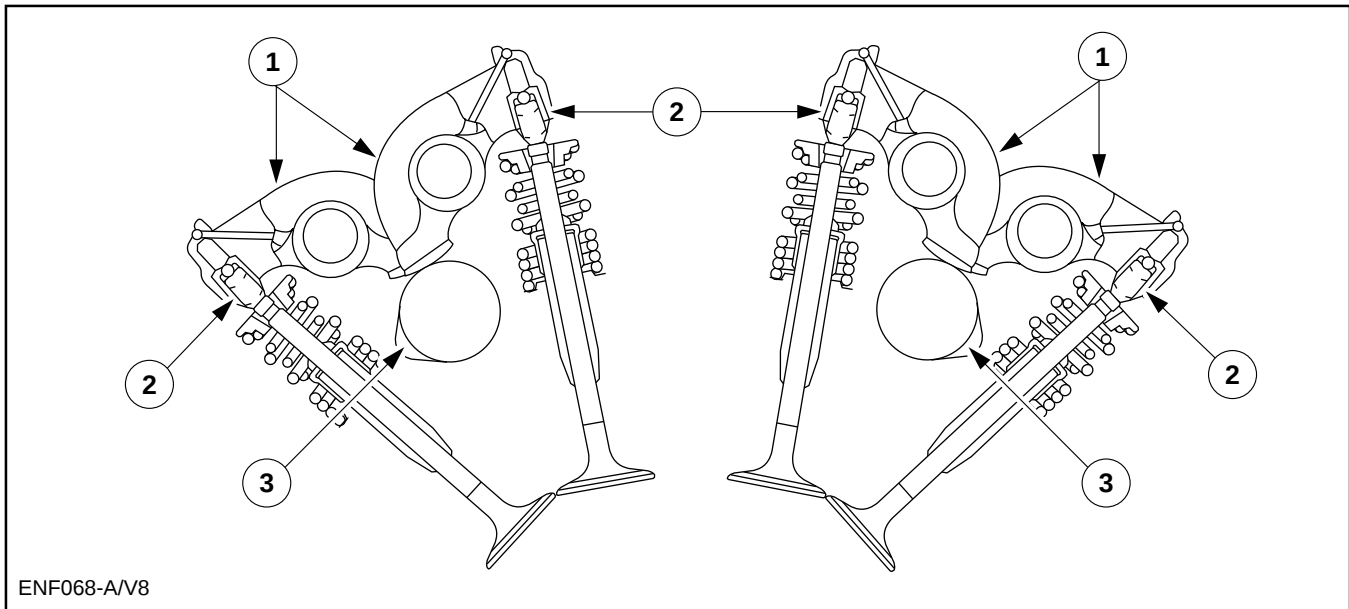


Conjunto de cubo hidráulico

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1 Cuerpo del cubo | 5 Jaula de bola de retención |
| 2 Émbolo | 6 Resorte de émbolo |
| 3 Resorte de bola de retención | 7 Cuerpo |
| 4 Bola de retención | |

El ajustador de juego hidráulico es la versión OHC del levantador hidráulico. En muchos motores OHC, la holgura de la válvula se ajusta automáticamente mediante ajustadores de juego hidráulicos. Los ajustadores de juego hidráulicos eliminan la necesidad de hacer ajustes manuales a las válvulas. Un ajustador de juego hidráulico del tipo de cubo se coloca entre la parte superior del vástago de la válvula y el árbol de levas. En este diseño, el árbol de levas hace contacto directo con la parte superior del ajustador de juego.

En algunos motores se coloca un ajustador de juego hidráulico montado en el balancín entre el vástago de la válvula y el balancín. El levantador hidráulico tipo cubo tiene un cuerpo de cubo que contiene dos cámaras de aceite. Una bola de retención y un resorte controlan el movimiento del aceite entre las dos cámaras. A medida que el aceite se mueve de una cámara a la otra, un émbolo controlado mediante resorte se mueve hacia arriba y hacia abajo y hace contacto con la parte superior del vástago de la válvula.

Ajustador de juego hidráulico montado en el balancín**Ajustadores de juego hidráulico montados en balancines**

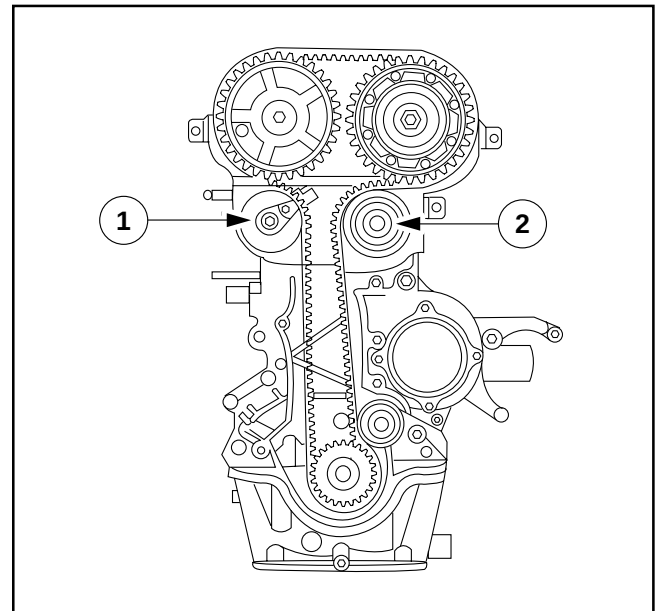
- 1 Balancines
- 2 levantador hidráulicos
- 3 Árboles de levas

Un ajustador de juego montado en un balancín funciona de manera similar al de un ajustador de juego hidráulico del tipo de cubo, excepto que está en contacto con un balancín en lugar del árbol de levas.

Un ajustador de juego hidráulico montado en un balancín no incluye un cuerpo de cubo, pero la bola de retención, émbolo y cuerpo trabajan de la misma manera que en un ajustador de juego hidráulico del tipo de cubo para mantener en cero la holgura de válvula.

Impulsión del árbol de levas en la cabeza

Para impulsar el (los) árbol(es) de levas una polea en el extremo del cigüeñal impulsa una banda de tiempo o una cadena de tiempo que hace girar a la(s) polea(s) del (los) árbol(es) de levas. Las poleas de árbol de levas conectadas a la cadena o banda a su vez impulsan a cada árbol de levas. La polea de la banda de tiempo en el cigüeñal tiene la mitad de los dientes que tienen las poleas de los árboles de levas, así pues, los árboles de levas giran una vez por cada dos giros del cigüeñal. Los impulsores tipo OHC también incluyen una polea de tensión o un resorte tensor o un autotensor hidráulico que mantiene la tensión en la cadena de tiempo o en la banda de tiempo y la sincronización de las válvulas

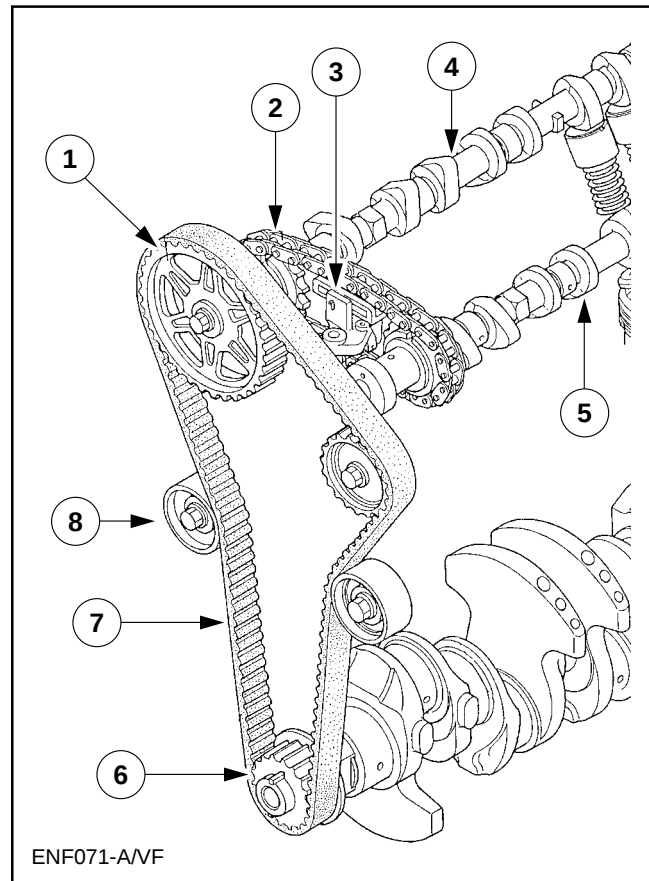


Impulsión del árbol de levas en la cabeza (banda)

- 1 Tensor
- 2 Polea de giro libre

Impulsión por banda y cadena

Otro tipo de impulsión DOHC es la combinación de impulsión de banda y cadena. En este diseño, una banda de tiempo impulsa el árbol de levas de admisión, mientras que una cadena de tiempo impulsa al árbol de levas de escape. La principal ventaja de este diseño es que permite que las válvulas se puedan colocar en un ángulo más vertical. Este ángulo produce una mejor eficiencia de la combustión, una mayor eficiencia en el consumo de combustible y menos emisiones.

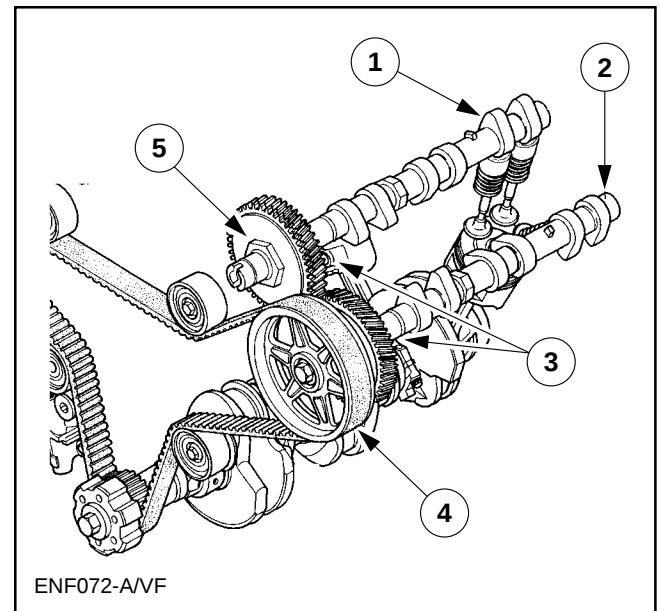


Impulsión del árbol de levas por banda y cadena

- 1 Polea del árbol de levas
- 2 Cadena del árbol de levas
- 3 Tensor de cadena
- 4 Árbol de levas de admisión
- 5 Árbol de levas de escape
- 6 Polea de la banda de tiempo
- 7 Banda de tiempo
- 8 Polea del tensor

Impulsión de banda y engranes

La disposición del doble árbol de levas en la cabeza (DOHC) utiliza una banda y polea conectada a un árbol de levas y al cigüeñal. El segundo árbol de levas se conecta al primero mediante engranes del tipo helicoidal.

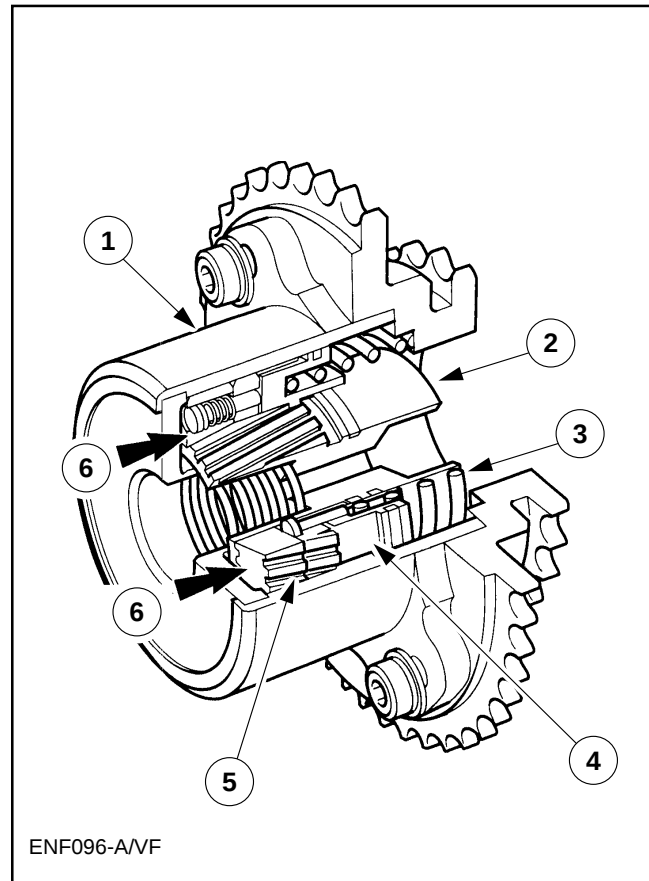


Impulsión de banda y engranes del árbol de levas

- 1 Árbol de levas impulsado
- 2 Árbol de levas impulsor
- 3 Engranes helicoidales
- 4 Banda de tiempo
- 5 Engrane de fricción

Tiempo variable de los árboles de levas

Algunos motores DOHC utilizan el sistema de tiempo variable de los árboles de levas (VCT, por sus siglas en inglés). Otro sistema similar se conoce como sistema de tiempo variable de las válvulas (VVT, por sus siglas en inglés). En uno u otro sistema, un actuador hidráulico cambia el tiempo de las válvulas en los árboles de levas. El tiempo del árbol de levas se cambia dependiendo de la carga del motor y la velocidad para mejorar el rendimiento del motor.



Conjunto de engranes de tiempo variable del árbol de levas

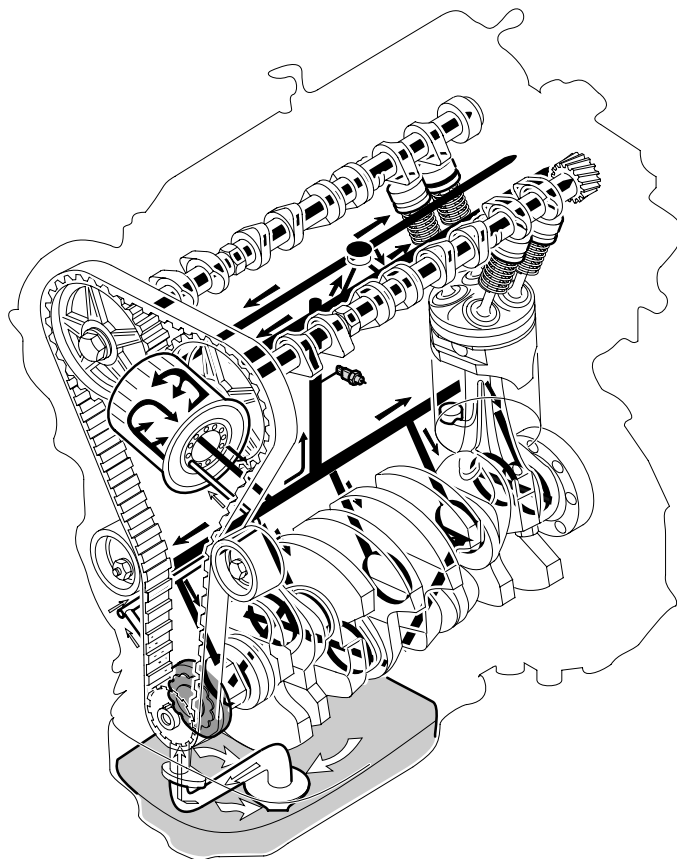
- 1 Conjunto de cuerpo y rueda dentada
- 2 Camisa interior
- 3 Resorte de retorno
- 4 Pistón
- 5 Engranes
- 6 Presión de aceite

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función del sistema de lubricación.
- Describir el sistema de lubricación de un motor moderno de combustión interna.
- Identificar los componentes principales del sistema de lubricación.
- Describir la teoría y el funcionamiento del sistema de lubricación.

Descripción



ENF145-A/VF

Sistema de lubricación del motor

Durante el funcionamiento del motor se genera una gran cantidad de calor. El calor generado entre algunas piezas en movimiento es de tal magnitud que un motor de combustión interna no puede operar durante mucho tiempo antes de que ocurra algún daño. El sistema de lubricación proporciona un suministro constante de aceite presurizado a las piezas en movimiento del motor. La lubricación reduce el calor de fricción e impide que las piezas se desgasten unas contra las otras. El aceite también ayuda a enfriar el motor, quitar suciedad y basura y reducir el ruido.

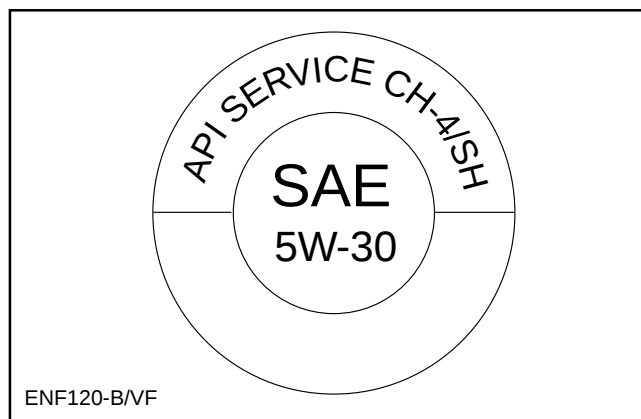
Los componentes principales del sistema de lubricación incluyen:

- Depósito de aceite
- Colador de aceite
- Bomba de aceite
- Filtro de aceite
- Sellos de aceite
- Varilla para medir el nivel del aceite
- Indicador de presión del aceite
- Materiales de sellado

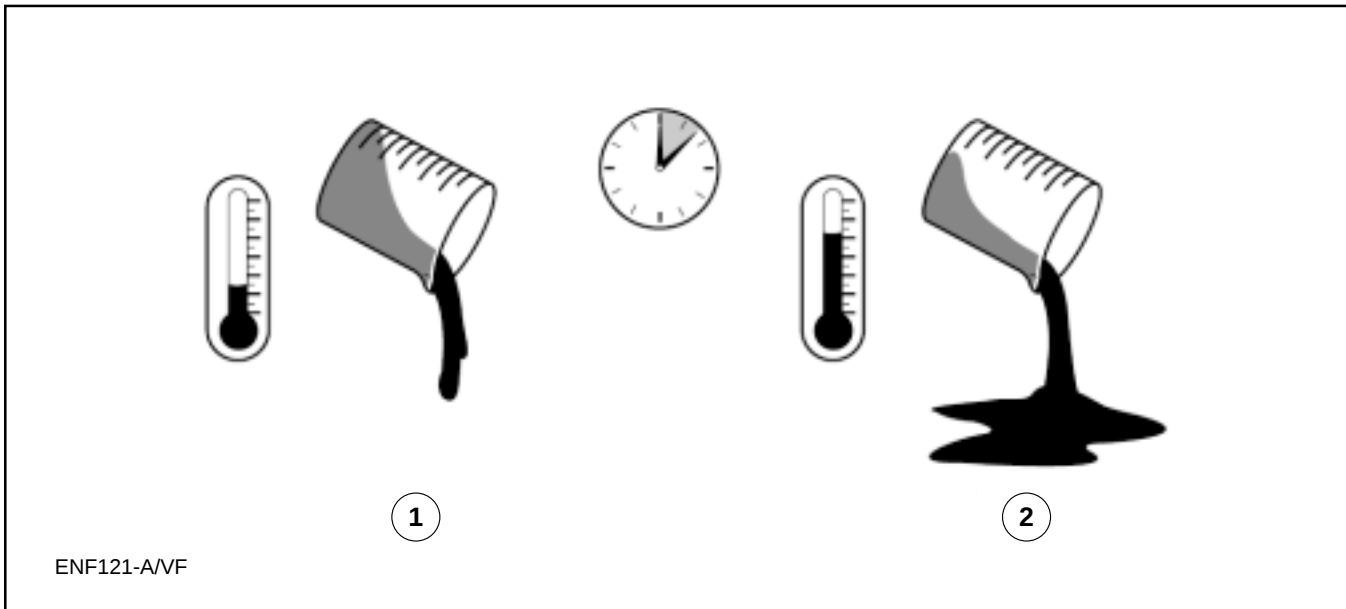
Aceite para motor

En la actualidad los aceite para motores se fabrican ya sea de petróleo crudo que ocurre naturalmente o de compuestos químicos hechos por el hombre (aceites sintéticos). Algunos aceites para motor se fabrican mediante el uso de ambas técnicas y se les llama sintéticos parciales.

Los aceites para motores se caracterizan de acuerdo con las clases de viscosidad SAE según las define la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE, por sus siglas en inglés). La viscosidad es una expresión de la capacidad del fluido para fluir o moverse. Un aceite espeso a una temperatura dada no fluye tan rápidamente como un aceite delgado a la misma temperatura, por lo que el aceite espeso tendrá un número de viscosidad mayor. Los aceites se gradúan de acuerdo con su viscosidad en función de la temperatura. La viscosidad es una indicación de las características de un aceite a una temperatura dada. La información de la viscosidad no da ninguna indicación sobre la calidad del aceite.



Grado de viscosidad de aceite para el motor

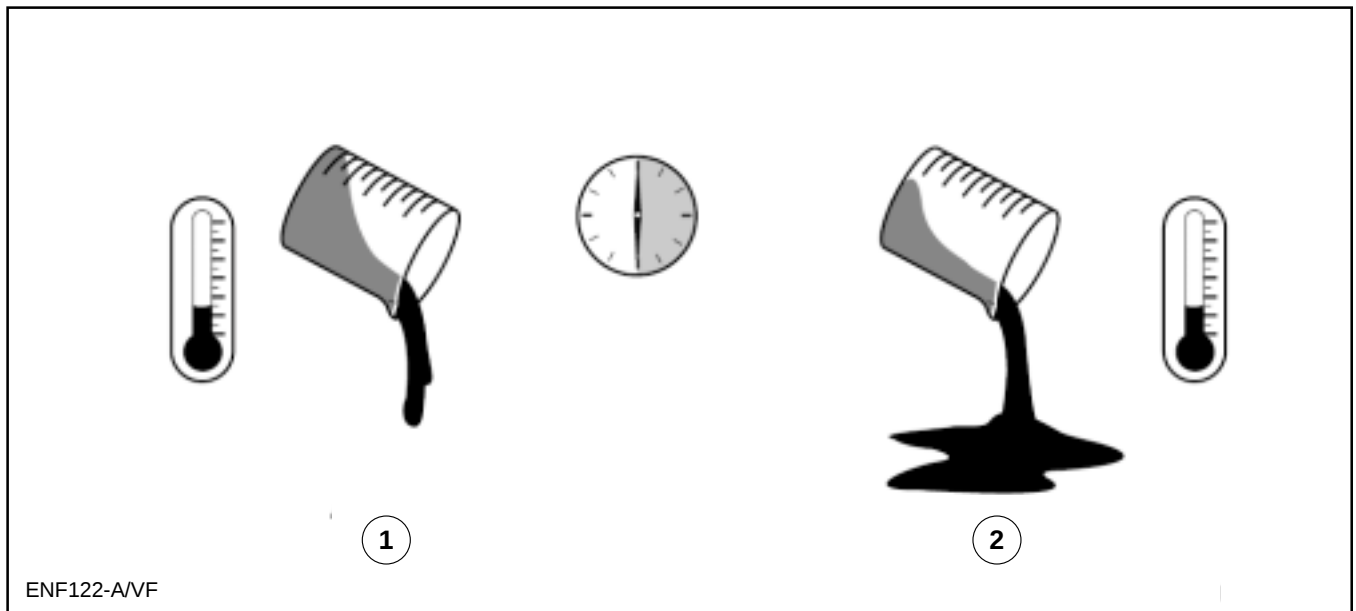


Aceite monogrado de una sola viscosidad a temperaturas alta y baja

- 1 Flujo de aceite a baja temperatura
- 2 Flujo de aceite a alta temperatura

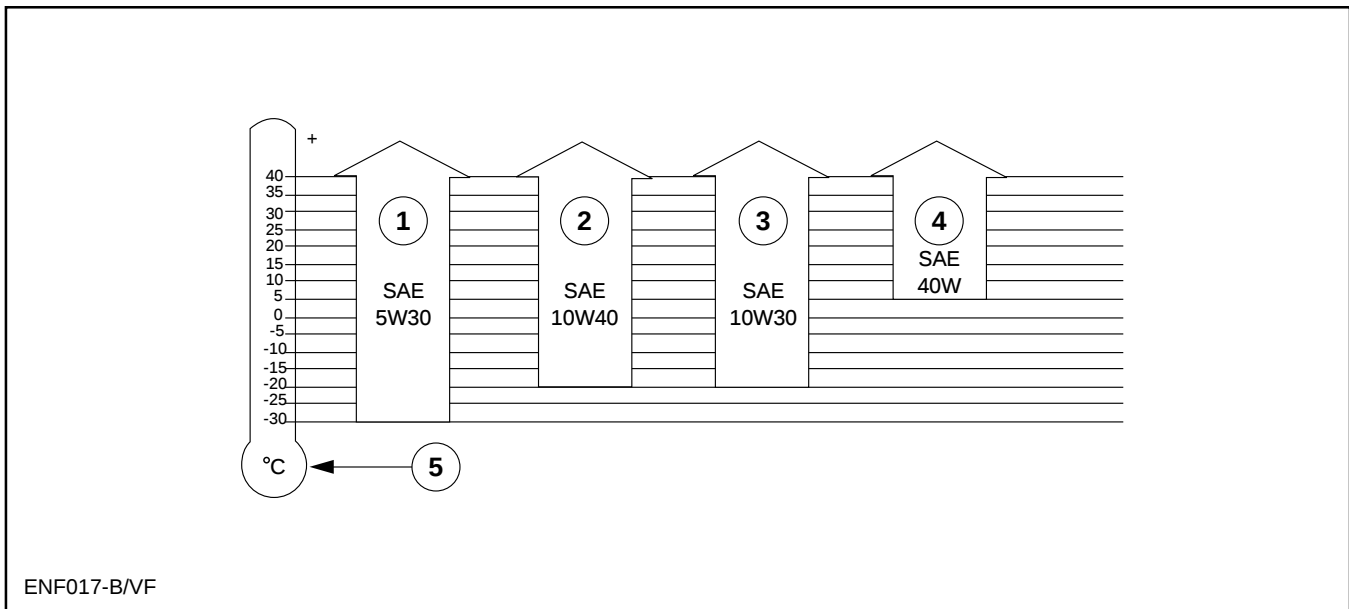
En la actualidad se utilizan aceites de un solo grado de viscosidad y aceites multigrado en los motores de combustión interna. Un aceite de un solo grado de viscosidad es un aceite que se desempeña hasta su grado en toda la gama de temperaturas. Un aceite multigrado es un aceite que se desempeña de manera diferente cuando está frío que cuando está caliente. Un aceite multigrado puede fabricarse para actuar como un aceite delgado cuando las temperaturas frías tienden a espesar líquidos y a actuar como un aceite espeso cuando las temperaturas calientes tienden a adelgazar líquidos. Los aceites multigrado también se conocen como aceite de viscosidad múltiple.

Aceite para motores (continúa)



Aceite multigrado de alta y baja viscosidad a baja temperatura

- 1 Aceite de alta viscosidad a baja temperatura
- 2 Aceite de baja viscosidad a baja temperatura



Aplicación de temperatura y viscosidad

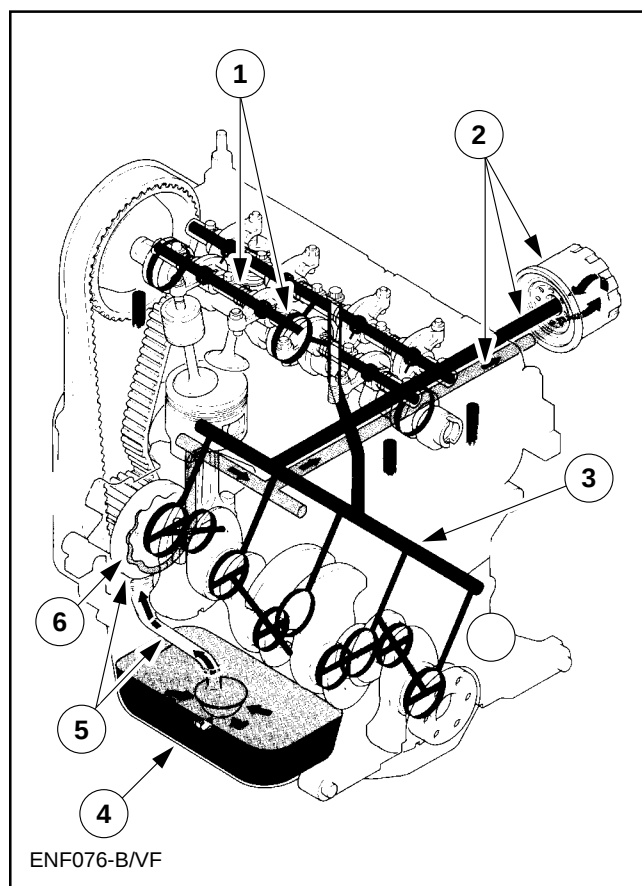
- | | |
|---|--|
| 1 Aceite sintético para motores | 3 Aceite para motores super multigrado |
| 2 Aceite para motores de alta lubricidad y alto rendimiento | 4 Aceite para motores super monogrado |
| | 5 Temperatura ambiente |

Los números SAE indican la gama de temperaturas a las que el aceite lubrica mejor. Un aceite clasificado como SAE 10 lubrica bien a bajas temperaturas pero se adelgaza a altas temperaturas. Un aceite clasificado como SAE 30 lubrica bien a temperaturas medias pero se espesa a temperatura bajas. Los aceites multigrado cubren más de un número de viscosidad SAE. Sus designaciones incluyen dos números de viscosidad con los que ha cumplido el aceite. Por ejemplo, un aceite SAE 10W30 satisface los requisitos de una aceite de peso 10 para arranques y la lubricación en climas fríos, y los requisitos de un aceite de peso 30 para la lubricación a temperaturas medias.

Circulación de aceite

El aceite circula por el motor de la manera siguiente:

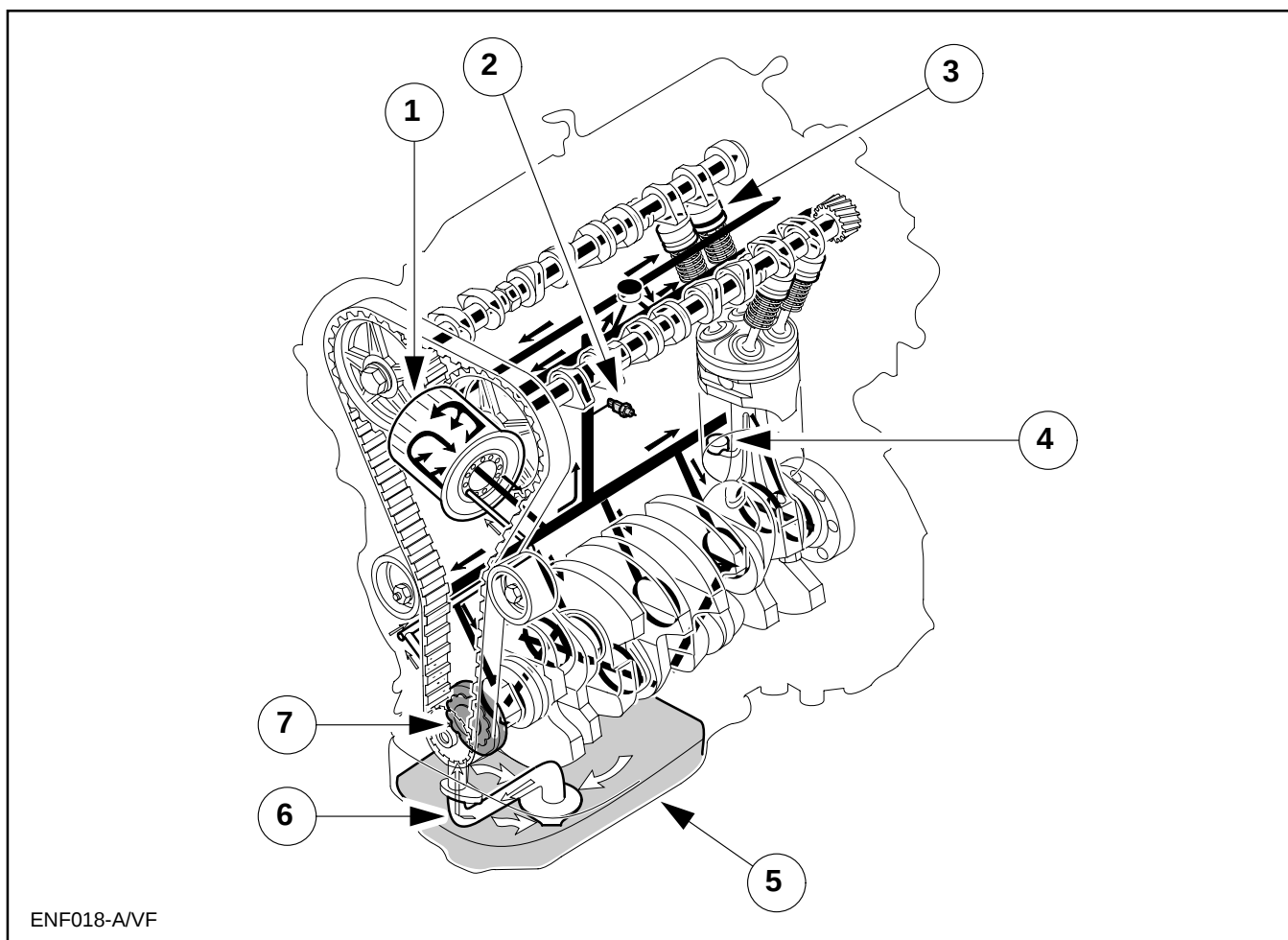
- La bomba de aceite succiona el aceite del depósito de aceite a través del colador de aceite. El colador filtra las partículas grandes.
- El aceite fluye a través del filtro de aceite, el cual filtra las partículas más pequeñas de tierra y basura.
- Del filtro de aceite, el aceite fluye por el pasaje principal (o galería) del aceite en el monoblock.
- De la galería principal, el aceite fluye a través de pasajes más pequeños hasta el árbol de levas, los pistones, el cigüeñal, y otras piezas móviles. Surtidores y pasajes de aceite dirigen el flujo del aceite a las piezas críticas, tales como los cojinetes y pistones.
- A medida que el aceite lubrica las superficies de las piezas en movimiento, aceite nuevo lo empuja fuera de esas piezas. El aceite se gotea desde las superficies lubricadas otra vez al depósito de aceite. En muchos motores se utiliza un enfriador de aceite para enfriar el aceite antes de que se vuelva a succionar el aceite a través del colador de aceite para repetir el ciclo.



Circulación de aceite

- 1 Flujo de aceite en la galería de aceite superior
- 2 Flujo de aceite en el filtro
- 3 Flujo de aceite en la galería principal
- 4 Fuente de aceite del depósito del aceite
- 5 Flujo de aceite del colador de aceite a la bomba de aceite
- 6 Bomba de aceite

Lubricación por presión



Circulación de aceite

- 1 Filtro de aceite
- 2 Interruptor de presión de aceite
- 3 Levantador de cubo hidráulico

- 4 Toberas de salpicadura de aceite
- 5 Depósito de aceite
- 6 Tubería y colador de entrada de aceite
- 7 Bomba de aceite

El aceite se gotea de las piezas en movimiento hasta el depósito de aceite. Una bomba succiona el aceite del depósito, lo pasa por un colador y lo fuerza bajo presión por un filtro. Después de ser filtrado, el aceite pasa a los puntos de lubricación en la cabeza de cilindros y en el monoblock. Una válvula de alivio en la bomba de aceite asegura que la presión del aceite no sobrepase las especificaciones de presión del aceite del motor.

Se usa la presión total para bombear aceite a través de la galería principal de aceite. El aceite de la galería principal lubrica los cojinetes principales del cigüeñal, los cojinetes de las bielas, el árbol de levas, y los levantadores hidráulicos de las válvulas (si corresponde). En otras partes del motor, el volumen se reduce a medida que el aceite fluye por pasajes más pequeños. Los extremos de las varillas de empuje y los balancines reciben una lubricación a presión reducida.

Esfuerzos sobre el aceite

El aceite lubricante en el motor está sujeto a grandes esfuerzos provenientes de la temperatura y de la contaminación. El aceite debe retener su capacidad lubricante a temperaturas hasta de 150°C (300°F). Algunas veces se utilizan enfriadores de aceite para impedir que el aceite del motor se caliente demasiado. Los enfriadores de aceite transfieren calor del aceite al aire exterior o al refrigerante del motor. El aceite también está sujeto a esfuerzos químicos provenientes de los gases del escape, polvo, partículas de metal desgastadas y residuos de la combustión. Las altas temperaturas y los contaminantes reducen la capacidad del aceite para lubricar bien y dan por resultado la formación de lodos de aceite.

Cambios de aceite

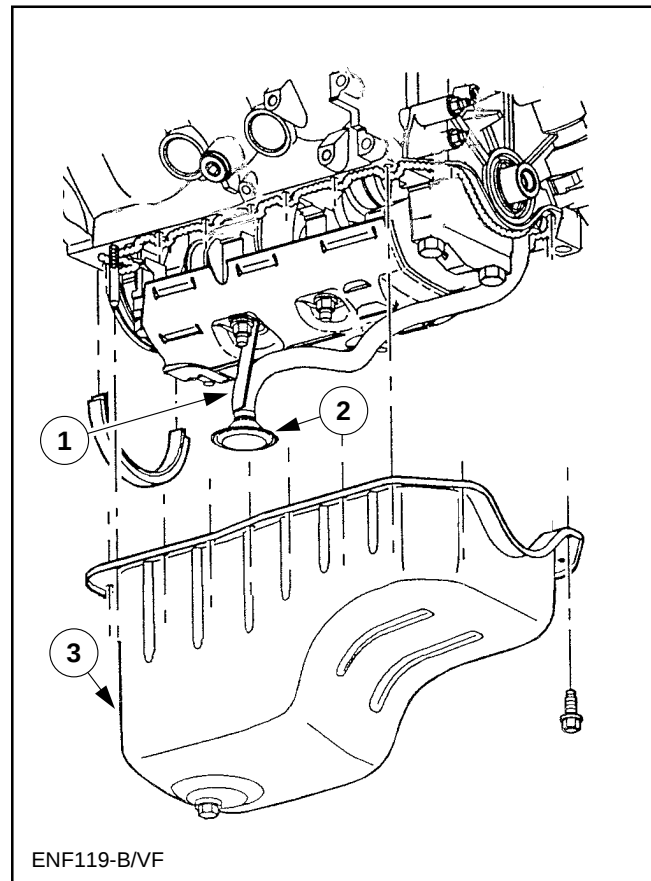
Es importante cambiar el aceite del motor a los intervalos de servicio especificados. El filtro de aceite debe ser siempre cambiado al cambiar el aceite del motor. Al agregar aceite nuevo es importante utilizar el tipo, la cantidad y la calidad correcta especificada por el fabricante. El sobrellenado o no llenar con suficiente aceite de motor puede dar por resultado daños internos del motor y altas emisiones en el escape.

Componentes del depósito de aceite

El depósito de aceite se fija al fondo del bloque del motor. El depósito de aceite proporciona una reserva de aceite del motor y sella el cárter. El depósito de aceite ayuda a disipar algo del calor del aceite en el aire circundante. Algunos depósitos de aceite tienen un deflector que ayuda a reducir el movimiento del aceite en el depósito durante el funcionamiento del motor.

Colador de aceite

El colador de aceite es una malla que impide que la tierra y basura entren en la entrada de la bomba de aceite. El colador de aceite se encuentra en el fondo del depósito de aceite fijado al lado de entrada de la bomba de aceite. El colador se mantiene completamente cubierto por el aceite del motor de tal manera que no succione aire hacia la bomba de aceite. El aceite entra por el colador hasta la entrada de la bomba de aceite, luego se empuja por todo el motor.



Depósito de aceite y colador

- 1 Tubo recolector
- 2 Colador
- 3 Depósito de aceite

Bomba de aceite

La bomba de aceite proporciona el “empuje” que hace circular aceite presurizado por todo el motor. La bomba de aceite succiona aceite del depósito de aceite y empuja el aceite a través del sistema de lubricación. La bomba de aceite generalmente se monta en el monoblock o en la tapa delantera del motor. El cigüeñal o el árbol de levas generalmente impulsa a la bomba de aceite mediante el uso de un engrane, banda o eje impulsor. Las bombas de aceite de motor se clasifican como bombas de desplazamiento positivo. Todo el aceite que entra en la bomba sale por la salida de la bomba. No se permite que el aceite circule por el interior de la bomba.

Válvula de alivio de presión

La presión excesiva del aceite daña los sellos y juntas o empaques, lo cual causa fugas de aceite. Entre más rápido se impulse una bomba de aceite, más aceite se bombea. Los sistemas de lubricación incluyen una válvula de alivio de presión que limita la máxima presión que la bomba puede desarrollar. Si se fuerza todo el aceite de la bomba hacia los pasajes de aceite, el aceite se calentaría rápidamente y sufriría la degradación. Para limitar la presión del aceite, la válvula de alivio de presión se abre a un límite preestablecido y envía parte del aceite de la salida de la bomba otra vez a la entrada de la bomba o al depósito de aceite.

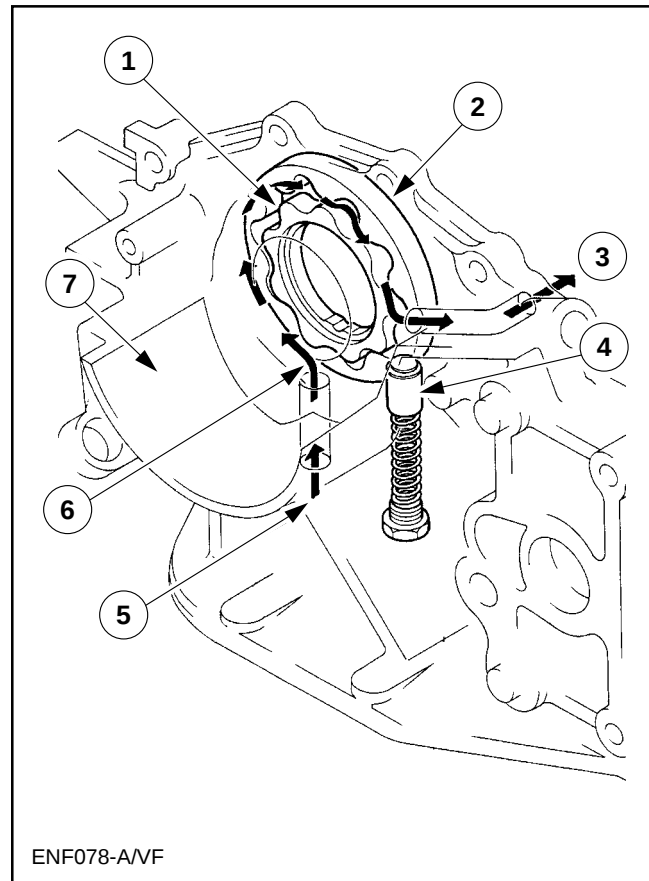
Tipos de bombas de aceite

Bomba de tipo rotor

La bomba de tipo rotor utiliza dos rotores, uno que gira dentro del otro, para presurizar el aceite. Los dos rotores giran a velocidades algo diferentes. Los rotores tienen lóbulos uniformes y redondeados. Estos tipos de rotores se llaman engranes trocoidales.

En este diseño el cigüeñal impulsa al rotor interior. El rotor interior impulsa al rotor exterior. A medida que los dos rotores giran, se forman cavidades de bombeo entre los lóbulos de los dos rotores. Las cavidades de bombeo disminuyen y crecen de tamaño a medida que los lóbulos en los rotores se engranan y se desengranan. Una abertura en la caja de la bomba en los puntos de engrane (salida de la bomba) y de desengrane (entrada de la bomba) permite que el aceite entre y salga de la bomba a medida que giran los rotores.

Las bombas de tipo rotor son muy confiables y pueden resistir el funcionamiento a altas velocidades. Las bombas de tipo rotor producen un flujo uniforme de aceite, en lugar de una acción de pulsación. La bomba de tipo rotor utilizada en muchos motores tiene un pequeño orificio en el lado de salida para permitir que se escape el aire. Si no hay aceite en la bomba porque el vehículo no ha funcionado durante mucho tiempo, el orificio de aire ventila el aire rápidamente al arrancar el motor, lo cual permite que el aceite fluya casi inmediatamente hacia las piezas críticas del motor.

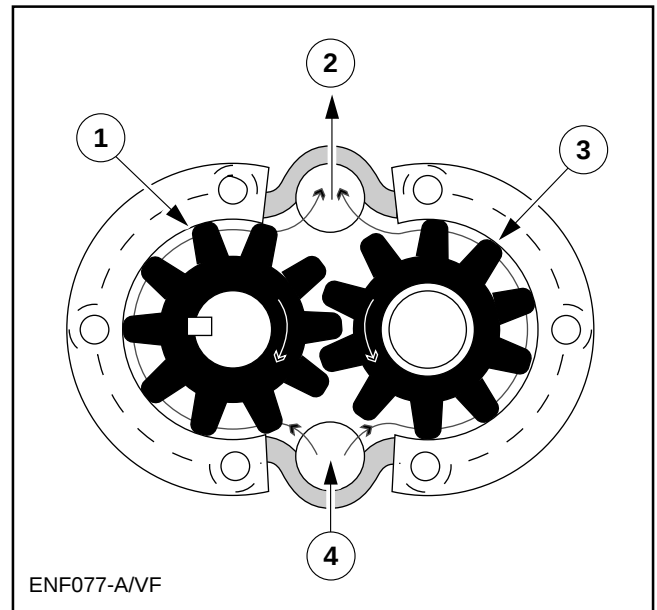


Bomba de aceite de tipo rotor

- 1 Rotor interior
- 2 Rotor exterior
- 3 Puerto de salida
- 4 Válvula de alivio de presión
- 5 Puerto de entrada
- 6 Aceite de motor
- 7 Cuerpo de la bomba

Bomba de engranes

En una bomba de aceite de engranes se utilizan dos engranes para empujar el aceite a través de la bomba. El árbol de levas o el cigüeñal impulsa al engrane de impulsión. A medida que el engrane de impulsión gira, se engrana con el engrane impulsado, el cual gira en dirección opuesta. A medida que los engranes giran dentro del cuerpo de la bomba, en el puerto de entrada se genera una succión. El aceite se jala entre los engranes y el cuerpo de la bomba hasta el puerto de salida.

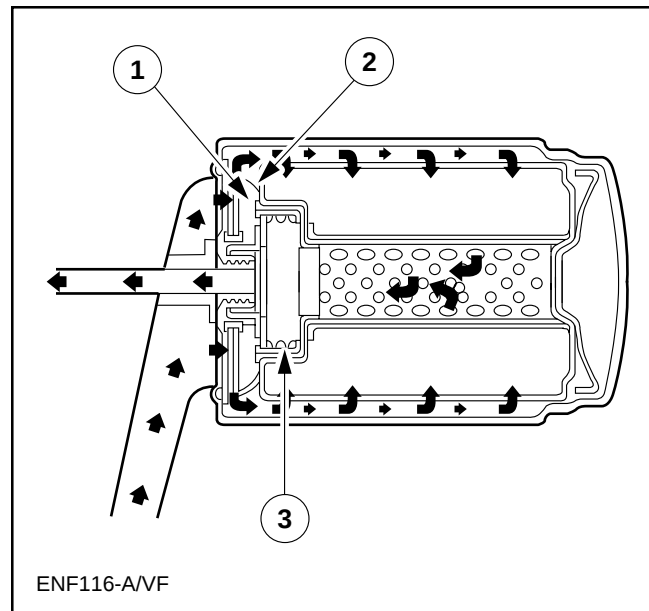
**Bomba de aceite de engranes**

- 1 Engrane de impulsión
- 2 Puerto de salida
- 3 Engrane impulsado
- 4 Puerto de entrada

Filtro de aceite

El filtro de aceite atrapa las partículas más pequeñas de metal, suciedad y basura acarreadas por el aceite de tal manera que no recirculen a través del motor. El filtro mantiene limpio al aceite para reducir el desgaste del motor. El filtro de aceite atrapa las partículas muy pequeñas que puedan pasar por el colador de aceite. La mayoría de los filtros de aceite son del tipo de flujo completo o total. Todo el aceite bombeado pasa por el filtro de aceite. El filtro contiene un elemento de papel que filtra las partículas en el aceite. El aceite fluye desde la bomba de aceite y entra en el filtro de aceite a través de varios orificios. El aceite primero fluye alrededor de la parte exterior del elemento de filtración. Luego el aceite pasa a través del material del filtro hacia el centro del elemento. Finalmente, el aceite fluye hacia afuera del filtro a través de un tubo en el centro del filtro hasta la galería principal.

El filtro se atornilla en el tubo de la galería principal de aceite. Un sello impide que el aceite se fugue a través de la conexión entre el filtro y el monoblock.

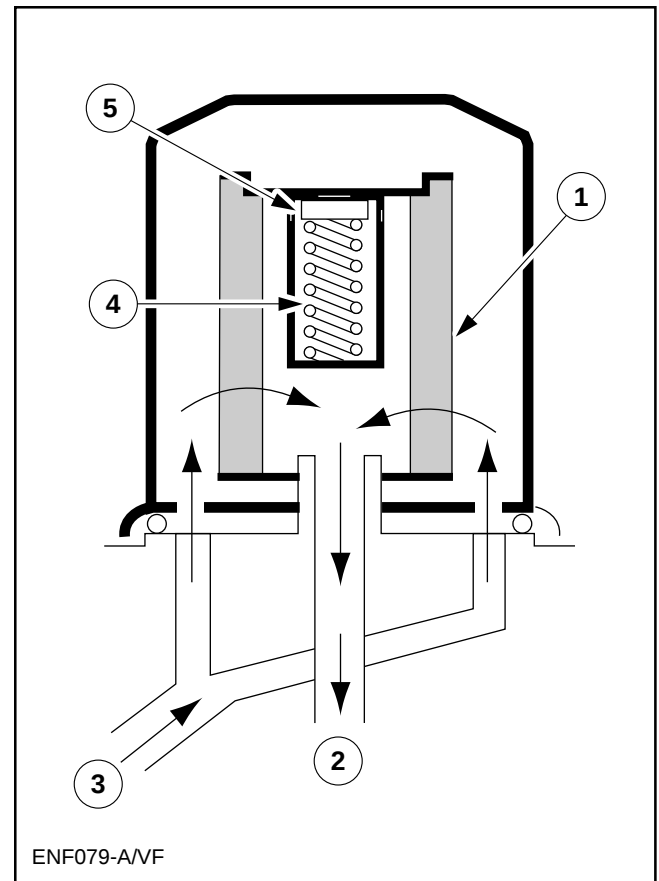


Filtro y flujo de aceite

- 1 Válvula de derivación (cerrada)
- 2 Diafragma antidrenaje
- 3 Resorte de la válvula de derivación

Válvula de derivación

A medida que el elemento en el filtro de aceite se ensucia, la bomba de aceite trabaja más para empujar el aceite a través del filtro. Si el filtro se obstruye, y no hay manera de desviarse del filtro, pueden ocurrir daños al motor. Para impedir este tipo de daños, la mayoría de los filtros de aceite de fabricantes de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés) también incluyen una válvula de derivación accionada por resorte. Esta válvula está diseñada para permitir que el aceite se desvíe del filtro en caso que éste quede obstruido. Cuando la contrapresión es lo suficientemente fuerte como para sobreponerse al resorte en la válvula de derivación, la válvula se abre, lo cual permite que parte del aceite se desvíe del filtro y pase directamente al tubo de la galería de aceite.

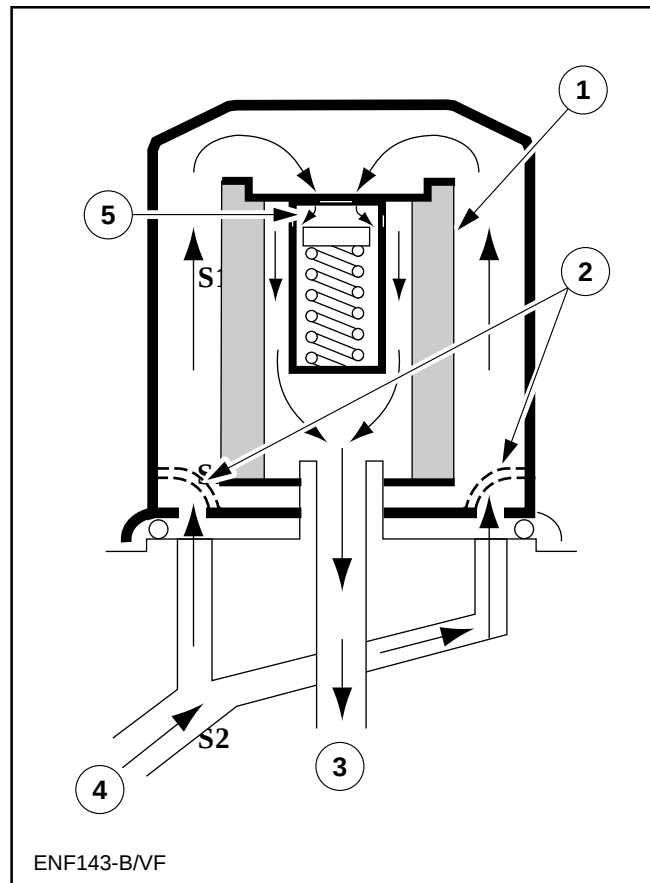
**Flujo de filtrado normal del filtro de aceite**

- 1 Elemento del filtro
- 2 Salida de aceite filtrado
- 3 Entrada de aceite sin filtrar
- 4 Resorte de válvula de derivación
- 5 Válvula de derivación (cerrada)

Filtro de aceite (continúa)

Diafragma antidrenado

Muchos filtros de aceite OEM contienen un diafragma antidrenado, el cual mantiene al aceite dentro del filtro mientras el motor está apagado. El diafragma cubre todos los orificios de entrada del filtro cuando la bomba de aceite deja de funcionar. Cuando se apaga el motor, la presión de aceite en el filtro empuja al diafragma hacia abajo contra los orificios y el filtro de aceite queda sellado. Cuando el motor arranca otra vez, el aceite fluye inmediatamente desde el filtro, lo cual permite que las piezas críticas del motor reciban la lubricación inmediatamente. A medida que la presión de la bomba de aceite se incrementa, se empuja al diafragma para separarlo de los orificios e iniciar otra vez el flujo normal de aceite.



Flujo de derivación del filtro de aceite (sin filtrar)

- 1 Elemento del filtro
- 2 Válvula antidrenado
- 3 Salida de aceite derivado sin filtrar
- 4 Entrada de aceite sin filtrar
- 5 El aceite que fluye por la válvula de derivación abierta

Sellos de aceite

En varios puntos del motor se tienen sellos y juntas o empaques que impiden que el aceite se fugue del motor o que pase a áreas del motor donde no debe haber aceite.

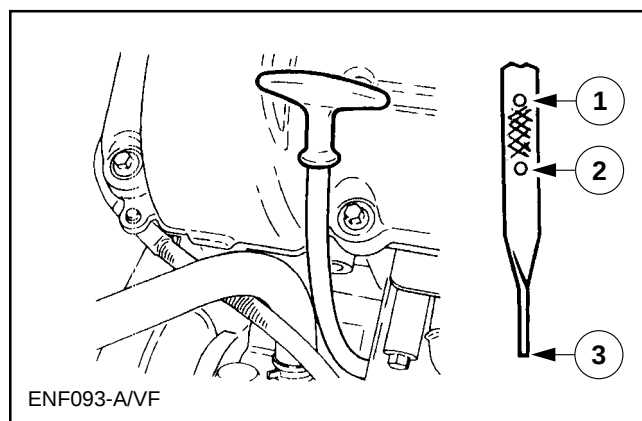
Varilla para medir el aceite

La varilla para medir el aceite del motor se utiliza para medir el nivel del aceite en el depósito de aceite. Un extremo de la varilla se introduce en la parte superior del depósito de aceite mientras que el otro extremo tiene un manguito que sirve para sacarla fácilmente. El extremo que se introduce en el interior del depósito de aceite tiene marcas en su superficie que muestran si se debe agregar aceite al motor.

Es importante mantener el nivel del aceite por arriba de la línea “MIN” en todo momento. Nunca se debe sobrellenar el depósito ni tampoco permitir que el nivel se reduzca demasiado. Demasiado aceite puede permitir que el cigüeñal haga contacto con el aceite y lo agite hasta convertirlo en espuma. La bomba de aceite no puede bombear la espuma y la espuma no lubrica. Los niveles bajos de aceite pueden resultar en temperaturas excesivamente altas, lo cual puede dar lugar a la falla de cojinetes. Un nivel de aceite demasiado alto o demasiado bajo también puede incrementar el consumo de aceite. Consulte el Manual de Taller o el Manual del Propietario la capacidad correcta de aceite y el tipo de aceite recomendado.

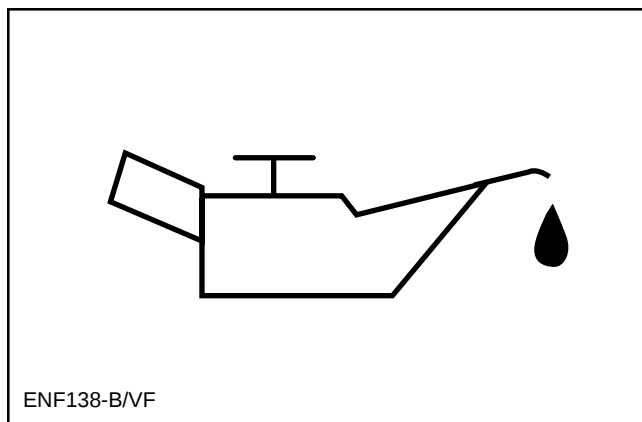
Lámpara indicadora de presión de aceite

El panel de instrumentos generalmente tiene algún tipo de indicador de presión del aceite que le advierte al conductor si el sistema de lubricación no puede mantener la presión de aceite que el motor requiere. Este indicador puede ser un medidor o una lámpara de advertencia.



Marcas de la varilla para medir el aceite

- 1 Nivel máximo de aceite
- 2 Nivel mínimo de aceite
- 3 Punta inferior de la varilla para medir el aceite



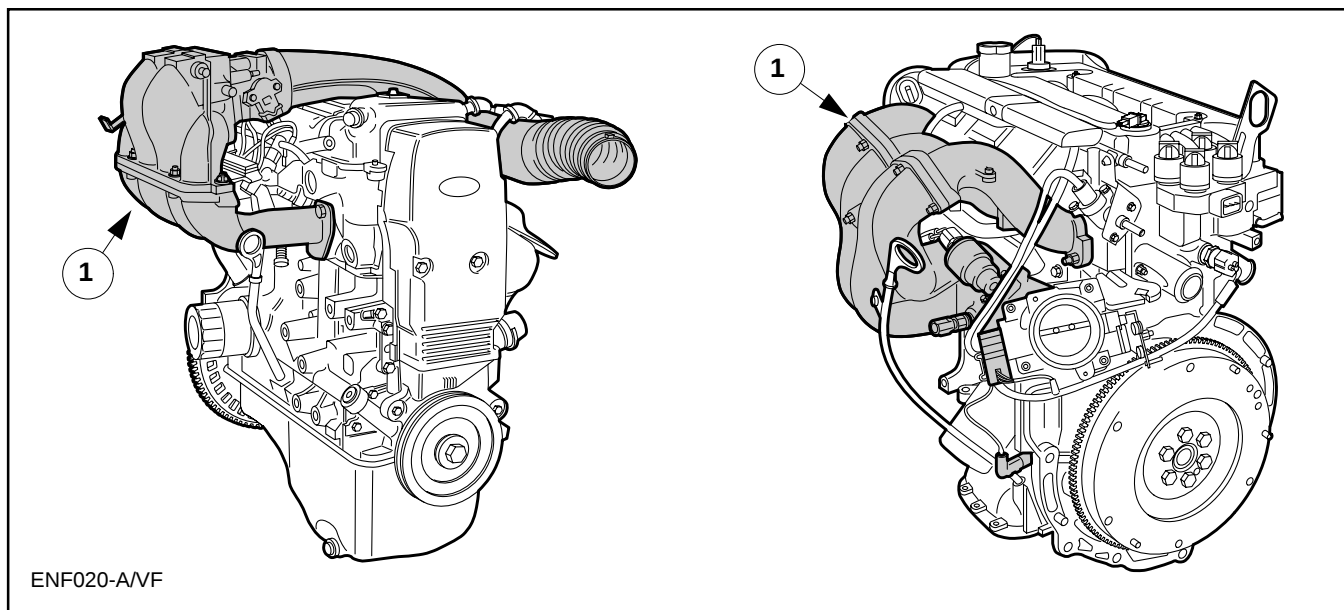
Indicador de advertencia de presión del aceite en el panel de instrumentos

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función del sistema de admisión de aire.
- Identificar los componentes del sistema de admisión de aire.
- Describir el sistema de admisión de aire del motor de combustión interna.
- Explicar la teoría y el funcionamiento del sistema de admisión de aire.

Sistema de admisión de aire



Múltiple de admisión de aire

1 Múltiple de admisión

El sistema de admisión de aire está diseñado para limpiar el aire de admisión y alimentar la mezcla de aire y combustible a los cilindros. Entre los principales componentes del sistema de admisión de aire se tienen:

- Ductos de admisión de aire
- Resonador de admisión de aire
- Conjunto de filtro de aire
- Múltiple de admisión

Se pueden incluir conjuntos de resonador para reducir el ruido de la admisión del aire. Los resonadores de admisión de aire pueden ser componentes separados o parte de la caja de admisión de aire (por ejemplo, filtro de aire cónico). Además, un sensor de flujo de masa de aire y un cuerpo de mariposa del acelerador, donde ambos son parte del sistema de inyección de combustible se ubican entre el conjunto del filtro de aire y el múltiple de admisión. Consulte el manual Rendimiento del Motor la información sobre el sistema de inyección de combustible.

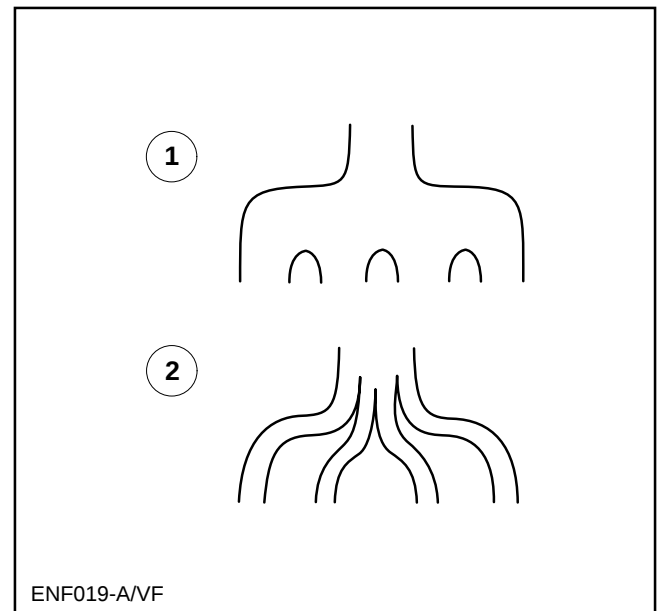
Componentes de la admisión y filtro de aire

El conjunto del filtro de aire incorpora el elemento de filtración del aire. El elemento filtrante quita todas las partículas de suciedad, polvo y basura que entran en el sistema de admisión de aire. El múltiple de admisión dirige el aire hacia los cilindros. Los múltiples de admisión se fabrican de aleaciones de aluminio o de compuestos de plástico. Para asegurar una buena carga en los cilindros, los múltiples de la admisión deben tener una superficie interna muy lisa que ofrezca una resistencia mínima al aire que entra. La forma del múltiple de admisión puede causar que el flujo de aire se arremoline a lo largo de su recorrido hasta la cámara de combustión para lograr una combustión más eficiente. Si los puertos a los cilindros individuales son de la misma longitud y diámetro, las mismas condiciones se aplican a todos los cilindros durante la inducción, lo cual resulta en una carga uniforme de cilindros.

Durante la fase de calentamiento, parte del combustible se condensa en las paredes internas del múltiple de admisión. Para minimizar las pérdidas por condensación a menudo se instala un precalentador en los múltiples de admisión de aire. Los sistemas de admisión deben quedar perfectamente sellados del exterior. El aire no dosificado que se induce por las pequeñas aberturas afectan al manejo del motor y resultan en un funcionamiento disparejo del motor, especialmente durante la marcha mínima. Consulte el manual de Fundamentos del Rendimiento del Motor la información relacionada con el sistema de control del motor. El vacío en el múltiple de admisión puede ser utilizado para diversos objetivos. El reforzador de frenos y sistemas asistidos por vacío (p.e. A/C, EGR) pueden ser operados mediante unidades de diafragma de vacío. Se proporcionan los conectores correspondientes en el múltiple de admisión para estas diversas funciones.

Ductos de admisión

La longitud y diámetro de los ductos de entrada del múltiple de admisión también tienen un efecto sobre la eficiencia volumétrica. Durante el funcionamiento del motor a velocidades bajas, los ductos más largos y más estrechos producen una mejor eficiencia volumétrica. Durante el funcionamiento a altas velocidades, los ductos más cortos y más amplios son más eficientes. Cada vez más diseños modernos de motores utilizan innovaciones tales como motores con válvulas múltiples y sistemas de admisión variable para incrementar la eficiencia volumétrica.



Ductos de admisión

- 1 Ductos de admisión mas cortos y amplios
- 2 Ductos de admisión mas largos y estrechos

Sistema de inducción variable

Como la longitud y el diámetro de los ductos de admisión afectan el rendimiento, la eficiencia y las emisiones del escape, algunos motores utilizan sistemas de inducción de longitud variable. Estos sistemas utilizan ductos de admisión tanto largos como cortos. Durante el funcionamiento del motor a bajas velocidades, el aire fluye a través de los ductos largos para dar un mejor rendimiento. A una cierta velocidad del motor se abre una válvula que permite que el aire fluya a través de los ductos cortos para el máximo rendimiento a altas velocidades del motor. Estos sistemas de admisión se utilizan para

proporcionar un incremento en el flujo de aire cuando se requiere mejorar el torque y el rendimiento. Se tienen dos sistemas básicos de diseños de múltiple de admisión de longitud variable:

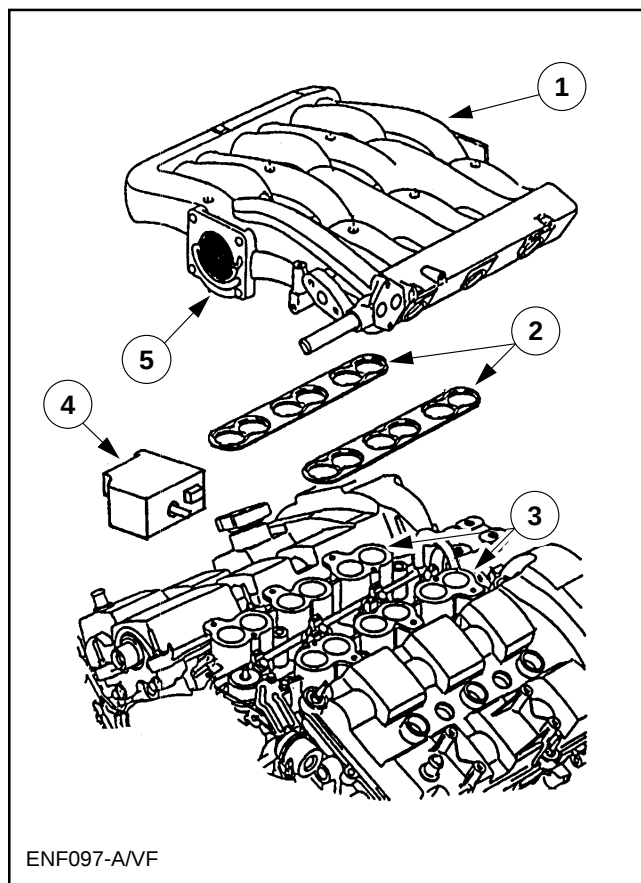
- El sistema de control de ductos accionados del múltiple de admisión (IMRC, por sus siglas en inglés) y
- La válvula de afinación del múltiple de admisión (IMT, por sus siglas en inglés)

Sistema de control de ductos del múltiple de admisión (IMRC)

El múltiple de admisión tiene dos ductos por cilindro, que alimentan a cada uno de los puertos de admisión en las cabezas de cilindros.

Los conjuntos IMRC se localizan entre el múltiple de admisión y las cabezas de cilindros y proporcionan dos pasajes de aire a cada cilindro. Los conjuntos IMRC son en realidad el múltiple inferior, en lo que viene a ser un conjunto de múltiple de admisión de dos piezas. Un pasaje de aire siempre está abierto y el otro pasaje de aire se transfiere de cerrado a abierto mediante una placa de válvula.

Por debajo de un cierto número de revoluciones por minuto, generalmente de 3000 rpm, la placa de la válvula se cierra para mejorar el rendimiento del motor a bajas velocidades y en frío. Por arriba de estas rpm, la placa de válvula se abre para mejorar el rendimiento del motor a altas velocidades. El actuador IMRC abre y cierra las placas de válvula. La mayoría de los diseños del actuador tienen un funcionamiento eléctrico. Algunos actuadores son accionados por vacío. El sistema de control del motor controla al actuador IMRC. Consulte el manual de Rendimiento del Motor la información sobre el sistema de control del motor.

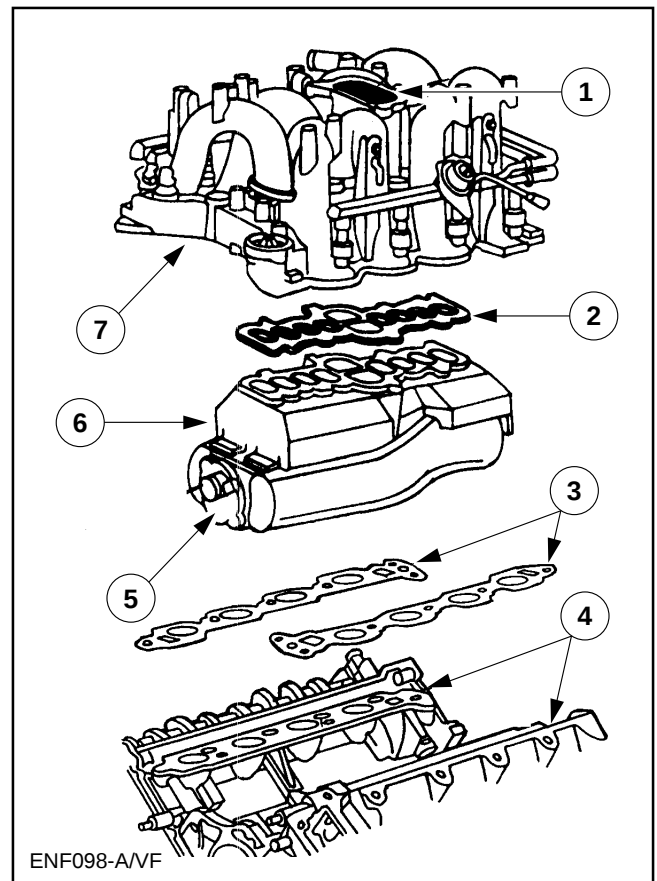


Componentes del IMRC

- 1 Múltiple de entrada superior
- 2 Juntas del múltiple superior
- 3 Conjunto del IMRC (múltiple de entrada inferior)
- 4 Actuador del IMRC
- 5 Entrada de aire

Válvula de afinación del múltiple de admisión (IMT)

La válvula IMT es un actuador eléctrico que controla una placa de válvula o un dispositivo tipo obturador montado directamente en el múltiple de admisión. Por abajo de ciertas rpm la válvula IMT permanece cerrada. Por arriba de ciertas rpm, la válvula IMT se abre permitiendo que más aire entre a los cilindros para mejorar el rendimiento del motor a altas velocidades. El sistema de control del motor controla la válvula IMT. Consulte el manual de Rendimiento del Motor para información sobre el sistema de control del motor.



Componentes de IMTV

- 1 Flujo de aire de admisión
- 2 Junta del múltiple
- 3 Juntas del múltiple a las cabezas de cilindros
- 4 Cabezas de cilindros
- 5 Válvula de IMT
- 6 Múltiple de admisión inferior
- 7 Múltiple de admisión superior

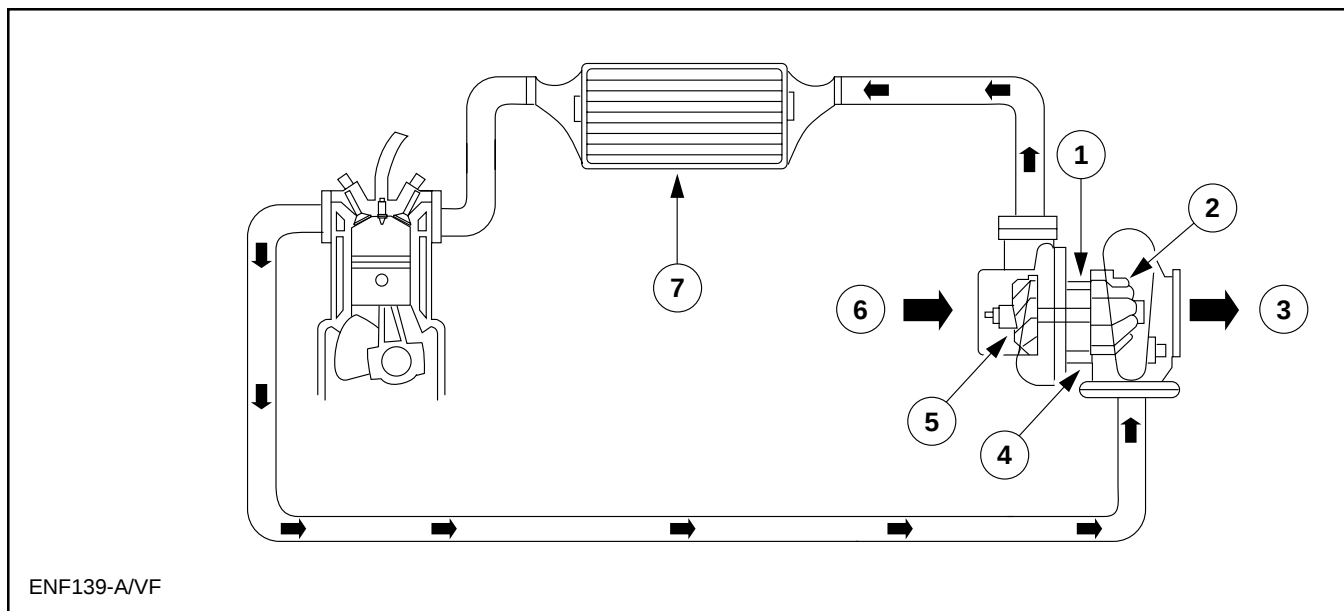
Inducción forzada

La mayoría de los motores aspiran la mezcla de aire y combustible a partir del vacío creado por el recorrido hacia abajo del pistón y es por eso que se conocen como motores de aspiración natural. Los motores con aspiración natural dependen de la presión del aire atmosférico para suministrar aire al cilindro.

La salida de potencia de un motor está directamente relacionada a su eficiencia volumétrica. Un motor de aspiración natural tiene una eficiencia volumétrica de aproximadamente 80 por ciento. Esto quiere decir que el motor aspira alrededor del 80 por ciento de su desplazamiento. Al hacer más aerodinámicos los pasajes e incrementar los tamaños de los puertos se incrementa la eficiencia volumétrica. El aire aún tiene dificultades para llegar hasta el cilindro. Mientras el motor dependa de la presión atmosférica para empujar el aire a través del sistema de admisión, el motor no produce la potencia que pudiera producir.

Sin ayuda externa, un motor sólo recibe una carga parcial de aire y combustible. El bombeo de aire hacia los cilindros puede incrementar la carga de aire y combustible. Este hecho de forzar más aire hacia los cilindros le permite al motor llenar sus cilindros con una carga que satisface o sobrepasa la eficiencia volumétrica del 100 por ciento. Este proceso de bombear más aire a los cilindros del motor se llama inducción forzada. Se utilizan dos métodos diferentes para bombear aire hacia el interior del motor: el turbocargado y el supercargado.

Turbocargado



Sistema de turbocargador

- 1 Alimentación de aceite al eje del compresor
- 2 Turbina
- 3 Salida del escape de la turbina
- 4 Drenaje de aceite del eje del compresor

- 5 Compresor
- 6 Admisión de aire del compresor
- 7 Interenfriador del aire

El tipo más común de bomba de aire o compresor es un turbocargador. El turbocargador utiliza los gases del escape para impulsar una turbina fijada a un eje conectado a una rueda de compresor. El flujo del gas de escape impulsa el movimiento de la turbina, la cual a su vez impulsa al compresor ubicado en la tubería de admisión.

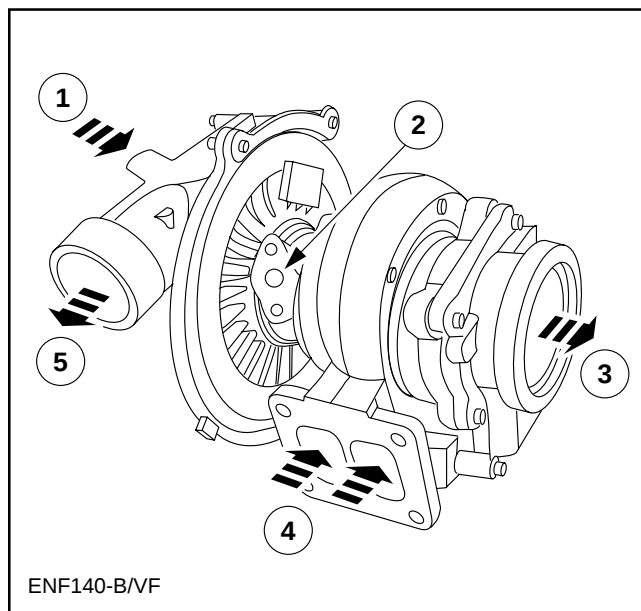
El compresor comprime el aire y lo fuerza hacia el motor a presiones de aproximadamente 9 psi. Para asegurar que la presión en el turbocargador no se incremente demasiado y que no dañe al motor se utiliza una válvula reguladora de presión conocida como compuerta de desecho. La compuerta de desecho se abre a una cierta presión preestablecida.

Una unidad grande de turbocargador genera más torque, pero responde más lentamente a velocidades bajas del motor. Una unidad más pequeña de turbocargador tiene una turbina más pequeña, que es más fácil de hacer girar.

Algunos fabricantes de vehículos han empezado a utilizar unidades turbocargadoras más pequeñas, que empiezan a cargar a bajas velocidades del motor y proporcionan el efecto total durante “el manejo normal”. Estas unidades turbocargadoras más pequeñas a menudo se conocen como turbocargadores de baja presión.

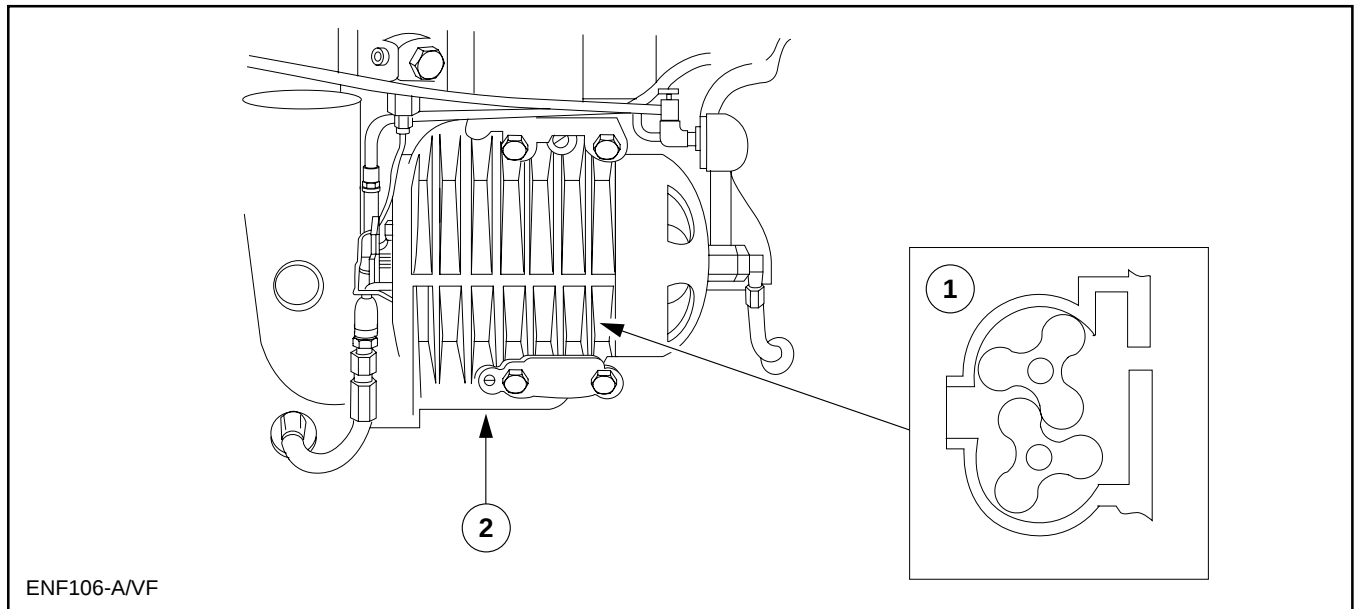
Turbocargado (continúa)

Como el flujo de los gases de escape impulsan al turbocargador, el turbocargador no consume potencia del motor. Algunos motores turbocargados experimentan un corto intervalo de tiempo antes de que el turbocargador empiece a bombear grandes cantidades de aire hacia el motor. Este corto intervalo de tiempo se conoce como turborretardo. Durante el período de turborretardo, el motor no entrega la potencia adicional que el turbocargador le proporciona a rpm más altas. Algunos turbocargadores utilizan un diseño de entrada variable. Este diseño le ayuda al turbocargador a lograr la velocidad óptima a rpm más bajas, lo cual incrementa el rendimiento del motor a bajas velocidades y reduce el turborretardo.



Caja del compresor y de la turbina

- 1 Entrada de aire fresco
- 2 Alimentación de aceite
- 3 Salida del escape
- 4 Entrada del escape
- 5 Aire comprimido hacia el motor

Supercargado**Supercargador tipo lóbulo**

- 1 Rotores de compresor tipo lóbulo
- 2 Conjunto de supercargador

Un supercargador es un tipo de bomba de aire o compresor. Los gases de escape no impulsan a un supercargador. La fuente de energía de un supercargador es el motor en sí. El cigüeñal impulsa al supercargador mediante una banda, engranaje o cadena. En los motores con supercargador se tienen presiones típicas en el múltiple de admisión hasta de 13 psi.

Al igual que en el turbocargador, la cantidad de potencia disponible para impulsar el supercargador depende de la velocidad del motor. A diferencia de algunos motores con turbocargador, al acelerar el supercargador inmediatamente entrega la potencia adicional del motor. Aunque se utiliza potencia del motor para impulsar el supercargador, un supercargador a su vez ayuda a producir más potencia. Se tienen diferentes tipos de supercargadores. No importa cómo esté diseñado un supercargador, su objetivo principal es de forzar más aire hacia el interior de los cilindros y ayudar al motor a producir más potencia.

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función del sistema de escape.
- Describir el sistema de escape e identificar los tipos.
- Identificar los componentes del sistema de escape.
- Explicar la teoría y el funcionamiento del sistema de escape.

Descripción y objetivo

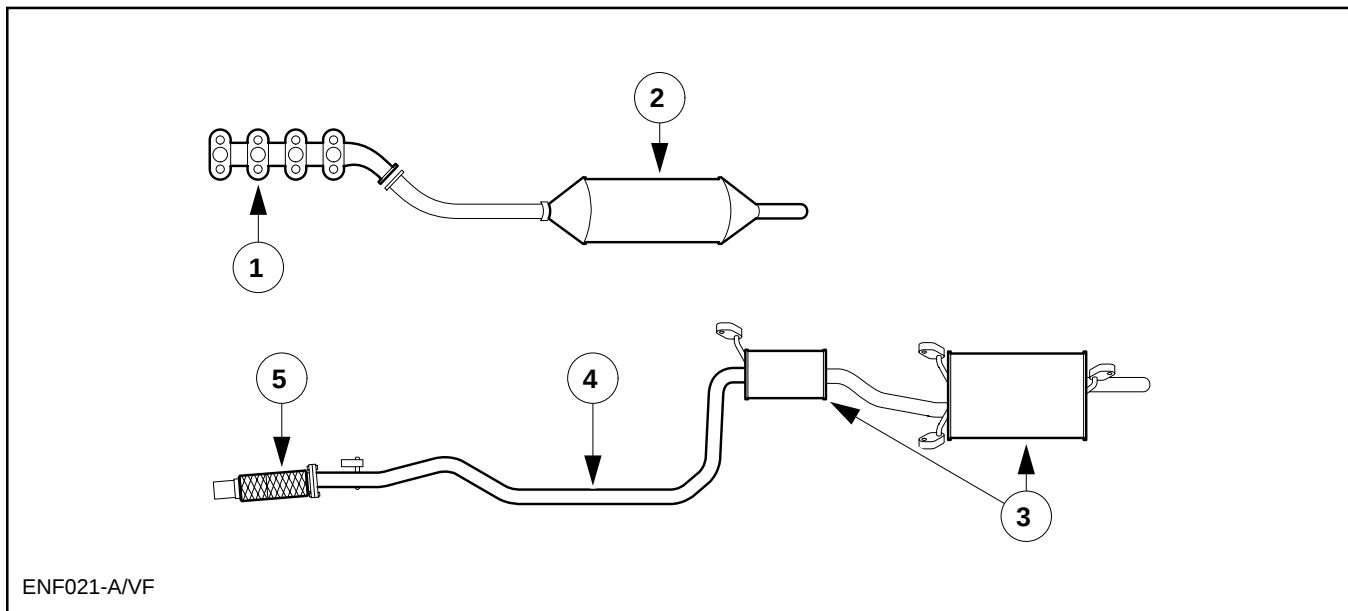
El sistema de escape lleva los gases de escape del motor hasta la parte trasera del vehículo, amortigua el ruido producido por la combustión y limpia los gases de escape (si corresponde).

Entre los principales componentes del sistema de escape se tienen:

- El múltiple de escape
- Las tuberías de escape
- Los silenciadores
- El convertidor catalítico

Los sistemas de escape están especialmente afinados a motores y vehículos específicos. Esta afinación permite la combinación óptima de rendimiento del vehículo y reducción de ruido. Como el múltiple de escape es la parte del sistema de escape expuesta a temperaturas mayores, se fabrica de un metal duradero tal como el hierro fundido o acero. Las tuberías y los silenciadores del escape se pueden fabricar de chapa de metal o de acero inoxidable. El sistema del escape está sujeto a la corrosión producida por el agua y la sal de los caminos. Las altas temperaturas y la vibración también reducen la vida del sistema.

Si el sistema de escape se daña o tiene fugas, se debe reparar o renovar. De lo contrario, los gases tóxicos de escape pueden pasar al interior del compartimento de los pasajeros del vehículo. Además, el sistema de control del motor sufre efectos adversos por el aire que se introduce en el sistema de escape. Consulte el manual de Fundamentos del Rendimiento del Motor la información sobre el sistema de control del motor.

**Sistema de escape (típico)**

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1 Múltiple del escape | 4 Tubería del escape |
| 2 Convertidor catalítico | 5 Tubería flexible |
| 3 Silenciador | |

Las secciones de tubería flexible le permiten al sistema de escape un movimiento limitado. La tubería flexible asegura que la expansión térmica y las vibraciones no puedan causar esfuerzos en el material. La tubería flexible ayuda a reducir el ruido y las fallas resultantes de los esfuerzos.

Silenciadores

El silenciador reduce el nivel del ruido producido por el motor y también reduce el ruido producido por los gases de escape a medida que se desplazan del convertidor catalítico a la atmósfera.

A los silenciadores se les da un tratamiento de revestimiento con un agente anticorrosivo durante la fabricación para incrementar la vida del silenciador.

Convertidor catalítico

Se debe controlar la concentración de los productos de los gases de escape descargados a la atmósfera. El convertidor catalítico ayuda en esta tarea. Un catalizador es un material que permanece sin cambios cuando inicia e incrementa la velocidad de una reacción química. Un catalizador también permite que una reacción química ocurra a temperaturas más bajas.

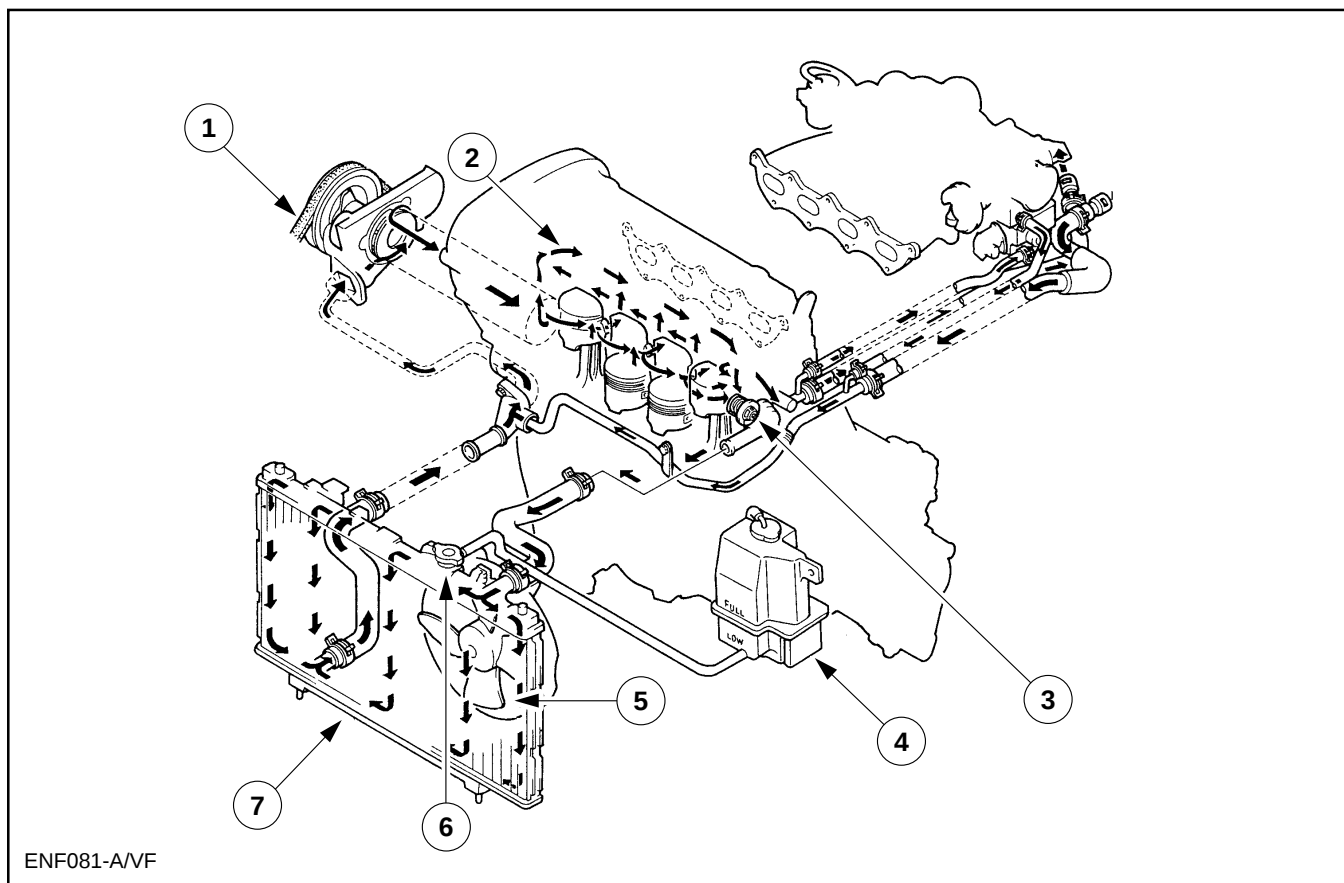
El convertidor catalítico contiene un catalizador en forma de una estructura de panal de abeja con un tratamiento especial. A medida que los gases de escape se ponen en contacto con el catalizador, los gases se cambian químicamente en gases menos dañinos. Consulte mayores detalles en el manual Rendimiento del Motor (TF1010008S).

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

- Describir el sistema de enfriamiento e identificar los diferentes tipos.
- Identificar los componentes de un sistema típico de enfriamiento automotriz.
- Explicar la teoría y el funcionamiento del sistema de enfriamiento.

Descripción



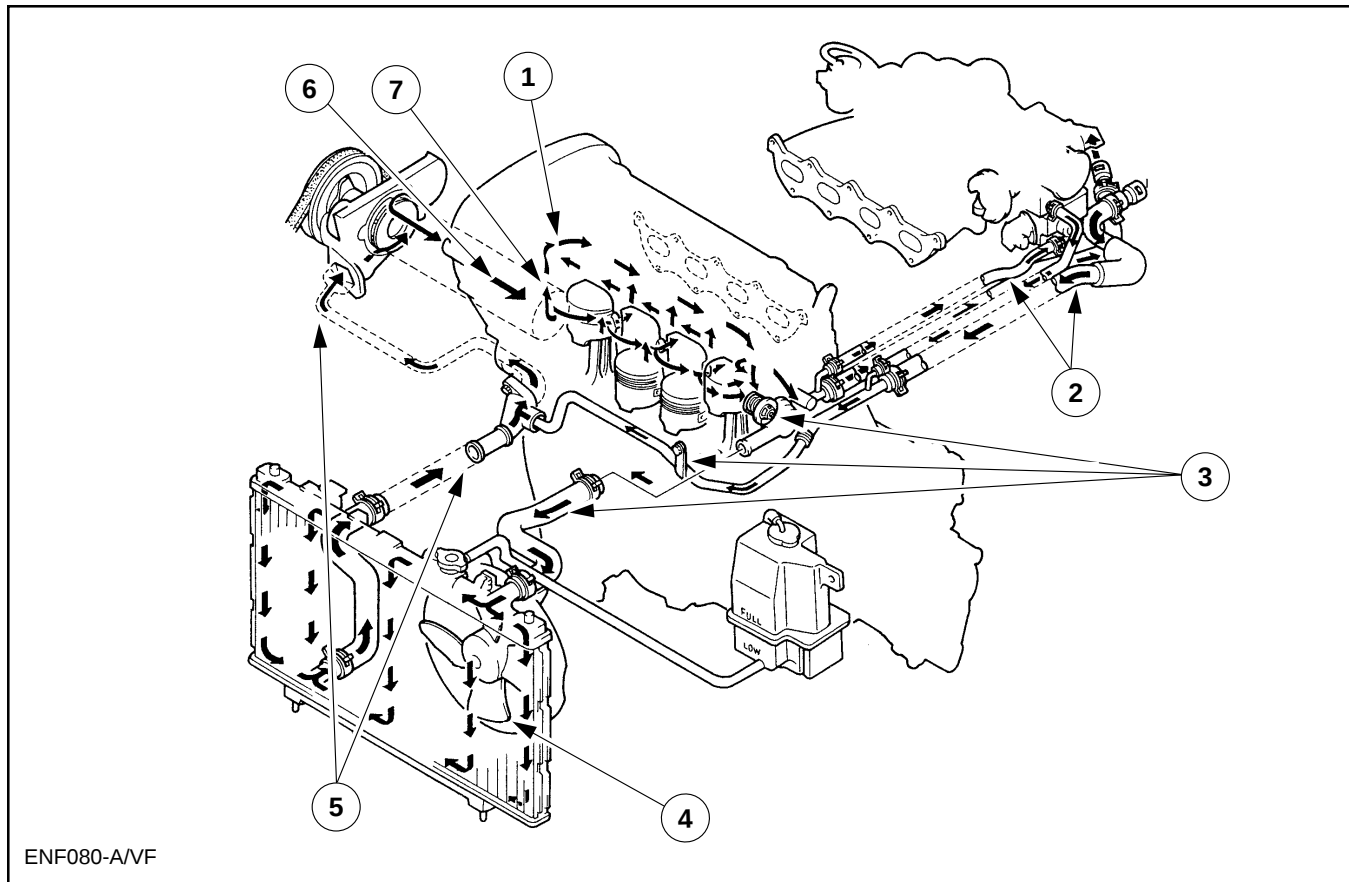
Sistema de enfriamiento

- | | |
|---|--------------------|
| 1 Bomba de refrigerante | 6 Tapón de presión |
| 2 Pasajes del refrigerante | 7 Radiador |
| 3 Termostato | |
| 4 Depósito del radiador y botella de degasificación | |
| 5 Ventilador | |

El sistema de enfriamiento mantiene una temperatura eficiente de funcionamiento del motor. El sistema de enfriamiento disipa aproximadamente una tercera parte del calor generado por la combustión. El método utilizado para enfriar los motores automotrices en la gran mayoría de las aplicaciones es el enfriamiento por líquidos.

La mayoría de los motores se enfrían mediante un flujo constante de refrigerante líquido a través del monoblock y las cabezas de cilindros. El sistema de enfriamiento disipa el exceso de calor producido durante la combustión y mantiene el motor en funcionamiento a una temperatura más eficiente. Si el sistema de enfriamiento falla, el motor se puede sobrecalentar y se puede dañar. Una temperatura de funcionamiento que es muy fría resulta en una combustión incompleta y en una baja eficiencia en el consumo de combustible.

Refrigerante

**Flujo en el sistema de enfriamiento**

- | | |
|---|--|
| 1 Flujo al interior de la cabeza de cilindros | 5 Flujo fuera del radiador |
| 2 Flujo al cuerpo del acelerador | 6 Flujo hacia el monoblock |
| 3 Flujo al termostato y la derivación | 7 Flujo del monoblock a la cabeza de cilindros |
| 4 Flujo hacia el radiador | |

Los pasajes del refrigerante se funden en el monoblock y en la cabeza de cilindros. Estos pasajes llevan al refrigerante alrededor de los cilindros y de las cámaras de combustión. El refrigerante toma el calor y se lo lleva lejos de estas piezas.

En los primeros motores únicamente se utilizaba agua como refrigerante. En la actualidad, la mayoría de los motores utilizan un refrigerante basado en etilenglicol mezclado con agua. El refrigerante de etilenglicol disminuye el punto de congelación del agua, eleva el punto de ebullición del agua, lubrica la acción de la bomba del agua e impide la corrosión en el motor.

Algunos vehículos utilizan refrigerantes del tipo de Tecnología de Ácidos Orgánicos (OAT, por sus siglas en inglés). El refrigerante OAT está diseñado para ser un refrigerante de vida de servicio extendida y reduce el mantenimiento del sistema de enfriamiento. El refrigerante OAT es de color anaranjado para distinguirlo de otros refrigerantes y tiene aditivos especiales para lubricar y proteger al sistema de enfriamiento contra la corrosión. El refrigerante OAT no es compatible con otros refrigerantes.

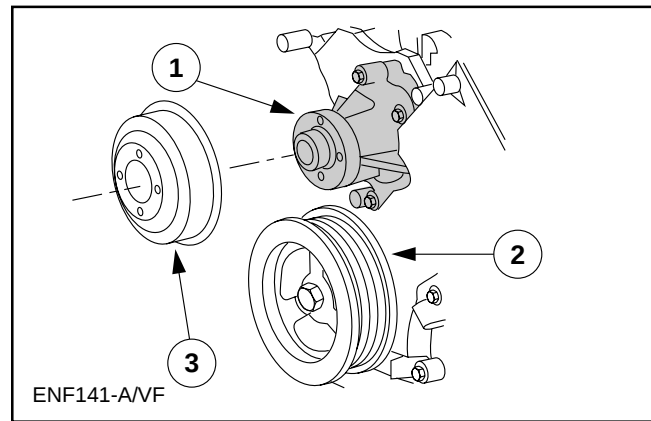
Funcionamiento

Al arrancar un motor frío, la bomba del refrigerante únicamente hace circular agua a través de los pasajes del refrigerante en la cabeza de cilindros y en el monoblock, lo cual eleva rápidamente la temperatura del motor. Parte del refrigerante se puede desviar al sistema de calentamiento, el cual calienta el compartimento de pasajeros del vehículo.

Cuando se ha generado el suficiente calor como para abrir el termostato, la bomba de agua hace circular el refrigerante por todo el motor y hacia el radiador. El refrigerante caliente fluye del tanque superior del radiador al tanque inferior del radiador. El aire fresco pasa por las aletas del radiador que disipan el calor del refrigerante. Del tanque inferior, el refrigerante fluye a través de la manguera inferior del radiador hasta la entrada de la bomba del refrigerante. La bomba del refrigerante hace circular el refrigerante a través de la salida de la bomba hacia el pasaje del refrigerante en el monoblock. El refrigerante fluye del pasaje del monoblock hacia el pasaje del refrigerante en la cabeza de cilindros para completar el circuito.

Bomba del refrigerante

La bomba del refrigerante hace circular refrigerante por todo el sistema de enfriamiento. La mayoría de las bombas de refrigerante son bombas con impulsores o de desplazamiento no positivo. No todo el refrigerante que entra en la bomba necesariamente tiene que salir de la bomba. Este diseño es diferente en comparación con el de la bomba de aceite (que es del tipo de desplazamiento positivo), en donde todo el aceite que entra en la bomba es bombeado hacia afuera otra vez.



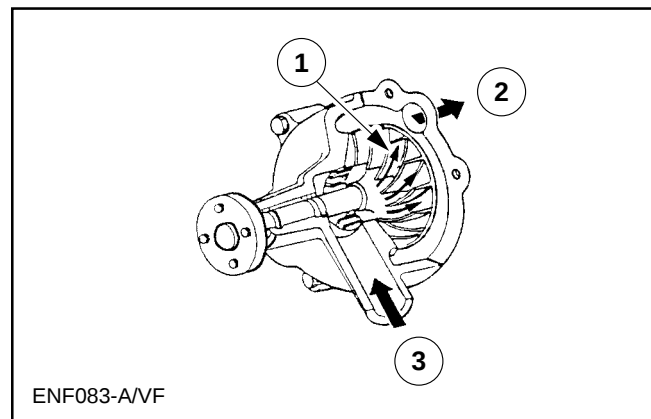
Bomba del refrigerante (típica)

- 1 Bomba del refrigerante
- 2 Polea del cigüeñal
- 3 Polea impulsora de la bomba del refrigerante

Bomba del tipo de impulsores

Las bombas de refrigerante generalmente se diseñan como bombas sencillas del tipo de impulsor. La bomba del refrigerante tiene un cuerpo de la bomba que contiene el impulsor. El impulsor gira sobre un eje que está conectado a una polea de impulsión.

La bomba del tipo de impulsor funciona por acción centrífuga. La acción centrífuga es la tendencia de un cuerpo en rotación a ser empujado hacia afuera. El refrigerante fluye a través de la entrada de la bomba y entra al centro del impulsor. A medida que el impulsor gira, el impulsor “avienta” el refrigerante hacia las orillas exteriores del impulsor. El cuerpo de la bomba atrapa al refrigerante y lo empuja hacia la salida de la bomba.

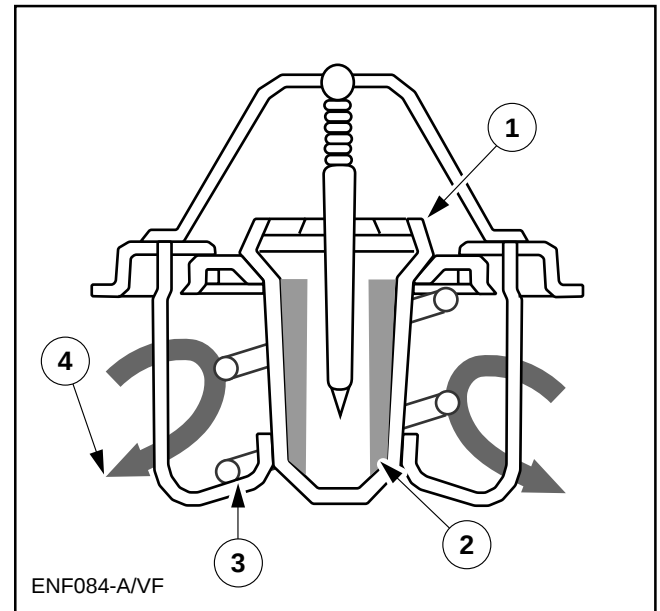


Bomba tipo impulsor

- 1 Impulsor
- 2 Salida de la bomba
- 3 Entrada de la bomba

Termostato

El termostato limita el flujo del refrigerante a través del sistema hasta que el motor logra su temperatura de funcionamiento. El motor se calienta rápidamente, lo cual mejora las emisiones y la eficiencia en el consumo de combustible. Un calentamiento rápido también reduce los gases de la combustión que escapan a los pistones y llegan hasta el cárter.

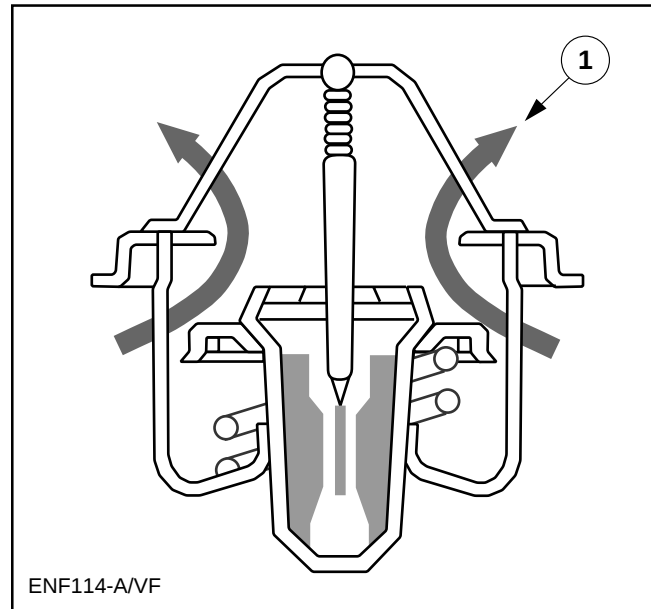


Termostato tipo pastilla de cera

- 1 Válvula
- 2 Cera
- 3 Resorte
- 4 Flujo del refrigerante

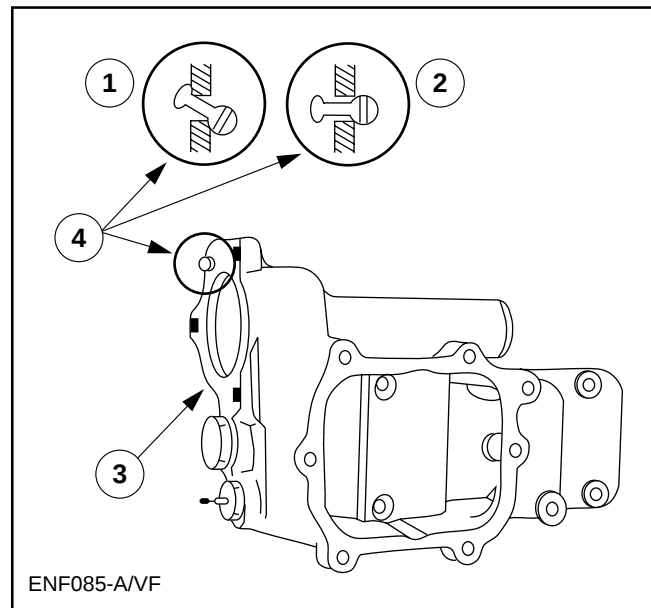
Termostato (continúa)

El termostato contiene una pastilla de cera sensible al calor. Cuando el motor está frío, la cera se mantiene en estado sólido, y el resorte mantiene cerrada a la válvula. Cuando el refrigerante se calienta, la cera se convierte en líquido y se expande. La expansión empuja el cuerpo de la válvula hacia abajo, lo cual abre el flujo del refrigerante al radiador.

**Flujo del refrigerante del termostato**

- 1 Flujo del refrigerante

Para proporcionar una salida para el aire en el sistema de enfriamiento, muchos termostatos incluyen una espiga ahusada o cónica cerca de la parte superior del motor ya sea en el termostato en sí o en la caja del termostato. Cuando hay aire en el sistema de enfriamiento, el extremo más pesado de la espiga ahusada cae hacia abajo y deja escapar el aire. Cuando el motor está en funcionamiento, la presión de la bomba de agua empuja a la espiga ahusada contra su asiento. La espiga ahusada cerrada impide que el refrigerante fluya hacia el radiador sino hasta cuando el termostato se abre.

**Espiga ahusada**

- 1 Espiga ahusada abierta
- 2 Espiga ahusada cerrada
- 3 Caja del termostato
- 4 Espiga ahusada

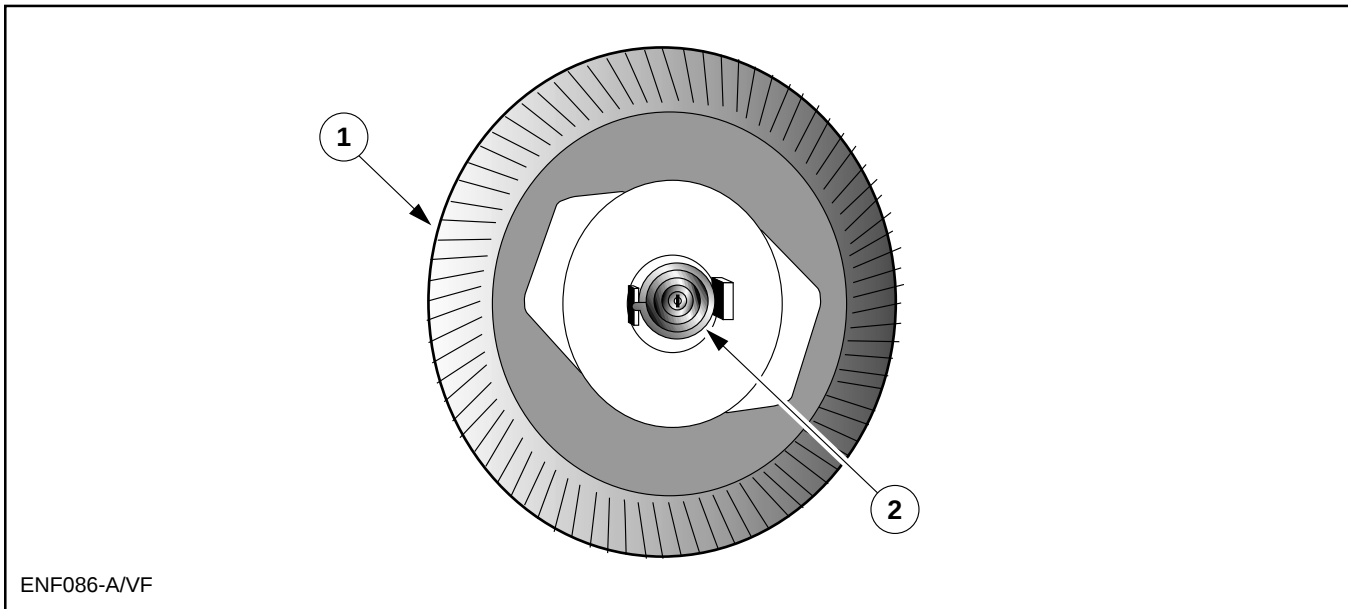
Ventilador de enfriamiento

El ventilador del radiador jala aire fresco del exterior sobre la superficie del radiador para disipar el calor del refrigerante y obtener una transferencia de calor más rápida, especialmente durante la marcha mínima. La mayoría de los vehículos equipados con aire acondicionado generalmente tienen un ventilador adicional para incrementar el enfriamiento. La mayoría de los ventiladores tiene cuatro o más paletas para incrementar la capacidad de enfriamiento. Una guarda o protección de ventilador puede rodear al ventilador para concentrar el flujo de aire.

Impulsores de ventiladores de enfriamiento

Existen varios tipos diferentes de impulsores de ventiladores entre los que se encuentran impulsores eléctricos, viscosos, hidráulicos y mecánicos. Algunos vehículos pueden utilizar una combinación de dos diferentes tipos de impulsores de ventiladores. Algunos ventiladores son impulsados por un motor eléctrico que conecta y desconecta el ventilador dependiendo de la temperatura del refrigerante del motor. Cuando el refrigerante logra una temperatura preestablecida, el interruptor térmico (sensor de temperatura del refrigerante del motor) activa un relevador eléctrico que a su vez enciende el motor del ventilador. Cuando disminuye la temperatura del refrigerante, el interruptor térmico apaga al motor del ventilador. Otros ventiladores se controlan mediante un módulo de control basado en microprocesadores. Los sensores envían datos de temperatura del refrigerante del motor al módulo, y éste utiliza los datos para determinar si el ventilador del refrigerante del motor debe ser prendido o apagado.

Un impulsor de ventilador hidráulico utiliza la presión de aceite hidráulico para impulsar al ventilador.



Embrague viscoso de ventilador y resorte bimetálico

- 1 Placa de embrague
- 2 Termostato bimetálico

Un impulsor mecánico de ventilador utiliza una polea y una banda para impulsar el ventilador. La mayoría de los ventiladores de impulsión mecánica utilizan un impulsor de embrague, el cual permite que el ventilador gire a velocidades menores cuando la temperatura está más baja. Si el ventilador gira constantemente a la velocidad del motor, el ventilador sería muy ruidoso a altas velocidades y también reduciría la potencia del motor.

Uno de los tipos más comunes de embragues de ventiladores es el de tipo viscoso. Un impulsor viscoso es un acoplamiento con un fluido.

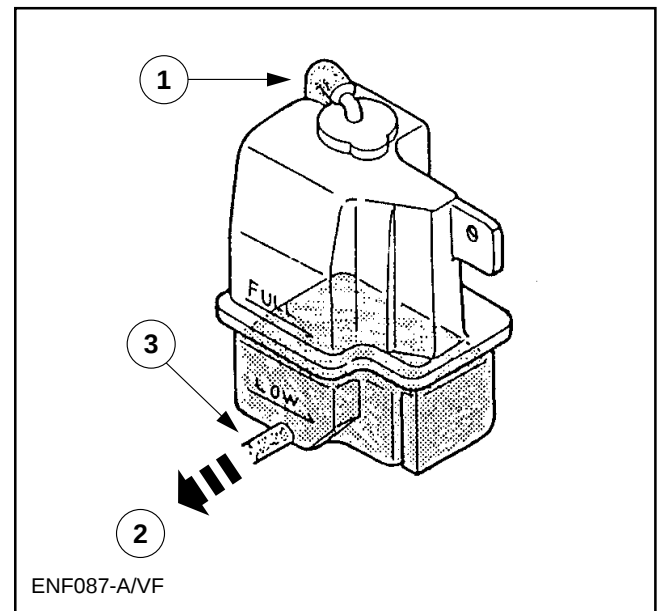
Un termostato bimetálico controla la cantidad de acoplamiento. El termostato bimetálico es un resorte hecho de dos tipos de metales. El resorte se expande a temperaturas más altas y se contrae a temperaturas más bajas. El termostato está conectado a una válvula que controla la cantidad de fluido disponible para acoplar el embrague. El termostato responde a la temperatura del aire que pasa a través del radiador. Si la temperatura del aire es fría, se limita el flujo de fluido en el embrague. Esto causa que ocurra muy poco acoplamiento, y el ventilador gira muy lentamente o simplemente no gira. A temperaturas más altas, el fluido que opera sobre el embrague se incrementa, lo cual causa un acoplamiento más estrecho y una velocidad más rápida del ventilador.

Depósito de sobreflujo de refrigerante y botella de desgasificación

Comúnmente se utilizan dos tipos de depósitos de sobreflujo de refrigerante: un depósito de sobreflujo de refrigerante no presurizado y un depósito de tipo presurizado llamado botella de desgasificación.

A medida que un refrigerante se calienta, el refrigerante se expande. El depósito de recuperación de refrigerante no presurizado almacena el exceso de refrigerante desplazado por el radiador. Cuando el motor se enfría, el refrigerante en el depósito se succiona otra vez hacia el sistema de enfriamiento. Esto mantiene al sistema de enfriamiento constantemente lleno, lo cual incrementa la eficiencia del sistema de enfriamiento.

El nivel del refrigerante se revisa y se agrega refrigerante en el radiador. Una manguera conecta el depósito al cuello de llenado del radiador. A medida que la temperatura se incrementa, el tapón de presión permite que el refrigerante en expansión fluya del radiador hacia el depósito según corresponda. Cuando el motor se detiene, la temperatura del refrigerante disminuye y el refrigerante se contrae. En el sistema de enfriamiento se genera un vacío parcial que succiona el refrigerante del depósito otra vez al sistema de enfriamiento. El depósito tiene un tubo de sobreflujo que permite que el refrigerante se escape si el sistema de enfriamiento se sobrellena o si el motor se sobrecalienta.

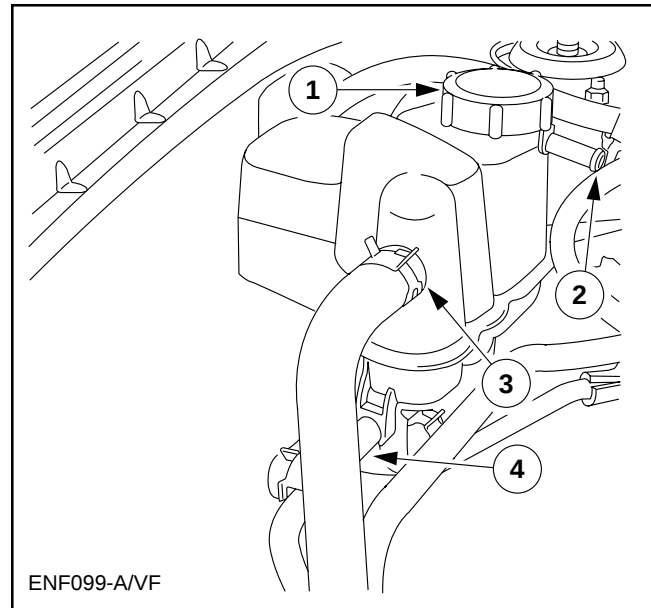


Depósito del refrigerante

- 1 Tubo de sobreflujo
- 2 Flujo del refrigerante hacia o desde el radiador
- 3 Manguera entre el depósito y el radiador

Botella de degasificación

La botella de degasificación tiene un funcionamiento y una apariencia similar al depósito de sobreflujo de refrigerante. Sin embargo, la botella en sí está presurizada como el radiador, y el tapón de presión se localiza en la botella de degasificación en vez del radiador. El sistema de enfriamiento se llena a través del tapón de presión ubicado en la botella de degasificación. La botella de degasificación permite la expansión del refrigerante durante el funcionamiento normal. Un tubo de sobreflujo proporciona una salida para el exceso de refrigerante en caso que el sistema de enfriamiento se sobrellene o si el motor se sobrecalienta. La botella de degasificación proporciona la separación del aire durante el funcionamiento del motor. La botella de degasificación retorna el refrigerante al sistema.



Botella de degasificación del refrigerante

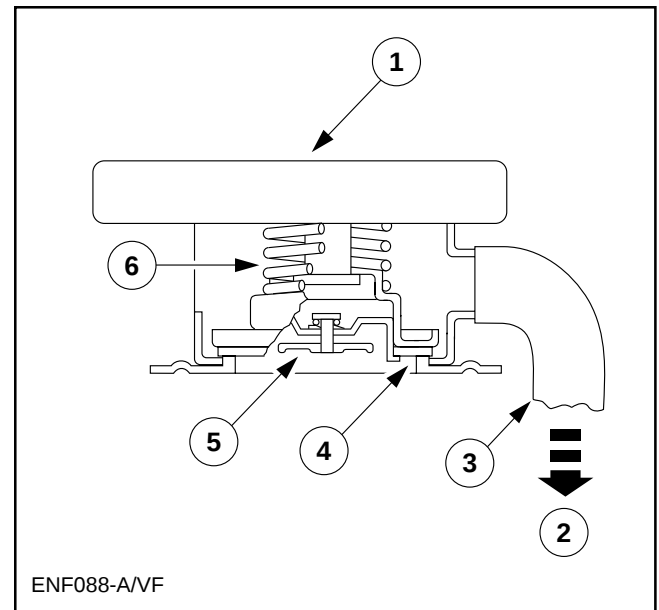
- 1 Tapón de presión
- 2 Salida de sobreflujo
- 3 Entrada de refrigerante
- 4 Salida de refrigerante

Tapón de presión

El tapón de presión mantiene la presión en el sistema, la cual eleva la temperatura de ebullición del refrigerante. El tapón también permite que se escape del sistema el exceso de presión.

El punto de ebullición de un líquido se eleva con la cantidad de presión que soporta. Por ejemplo, el agua a nivel del mar hierve a aproximadamente a 100° C (212° F). El agua en un sistema de enfriamiento presurizado típico hierve a aproximadamente a 121° C (250° F). La presurización del sistema de enfriamiento eleva efectivamente la temperatura de funcionamiento del motor. La presión incrementada del sistema de enfriamiento eleva el punto de ebullición del refrigerante para adicionar un margen confortable entre la temperatura de funcionamiento del motor y el punto de ebullición del refrigerante.

El tapón de presión se instala ya sea en el cuello de llenado del radiador o en una botella de desgasificación. El tapón de presión incluye una válvula de presión y una válvula de vacío. Ambas están cargadas por resorte para permanecer en la posición cerrada cuando el sistema está dentro de las gamas de funcionamiento.



Tapón de presión del radiador (típico)

- 1 Tapón de presión
- 2 Flujo de refrigerante hacia o desde el depósito de sobreflujo
- 3 Manguera del depósito de sobreflujo
- 4 Válvula de presión
- 5 Válvula de vacío
- 6 Resorte

Botella de degasificación (continúa)

Si la presión en el sistema de enfriamiento sobrepasa un límite especificado, la válvula de presión se abre para impedir que estalle el radiador o las mangueras. De esta manera el vapor y el refrigerante se pueden fugar a través de la manguera del depósito (fijada al cuello de llenado) hasta el depósito del radiador o hacia fuera, por el tubo de sobreflujo si el vehículo está equipado con una botella de degasificación.

Cuando se apaga el motor, el vapor en el sistema se condensa otra vez a líquido, lo cual genera un vacío en el sistema. La válvula de vacío en el tapón de presión se abre, lo cual permite que el refrigerante del depósito retorne otra vez hacia el radiador a través de la manguera del depósito del radiador. Sin una válvula de vacío, tanto los tanques del radiador como las mangueras podrían chuparse.

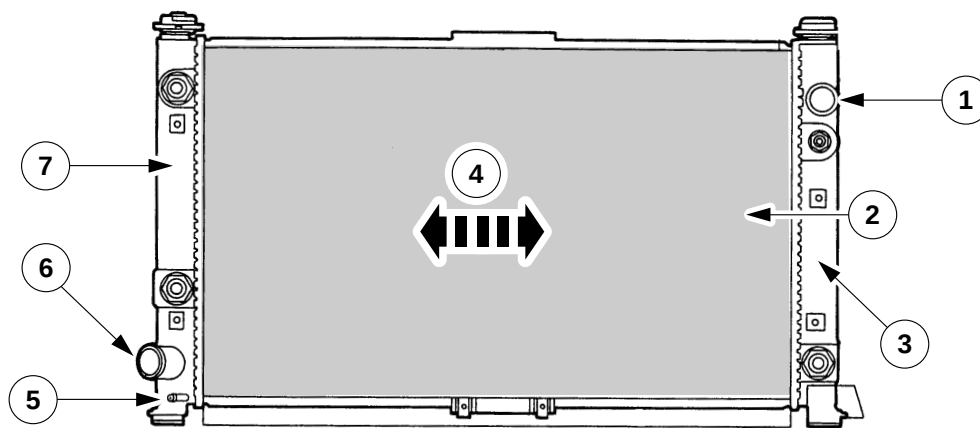
El tapón de presión protege al sistema de enfriamiento contra la generación de fugas debido al exceso de presión o de vacío. Para que el tapón funcione correctamente, todo el sistema de enfriamiento debe estar sellado.

Es peligroso tratar de quitar el tapón del radiador cuando el motor está en funcionamiento o cuando el motor o el radiador están calientes. Se pueden escapar el refrigerante y el vapor y causar lesiones serias. Apague el motor y espere hasta que se enfríe antes de quitar el tapón.

Radiador

El radiador transfiere el calor del refrigerante al aire exterior. El núcleo del radiador contiene tubos y aletas. El refrigerante fluye a través de los tubos, y las aletas incrementan el área de la superficie del radiador expuestas al aire. El área incrementada de superficie permite que el aire se lleve más calor, lo cual reduce la temperatura del refrigerante. Los radiadores tienen diseños ya sea del tipo de flujo cruzado o de flujo descendente.

Flujo cruzado

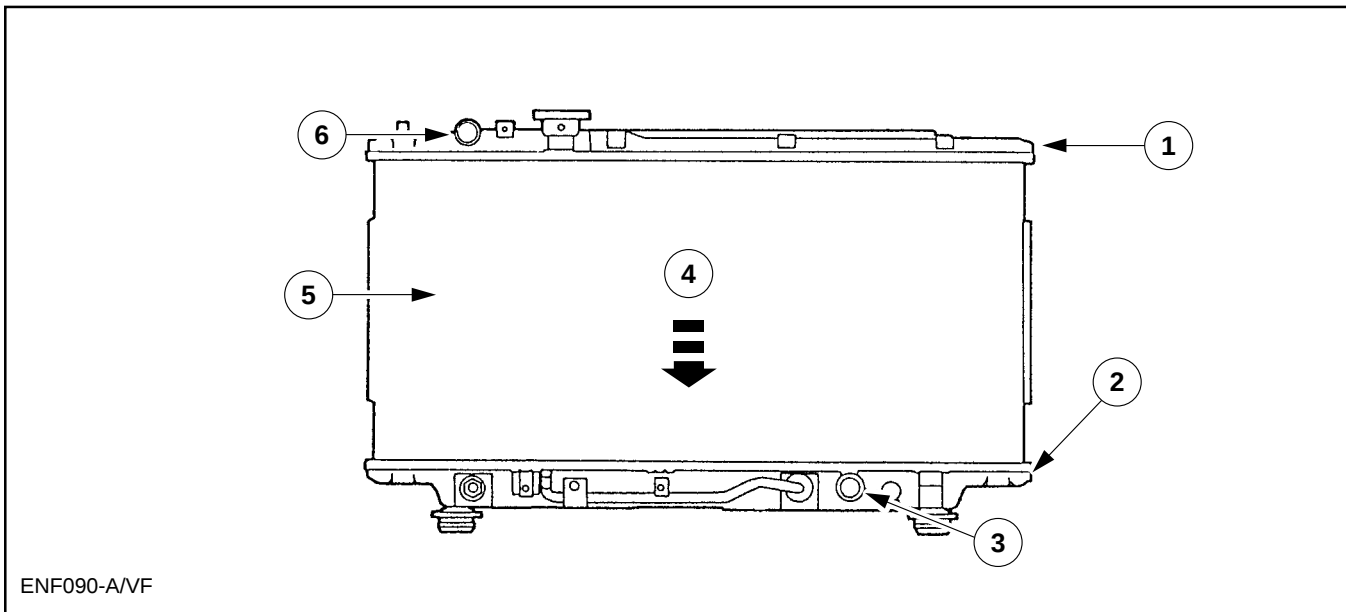


ENF089-B/VF

Radiador de flujo cruzado

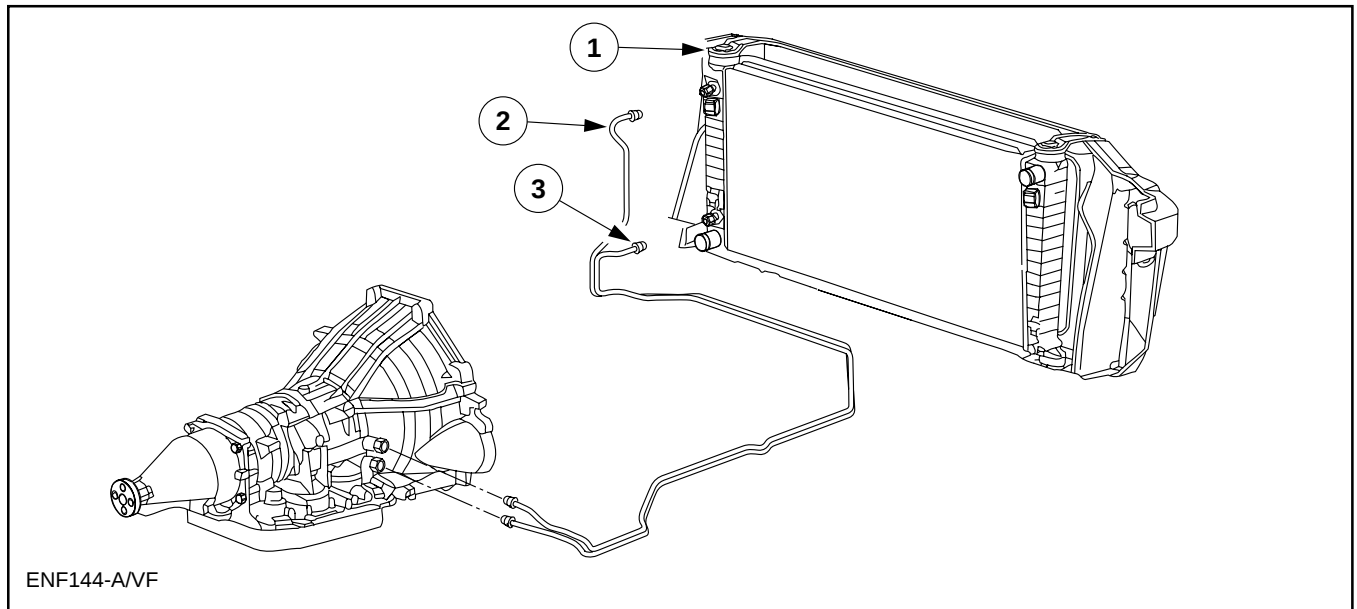
- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1 Salida del refrigerante | 5 Tubo de salida hacia o del depósito de refrigerante |
| 2 Núcleo | 6 Entrada de refrigerante |
| 3 Tanque derecho | 7 Tanque izquierdo |
| 4 Refrigerante fluye de lado a lado | |

El radiador de flujo cruzado se utiliza comúnmente. El radiador de flujo cruzado tiene tanques a los lados del núcleo, así que el refrigerante fluye horizontalmente a través de los tubos de un lado al otro.

Radiador (continúa)**Flujo descendente****Radiador de flujo descendente**

- | | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| 1 Tanque superior | 4 El refrigerante fluye hacia abajo |
| 2 Tanque inferior | 5 Núcleo |
| 3 Salida del refrigerante | 6 Entrada de refrigerante |

El radiador de flujo descendente tiene un tanque superior y un tanque inferior. Los tubos conectan a los tanques. El refrigerante fluye verticalmente hacia abajo desde el tanque superior a través del núcleo hasta el tanque inferior. El enfriamiento toma lugar a medida que el líquido pasa a través del núcleo del radiador.

**Enfriador de fluido de transmisión en el tanque**

- 1 Tanque de radiador con enfriador interno de fluido de la transmisión
- 2 Entrada de fluido de la transmisión
- 3 Salida de fluido de la transmisión

Si el vehículo tiene transmisión automática, el radiador puede tener un enfriador separado en uno de los tanques para el fluido de la transmisión automática.

Objetivos

Al completar esta lección, usted podrá:

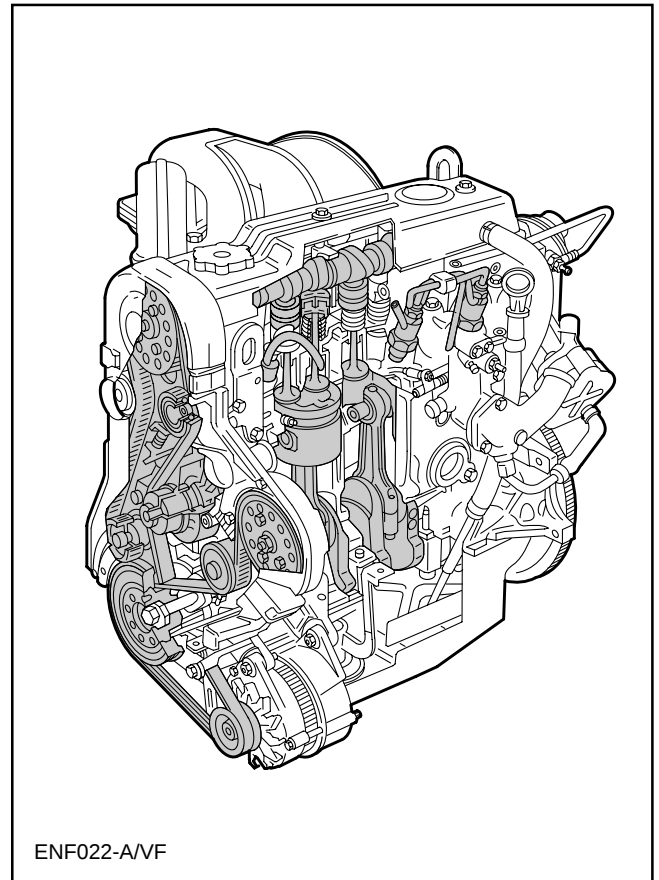
- Explicar el objetivo y la función del motor diesel.
- Describir un motor diesel.
- Identificar similitudes y diferencias de los motores diesel y de gasolina.
- Explicar la teoría y el funcionamiento del motor diesel.

Descripción

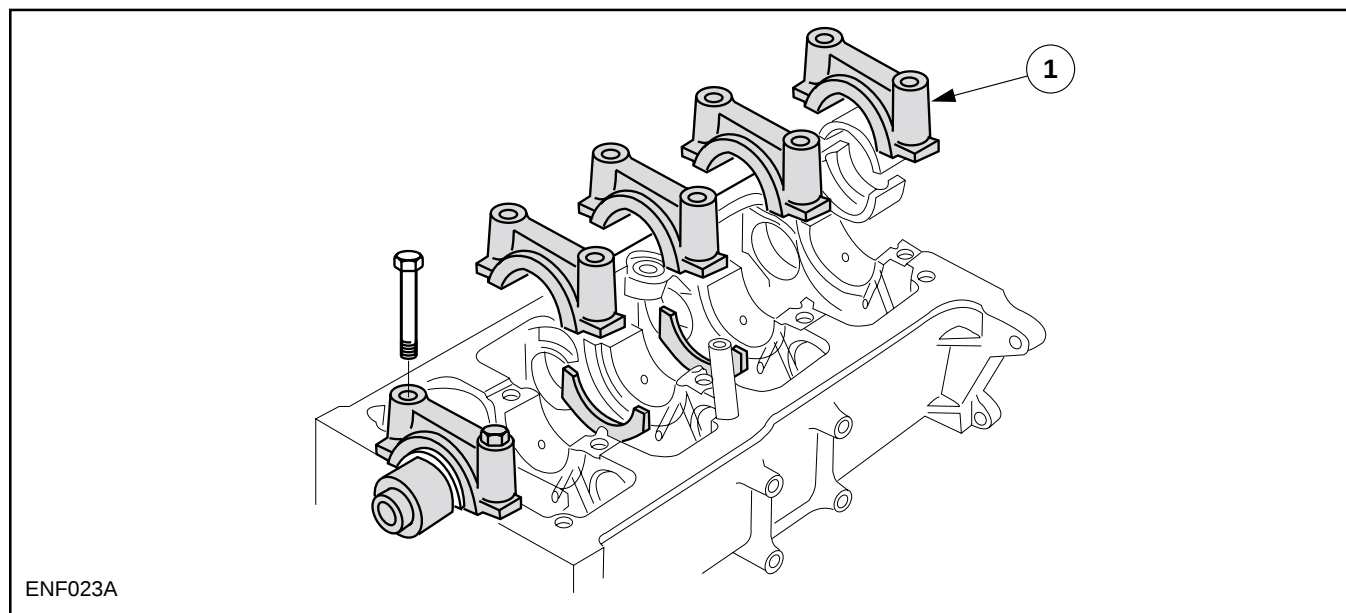
El motor diesel es un motor recíprocante que tiene la misma estructura y ciclo básico que un motor de gasolina. La diferencia principal entre un motor diesel y un motor de gasolina es el combustible que se utiliza y el método de encendido para la combustión del combustible.

Funcionamiento

Los motores diesel utilizan el calor de la compresión para encender la mezcla de aire y combustible en la cámara de combustión. Este tipo de encendido se logra mediante el uso de alta presión en la compresión y de combustible diesel inyectado en el interior de la cámara de combustión a una presión muy alta. La combinación de combustible diesel y la alta compresión producen el encendido espontáneo para iniciar el ciclo de combustión.



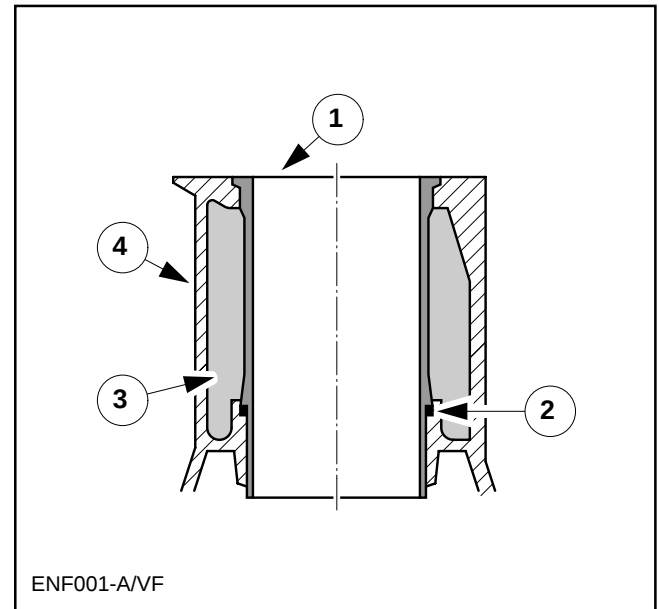
Motor diesel

Monoblock**Tapas de cojinetes principales de motor diesel****1 Tapa de cojinete principal**

Los bloques de cilindros de los motores diesel y de gasolina parecen ser muy similares entre sí, pero existen algunas diferencias en la construcción. La mayoría de los motores diesel utilizan camisas de cilindros en lugar de fundir los cilindros como parte del bloque. Al utilizar camisas de cilindros, se pueden realizar reparaciones para mantener el sistema en servicio durante mucho tiempo. En aquellos motores diesel que no utilizan camisas, las paredes de los cilindros son más gruesas que las paredes en un motor de gasolina de tamaño similar. Los motores diesel tienen estructuras más pesadas y gruesas con el fin de tener un mayor soporte del cigüeñal.

Camisas húmedas

Las camisas de cilindros de tipo húmedo en los motores diesel son iguales a los que se utilizan en motores de gasolina. Las dimensiones físicas de la camisa pueden ser diferentes para poder tolerar las condiciones de funcionamiento de un motor diesel.



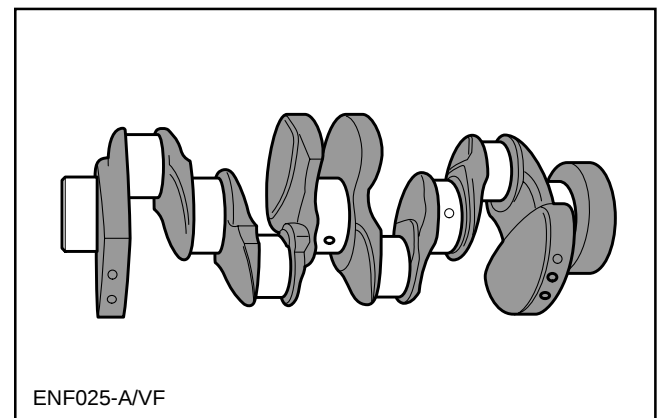
Camisa húmeda

- 1 Camisa
- 2 Sello
- 3 Refrigerante
- 4 Monoblock

Cigüeñal

Los cigüeñales utilizados en los motores diesel son de construcción similar a los de los motores de gasolina con dos diferencias:

- Los cigüeñales diesel generalmente son fabricados mediante el forjado en lugar de fundido. El forjado hace al cigüeñal más fuerte.
- Los muñones de los cigüeñales diesel generalmente son más grandes que los muñones en los cigüeñales de los motores de gasolina. Los muñones de mayor tamaño le permiten al cigüeñal soportar esfuerzos más grandes.



Cigüeñal

Bielas

Las bielas que se utilizan en los motores diesel generalmente se fabrican de acero forjado. Las bielas utilizadas en los motores diesel difieren de las bielas utilizadas en los motores de gasolina en que las tapas están fracturadas para lograr una sola pieza de ambas tapas de biela. Este diseño tiene un desplazamiento y un dentado que ayuda a mantenerlas tapas en su lugar y reduce las cargas en los tornillos de las bielas.

Pistones y anillos

Los pistones utilizados en aplicaciones de diesel de servicio ligero parecen ser similares a los que se utilizan en motores de gasolina. Los pistones diesel son más pesados que los pistones de motores de gasolina ya que los pistones diesel generalmente son fabricados de acero forjado en vez de aluminio, y el espesor interno del material es mayor.

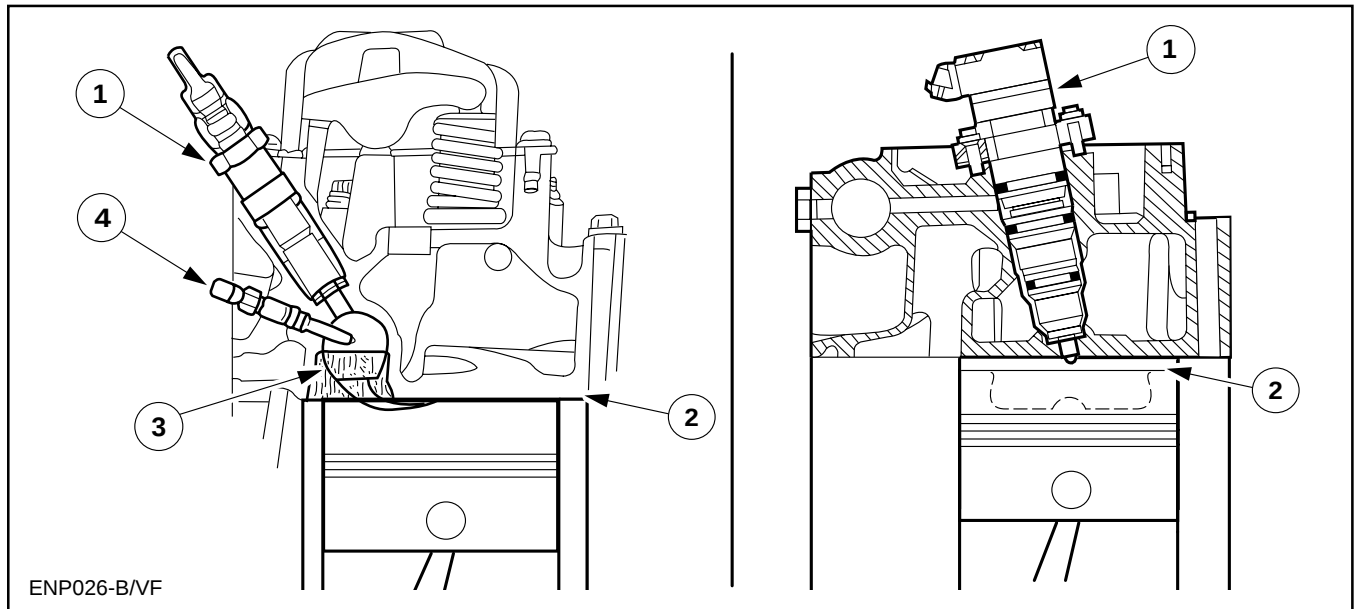
Los anillos de compresión utilizados en los motores diesel generalmente son fabricados de hierro fundido y a menudo están revestidos de cromo y molibdeno para reducir la fricción.

Cabeza de cilindros

Externamente la cabeza de cilindros del motor diesel es similar a la cabeza de cilindros en un motor de gasolina. Existen muchas diferencias internas de diseño que hacen a los motores diesel muy singulares.

La cabeza de cilindros en sí debe ser mucho más resistente y pesada en un motor diesel para soportar los mayores esfuerzos de calor y presión. El diseño de la cámara de combustión y los pasajes de aire en los motores diesel pueden ser más complejos que en un motor de gasolina.

Se tienen varios diseños de cámaras de combustión diesel en uso, pero dos diseños son los más comunes: la cámara de combustión abierta y la cámara de precombustión.

Diseño de cámara de combustión abierta**Inyección de combustible diesel**

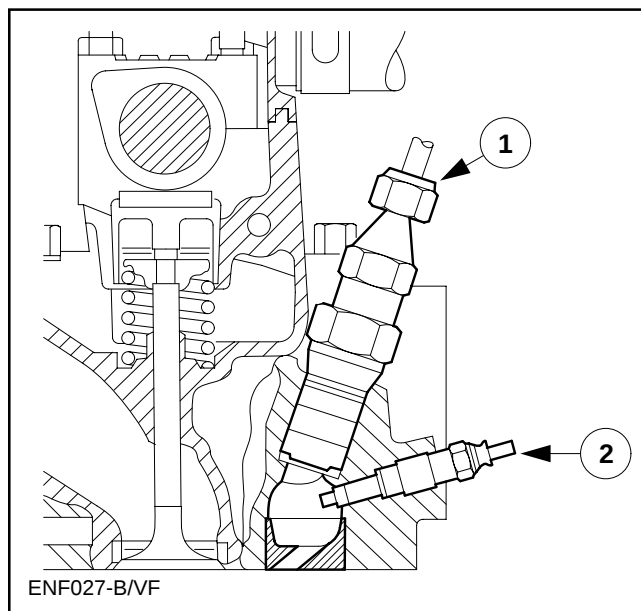
- 1 Inyector de combustible
- 2 Cámara de combustión

- 3 Pasaje de entrada de aire
- 4 Bujía incandescente

El tipo más común de cámara de combustión diesel es la cámara abierta, también conocida como cámara de combustión de inyección directa. El diseño abierto se basa en la forma del pasaje de aire de entrada para causar que la carga de aire de admisión se torne turbulenta. El combustible se inyecta directamente en el interior de la cámara de combustión.

Diseño de cámara de precombustión

El diseño de la cámara de precombustión utiliza dos cámaras de combustión para cada cilindro. Una cámara principal se conecta mediante un pasaje estrecho hasta una cámara de precombustión más pequeña. La cámara de precombustión contiene el inyector de combustible y está diseñada para iniciar el proceso de la combustión. El aire de admisión se comprime a través del pasaje estrecho hasta la cámara de precombustión. Se rocía combustible en el interior de la cámara de combustión donde se enciende. La mezcla en combustión luego se extiende bajo presión hasta la cámara de combustión principal donde completa su combustión y fuerza al pistón a desplazarse hacia abajo.



Cámara de precombustión

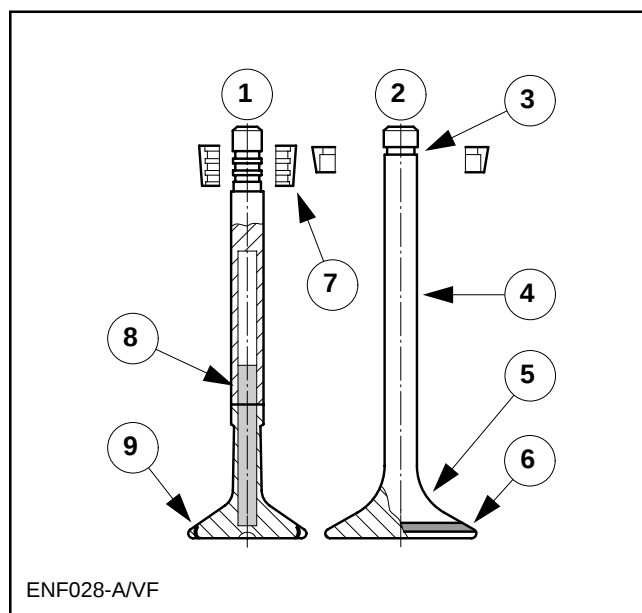
- 1 Inyector de combustible
- 2 Bujía incandescente

Válvulas y asientos de válvulas

Las válvulas de los motores diesel se fabrican de aleaciones especiales que son capaces de tener un buen rendimiento a las altas temperaturas y presiones del motor diesel. Algunas válvulas están llenas de sodio que les ayuda a disipar el calor. Un gran porcentaje del calor se transfiere de la cabeza de la válvula al asiento de la válvula. Se debe poner especial atención al ancho del asiento de la válvula para que ocurra una transferencia adecuada de calor.

Un asiento de válvula ancho tiene la ventaja de poder conducir una mayor cantidad de calor. Sin embargo, un asiento de válvula ancho tiene una mayor probabilidad de atrapar depósitos de carbón que pueden causar una fuga en la válvula. Un asiento de válvula angosto proporciona mejor sellado que un asiento de válvula ancho, pero no puede transferir la misma cantidad de calor. En un motor diesel es necesario un arreglo que quede entre asientos de válvula anchos y angostos.

Los motores diesel a menudo utilizan insertos de asiento de válvula. Los insertos tienen la ventaja de poderse reemplazar. Los insertos de asiento de válvulas se hacen de aleaciones especiales de metal que soportan el calor y la presión del motor diesel.



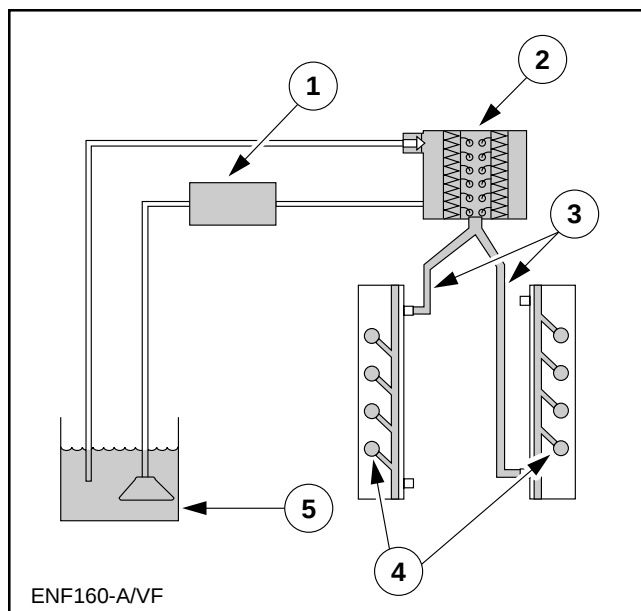
Válvula con relleno de sodio

- 1 Válvula bimetálica (sodio)
- 2 Válvula de un solo metal
- 3 Ranura del collar
- 4 Vástago de válvula
- 5 Cabeza de válvula
- 6 Cara de válvula
- 7 Candado de válvula
- 8 Relleno de sodio
- 9 Endurecido

Sistema de entrega de combustible

Diseño convencional

En un sistema convencional de entrega de combustible el combustible se succiona del tanque de combustible, se filtra y se entrega a una bomba de alta presión. El combustible a alta presión se regula y se entrega a un riel de combustible que alimenta a los inyectores de combustible. Un control de inyección energiza cada inyector en el momento adecuado para proporcionar el combustible durante la carrera de compresión para la combustión.

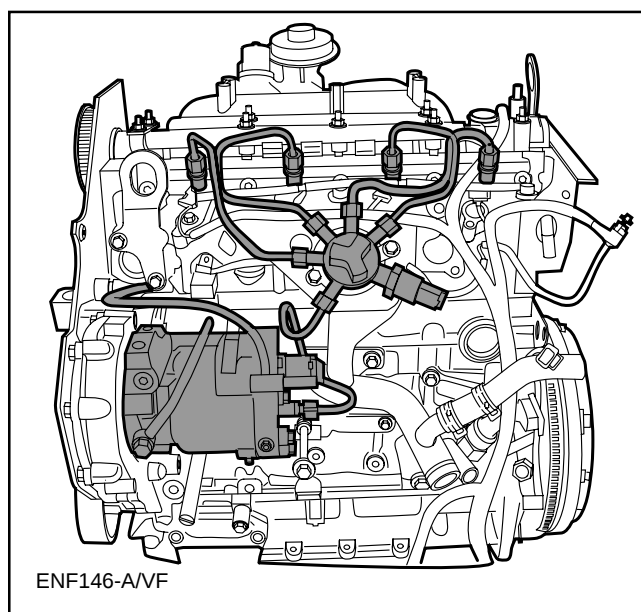


Diseño convencional

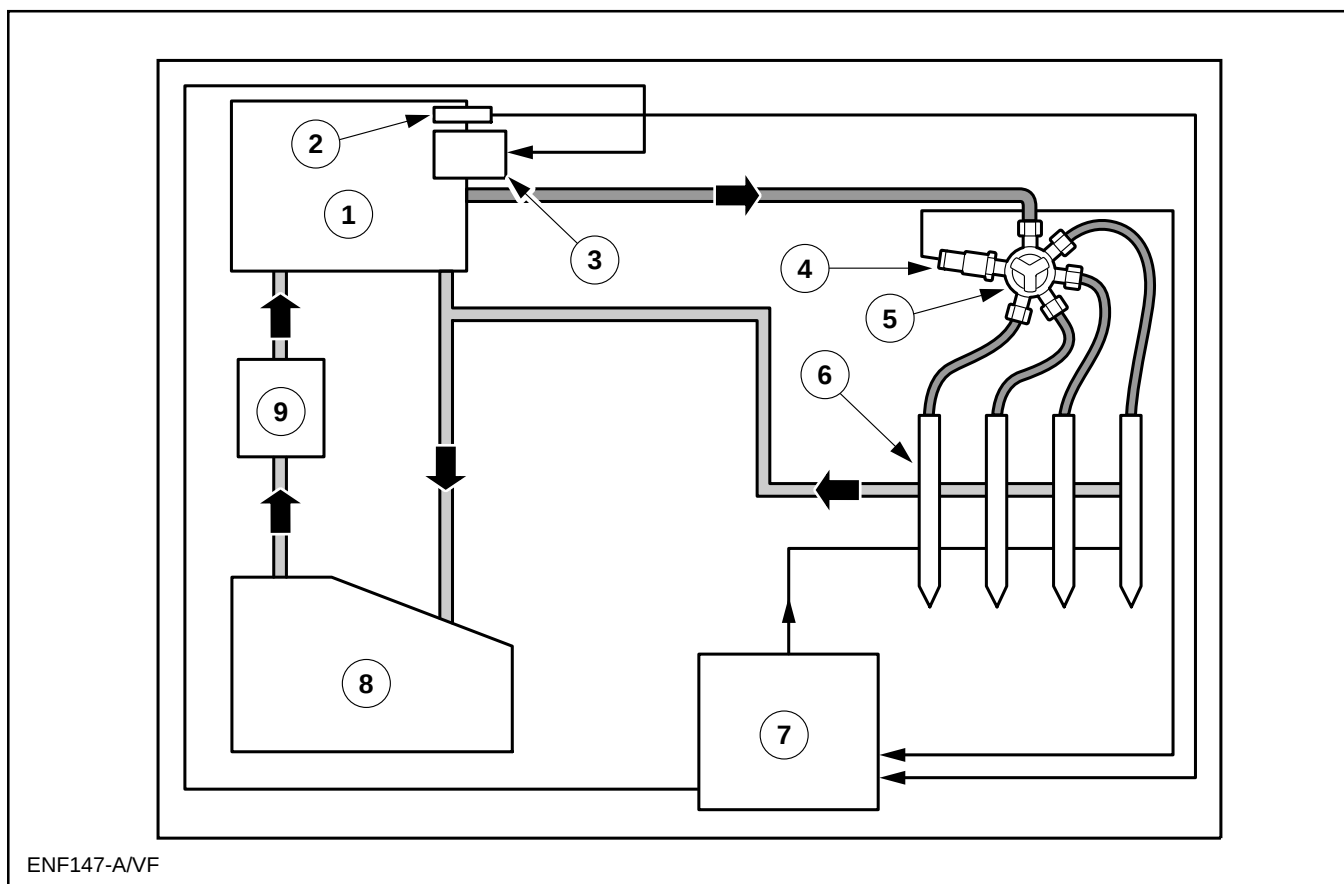
- 1 Filtro
- 2 Bomba de alta presión
- 3 Riel o distribuidor de combustible
- 4 Inyectores de combustible (8)
- 5 Tanque de combustible

Diseño de riel común

Los motores diesel con diseño de riel común utilizan sistemas independientes de presión de combustible y de inyección de combustible. Una bomba de alta presión succiona el combustible del tanque y lo entrega a través de un regulador de presión a un riel común de combustible. La bomba de alta presión consiste en una bomba de transferencia de baja presión y una cámara de alta presión. El módulo de Control del Tren Motriz (PCM, por sus siglas en inglés) controla la inyección de combustible, mientras que un Módulo de Manejo de Inyectores (IDM, por sus siglas en inglés) regula el tiempo de activación del inyector basado en las condiciones de funcionamiento del motor.



Motor diesel de riel común



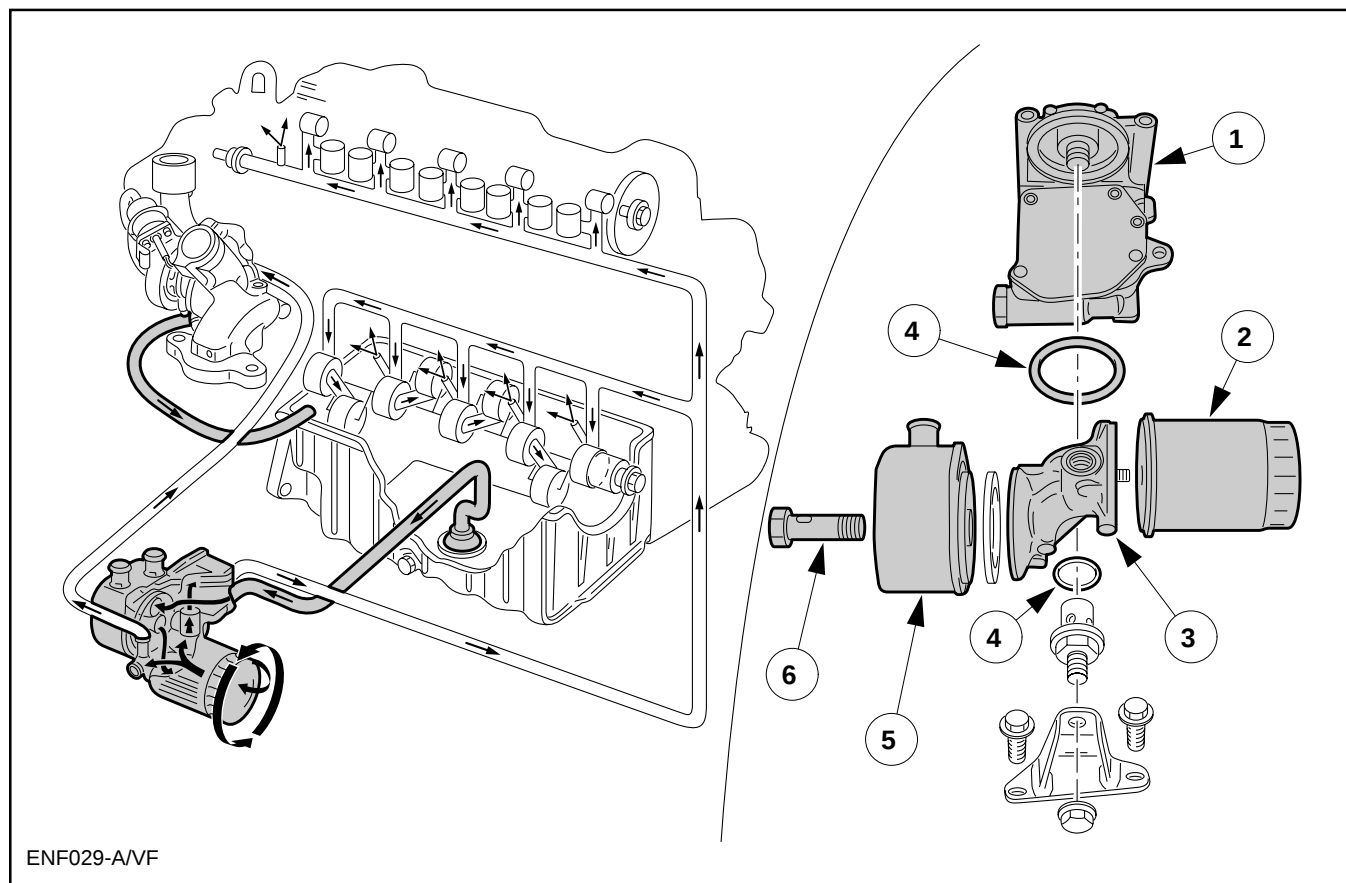
Sistema de inyección de combustible de riel común

- | | |
|--|--|
| 1 Bomba de alta presión | 7 Módulo de Manejo de Inyectores (IDM) |
| 2 Sensor de temperatura del combustible | 8 Tanque de combustible |
| 3 Válvula dosificadora de combustible | 9 Filtro de combustible |
| 4 Sensor de presión de combustible | |
| 5 Múltiple de suministro de inyección de combustible | |
| 6 Inyectores de combustible | |

En un diseño de riel común, se reducen de manera notable los niveles de emisiones de escape y se minimiza el ruido de funcionamiento, debido al mayor control del proceso de la combustión. El IDM y el PCM controlan la regulación de presión del combustible y el tiempo de inyección; se ha modificado el diseño del inyector para permitir que los eventos de inyección de combustible antes de la combustión y después de la combustión tomen lugar durante las diversas etapas de las carreras de compresión y de explosión.

El mejor control de entrega de combustible produce una combustión más limpia y presiones en los cilindros y un tiempo de combustión más consistentes. Esto tiene el efecto de disminuir los niveles de emisiones y reducir el ruido de funcionamiento.

Sistema de lubricación



Sistema de lubricación diesel

- 1 Bomba de aceite
- 2 Filtro de aceite
- 3 Adaptador

- 4 Anillo “O”
- 5 Enfriador de aceite
- 6 Tornillo de retención del enfriador de aceite

El sistema de lubricación utilizado en los motores diesel es similar en funcionamiento a los sistemas utilizados en motores de gasolina. La mayoría de los motores diesel tienen algún tipo de enfriador de aceite para ayudar a disipar el calor del aceite. El aceite fluye bajo presión a través de las galerías del motor y retorna al cárter.

El aceite lubricante que se utiliza en los motores diesel es diferente al que se utiliza en los motores de gasolina. Se necesita un aceite especial ya que el funcionamiento del motor diesel produce más contaminación del aceite que en un motor de gasolina. El alto contenido de carbono en el combustible diesel causa que el aceite en los motores diesel se decolore al poco tiempo de haber sido puesto en servicio. Únicamente se deben utilizar aceites de motor específicamente diseñados para motores diesel.

Sistema de enfriamiento

Los sistemas de enfriamiento de los motores diesel normalmente tienen mayor capacidad que los sistemas de enfriamiento en motores de gasolina. Se debe controlar la temperatura dentro de un motor diesel debido a que éste se basa en el calor para quemar su combustible. Si la temperatura del motor es muy baja, aparecerán los siguientes problemas:

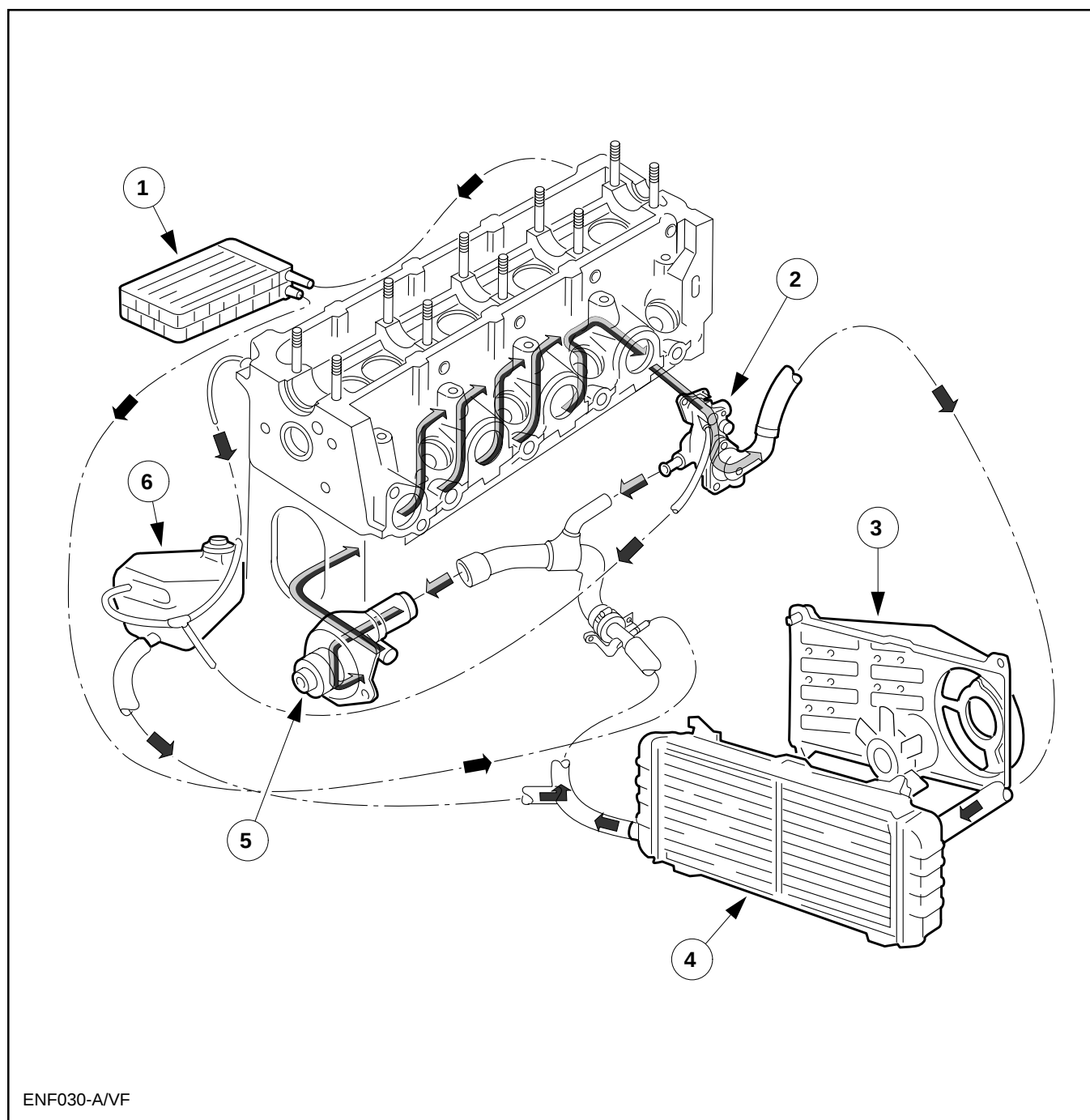
- Desgaste excesivo
- Economía pobre de combustible
- Acumulación de agua y lodos de aceite en el depósito
- Pérdida de potencia

Su la temperatura del motor es muy alta, aparecerán

los siguientes problemas:

- Desgaste excesivo
- Rayaduras
- Golpeteo
- Pistones y válvulas quemados
- Falla de la lubricación
- Atascamiento de piezas móviles
- Pérdida de potencia

Sistema de enfriamiento (continúa)



Sistema de enfriamiento del motor diesel

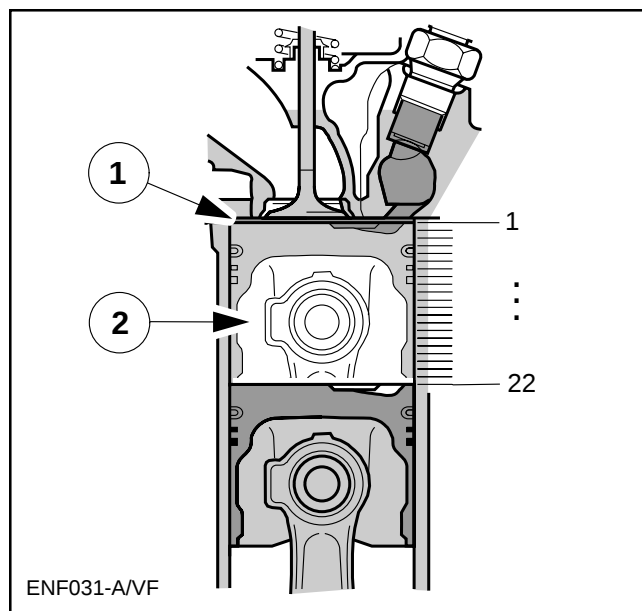
- | | |
|-------------------------|--|
| 1 Núcleo del calentador | 4 Radiador |
| 2 Termostato | 5 Bomba de refrigerante |
| 3 Guarda del ventilador | 6 Tanque de expansión del refrigerante |

Sistema de inyección de combustible

El motor diesel funciona bajo el principio de la combustión espontánea o de autoencendido. El aire de admisión y el combustible se comprimen tanto en la cámara de combustión que las moléculas se calientan y se encienden sin necesidad de una chispa externa. La relación de compresión de un motor diesel es mucho más alta que la relación de compresión en un motor de gasolina. Las relaciones de compresión en los motores diesel de aspiración natural son de aproximadamente 22:1. Los motores turbodiesel tienen relaciones de compresión en el rango de 16.5 – 18.5:1. Se producen las presiones de compresión y la temperatura del aire se incrementa hasta aproximadamente 500° a 800° C (932° a 1472° F).

Los motores diesel sólo pueden ser operados con un sistema de inyección de combustible. La formación de la mezcla toma lugar solamente durante la fase de inyección de combustible y de la combustión.

Al final de la carrera de compresión se inyecta el combustible en el interior de la cámara de combustión donde se mezcla con el aire caliente y se enciende. La calidad de este proceso de combustión depende de la formación de la mezcla. Como el combustible se inyecta ya muy tarde en el proceso, no tiene mucho tiempo para mezclarse con el aire. En un motor diesel la relación de aire a combustible se mantiene por arriba de 17:1 en todo momento de tal manera que todo el combustible se queme. Consulte mayores detalles en el manual Rendimiento del Motor.



Compresión

- 1 Volumen del cilindro en el PMI
- 2 Volumen de compresión en el PMS

Objetivos

Al completar esta lección, usted podrá:

- Explicar el objetivo y función del proceso de diagnóstico Síntoma a Sistema a Componente a Causa.
- Explicar el proceso de diagnóstico Síntoma a Sistema a Componente a Causa.

Proceso de diagnóstico síntoma a sistema a componente a causa

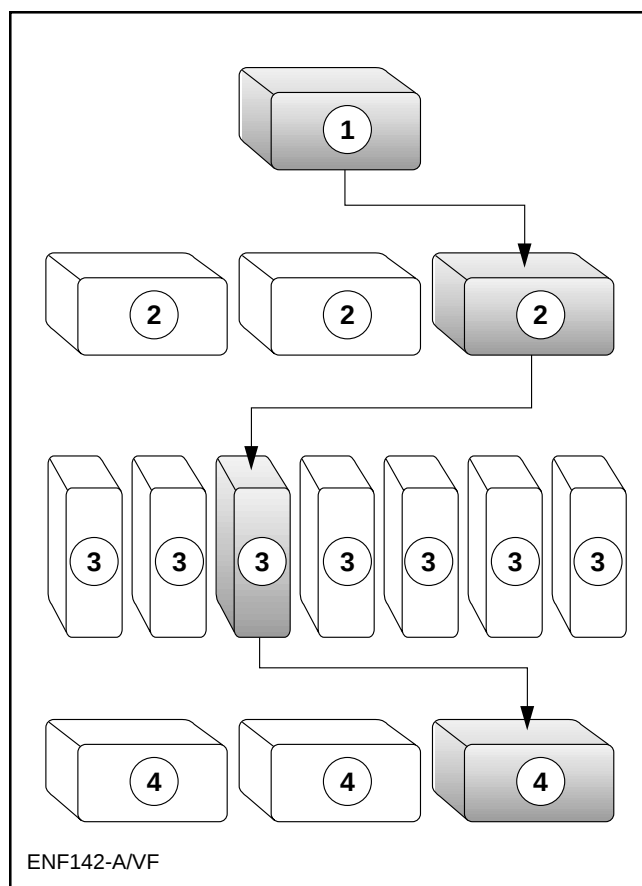
El diagnóstico requiere un conocimiento completo del funcionamiento del sistema. Al igual que con todos los diagnósticos, el técnico debe utilizar los síntomas y las pistas para determinar la causa de un problema en un vehículo. Para ayudarle al técnico al diagnosticar vehículos, se han analizado las estrategias de muchos técnicos experimentados y dicho análisis se ha incorporado en una estrategia de diagnóstico y en muchas publicaciones de servicio.

Proceso de diagnóstico síntoma a sistema a componente a causa

El uso de la rutina de diagnóstico de “Síntoma a Sistema a Componente a Causa” le proporciona un método lógico para corregir los problemas de los clientes:

- Primero, confirme el “Síntoma” de la queja del cliente.
- Luego, usted debe identificar cual “Sistema” del vehículo puede estar causando el síntoma.
- Una vez que haya identificado el sistema, usted debe determinar cuál(es) “Componente(s)”, dentro de ese sistema, pudiera(n) ser la causa de la queja del cliente.
- Después de determinar el (los) componente(s) con fallas, usted debe siempre intentar identificar la causa de la falla.

En algunos casos las piezas simplemente se gastan. Sin embargo, en otras situaciones algo más que el componente con fallas es responsable del problema.



Proceso de diagnóstico Síntoma a sistema a componente a causa

- 1 Síntoma
- 2 Sistemas del vehículo
- 3 Componentes
- 4 Causas

Por ejemplo, la queja del cliente es ruido del motor cuando se maneja el vehículo después de estar parado durante la noche. Después de dejar que el motor se enfríe, una prueba de manejo verifica la queja. Una prueba de manejo valida el “Síntoma”. Luego, aíse el (los) sistema(s) que son afectados por el síntoma. La inspección visual no muestra ninguna causa obvia. Se tienen causas mecánicas del ruido del motor así como causas eléctricas o electrónicas. En este caso no hay otras indicaciones de daños mecánicos. Mediante el uso del equipo de diagnóstico electrónico adecuado, la información de los códigos de fallas indican un problema con la sincronización de la chispa. El Módulo de Control del Tren Motriz (PCM) y el sistema de control electrónico del motor controlan la sincronización de la chispa. Los datos de prueba validan la porción “Sistema” del proceso de diagnóstico.

Finalmente, el proceso de diagnóstico determina cuál es la “Causa” de la falla del componente. En este caso la investigación encuentra un cable roto en el arnés del sensor. Esto valida la “Causa” relacionada con la falla del componente. Repare el arnés.

Publicaciones del taller

Las publicaciones del taller correspondientes al vehículo contienen información para los siguientes pasos y verificaciones de diagnóstico tales como: verificaciones preliminares, la verificación de la queja del cliente, condiciones especiales de manejo, prueba de manejo en el camino, y pruebas precisas de diagnóstico.

Bomba del refrigerante	Bomba de agua
Bomba de agua	Bomba del refrigerante
Candados	Seguros
DOHC	Doble árbol de levas en la cabeza (Double OverHead Camshaft engine design)
IDM	Módulo impulsor de inyección (Injection Driver Module)
IMRC	Control del ducto del múltiple de entrada (Intake Manifold Runner Control)
IMTV	Válvula de afinación del múltiple de admisión (Intake Manifold Tuning Valve)
Motor tipo varillas de empuje	Diseño de válvulas en la Cabeza (Overhead Valve (OHV) design)
OAT	Refrigerante de tecnología de ácidos orgánicos (Organic Acid Technology coolant)
OEM	Fabricante original de equipo (Original Equipment Manufacturer)
OHC	Diseño de motor con árbol de levas en la cabeza (Overhead Camshaft engine design)
OHV	Diseño de motor con válvulas a la cabeza (OverHead Valve engine design) Conocido también como motor de tipo de varillas de empuje.
Petróleo	Gasolina
PCM	Módulo de control del tren motriz (Powertrain Control Module)

PMI	Posición en P unto M uerto I nferior del pistón en el cilindro
PMS	Posición en P unto M uerto S uperior del pistón en el cilindro
PSI	Libras por pulgada cuadrada (P ounds per S quare I nch)
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices (S ociety of A utomotive E ngineers)
Seguros	Candados
SOHC	Diseño de árbol de levas en la cabeza individual (S ingle O ver H ead C amshaft engine design)
VCT	Tiempo variable de los árboles de levas (V ariable C amshaft T iming) también conocido como VVT.
VVT	Tiempo variable de las válvulas (V ariable V alve T iming) también conocido como VCT.