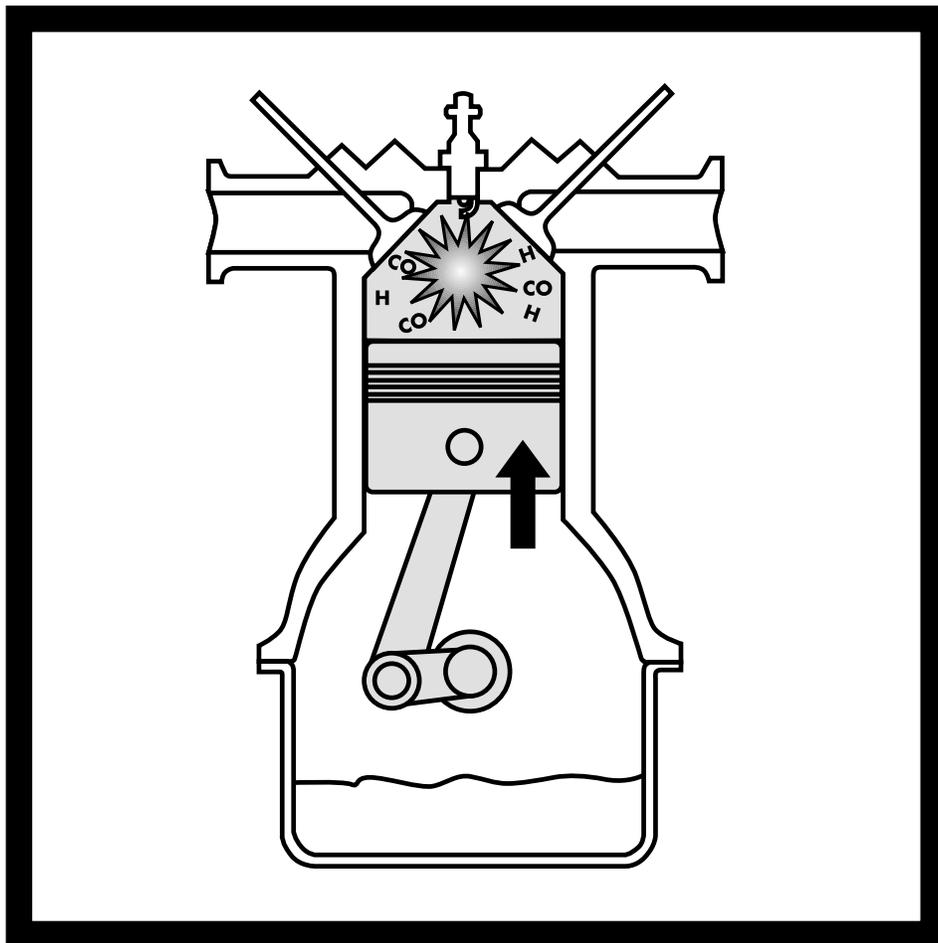


Capacitación en Servicio Técnico

Fundamentos Globales

Plan de Estudios – TF1010008S

Rendimiento del motor



Información para el Estudiante

Ford Motor Company



VOLVO

 **mazda**

 **LINCOLN**



Mercury 

 **JAGUAR**

 **ASTON MARTIN**

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 – Proceso de combustión	5
General	5
Objetivos	5
En una mirada	6
Introducción	6
Teoría y funcionamiento	7
Combustión	7
Emisiones	12
Lección 2 – Sistema de entrega de combustible	15
General	15
Objetivos	15
En una mirada	16
Sistema de entrega de combustible	16
Componentes	17
Sistema de entrega de combustible (continúa)	17
Lección 3 – Sistema de inyección de combustible	22
General	22
Objetivos	22
En una mirada	23
Sistema de admisión de aire	23
Componentes	24
Tipos de sistemas de inyección de combustible	25
Resumen	27
Tipos de combustible	27
Lección 4 – Sistema de control del motor	29
General	29
Objetivos	29
En una mirada	30
Sistema de inyección de combustible	30
Sistema de control de motor	32
Componentes	34
Entradas al módulo PCM	35
Otras entradas	43
Salidas del módulo PCM	44
Diagnóstico a bordo	48
Control del regulador de presión del combustible	48
Sistema básico de marcha mínima	49

Lección 5 – Sistema de control de encendido	50
General	50
Objetivos	50
En una mirada	51
Sistemas de control de encendido	51
Componentes	52
Sistemas de control de encendido (continúa)	52
Lección 6 – Dispositivos de control de emisiones	58
General	58
Objetivos	58
En una mirada	59
Dispositivos de control de emisiones	59
Componentes	60
Dispositivos de control de emisiones (continúa)	60
Lección 7 – Inyección de combustible en motores diesel.....	69
General	69
Objetivos	69
En una mirada	70
Principales diferencias de funcionamiento entre motores diesel y a gasolina	70
Sistema de inyección de combustible en motor diesel	71
Funcionamiento	72
Funcionamiento del sistema de inyección de combustible en motor diesel	72
Componentes	73
Sistema de inyección de combustible en motor diesel (continúa)	73
Lección 8 – Sistema de inducción forzada	82
General	82
Objetivos	82
En una mirada	83
Inducción forzada	83
Componentes	84
Inducción forzada (continúa)	84
Lección 9 – Proceso de diagnóstico	87
General	87
Objetivo	87
En una mirada	88
Proceso de diagnóstico síntoma a sistema a componente a causa	88
Publicaciones del taller	89
Lista de abreviaturas	90

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

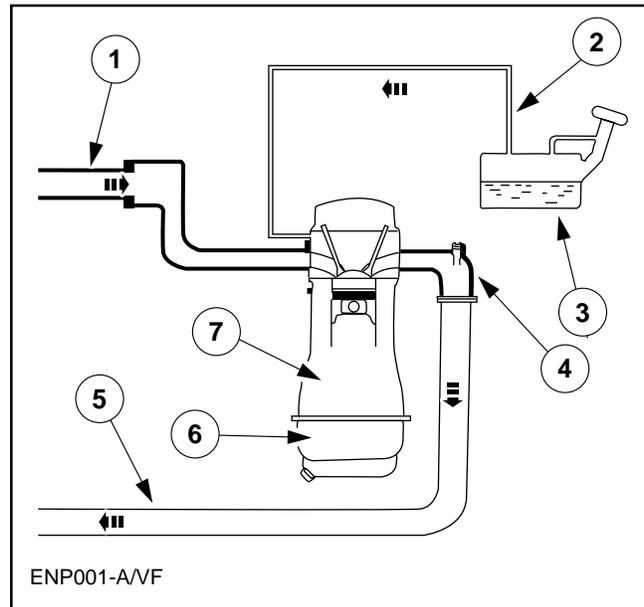
- Explicar el objetivo y la función del proceso de la combustión.
- Definir la combustión.
- Identificar los elementos de la combustión.
- Explicar el proceso de la combustión.

Introducción

El motor de combustión interna mezcla pequeñas cantidades de combustible con aire para crear la combustión.

Desafortunadamente, el motor de combustión interna no puede quemar todo el combustible que utiliza.

Debido a esto, el motor envía productos secundarios de la combustión en los gases del escape. Algunos de estos productos secundarios son dañinos y contaminan el aire. Como respuesta a este problema, los fabricantes de automóviles han desarrollado dispositivos de control de emisiones que limitan o eliminan estos contaminantes dañinos.



Vista panorámica del sistema de funcionamiento del motor

- 1 Admisión de aire
- 2 Línea de combustible
- 3 Tanque de combustible
- 4 Múltiple del escape
- 5 Tubería del escape
- 6 Cárter del aceite
- 7 Bloque del motor

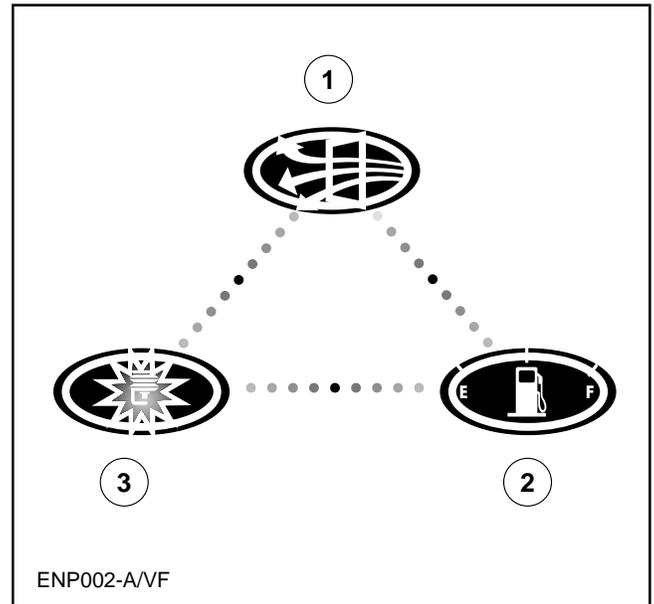
Combustión

Durante la combustión ocurren varias reacciones químicas. Algunos compuestos se descomponen, y también se forman nuevos compuestos. El control del proceso de la combustión es de importancia vital para controlar el rendimiento total y las emisiones de un motor de combustión interna.

Se requieren tres elementos para que ocurra la combustión:

1. Aire
2. Combustible
3. Chispa

Estos tres elementos algunas veces se refieren como la “triada de la combustión”. Si falta un elemento no puede ocurrir la combustión. Un motor de combustión interna se diseña para combinar los tres elementos en una manera cuidadosamente controlada.



Triada de la Combustión

- 1 Aire
- 2 Combustible
- 3 Chispa

Combustión (continúa)**Aire**

El aire se compone de átomos de nitrógeno (N), oxígeno (O₂), y otros gases. El aire está conformado principalmente por nitrógeno, que es un gas inerte no flamable. El aire no se quema, pero este contiene suficiente oxígeno para soportar la combustión.

Combustible

La gasolina se compone de hidrocarburos que han sido refinados de petróleo crudo. Los hidrocarburos se conforman de átomos de hidrógeno (H), y de carbono (C). Se agregan diversas sustancias químicas a la gasolina, tales como inhibidores de la oxidación, colorantes y detergentes. Estas sustancias químicas se conocen como aditivos.

El calor y la presión de un motor de combustión interna pueden causar que la gasolina se encienda en la cámara de combustión antes de que ocurra la chispa. Esto se llama preencendido y se describirá en mayor detalle más adelante. La clasificación de octanaje de una gasolina indica, qué tan bien resiste al preencendido. La refinación adicional puede incrementar el nivel de octanaje.

Actualmente se utiliza un tipo de combustible llamado gasolina reformulada (RFG por sus siglas en inglés) en las regiones con niveles de contaminación del aire extremadamente altos. La RFG tiene aditivos especiales, llamados oxigenados, que mejoran la combustión, incrementan el octanaje y reducen las emisiones dañinas.

Chispa

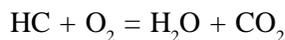
El motor de combustión interna necesita de aire y combustible además de la chispa para iniciar la combustión. Antes de encender la mezcla de aire y combustible, el motor calienta y comprime la mezcla.

Proceso de Combustión

En un motor de combustión interna, la combustión ocurre en una fracción de segundo (aproximadamente 2 milésimas de segundo). En ese instante se rompen las uniones entre los átomos de hidrógeno y de carbono. El rompimiento de las uniones libera energía dentro de la cámara de combustión, empuja el pistón hacia abajo y causa que el cigüeñal gire.

Una vez que se separan los átomos de hidrógeno y de carbono, ambos se combinan con los átomos de oxígeno en el aire. Los átomos de hidrógeno se combinan con el oxígeno para formar agua. Los átomos de carbón se combinan con el oxígeno para formar bióxido de carbono.

Al ponerse en términos químicos, la combustión completa en un motor de combustión interna se describe de la siguiente manera:

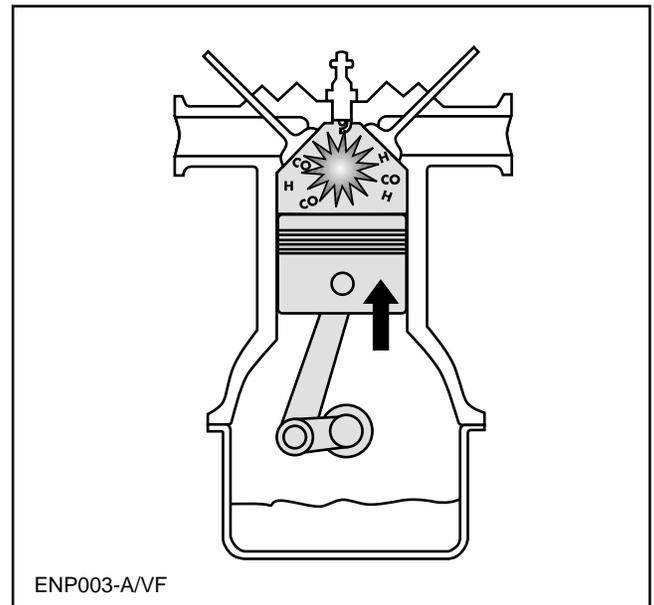


En otras palabras:

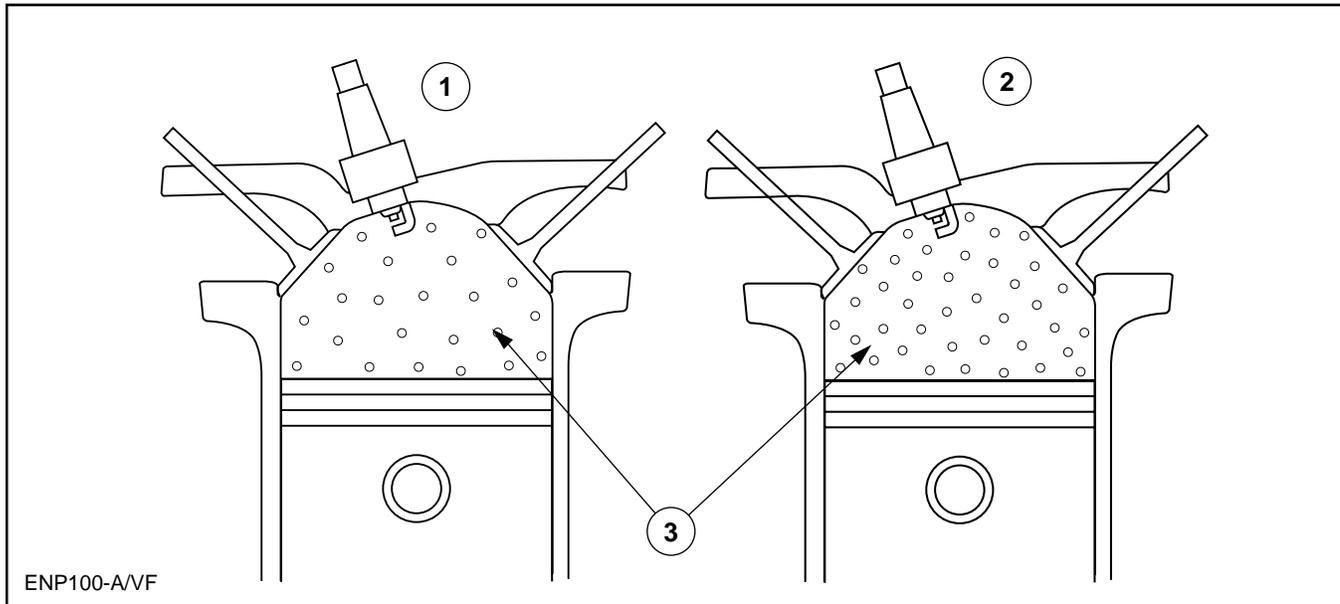
Combustible + oxígeno = agua + bióxido de carbono.

Un motor de combustión interna perfectamente eficiente únicamente emitiría agua (H₂O) y bióxido de carbono (CO₂), al igual que en la fórmula química dada anteriormente. Eso indicaría que todos los hidrocarburos se separaron durante la combustión. Desafortunadamente esto no es el caso.

La combustión ineficiente es la causa principal de contaminantes en las emisiones automotrices. La combustión eficiente produce la menor cantidad de emisiones tóxicas. El ajuste de la relación de aire/combustible incrementa la eficiencia de la combustión.



Proceso de combustión

Combustión (continúa)**Relación de aire/combustible****Comparación de las relaciones de aire/combustible pobre y rica**

- 1 Relación de aire/combustible pobre
- 2 Relación de aire/combustible rica
- 3 Moléculas de combustible

Los ingenieros automotrices han determinado que las emisiones de los vehículos se pueden reducir si un motor de gasolina funciona a una relación de aire a combustible de 14.7:1. El término técnico se conoce como relación “estequiométrica”. La Relación estequiométrica indica una mezcla químicamente correcta que produce la reacción química deseada para que ocurra la combustión completa del combustible con las emisiones de gases deseadas.

La relación de aire/combustible de 14.7:1 proporciona el mejor control de los tres elementos (hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno) en el escape bajo casi todas las condiciones. La relación de aire/combustible también incrementa la eficiencia del convertidor catalítico, que es parte del sistema de escape del vehículo.

Mezcla pobre de aire/combustible

Una condición de falla en el motor es generalmente la causa de una mezcla pobre de aire/combustible. Se llama pobre porque el motor recibe demasiado aire u oxígeno. Las fugas de vacío o un sistema de entrega de combustible con fallas pueden causar que los niveles de oxígeno sean muy altos.

Mezcla rica de aire/combustible

Una mezcla rica de aire/combustible también es una indicación de falla en el motor. Se llama rica porque el motor no puede quemar todo el combustible que entra en las cámaras de combustión. Una condición de mezcla rica puede ocurrir debido a alta presión del combustible, a un problema con el tiempo de encendido, o a la baja compresión.

Combustión anormal

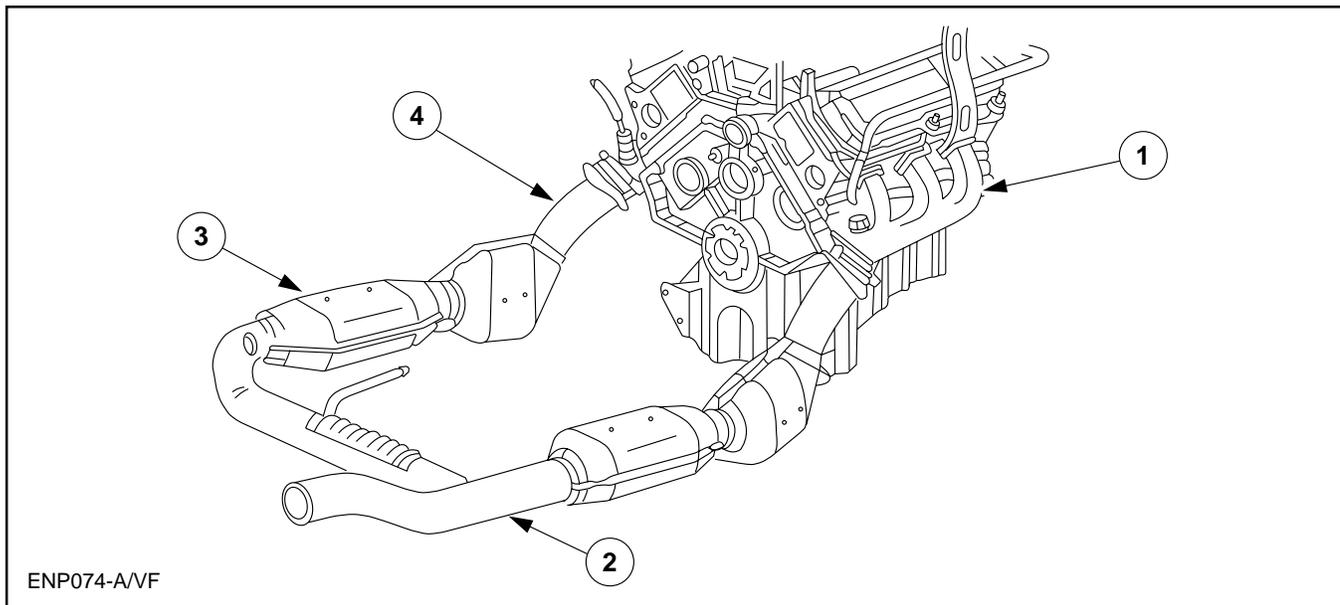
Se tienen dos tipos de combustión anormal que pueden ocurrir en un motor: la detonación y el preencendido.

La detonación es una forma errática de combustión que puede causar la falla del empaque de la cabeza así como otros daños al motor. La detonación ocurre cuando se desarrolla excesivo calor y presión en la cámara de combustión. Cuando esto ocurre, se crea una fuerza explosiva que produce una elevación súbita de presión en el cilindro acompañada de un ruido metálico fuerte o ruido de golpeteo. Las ondas de choque de martilleo generadas por la detonación fuerzan una severa sobrecarga sobre el empaque de la cabeza, el pistón, los anillos y la bujía y los cojinetes de las bielas.

El preencendido es otra condición de combustión anormal que algunas veces se confunde con la detonación. El preencendido ocurre cuando un punto dentro de la cámara de combustión se calienta tanto que se convierte en una fuente de encendido y causa que el combustible se encienda antes que en la bujía se genere el arco eléctrico, lo cual puede contribuir o causar un problema de detonación.

En vez de que el combustible se encienda en el instante correcto para darle al cigüeñal un empuje uniforme en la dirección correcta, el combustible se enciende prematuramente, lo cual causa un retroceso momentáneo cuando el pistón trata de hacer girar el cigüeñal en la dirección equivocada. Este retroceso puede ser muy dañino debido a los esfuerzos que genera. El preencendido también puede localizarse en un punto donde el calor llega a tal extremo que derrite o quema un orificio a través de la parte superior de un pistón.

Emisiones



Componentes típicos del sistema del escape

- 1 Múltiple del escape
- 2 Tubo de salida del escape
- 3 Convertidor catalítico
- 4 Tubería del escape

Una mezcla de aire/combustible estequiométrica produce la mejor combinación de rendimiento, uso eficiente de combustible y las emisiones.

Las mezclas ricas de aire/combustible no queman todo el combustible, por lo que se incrementan las emisiones de hidrocarburos y del monóxido de carbono. Las mezclas pobres de aire/combustible pueden quemarse con temperaturas extremadamente altas, por lo que se incrementan las emisiones de los óxidos de nitrógeno. Las mezclas de aire/combustible extremadamente pobres pueden resultar en la falla de encendido, por lo que se incrementan las emisiones de hidrocarburos.

Los convertidores catalíticos, que neutralizan químicamente a las emisiones en el escape, son más eficientes en un rango muy angosto cerca de la relación estequiométrica.

Productos secundarios de la combustión

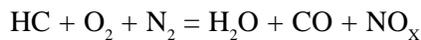
Como el motor de combustión interna no es perfectamente eficiente, se tiene como resultado tres productos secundarios indeseables del proceso de la combustión:

1. Hidrocarburos (HC)
2. Monóxido de carbono (CO)
3. Óxidos de nitrógeno (NO_x)

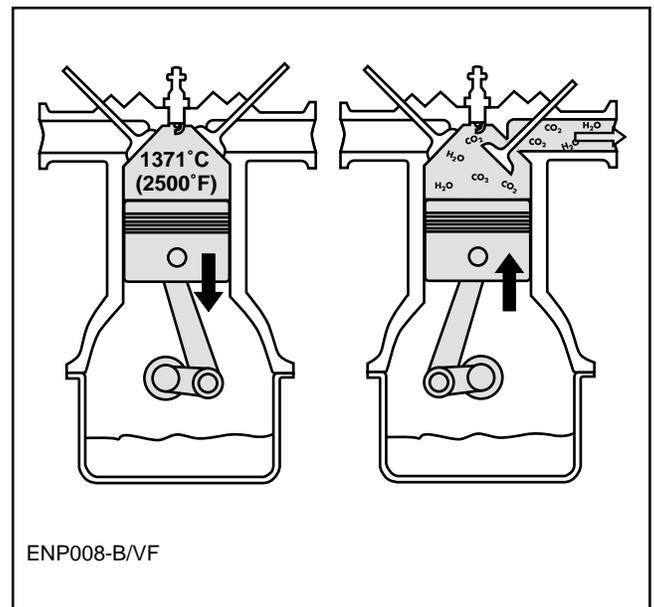
La combustión incompleta causa emisiones de hidrocarburos y de monóxido de carbono. Las emisiones de hidrocarburos son los hidrocarburos que no fueron descompuestos durante la combustión. El monóxido de carbono se forma por que no hay suficientes átomos de oxígeno disponibles con que unirse.

En un proceso ideal, el nitrógeno pasaría por la cámara de la combustión sin sufrir cambios. Pero cuando la temperatura de la cámara de combustión se aproxima a la temperatura de 1371° C (2500°F), los átomos de nitrógeno y de oxígeno se unen para formar NO_x.

La fórmula química para la combustión cuando se forman los óxidos de nitrógeno es como sigue:



El símbolo “NO_x” se utiliza para los óxidos de nitrógeno ya que representa la combinación de un átomo de nitrógeno y cualquier cantidad de átomos de oxígeno. Por ejemplo, el óxido de nitrógeno (NO) se conforma de un átomo de nitrógeno y un átomo de oxígeno, mientras que el bióxido de nitrógeno se conforma de un átomo de nitrógeno y dos átomos de oxígeno.



Óxidos de nitrógeno producidos por combustión

Emisiones (continúa)**Alto nivel de hidrocarburos (HC)**

El alto nivel de HC puede ser causado por una chispa insuficiente, un encendido o tiempo de las válvulas incorrectos, fugas de vacío, consumo de aceite, o la baja compresión. Los hidrocarburos se miden en partes por millón.

Alto nivel de monóxido de carbono (CO)

Los niveles altos de CO pueden ser causados por:

- Una mezcla de combustible demasiado rica
- Un filtro de aire obstruido
- Una válvula PCV con fallas
- Aceite contaminado con combustible
- Un inyector de combustible que se atasca o que tiene fugas

En un vehículo que funciona correctamente con un convertidor catalítico, el nivel de monóxido de carbono normalmente está cerca de cero. El monóxido de carbono se mide como un porcentaje del volumen total en el aire.

Alto nivel de óxido de nitrógeno (NO_x)

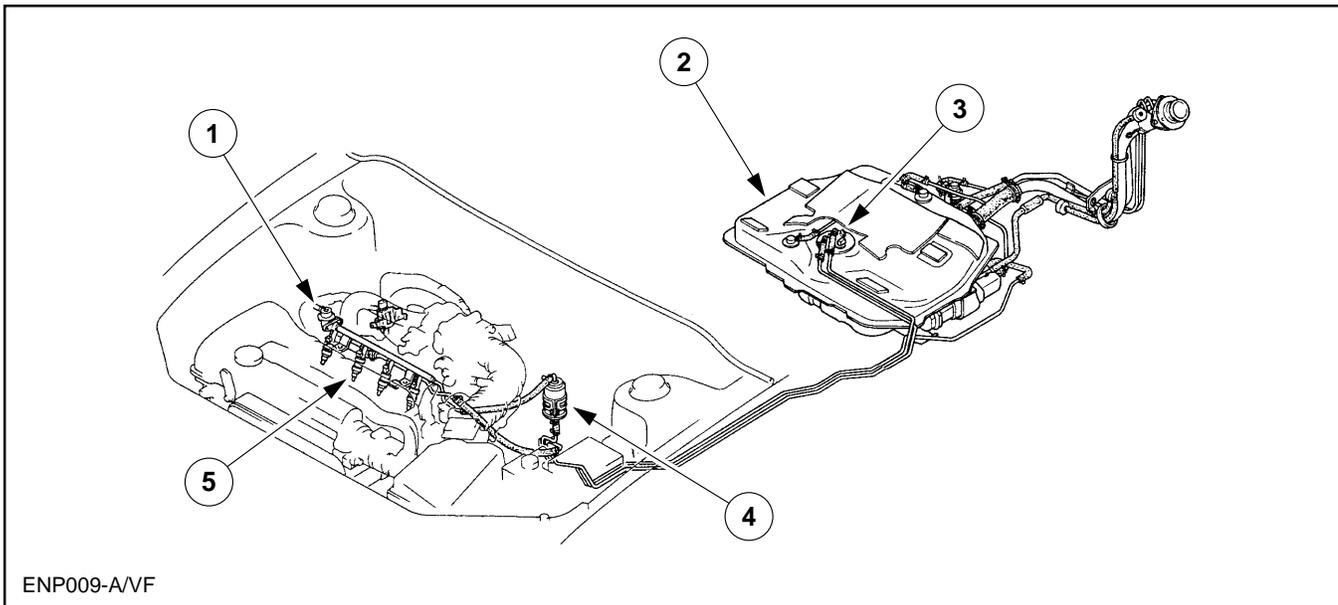
El alto nivel de NO_x ocurre a temperaturas de combustión altas, superiores a aproximadamente 1371° C (2500°F) y ocurre normalmente a menos que se controle la temperatura de la combustión. Los óxidos de nitrógeno se miden en partes por millón (ppm).

Objetivos

Al completar esta lección, usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función del sistema de entrega de combustible.
- Describir el sistema de entrega de combustible.
- Identificar los componentes de un sistema de entrega de combustible.
- Explicar la teoría y el funcionamiento del sistema de entrega de combustible.

Sistema de entrega de combustible



Sistema de entrega de combustible (típico)

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1 Regulador de presión | 4 Filtro de combustible |
| 2 Tanque de combustible | 5 Inyector de combustible |
| 3 Bomba de combustible | |

La entrega de combustible es un sistema que suministra el combustible a un motor.

El sistema de entrega de combustible controlado electrónicamente reemplazó los sistemas basados en carburadores, que entregaban el combustible al motor de manera mecánica.

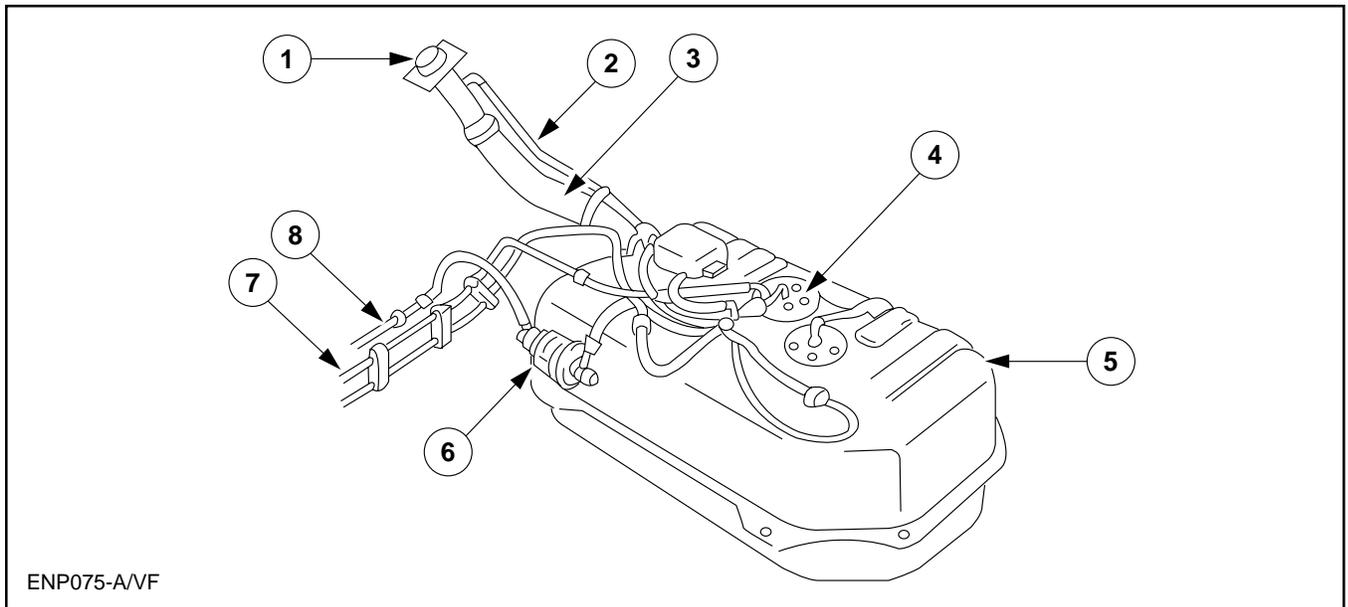
El sistema de suministro de combustible proporciona combustible para la combustión y mantiene el combustible a una presión constante en relación con cambios en la presión del múltiple de admisión. Se utilizan dos diferentes tipos de suministro de combustible:

1. El sistema de retorno de combustible
o sea el sistema de combustible tipo de regreso
2. El sistema de combustible sin regreso

En el sistema de combustible de retorno de combustible, el combustible presurizado viaja desde el tanque de combustible hasta los inyectores, y el combustible que no se utiliza circula otra vez de regreso hasta el tanque de combustible.

En el sistema de combustible sin regreso, no es necesaria una línea de regreso. Como no se requiere el regreso del combustible, se reducen los vapores de combustible en el tanque de combustible, lo cual resulta en la reducción de las emisiones de vapor.

Tanque de combustible



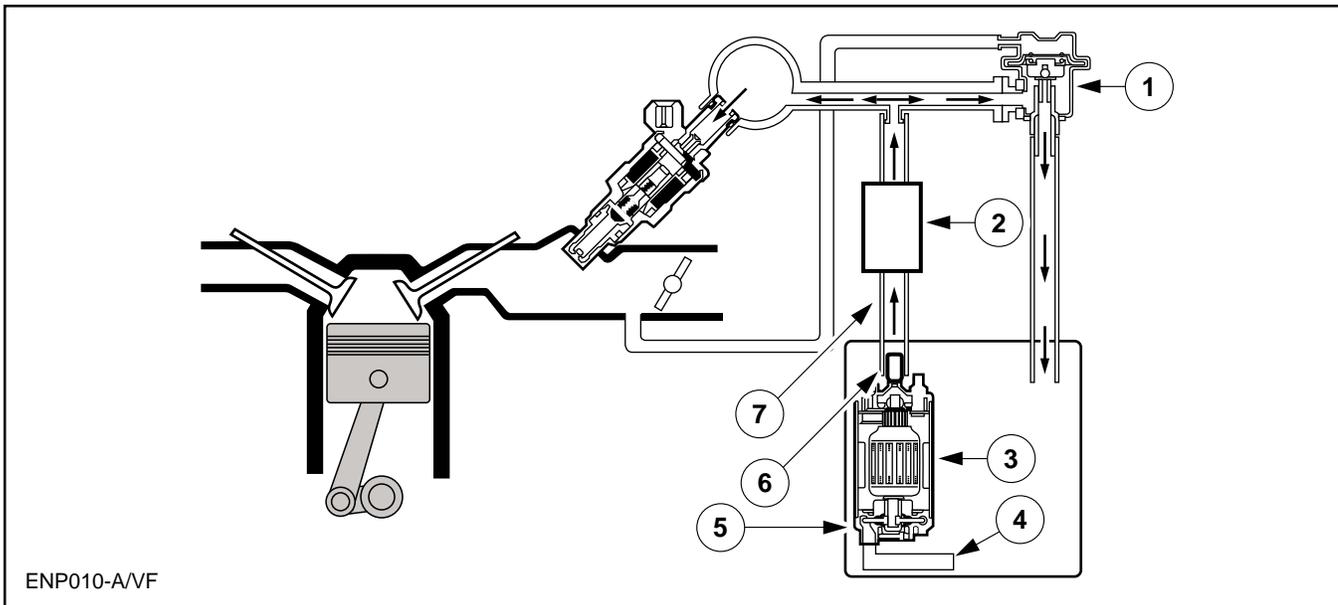
ENP075-A/VF

Componentes del tanque de combustible

- | | |
|--|--|
| 1 Tapón de llenado de combustible | 5 Tanque de combustible |
| 2 Manguera de respiración | 6 Filtro de combustible |
| 3 Tubo de llenado | 7 Tubería de regreso de combustible |
| 4 Bomba de combustible dentro del tanque | 8 Tubería de suministro de combustible |

El tanque de combustible es un depósito que contiene el combustible necesario para el funcionamiento del motor. El tanque de combustible generalmente se fabrica ya sea de metal o de plástico. El tanque de combustible generalmente contiene el módulo de la bomba de combustible, que incluye una bomba de combustible eléctrica. Un tubo de llenado de combustible suministra la entrega de combustible al tanque. Un tapón de llenado de combustible, ventilado y desmontable, se enrosca en el tubo de llenado de combustible. El tanque contiene una válvula antiderrame para que en caso de volcadura impida que haya fugas de combustible por la ventilación del tanque en caso de que ocurra la volcadura del vehículo.

Sistema de entrega de combustible (continúa)



Bomba de combustible en el tanque (típica)

- 1 Regulador de presión del combustible
- 2 Filtro de combustible
- 3 Bomba de combustible
- 4 Filtro/colador de baja presión

- 5 Válvula de retención de entrada de la bomba
- 6 Válvula de retención de salida de la bomba
- 7 Línea de combustible a filtro de alta presión

Bomba de combustible

Existen dos tipos de bombas de combustible, las que se instalan dentro del tanque y las que se instalan en la línea de combustible.

El tipo de bomba que se instala dentro del tanque es una bomba de turbina que se monta dentro del tanque. La bomba utiliza válvulas de retención para mantener la presión en la línea cuando la bomba no está en funcionamiento e impedir que el combustible sufra el drenado hacia el tanque de combustible cuando está apagado el motor, lo cual ayuda a impedir la formación de una bolsa o cierre de vapor (una condición donde las tuberías de combustible se llenan de vapor en lugar de líquido).

El tipo de bomba que se instala en la línea de combustible se instala fuera del tanque de combustible. La bomba consta de un motor, unidad de

bombeo, válvula de retención, válvula de alivio y silenciador.

Filtro de combustible

El filtro de combustible separa la suciedad y otros contaminantes del combustible para impedir las obstrucciones y daños a los inyectores de combustible. Se tienen dos tipos de filtro: de baja presión y de alta presión.

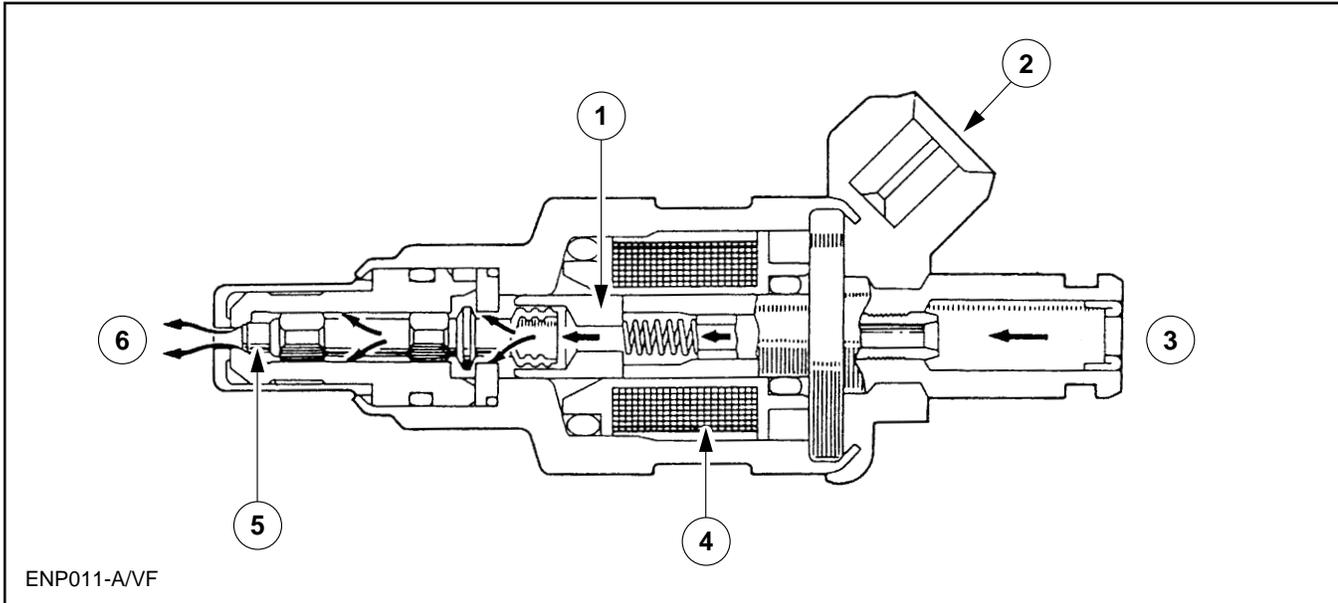
El filtro de baja presión generalmente se encuentra en el tanque de combustible, corriente arriba de la bomba de combustible, y filtra la mayor parte de la suciedad. El filtro de alta presión se encuentra entre la bomba de combustible y los inyectores. El filtro de alta presión captura las partículas muy pequeñas que no fueron separadas por el filtro de baja presión.

Regulador de presión del combustible

Es de importancia vital una regulación de presión de combustible precisa, ya que la presión de combustible y el tiempo que dura conectado (abierto) un inyector son los únicos dos controles sobre la cantidad de combustible que se inyecta. El regulador de presión mantiene la presión del combustible a una presión constante en relación con la presión en el múltiple de admisión.

Sistema de entrega de combustible (continúa)

Inyector de combustible



Inyector de combustible

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| 1 Émbolo | 4 Bobina de solenoide |
| 2 Conexión eléctrica | 5 Válvula de aguja |
| 3 Entrada de la línea de combustible | 6 Salida de combustible |

Un inyector de combustible es una válvula eléctrica tipo solenoide de acción rápida que se abre en una distancia fija y tiene una tasa de flujo fija mientras está abierta. Un inyector toma el combustible ya sea por la parte superior o por el lado, dependiendo del modelo.

Los inyectores de combustible reciben combustible del riel o distribuidor de combustible, y cada inyector tiene un filtro de entrada para separar del combustible las partículas que pueden obstruir o tapan la válvula del inyector.

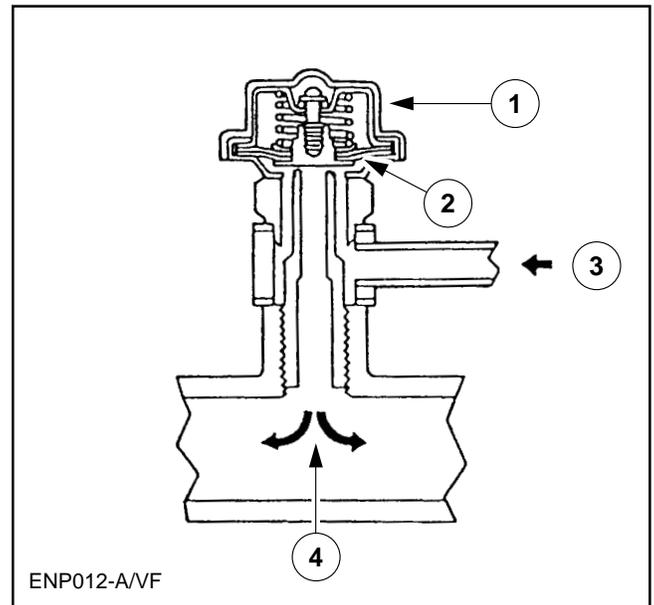
La amplitud de pulso de inyección (tiempo que dura abierto el inyector) determina la cantidad de combustible inyectado. Los inyectores de combustible se abren solamente durante algunas milésimas de segundos cada vez.

Una computadora de control del motor determina la cantidad de combustible requerida y controla la amplitud de pulso de inyección (tiempo en el que está activado el inyector).

Los inyectores de combustible rocían combustible dentro del múltiple de admisión. La tobera o boquilla del inyector atomiza el combustible para optimizar el mezclado con el aire.

Amortiguador de pulso

Aunque el regulador de presión mantiene la presión del combustible, se tienen pequeñas variaciones en la presión de la línea debido a la apertura y cierre de los inyectores de combustible. En algunos motores se tiene un amortiguador de pulso que absorbe estas variaciones mediante un resorte y diafragma.



Amortiguador de pulso

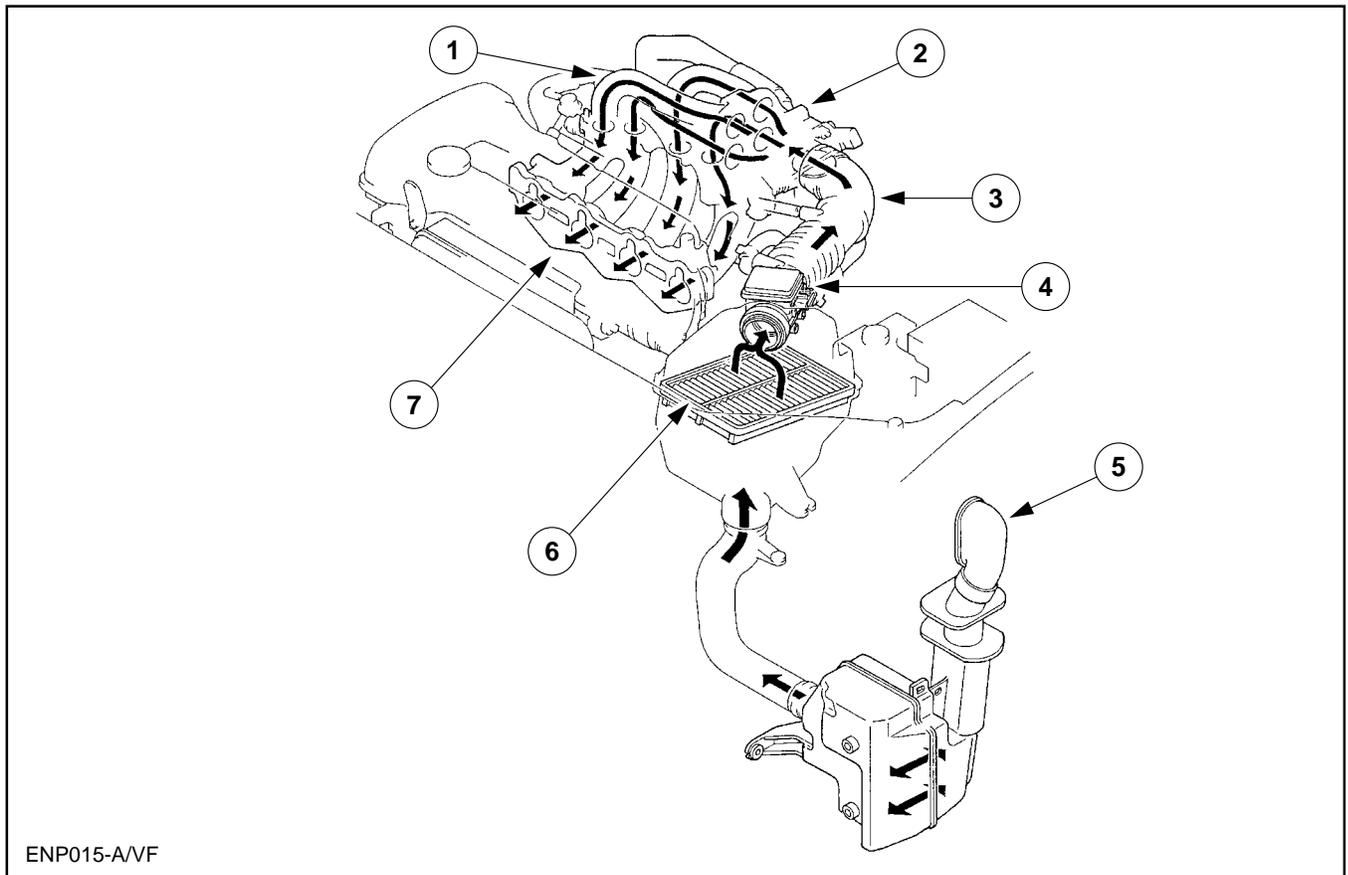
- 1 Cubierta del amortiguador de pulso
- 2 Diafragma
- 3 Flujo de combustible desde el filtro de alta presión
- 4 Flujo de combustible hacia inyectores

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

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

Sistema de admisión de aire



Sistema de admisión de aire (típico)

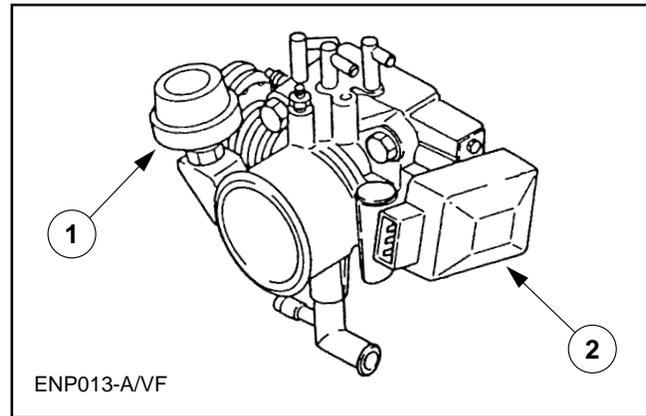
- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 Cámara dinámica | 5 Ducto de aire fresco |
| 2 Cuerpo del acelerador | 6 Elemento del filtro de aire |
| 3 Manguera de admisión de aire | 7 Múltiple de admisión |
| 4 Sensor de flujo de masa de aire | |

El sistema de inyección de combustible combina el combustible y el aire en la cámara de combustión de tal manera que maximiza el rendimiento del motor, la eficiencia en el uso de combustible, y el control de las emisiones. A la vez que el sistema de inyección de combustible mantiene la relación estequiométrica de aire/combustible.

Sistema de admisión de aire (continúa)**Cuerpo de mariposa del acelerador**

El cuerpo de mariposa del acelerador regula el flujo de aire de admisión. El cuerpo consta de una compuerta conectada al acelerador, y el sistema de derivación que permite que una pequeña cantidad de aire se desvíe de la compuerta del acelerador cuando ésta se cierra. El sistema de derivación se describe en mayor detalle más adelante. El cuerpo del acelerador también incluye un sensor de posición del acelerador, que detecta la apertura de la compuerta del acelerador, y en algunos casos un amortiguador que impide la producción de una mezcla de aire/combustible rica causada por un cierre rápido de la compuerta del acelerador durante la desaceleración.

Controlada directamente por el pedal del acelerador, la compuerta del acelerador modifica el volumen de aire que entra en el múltiple de admisión. La mariposa del acelerador se abre para permitir que más aire fluya hacia el motor cuando el conductor pide más potencia.

**Conjunto del cuerpo del acelerador**

- 1 Amortiguador
- 2 Sensor de posición del acelerador

Tipos de sistemas de inyección de combustible

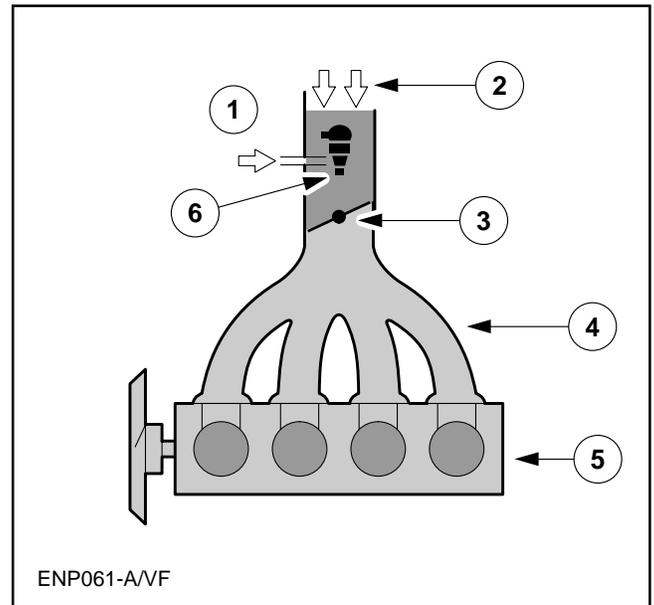
Se tienen dos tipos básicos de inyección de combustible:

- Inyección de combustible en el cuerpo del acelerador
- Inyección de combustible multipuertos

Sistema de inyección de combustible en el cuerpo del acelerador

En el sistema de inyección en el cuerpo del acelerador (TBI por sus siglas en inglés), todos los cilindros se suministran con combustible mediante uno o dos inyectores montados en un área central. Las siguientes son características del sistema TBI:

- Controlado electrónicamente.
- Una bomba eléctrica produce la presión requerida para entregar el combustible al inyector.
- A medida que el aire fluye hacia el interior del múltiple de admisión, se mezcla con el combustible atomizado proporcionado por uno o dos inyectores que están situados arriba de la mariposa del acelerador.
- La mariposa del acelerador controla el aire que entra al motor.



Inyección de combustible en el cuerpo del acelerador

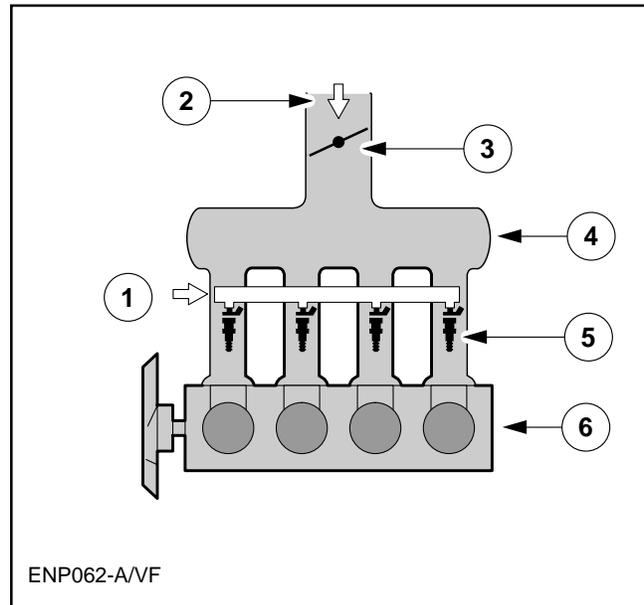
- 1 Suministro de combustible
- 2 Aire
- 3 Mariposa del acelerador
- 4 Múltiple de admisión
- 5 Cabeza de cilindros
- 6 Inyector de combustible

Tipos de sistemas de inyección de combustible (continúa)

Inyección de combustible multipuertos

Se tienen dos tipos de sistemas de inyección de combustible multipuertos:

- Inyección de combustible multipuertos (MFI por sus siglas en inglés): Los inyectores de combustible se activan en dos grupos. En cualquier momento un grupo de inyectores de combustible inyecta el combustible dos veces por revolución del motor.
- Inyección de combustible multipuertos secuencial (SFI por sus siglas en inglés): Los inyectores de combustible funcionan uno por uno en el orden de encendido. El combustible se entrega en la válvula de admisión justamente antes que se inicie el tiempo de admisión.



Inyección de combustible multipuertos

- 1 Suministro de combustible
- 2 Aire
- 3 Mariposa del acelerador
- 4 Múltiple de admisión
- 5 Inyectores de combustible
- 6 Cabeza de cilindros

Tipos de combustible

Básicamente se tienen dos tipos de combustible para los motores a gasolina: con plomo y sin plomo. La gasolina con plomo contiene compuestos de plomo que incrementan su resistencia a la detonación. El combustible con plomo también proporciona lubricación a los asientos de las válvulas. Sin embargo, el plomo es tóxico, así que se está eliminando. El plomo no se puede utilizar con los convertidores catalíticos ya que el plomo contamina la capa de metal. Los vehículos con convertidores catalíticos requieren gasolina sin plomo. Es por esta razón que el contenido de plomo en la llamada “gasolina sin plomo” se reduce a un mínimo (en la práctica no se pueden evitar los vestigios de plomo). Sin embargo, la “gasolina sin plomo” reduce la resistencia a la detonación, lo cual debe ser rectificado mediante aditivos adecuados.

Gasolina

La gasolina es el combustible diseñado para motores de combustión interna de encendido con chispa. La gasolina se deriva del petróleo y consta de más de 200 hidrocarburos diferentes. La gasolina se destila y se refina para crear hidrocarburos que tengan la volatilidad correcta y las características de quemado necesarias para el buen rendimiento del motor.

Combustible Diesel

Se tienen dos grados de combustible diesel para uso automotriz: Un tipo se utiliza en climas fríos cuando se necesita un grado menor de viscosidad. El otro tipo de combustible diesel está formulado con suficiente viscosidad y contenido energético para poderse utilizar en la mayoría de los motores diesel, pero se utiliza en climas más calientes.

Combustibles alternativos

El gobierno de Estados Unidos y la industria petrolera están trabajando en diversos combustibles alternativos para reemplazar, ya sea parcial o totalmente, el uso de combustibles tipo gasolina. Entre estos combustibles alternativos se tienen:

- Metanol
- Etanol

Mezclas de temporada

Las mezclas de temporada de la gasolina se utilizan para compensar los cambios estacionales de temperatura. Los combustibles de invierno tienden a ser más volátiles para proporcionar mejores arranques en frío y un mejor rendimiento de calentamiento del motor. Los combustibles para el verano son menos volátiles para reducir las condiciones de manejo en climas calientes tales como las bolsas o cierres de vapor. Al ajustarse la gasolina a las condiciones estacionales ayuda a reducir problemas, pero no elimina los problemas de manera total. Las temperaturas son impredecibles, especialmente en la primavera y en el otoño, y pueden caer por abajo, o subir por arriba, de los límites de volatilidad del combustible.

Tipos de combustible (continúa)

Combustibles oxigenados

Los combustibles oxigenados contienen compuestos portadores de oxígeno (éteres o alcohol). El etanol, el metanol y el éter terbutil metílico (MTBE por sus siglas en inglés) son compuestos oxigenados. Como estos compuestos agregan oxígeno a la mezcla de aire/combustible, dichos compuestos empobrecen artificialmente la mezcla de aire/combustible, lo cual resulta en una combustión más completa y la reducción de los niveles de hidrocarburos.

Clasificaciones del octanaje

El octanaje es una medida del poder antidetonante. El poder antidetonante es una medida de la habilidad del combustible para resistir las detonaciones en el motor. El índice de octanaje se muestra como un número relativo al poder antidetonante, por ejemplo 87, 89 y 92, etc.

El método para calcular el número de octanaje es $(RON+MON)/2$. El RON (por sus siglas en inglés) se refiere al número de octanaje de investigación, y el MON (por sus siglas en inglés) al número de octanaje del motor. Los dos números resultan de condiciones de pruebas diferentes. El método RON representa condiciones normales de manejo, mientras que las pruebas MON se llevan a cabo bajo condiciones severas y altas velocidades del motor.

BTU's

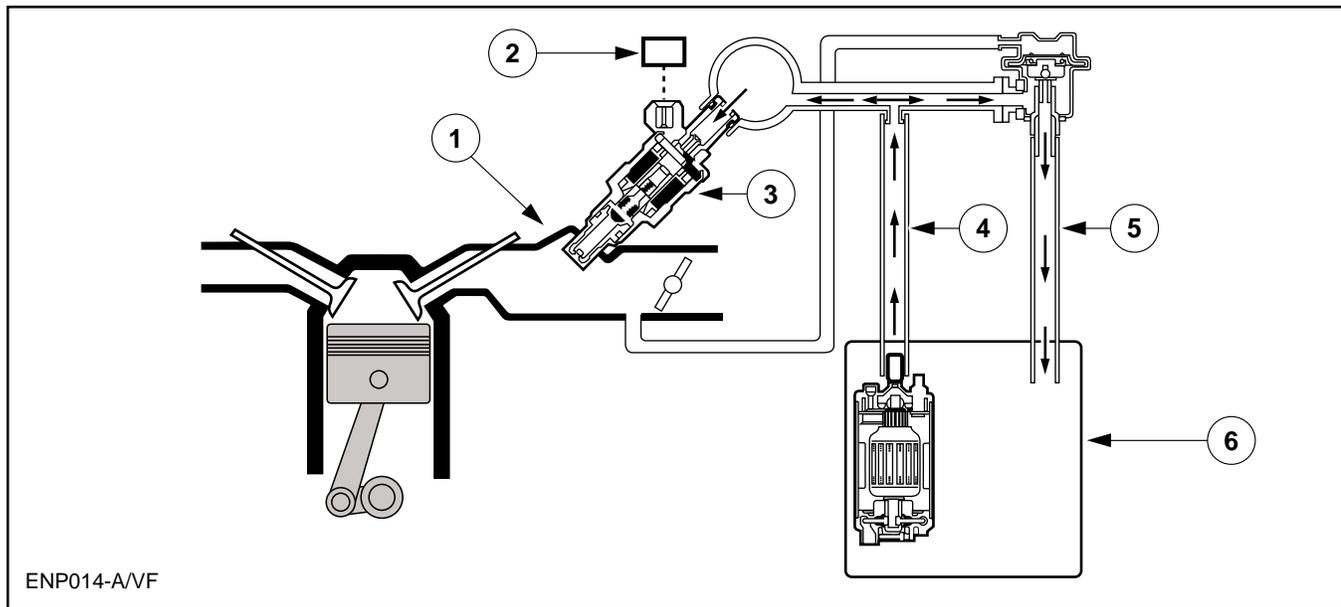
La eficiencia en la utilización del combustible se determina a partir de diversas variables, incluyendo el contenido energético del combustible. Dos combustibles de octanaje idéntico pudieran tener diferente contenido energético debido a diferentes procesos de manufactura. El contenido energético de un combustible se mide en Unidades Térmicas Británicas (BTU por sus siglas en inglés). Entre más alto sean las BTU's, mayor será el contenido energético y mejor será la eficiencia en la utilización del combustible.

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función del sistema de control del motor.
- Describir el sistema de control de manejo del motor.
- Identificar los componentes del sistema de control de manejo del motor.
- Explicar la teoría y el funcionamiento del sistema de control de manejo del motor.

Sistema de inyección de combustible



Sistema de inyección de combustible

- 1 Múltiple de admisión
- 2 Módulo de control del tren motriz
- 3 Inyectores de combustible

El sistema de inyección de combustible comprende tres sistemas que trabajan en conjunto para controlar el proceso de la combustión y proporcionar información de realimentación sobre la eficiencia de funcionamiento. Los sistemas son:

1. Admisión de aire
2. Suministro de combustible
3. Control del combustible (manejo)

El sistema de admisión de aire proporciona el aire necesario para la combustión y mide el aire que entra al motor. Los componentes típicos incluyen la entrada de aire, el filtro de aire, ductos de admisión, el medidor (o sensor) de flujo de aire (o de masa de aire), y cualquier dispositivo de admisión especializado.

- 4 Suministro
- 5 Retorno
- 6 Tanque de combustible

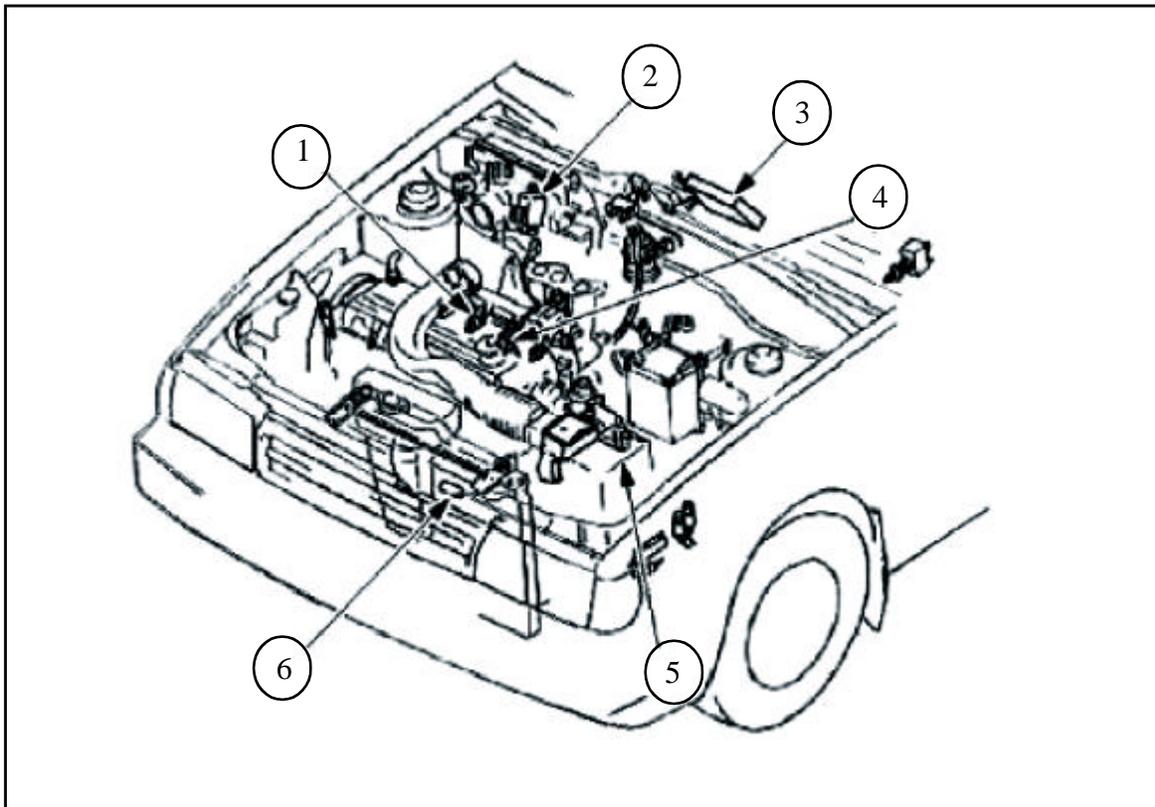
El sistema de suministro de combustible bombea gasolina del tanque de combustible, la filtra, y la proporciona al motor a alta presión. Los componentes incluyen la bomba de combustible, el filtro de combustible, el riel o distribuidor de combustible, los inyectores de combustible, el regulador de presión, y el amortiguador de pulso. En los motores con sistema de retorno, el sistema también incluye una línea de combustible que regresa el combustible no utilizado al tanque.

En el sistema de control o de manejo de combustible, los sensores de entrada toman medidas continuas y transmiten la información a la computadora de control del motor. La computadora determina la cantidad de combustible que se debe inyectar y utiliza actuadores de salida para activar los inyectores de combustible durante un período de tiempo preciso. El funcionamiento de la computadora de control del motor se examina en mayor detalle más adelante.

La computadora hace miles de cálculos cada minuto y ajusta la cantidad de combustible constantemente a medida que cambian las condiciones de manejo. Estas acciones ocurren continuamente desde el momento que arranca el motor. La inyección de combustible se basa en mediciones extremadamente precisas del aire de admisión. Cualquier falla que altera esta información da por resultado que la computadora calcule erróneamente la tasa de inyección de combustible.

La computadora calcula la cantidad de inyección de combustible basándose en las señales de entrada que recibe sobre la cantidad y masa de flujo de aire, y de la temperatura del aire de admisión.

Sistema de control de motor.



Componentes comunes de control del motor

- 1 Inyector de combustible
- 2 Sensor del acelerador
- 3 Módulo de control del tren motriz

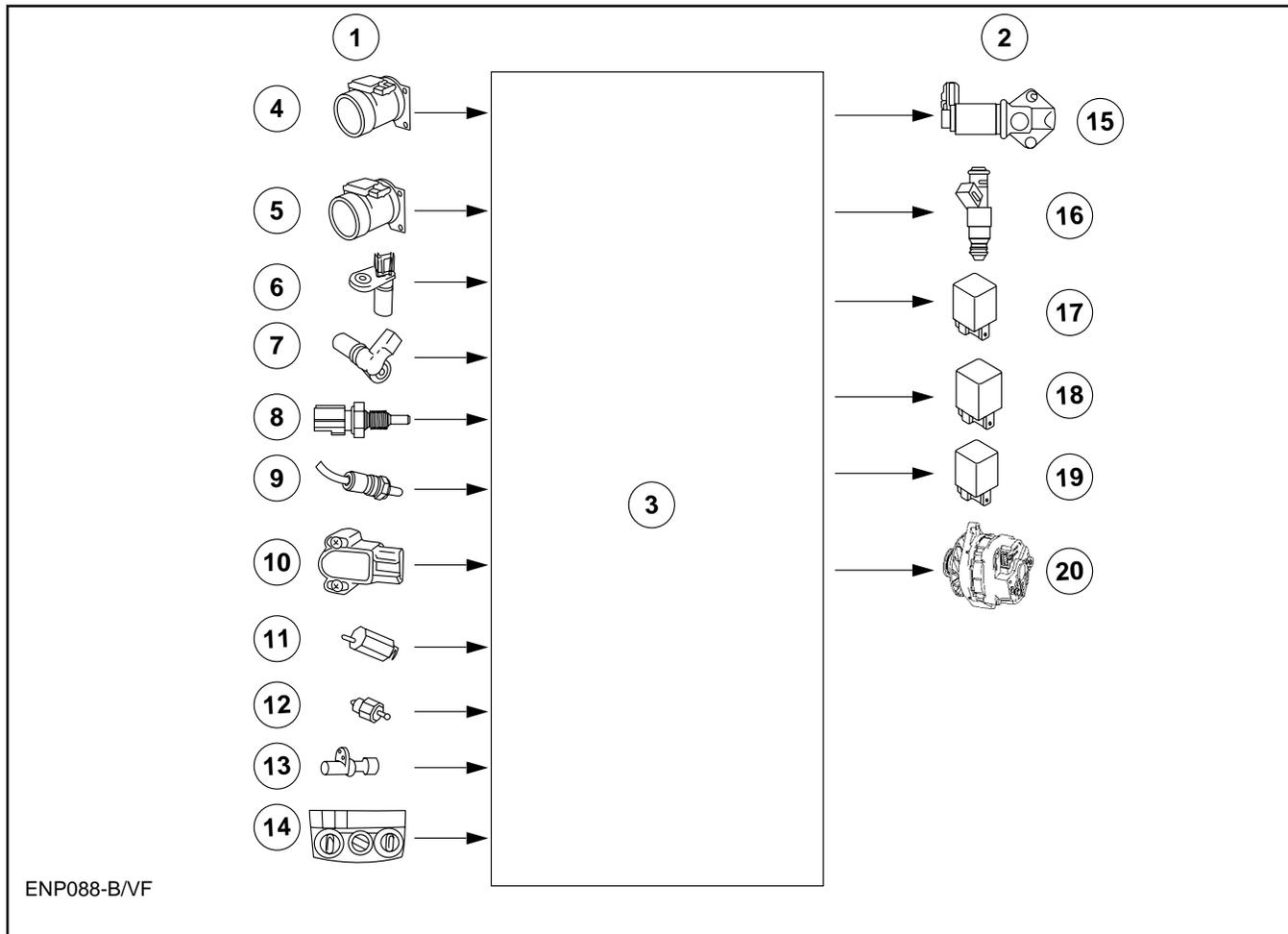
- 4 Sensor de temperatura del refrigerante del motor
- 5 Sensor de flujo de masa de aire
- 6 Sensor de oxígeno

Una computadora interna realiza el control del motor; diferentes fabricantes le han puesto diversos nombres a dicha computadora. Los siguientes son dos nombres comunes para la computadora:

- Módulo de Control del Tren Motriz (PCM)
- Módulo de Control del Motor (ECM)

En esta publicación el controlador del motor se conoce como módulo PCM (por sus siglas en inglés). El módulo PCM es la parte vital del sistema moderno de control del motor. El módulo PCM controla el sistema de encendido, el sistema de inyección de combustible y otros componentes. El módulo PCM está diseñado para incrementar la eficiencia del motor y disminuir las emisiones por el escape.

Sistema de control de motor (continúa)



Entradas y salidas típicas del módulo PCM

- | | |
|---|---|
| 1 Entradas típicas | 11 Sensor de detonación |
| 2 Salidas típicas | 12 Sensor de presión de la dirección asistida |
| 3 Módulo de control del tren motriz | 13 Sensor de velocidad del vehículo |
| 4 Sensor de flujo de masa de aire (MAF) | 14 Interruptor selector del aire acondicionado |
| 5 Sensor de temperatura del aire de admisión (en el sensor MAF) | 15 Válvula de control del aire de marcha mínima |
| 6 Sensor de posición del cigüeñal | 16 Inyector de combustible |
| 7 Sensor de posición del árbol de levas | 17 Relevador de la bomba de combustible |
| 8 Sensor de temperatura del refrigerante del motor | 18 Relevador del ventilador de enfriamiento |
| 9 Sensor de oxígeno | 19 Relevador del aire acondicionado |
| 10 Sensor de posición del acelerador | 20 Generador |

El módulo PCM mantiene una relación estequiométrica del aire/combustible durante las condiciones de crucero. Sin embargo, las condiciones de manejo cambian y una mezcla estequiométrica de aire/combustible no es ideal para todas las condiciones. El módulo PCM hace que la mezcla de aire/combustible sea más pobre o más rica dependiendo de las condiciones.

El módulo PCM toma la información de los sensores de entrada y envía señales de control a las salidas, tales como los inyectores de combustible. La ubicación del módulo PCM y de los sensores varía por modelo y por fabricante. Verifique siempre la ubicación de los componentes en el Manual de taller.

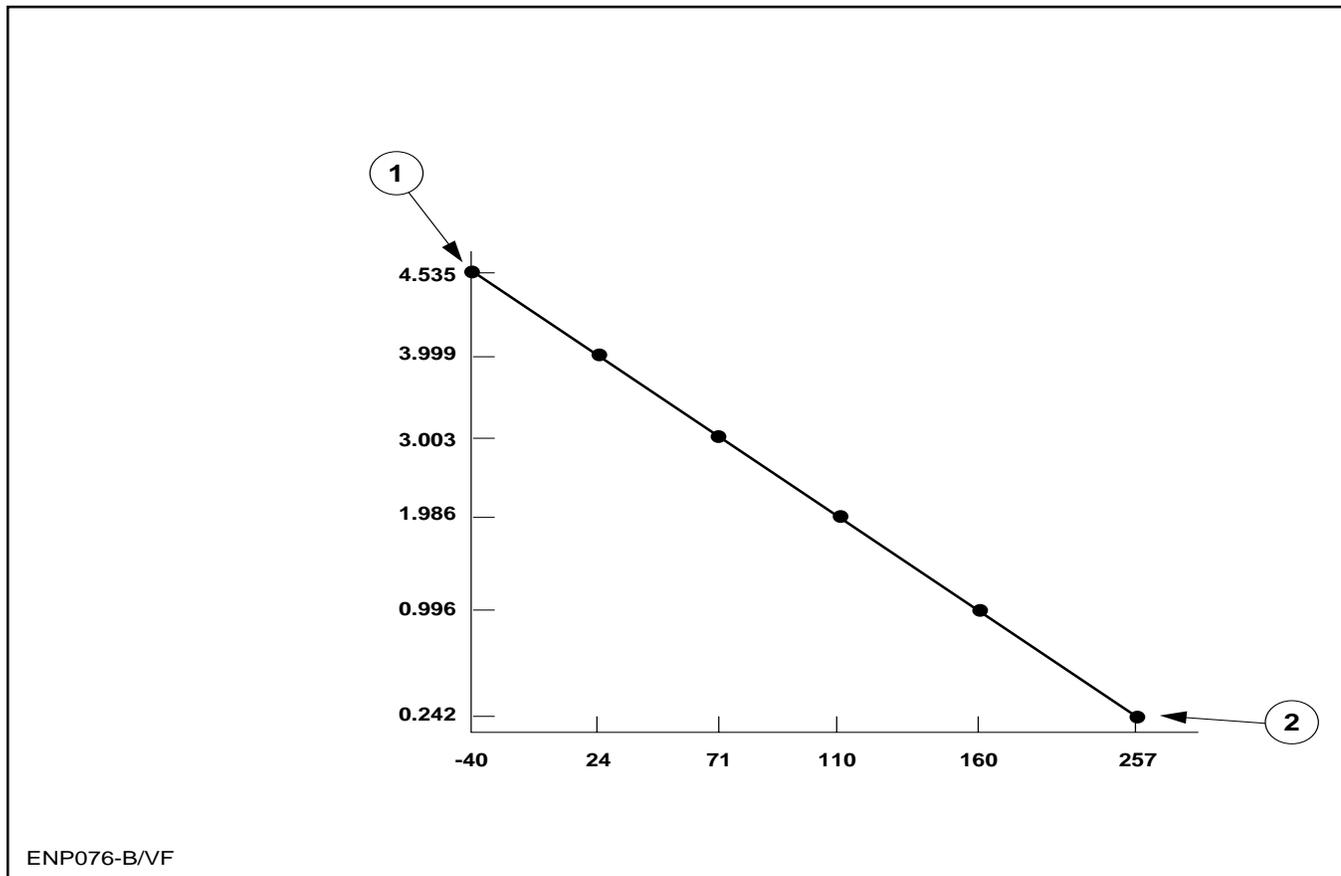
Entradas al módulo PCM

Los sensores de las entradas proporcionan información continua y detallada relacionada con diversos aspectos del funcionamiento del vehículo. La siguiente sección describe los sensores que generalmente se encuentran en los sistemas modernos de control del tren motriz.

Señal de pulso de encendido

El módulo PCM recibe una señal de pulso de encendido de la bobina de encendido y fija la cantidad y el tiempo de inyección de combustible a través de la señal.

Entradas al módulo PCM (continúa)



Gráfica de voltios en función de la temperatura

- 1 Voltios
- 2 Temperatura

Sensor de temperatura del refrigerante del motor

Las mezclas de aire/combustible más ricas compensan la baja tasa de evaporación del combustible a temperaturas bajas. El módulo PCM monitorea la temperatura del refrigerante e incrementa el volumen de inyección del combustible para mejorar la capacidad de manejo mientras el motor está frío.

El sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT, por sus siglas en inglés) mide la temperatura del refrigerante mediante la resistencia eléctrica; el termosensor cambia su resistencia eléctrica al cambiar la temperatura.

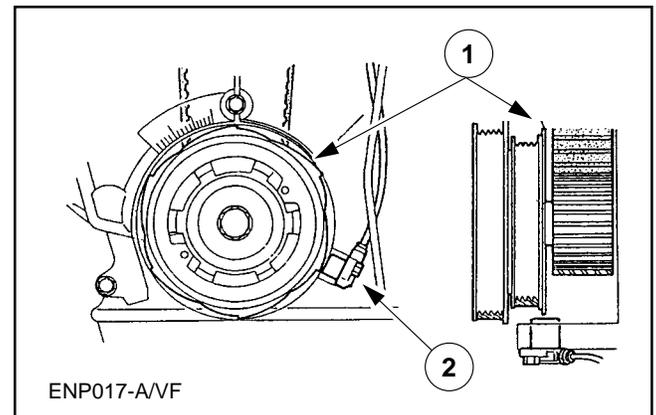
Sensor de temperatura del aire de admisión

El sensor de temperatura del aire de admisión (IAT, por sus siglas en inglés) es un dispositivo tipo resistencia térmica y se coloca en la entrada del aire al motor para registrar la temperatura del aire de admisión. El sensor IAT proporciona una señal de voltaje que varía dependiendo de la resistencia. La resistencia del sensor y el voltaje del sensor resultante son altos cuando el sensor está frío. A medida que aumenta la temperatura, tanto la resistencia como el voltaje del sensor se reducen.

Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

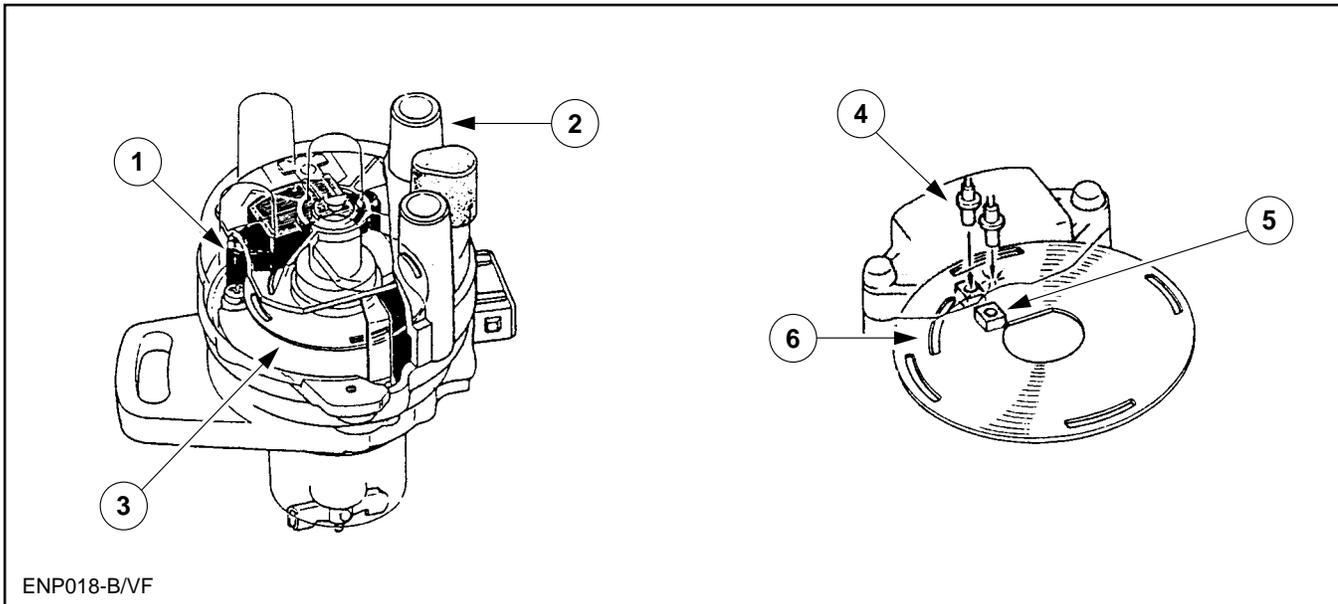
El módulo PCM utiliza la velocidad del motor para poder ajustar la cantidad de inyección base. El sensor de posición del cigüeñal (CKP, por sus siglas en inglés) puede estar ubicado en el cigüeñal o dentro del distribuidor.

Un rotor especial, con salientes o dientes en el cigüeñal, gira cerca de un sensor. El sensor detecta los cambios en la fuerza magnética cuando pasa cada saliente o diente por su lado.

**Sensor de posición del cigüeñal**

- 1 Rotor de señal (vista frontal y lateral)
- 2 Sensor de posición del cigüeñal (vista frontal y lateral)

Entradas al módulo PCM (continúa)



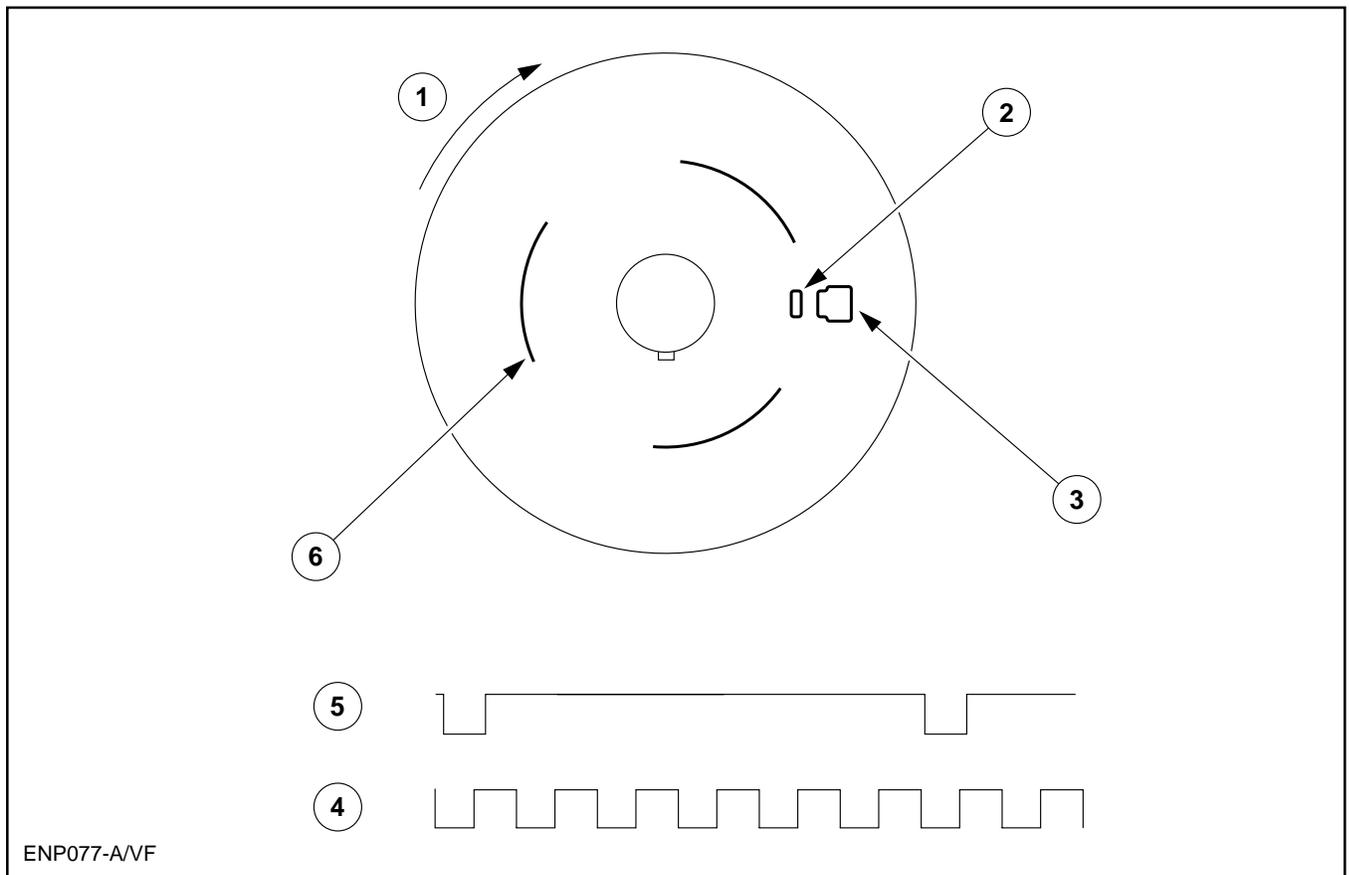
Sensor de velocidad del motor montado en el distribuidor

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1 Sensor | 4 Diodos emisores de luz (LED) |
| 2 Tapa del distribuidor | 5 Fotodiodos |
| 3 Disco | 6 Disco |

El sensor de velocidad del motor montado en el distribuidor o sensor de ángulo de giro, puede ser un dispositivo tipo disco o de efecto Hall.

El sensor tipo disco utiliza un disco ranurado montado en el eje del distribuidor, dos diodos emisores de luz (LED's, por sus siglas en inglés), y dos fotodiodos. Un LED indica el ángulo de giro, mientras que el segundo LED indica la posición del Cilindro No. 1.

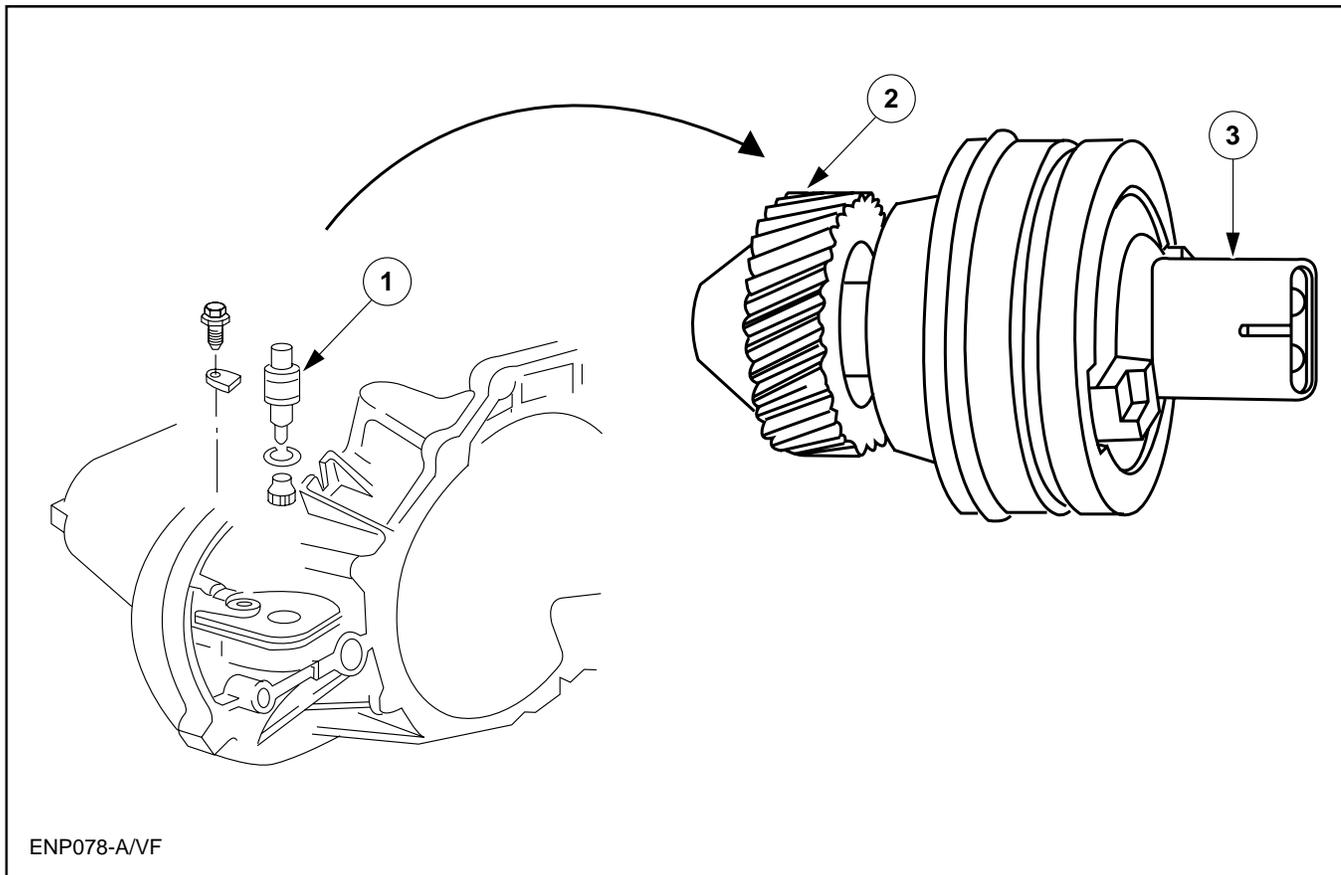
Sensor de posición del árbol de levas (CMP)



Funcionamiento del sensor de posición del árbol de levas

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1 Rotación | 4 Señal del cigüeñal |
| 2 Imán | 5 Señal del árbol de levas |
| 3 Interruptor de efecto Hall | 6 Hoja de interruptor (1 de 3) |

El módulo PCM utiliza un sensor de posición del árbol de levas (CMP, por sus siglas en inglés) para seguir la posición de todos los cilindros y controlar los sistemas de combustible y de encendido. El sensor detecta la posición en el punto muerto superior (TDC, por sus siglas en inglés) en la carrera de compresión del Cilindro No. 1 y puede estar ubicado en el distribuidor o cerca del árbol de levas. El sensor CMP detecta los cambios en la fuerza magnética causada por salientes o dientes en el árbol de levas.

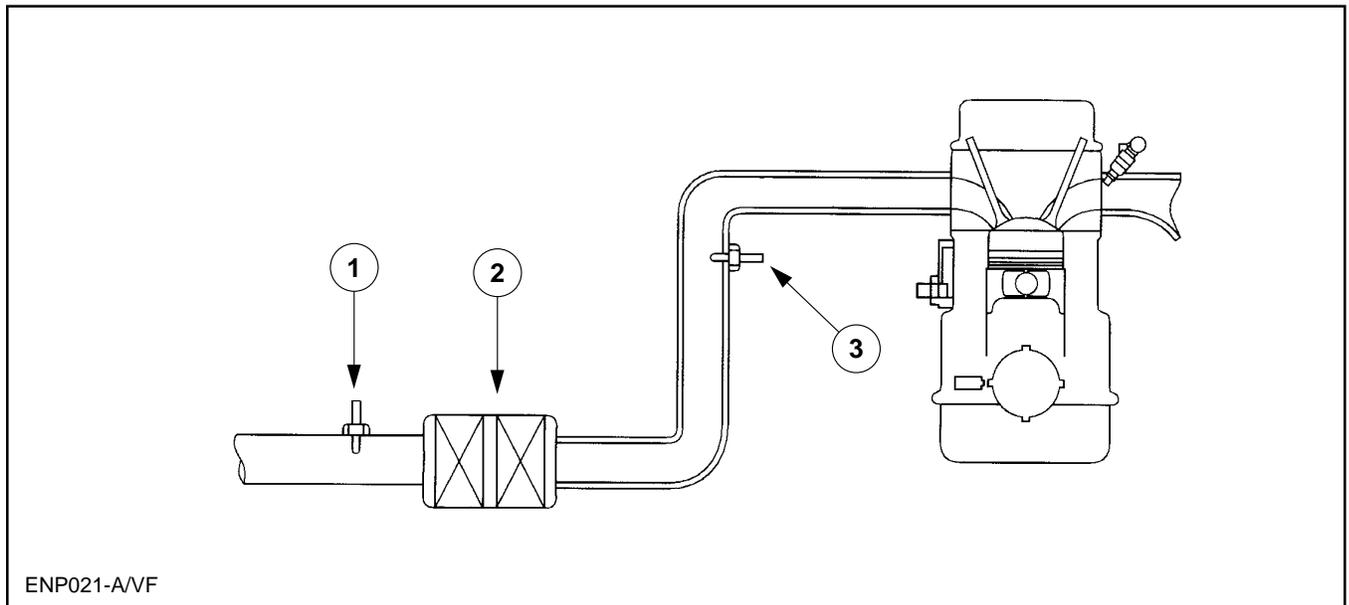
Entradas al módulo PCM (continúa)**Sensor de velocidad del vehículo****Sensor de velocidad del vehículo de tipo captador electromagnético**

- 1 Sensor de velocidad del vehículo
- 2 Engrane
- 3 Conector de salida

Un sensor de velocidad del vehículo (VSS, por sus siglas en inglés) indica la velocidad a la que viaja el vehículo. Se tienen tres tipos de VSS, los sensores tipo interruptor de caña, los de tipo fotoacoplador que se encuentran en el velocímetro, y el sensor tipo captador electromagnético que se encuentra en el eje de salida de la transmisión.

Algunos fabricantes de automóviles también utilizan un sensor de velocidad de rueda, que es parte de un sistema de frenos antibloqueo, para obtener la información sobre la velocidad del vehículo.

Sensores de oxígeno



Ubicaciones de sensores de oxígeno

- 1 Sensor de oxígeno trasero
- 2 Convertidor catalítico
- 3 Sensor de oxígeno delantero

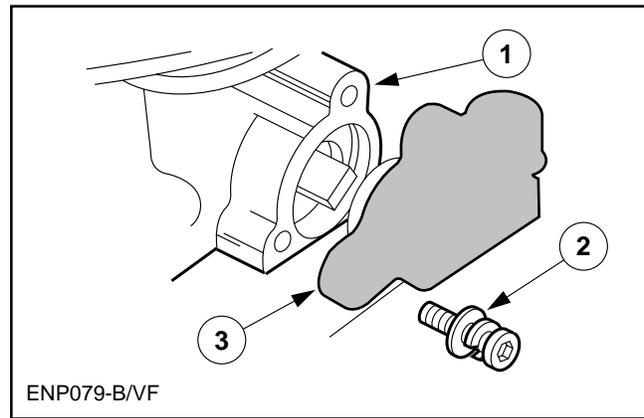
El sensor de oxígeno delantero mide la densidad del oxígeno en el gas de escape y envía esta información al módulo PCM. El sensor de oxígeno delantero se encuentra adelante del convertidor catalítico. El módulo PCM utiliza esta entrada desde el sensor de oxígeno delantero para calcular cambios en la relación de aire/combustible.

También se tiene un sensor de oxígeno trasero corriente abajo del convertidor catalítico. El módulo PCM compara las señales de los dos sensores de oxígeno para monitorear la eficiencia del convertidor catalítico y determinar si el convertidor catalítico funciona correctamente.

Entradas al módulo PCM (continúa)

Sensor de posición del acelerador (TPS)

El sensor de posición del acelerador (TPS, por sus siglas en inglés) es una resistencia variable (potenciómetro) montado en el cuerpo del acelerador. El cuerpo del acelerador se abre y se cierra mediante un cable que está conectado al pedal del acelerador. Cuando se cierra el acelerador, la computadora lee una señal de bajo voltaje. Cuando el acelerador está totalmente abierto, la computadora lee una señal de alto voltaje.

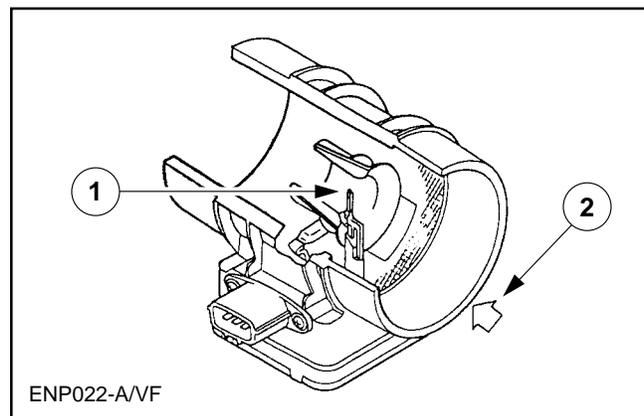


Sensor de posición del acelerador

- 1 Conjunto del cuerpo del acelerador
- 2 Conjunto de tornillo
- 3 Sensor de posición del acelerador

Sensor de flujo de aire/flujo de masa de aire

El sensor de flujo de masa de aire (MAF, por sus siglas en inglés) mide el volumen y la densidad del aire de admisión. Debido a la manera como el sensor MAF hace la medición, el sensor puede tomar en cuenta la temperatura, la densidad y la humedad del aire. Todas estas variables en conjunto determinan la “masa” del aire de admisión. La computadora lee la masa del flujo de aire real para ayudar a calcular la relación de aire/combustible.



Sensor de flujo de masa de aire

- 1 Resistencia calentada
- 2 Dirección de flujo de aire

Otras entradas

Se tienen varios dispositivos de entrada dependiendo del fabricante. Entre estos otros dispositivos de entrada se tienen:

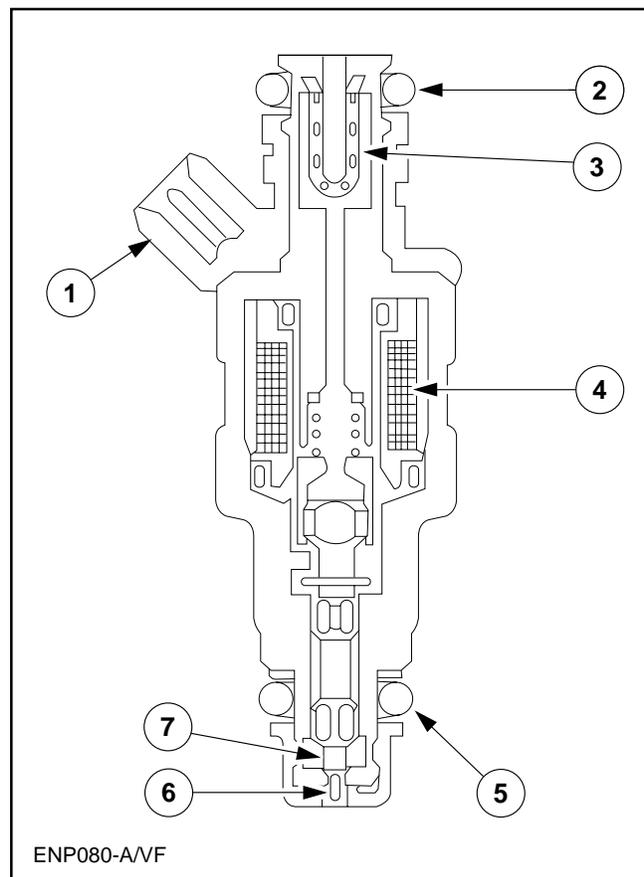
- El sensor de presión absoluta del múltiple (MAP, por sus siglas en inglés) – que mide los cambios de la presión del aire en el múltiple de admisión.
- El sensor de detonación – que envía una señal al módulo PCM para retardar el encendido en caso de tener detonaciones extremas.
- El sensor de posición de la transmisión (TR, por sus siglas en inglés) – le indica al módulo PCM si la transmisión está en PARK (estacionamiento) o en NEUTRAL, o si está en alguna de las velocidades normales de impulsión.
- El sensor de presión de dirección asistida (velocidad de marcha mínima) – que se utiliza para detectar alta presión del fluido del sistema de la dirección asistida.
- Sensor de alta presión del aire acondicionado – que envía una señal de la presión de fluido del aire acondicionado al módulo PCM de tal manera que el módulo PCM inicie el funcionamiento del compresor del aire acondicionado.
- Interruptor de control de cruceo – cuando el módulo PCM recibe una señal de control de cruceo, el módulo almacena la velocidad deseada en la memoria para poder mantener la velocidad deseada.

Salidas del módulo PCM

Los actuadores de salida abren y cierran válvulas, inyectan combustible, y llevan a cabo otras tareas como respuesta a las señales de control provenientes del módulo PCM. Algunos actuadores se controlan de manera variable, mientras que otros simplemente están ENCENDIDOS (“ON”) o APAGADOS (“OFF”). El ciclo de trabajo de un actuador es el período de tiempo durante el cual el actuador está en funcionamiento. El módulo PCM controla los ciclos de trabajo y puede extenderlos o acortarlos según se requiera.

Inyectores de combustible

El combustible se entrega al motor mediante los inyectores de combustible. El módulo PCM controla a los inyectores de combustible. La bomba de combustible proporciona al inyector de combustible un suministro constante de combustible presurizado. El inyector de combustible es un solenoide que, al ser conectado a tierra por la computadora, se energiza y el combustible presurizado se “inyecta” en el múltiple de admisión. La computadora controla el flujo de combustible mediante la modulación de la amplitud del pulso del tiempo de CONEXIÓN (“ON”) del inyector. El tiempo de CONEXIÓN (“ON”) del inyector se determina mediante una combinación de las entradas al módulo PCM descritas anteriormente.

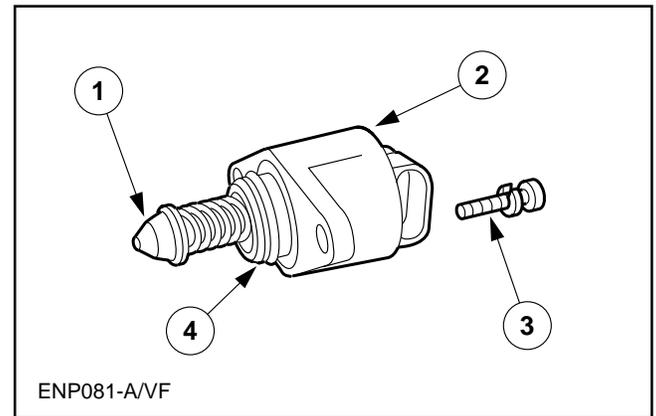


Componentes del inyector de combustible

- 1 Conexión eléctrica
- 2 Anillo O-ring superior
- 3 Filtro de entrada de combustible
- 4 Embobinados de solenoide
- 5 Anillo O-ring inferior
- 6 Distribuidor
- 7 Válvula de aguja

Válvula de control de aire de marcha mínima

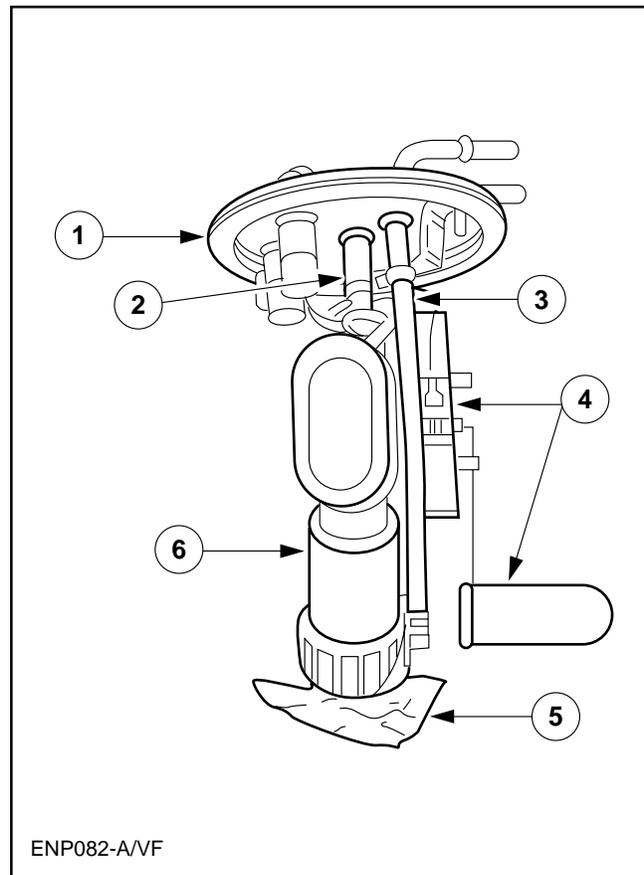
La válvula de control de aire de marcha mínima (IAC, por sus siglas en inglés) se localiza en el cuerpo del acelerador. La válvula IAC consta de una clavija móvil, que es accionada por un pequeño motor eléctrico llamado motor de pasos. El motor de pasos es capaz de moverse en cantidades medidas muy exactas llamadas “escalones”. La computadora utiliza la válvula IAC para controlar las revoluciones por minuto (rpm) de marcha mínima. La válvula IAC cambia la posición de la clavija en el pasaje de aire de marcha mínima del cuerpo del acelerador. El aire de admisión varía entonces alrededor de la placa del acelerador cuando se cierra el acelerador.

**Válvula de control de aire de marcha mínima**

- 1 Clavija de la válvula IAC
- 2 Válvula de control del aire de marcha mínima
- 3 Conjunto de tornillo de la válvula IAC
- 4 Anillo O-ring de válvula IAC

Salidas del módulo PCM (continúa)**Bomba de combustible eléctrica**

La mayoría de los sistemas de inyección utilizan una bomba eléctrica ubicada en el interior del tanque de combustible y controlada mediante un relevador. Cuando el interruptor de encendido se coloca en ENCENDIDO (“ON”), la computadora energiza el relevador que controla a la bomba de combustible mediante la aplicación de voltaje de la batería. El relevador permanece encendido mientras el motor de arranque impulsa al motor y cuando está en marcha, en esta acción la computadora recibe pulsos de referencia. Si no hay pulsos de referencia, la computadora desconecta el relevador.

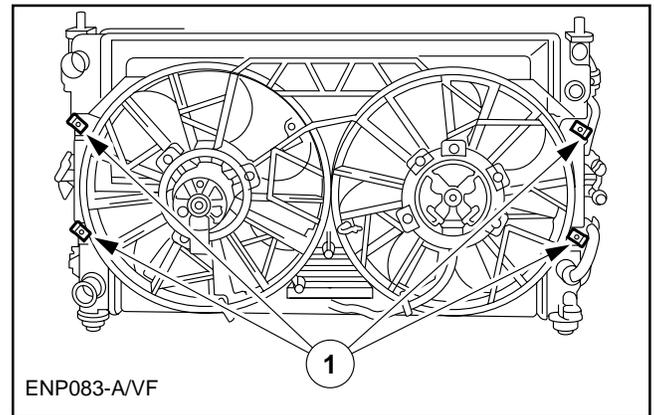
**Componentes típicos de la bomba de combustible**

- 1 Sello de la bomba de combustible
- 2 Salida de la bomba de combustible
- 3 Línea de regreso de combustible
- 4 Unidad transmisora de nivel de combustible
- 5 Filtro de entrada de combustible
- 6 Bomba

Ventilador eléctrico de enfriamiento

Se utilizan uno o dos ventiladores eléctricos de enfriamiento para ayudar a enfriar el radiador y/o el condensador del aire acondicionado bajo ciertas condiciones. En la mayoría de las aplicaciones, el módulo PCM controla a los ventiladores de enfriamiento. Las aplicaciones controladas por computadora utilizan un relevador de ventilador de enfriamiento. La computadora conecta a tierra el relevador del ventilador de enfriamiento, lo cual provee voltaje del sistema al motor del ventilador de enfriamiento bajo una o todas las condiciones siguientes:

- El sensor de temperatura del refrigerante indica refrigerante caliente
- Se solicita el arranque del sistema de aire acondicionado
- El aire acondicionado está encendido (ON) y la ventilación del sistema de enfriamiento del motor no es la adecuada (baja velocidad del vehículo).
- La presión en el fluido del aire acondicionado está por arriba de un valor especificado, lo cual abre un interruptor en el sensor de alta presión.



Ventiladores eléctricos de enfriamiento

- 1 Sujetadores del módulo del ventilador al radiador

Lámpara indicadora de fallas

La lámpara indicadora de mal funcionamiento del Motor (“Service Engine Soon”) o la lámpara indicadora de fallas (MIL, por siglas en inglés) se ilumina cuando la llave de encendido se gira a la posición de ENCENDIDO (“ON”), y el motor no está en funcionamiento. No se preocupe si esto sucede ya que esto es sólo una verificación rápida de que el foco funciona. Cuando el motor está en funcionamiento, la lámpara MIL normalmente está APAGADA (“OFF”). Si se almacena un código de falla, la computadora pasa a la modalidad de respaldo, se ilumina la lámpara MIL, lo cual indica que la computadora ha conectado a tierra el circuito de la lámpara MIL. Si la condición cambia y el código o códigos ya no existe(n), la lámpara se apagará, pero en la memoria de la computadora permanece almacenado un código.

Diagnóstico a bordo

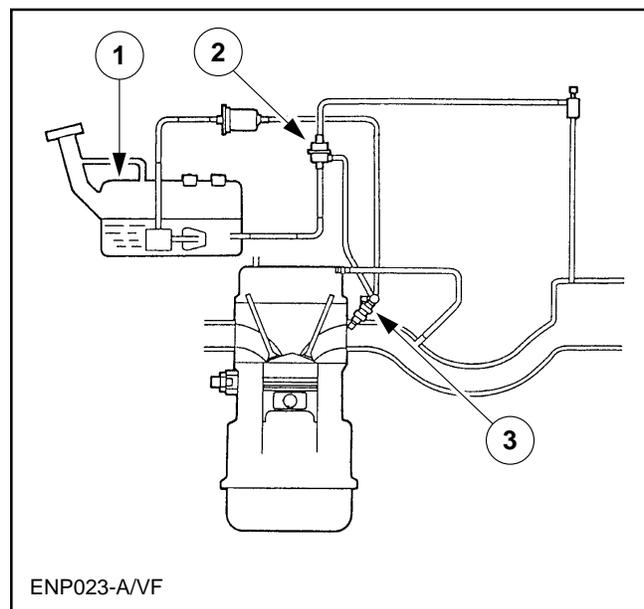
El módulo PCM contiene software de diagnóstico, el cual monitorea el funcionamiento del tren motriz y registra las fallas que pudieran ocurrir. Este software se conoce como diagnóstico a bordo (OBD, por sus siglas en inglés).

En 1994 los fabricantes empezaron a equipar los vehículos con módulos PCM que incluyen el Diagnóstico A Bordo de Segunda Generación (OBD II), o EOBD para Europa. La programación monitorea todo aquello en los sistemas de inyección de combustible y de control de emisiones que pudiera causar que los niveles de emisiones se elevaran. Además de verificar si se tienen fallas de componentes, el OBD II verifica y prueba el funcionamiento de sistemas completos para revisar su funcionamiento correcto, a la vez que monitorea sensores y actuadores para verificar si su funcionamiento se ha degradado.

Control del regulador de presión del combustible

En algunos motores el módulo PCM incrementa la presión del combustible para evitar la formación de una bolsa o cierre de vapor de combustible (ebullición del combustible) cuando la temperatura del motor es alta durante un nuevo intento de arranque. Por ejemplo, si la temperatura del refrigerante es de 100° C (212° F) o mayor durante el arranque, el módulo PCM activa la válvula solenoide de control del regulador de presión.

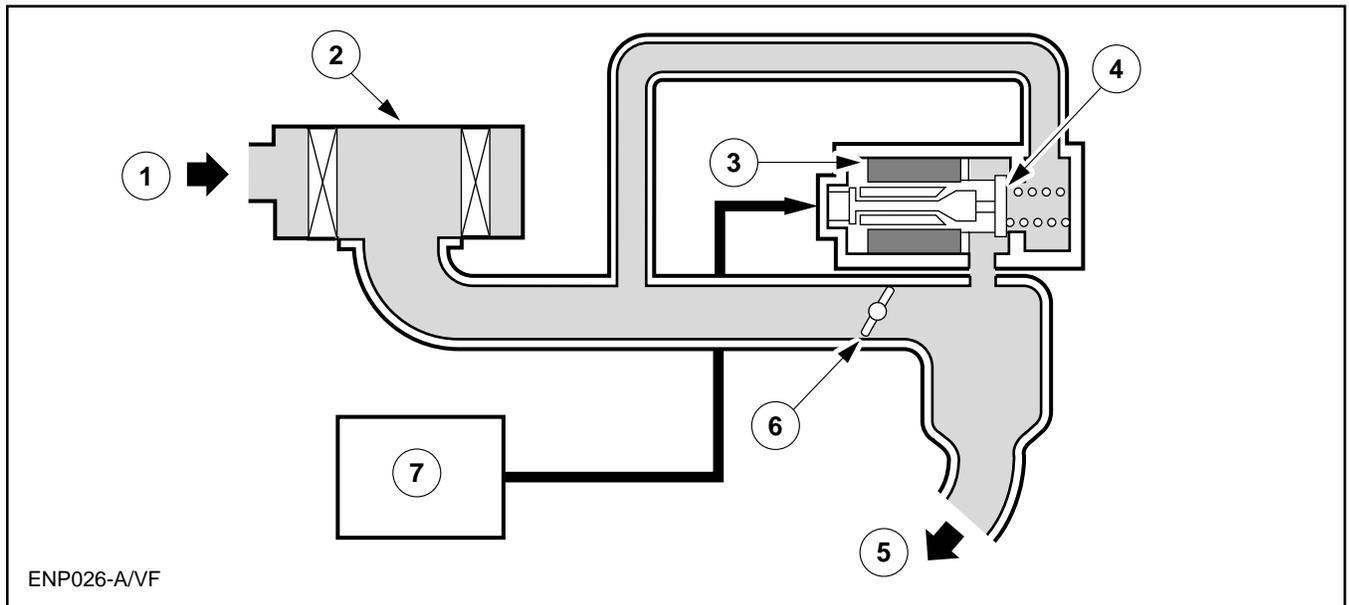
Cuando la válvula solenoide entra en funcionamiento, el vacío se corta al regulador de presión, lo cual causa que la presión del combustible sea superior que la presión dada en condiciones normales del motor. La válvula solenoide permanece energizada durante un corto período de tiempo después de haberse puesto en marcha el motor.



Componentes de la regulación de presión de combustible

- 1 Tanque de combustible
- 2 Regulador de presión
- 3 Inyector de combustible

Sistema básico de marcha mínima



Sistema básico de marcha mínima

- | | |
|--|---|
| 1 Flujo de aire de admisión | 5 Flujo de aire al múltiple de admisión |
| 2 Filtro de aire | 6 Mariposa del acelerador |
| 3 Bobina de solenoide | 7 Módulo PCM |
| 4 Válvula de control de aire de marcha mínima/de control de velocidad de marcha mínima | |

Una derivación permite que una parte del aire de admisión pase al múltiple de admisión durante la marcha mínima ya que la mariposa del acelerador está casi completamente cerrada. La válvula IAC controla el aire de desvío necesario para estabilizar la velocidad de marcha mínima bajo diversas cargas (aire acondicionado, carga eléctrica, dirección asistida, etc.). El módulo PCM acciona la válvula IAC, que es un actuador de tipo solenoide. Esta válvula proporciona un control preciso de la cantidad de aire que se desvía de la mariposa del acelerador.

Algunos vehículos utilizan una combinación de dos válvulas, una mecánica y otra tipo solenoide, para el control de la marcha mínima base. Ambas válvulas se abren durante un arranque en frío, lo cual permite que más aire fluya durante el arranque y el calentamiento del motor. A medida que la temperatura del refrigerante se incrementa hasta la temperatura normal, la válvula mecánica se cierra gradualmente, y el aire fluye únicamente a través de la válvula solenoide.

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

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

Sistemas de control de encendido

Sistema de encendido tipo distribuidor

En un sistema de encendido tipo distribuidor, el módulo PCM utiliza el distribuidor para enviar pulsos de voltaje de encendido de alto voltaje del secundario a las bujías. El módulo PCM utiliza señales de bajo voltaje del primario desde el distribuidor para determinar el momento adecuado para generar una chispa de encendido.

El módulo PCM también utiliza otros sensores de entradas para controlar con precisión el tiempo de encendido, tales como:

- El sensor de presión barométrica
- El interruptor de posición cerrada del acelerador
- El sensor de temperatura del refrigerante del motor
- El sensor de temperatura del aire de admisión
- El sensor de detonación
- El sensor de posición del acelerador

Para generar una chispa, el módulo PCM energiza un transistor de potencia, que inicia el flujo de corriente a través de la bobina de encendido. En la bobina se incrementa un campo magnético que genera un alto voltaje.

Para disparar la chispa, el módulo PCM desenergiza el transistor de potencia para interrumpir el flujo de corriente. El campo magnético en la bobina de encendido decae y libera el alto voltaje. El distribuidor envía el alto voltaje de la bobina de encendido hasta la bujía correspondiente a través del rotor del distribuidor, la tapa y los cables de encendido del secundario.

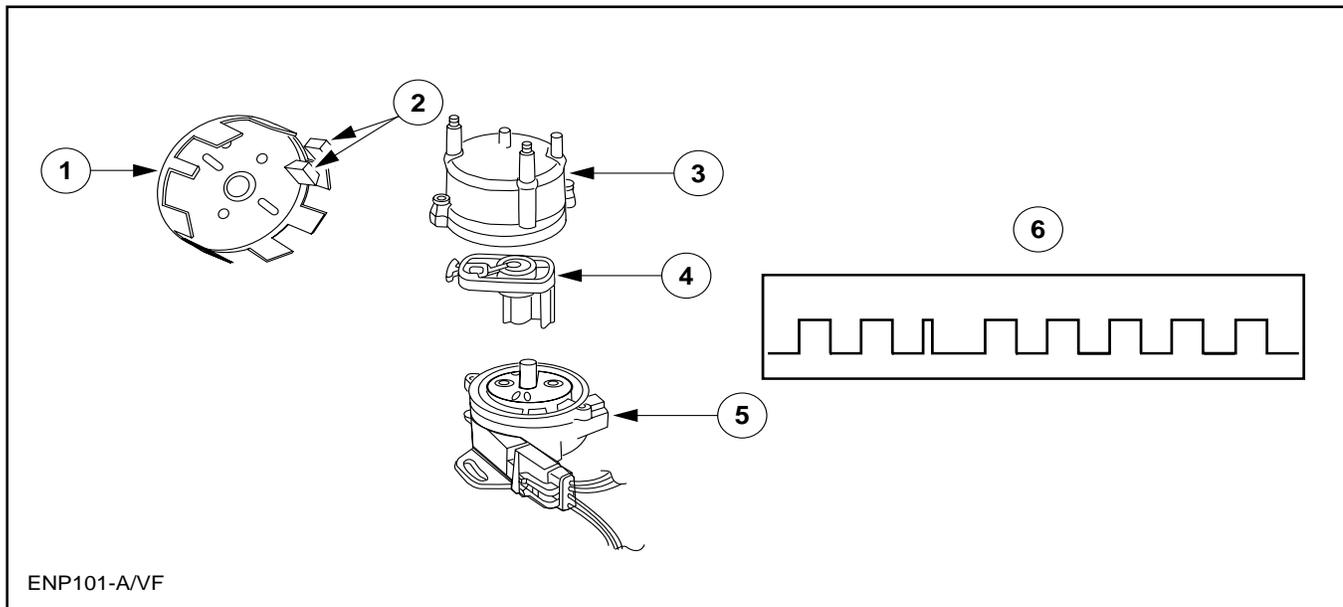
Los controles modernos de encendido eliminan los mecanismos convencionales de avance centrífugos y de vacío del distribuidor. El módulo PCM controla el avance de la bujía electrónicamente al leer la información transmitida por sensores instalados dentro del distribuidor y por otros sensores del motor.

Estos sensores tipo distribuidor proporcionan al módulo PCM señales eléctricas que indican la posición del cigüeñal y la posición del Cilindro No. 1. Los sensores pueden ser de uno de estos tres tipos:

1. Bobina captadora
2. Disco de diodos emisores de luz (LED)
3. Dispositivo de efecto Hall

Sistemas de control de encendido (continúa)

Sensores de bobina captadora

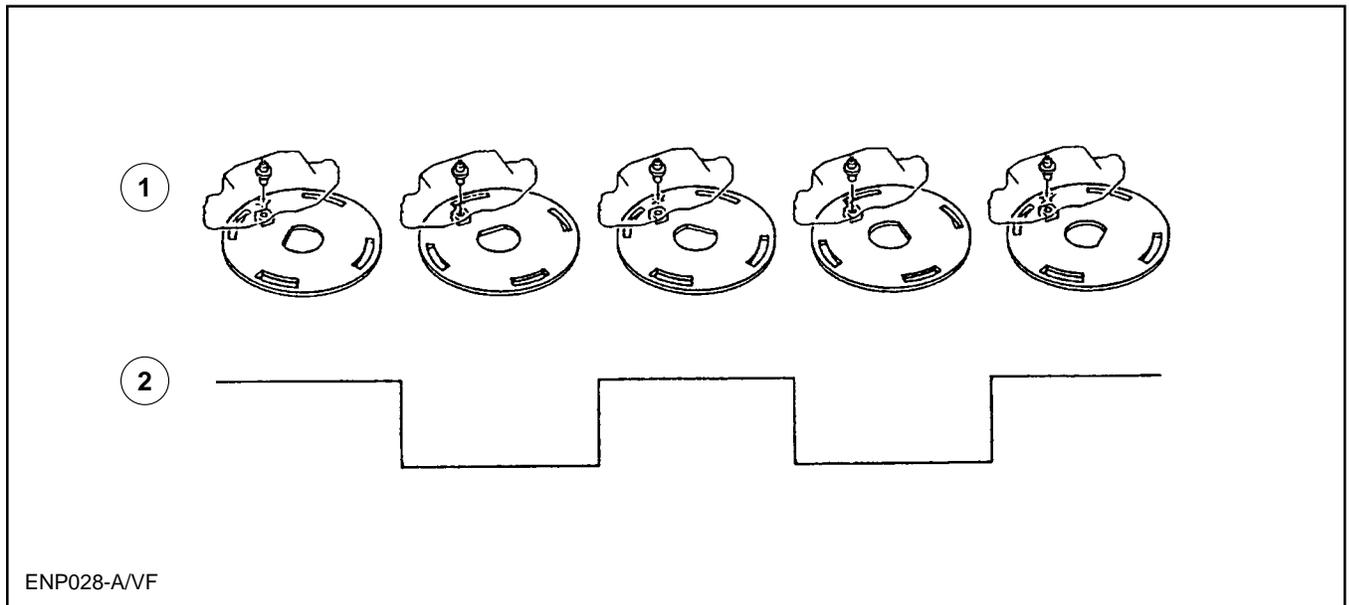


Sensor de bobina captadora

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1 Rotor de tiempo | 4 Rotor de distribuidor |
| 2 Bobina captadora | 5 Distribuidor |
| 3 Tapa de distribuidor | 6 Señal eléctrica |

Los sensores de bobina captadora utilizan rotores de tiempo y bobinas captadoras para las señales. El número de dientes en el rotor y el número de bobinas captadoras varían de acuerdo con el número de cilindros del motor. Cuando pasa un diente del rotor por una bobina captadora, la bobina genera una señal eléctrica.

Sensores de disco



Sensor de disco

- 1 Disco que gira entre los LED's y los fotodiodos
- 2 Señal eléctrica al módulo PCM

Los sensores tipo de disco consisten en un disco ranurado montado en el eje del distribuidor, un conjunto de unidad de sensor, y una sección de distribución de alto voltaje.

Se tienen 4 ranuras separadas a 90 grados una de la otra (en un motor de cuatro cilindros) en las orillas del disco para permitir que el distribuidor señale la posición de punto muerto superior (TDC, por sus siglas en inglés) de cada pistón (señal NE). Una ranura interior identifica el cilindro No. 1 (señal G).

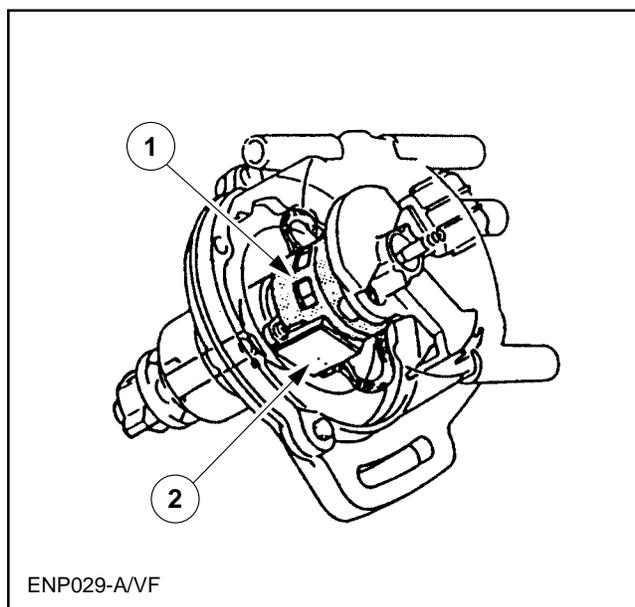
El conjunto de la unidad de sensor consiste en dos LED's y dos receptores de luz (fotodiodos) que producen la señal NE y la señal G. El conjunto de la unidad de sensor envía señales de bajo voltaje (de 0 a 0.5 V) cuando la luz del LED llega hasta la base del fotodiodo. El conjunto de la unidad de sensor envía señales de alto voltaje (4.5-5 V) si se bloquea la luz.

Los sensores tipo de disco no son dispositivos de contacto. Ambos sensores son un conjunto de una sola unidad para detectar el movimiento de las ranuras en el disco. Los sensores que no son de contacto no sufren las fallas asociadas con los sensores de contacto.

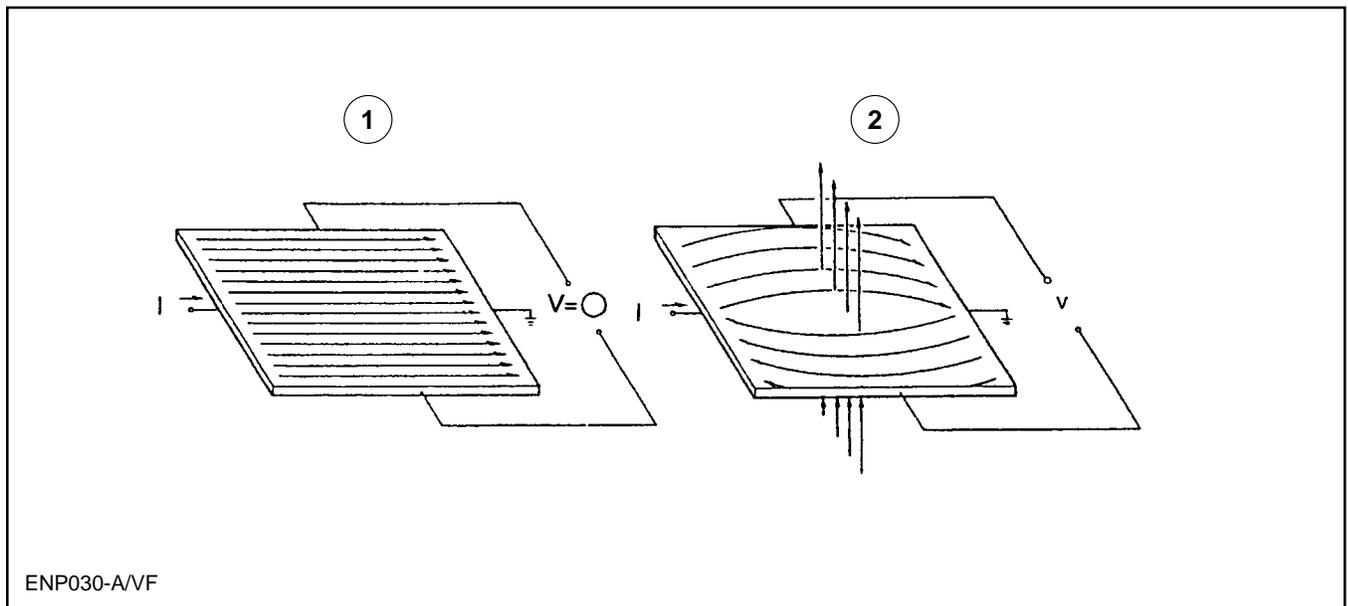
Sistemas de control de encendido (continúa)**Sensores de efecto Hall**

En un sensor de efecto Hall un solo rotor NE/G comparte un mismo eje con el eje impulsado. El rotor NE/G de combinación es un cilindro con seis aberturas (en un motor de seis cilindros) para la señal NE, y un dedo extendido para la señal G.

A medida que las partes sólidas del rotor pasan por los sensores Hall, el sensor genera señales NE que corresponden al número de cilindros y una señal G. Cada rotación del distribuidor (dos vueltas del cigüeñal) genera un grupo de señales. La señal NE indica la posición del cigüeñal relativa al punto muerto superior (TDC) de compresión. La señal G indica el TDC de compresión de los cilindros No. 1 y No. 4.

**Sensor de efecto Hall**

- 1 Rotor
- 2 Sensor de posición del cigüeñal

Efecto Hall**El efecto Hall**

- 1 El elemento Hall con corriente normal
- 2 El elemento Hall muestra el efecto Hall

Cuando un campo magnético se acerca a un semiconductor cargado eléctricamente a un ángulo de 90 grados, se genera una distorsión en el flujo de corriente. Esta distorsión es el efecto Hall, y un semiconductor que se utiliza para este efecto es un elemento Hall. Al conectar dos cables conductores verticalmente a uno u otro lado del semiconductor, se permite medir el efecto Hall como un cambio de voltaje.

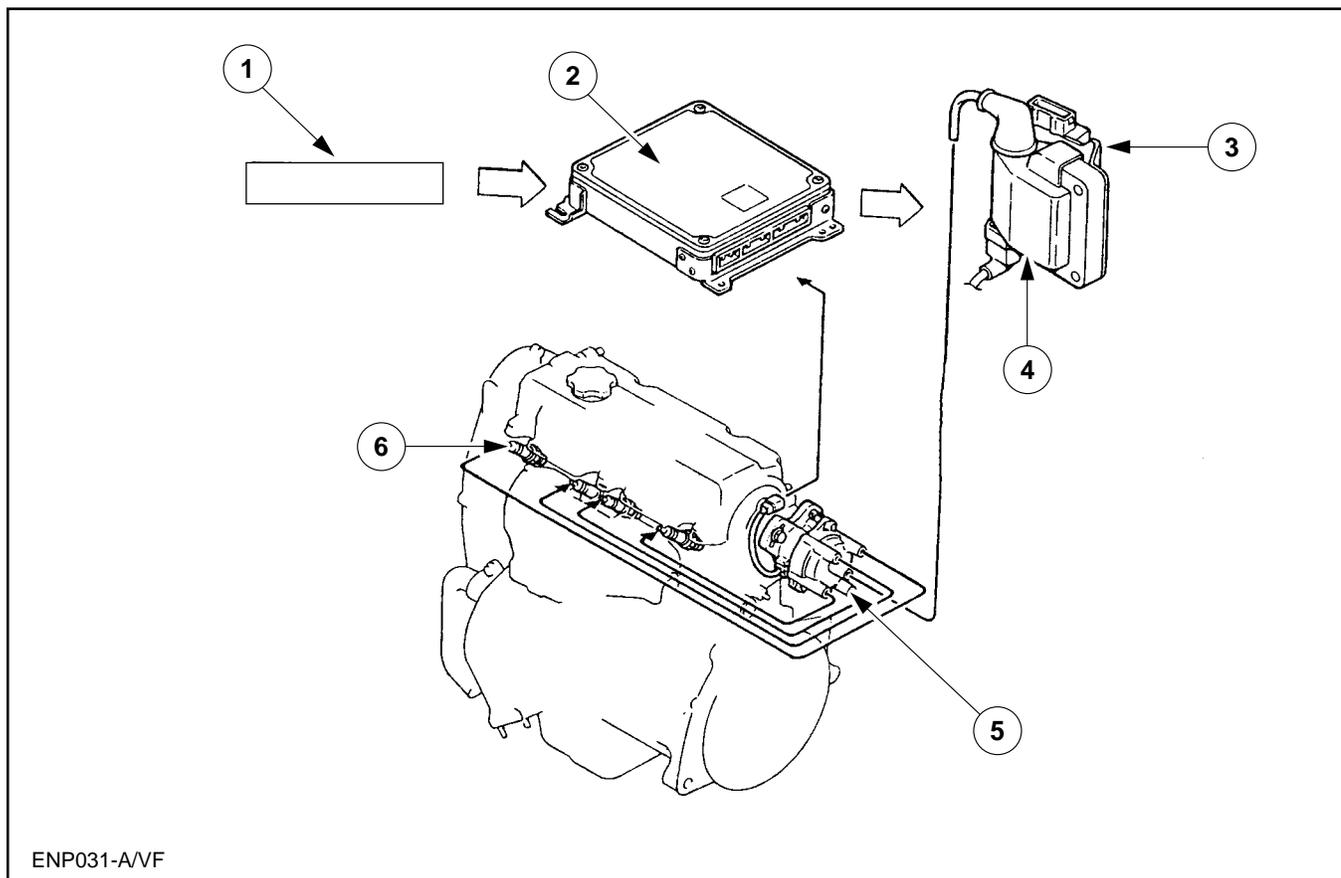
Si no se tiene un campo magnético, el valor de la corriente es constante y por lo tanto, no hay diferencia de voltaje entre las terminales de salida.

Sin embargo, cuando sí hay un campo magnético cercano ubicado en ángulo recto a la corriente, se distorsiona el flujo de la corriente, lo cual causa una diferencia de voltaje entre las terminales de salida.

Los sistemas de encendido utilizan la señal de voltaje generada para controlar un transistor de potencia en el distribuidor.

Sistemas de control de encendido (continúa)

Circuito de control de encendido con distribuidor



Circuito de control de encendido con distribuidor

- 1 Señales de entrada de los sensores
- 2 Módulo PCM
- 3 Encendido (con señal de ángulo de avance)

El módulo PCM determina el tiempo de encendido basándose en las señales G y NE y en las señales de otros sensores. Después de determinar el tiempo de encendido, el módulo PCM envía una señal de tiempo de encendido (IGT, por sus siglas en inglés) al encendido.

- 4 Bobina de encendido
- 5 Distribuidor
- 6 Bujías

Cuando la señal de tiempo de encendido se detiene, la señal de encendido se apaga, lo cual interrumpe la corriente del primario a la bobina de encendido y se genera un alto voltaje. La bobina de encendido envía este alto voltaje al distribuidor. En el distribuidor, el rotor transmite el alto voltaje a cada cilindro. La bujía genera la chispa, la cual enciende la mezcla de aire/combustible en la cámara de combustión.

Se tienen dos tipos de encendidos:

1. Encendido con circuito de control de ángulo de avance: recibe las señales de tiempo de encendido del módulo PCM, fija el ángulo de avance (tiempo de flujo de corriente a la bobina de encendido), y envía la corriente a la bobina de encendido.
2. Encendido sencillo: incorpora el circuito de control de ángulo de avance en el módulo PCM, lo cual simplifica el diseño.

cilindro (o par de cilindros) de manera individual. La precisión del tiempo de encendido se mejora y se elimina la necesidad de ajustar el tiempo de encendido.

Funcionamiento del control de encendido sin distribuidor

El sistema de encendido sin distribuidor (DIS, por sus siglas en inglés) utiliza el sensor CKP y otros sensores utilizados por los sistemas con distribuidor para controlar con precisión el tiempo de encendido.

Los sistemas DIS no utilizan un distribuidor ni tapa de distribuidor o un rotor de distribuidor para la distribución de encendido de secundario. En un sistema DIS cada cilindro individual (o par de cilindros) tiene una bobina de encendido separada, y la bobina enciende directamente la bujía de encendido.

Cada cilindro (o par de cilindros) en un sistema DIS tiene su propia bobina de encendido, la cual contiene un módulo de encendido. Al aplicar el voltaje generado por la bobina de encendido directamente a la bujía, se reduce el desgaste de piezas y elimina el servicio regular que tradicionalmente se requería para reemplazar la tapa del distribuidor y el rotor. También se mejoran la eficiencia en el uso de combustible y el rendimiento de las emisiones.

Un sistema DIS generalmente es más confiable que un sistema de encendido tipo distribuidor ya que no tiene piezas móviles en el lado de salida del sistema DIS. Además, un sistema DIS puede controlar cada

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función de los dispositivos de control de emisiones.
- Describir los dispositivos de control de emisiones e identificar los tipos de dispositivos de control de emisiones.
- Identificar los componentes de control de emisiones.
- Describir la teoría y el funcionamiento de los dispositivos de control de emisiones.

Dispositivos de control de emisiones

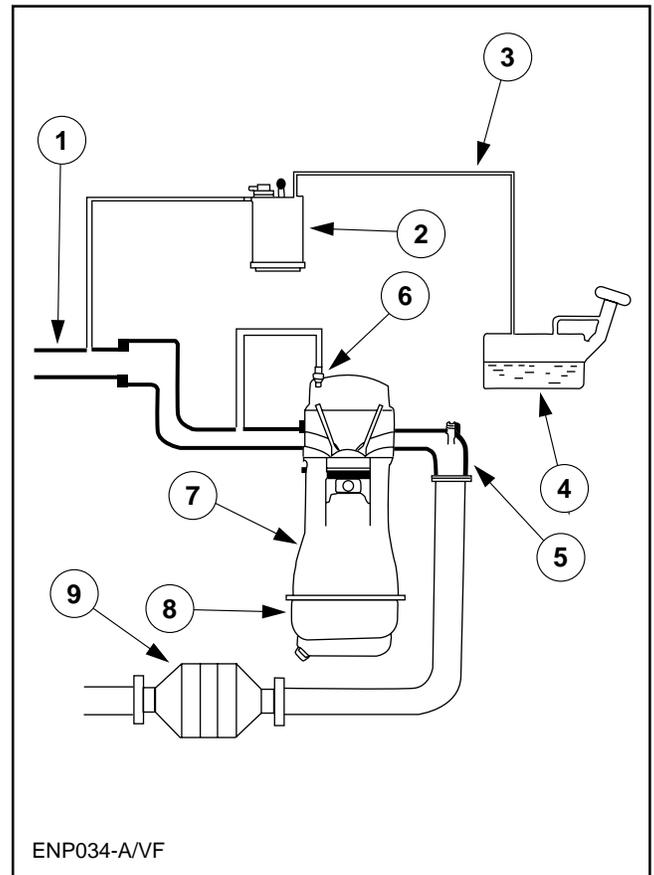
Los dispositivos de control de emisiones trabajan para controlar una o más fuentes de emisiones específicas. Se tienen varios dispositivos para cada fuente de emisiones, tal como se muestra.

Los sistemas de control de emisiones son una combinación de dispositivos individuales y de complejos sistemas de control diseñados para reducir las emisiones dañinas. Aunque los controles están altamente computarizados, los dispositivos trabajan basándose en principios básicos de la química y de la mecánica. Esta sección describe tres tipos de sistemas de control de emisiones:

- Sistema de ventilación positiva del cárter (PCV, por sus siglas en inglés)
- Sistema de recirculación de los gases del escape (EGR, por sus siglas en inglés)
- Sistema de control de emisiones evaporativas (EVAP)

Gases del cárter

La válvula de ventilación positiva del cárter (PCV) y la presión en el múltiple de admisión controlan a los gases del cárter. La válvula PCV retorna los gases del cárter al motor para ser quemados.



Dispositivos de control de emisiones

- 1 Múltiple de admisión
- 2 Recipiente de carbón activado
- 3 Línea de vapor de combustible
- 4 Tanque de combustible
- 5 Múltiple del escape
- 6 Válvula PCV
- 7 Monoblock
- 8 Cárter del aceite
- 9 Convertidor catalítico

Dispositivos de control de emisiones (continúa)**Gases del escape**

El convertidor catalítico y el sistema EGR directamente controlan a los gases del escape. El convertidor catalítico neutraliza los hidrocarburos, el monóxido de carbono, y los óxidos de nitrógeno cuando los gases del escape pasan por el interior del convertidor. La válvula EGR disminuye los óxidos de nitrógeno al enviar parte de los gases del escape otra vez al motor, lo cual reduce la temperatura en la cámara de combustión.

Evaporación

El recipiente de carbón activado y dispositivos especiales de sellado en el sistema de combustible controlan a los vapores del combustible. El recipiente de carbón absorbe los vapores del sistema de combustible mientras el vehículo está estacionado y durante ciertas condiciones de manejo.

Dispositivos especiales de sellado en el sistema de combustible impiden que los vapores se fugen del sistema. Estos dispositivos incluyen:

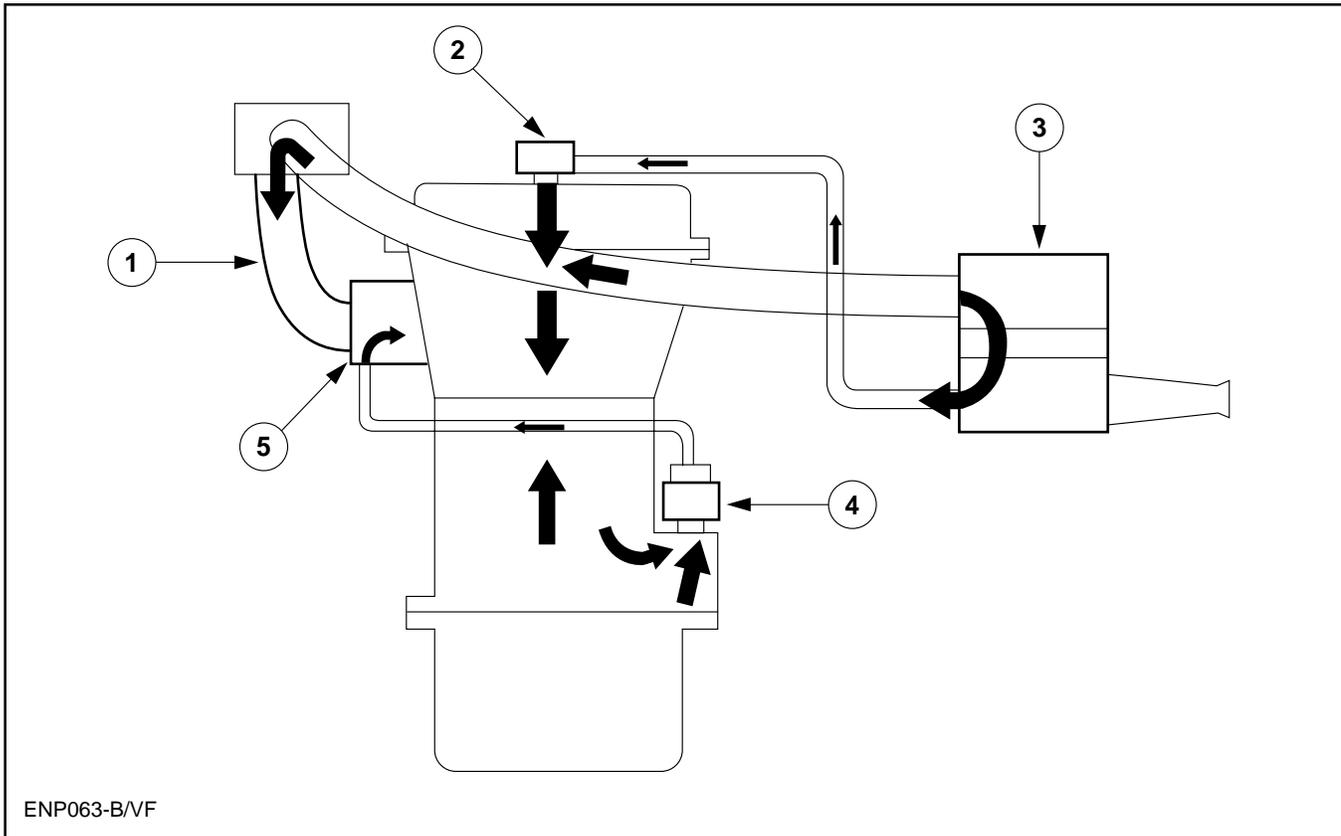
- Un tanque de combustible sellado
- Una válvula de control de purga que envía las emanaciones evaporativas almacenadas al motor
- Un equipo especializado de tapón y tubo de llenado de combustible diseñado para impedir que los vapores se escapen durante el manejo y al llenar el tanque de combustible
- Un recipiente de carbón activado para almacenar los vapores

La siguiente tabla explica algunas de las características comunes de las altas emisiones, relacionadas por tipo de emisión.

Emisión	Qué quiere decir	Si muy alta	Si muy baja
Hidrocarburos (HC)	Una lectura de HC baja es normal. El combustible que toca el metal más frío de la cámara de combustión (paredes y cabeza de cilindros, y el pistón) no se quema.	El HC es el mejor indicador de una falla de encendido causada por problemas de encendido o por una mezcla excesivamente pobre. Un cilindro que constantemente tiene fallas de encendido puede elevar la lectura de HC por arriba del límite superior del analizador.	El convertidor catalítico procesa los hidrocarburos. Siempre es mejor tener una lectura lo más baja posible.
Monóxido de carbono (CO)	El mejor indicador de la relación aire/combustible.	Indica que la relación aire/-combustible es muy rica (demasiado combustible y poco aire). Una mezcla rica significa que no hay suficiente oxígeno (o que hay demasiados hidrocarburos).	Nunca puede ser demasiado bajo. Una lectura de cero indica que el convertidor catalítico funciona adecuadamente y que la relación de aire/combustible es la correcta. El convertidor catalítico combina CO con una molécula adicional de oxígeno para crear CO ₂ .
Bióxido de carbono (CO ₂)	Mide la eficiencia de funcionamiento del motor. Las lecturas más altas indican que el motor funciona de manera más eficiente. CO ₂ por abajo de 7% no podrá soportar la combustión.	Indica una mezcla rica en un vehículo que tiene un convertidor catalítico y una bomba de aire. El catalizador combina el CO con oxígeno adicional para crear CO ₂ .	Lecturas de diez por ciento indican que la relación aire/-combustible es rica o es pobre. También indican una falla de de encendido o algún otro problema de encendido o de entrega de combustible.
Oxígeno (O ₂)	La combustión debe consumir todo el oxígeno. Como no es posible tener una combustión perfecta, siempre se tendrá un pequeño sobrante (menos de 2%).	Una fuga de aire, los sistemas de inyección de aire, o una mezcla pobre pueden causar una lectura de oxígeno mayor de 1.5%. Una relación de aire/combustible pobre contiene exceso de oxígeno (no hay suficiente combustible). El exceso de oxígeno pasa por la cámara de combustión sin sufrir efecto alguno.	Teóricamente la lectura debe ser de cero. La mayoría de los automóviles tienen menos de 1.5% de O ₂ cuando funcionan normalmente.
Óxidos de nitrógeno (NO _X)	La única manera de minimizar los NO _x es mantener las temperaturas de la combustión lo más bajas posible. El gas del escape que se agrega a la corriente de aire de admisión diluye la carga de aire y reduce las temperaturas de la combustión.	Generalmente causados por un sistema EGR que no funciona o que funciona incorrectamente. El sistema EGR recicla el gas del escape hacia la admisión. Los altos niveles de NO _x también pueden ser causados por la detonación, el preencendido, mezclas pobres de combustible, incremento en el avance de la chispa, deterioro del catalizador, u hollín en la cámara de combustión.	Siempre se tendrá algo de NO _x en el gas de escape. Niveles de NO _x muy bajos puede indicar relaciones de aire/combustible ricas.

Dispositivos de control de las emisiones (continúa)

Sistema de ventilación positiva del cárter (PCV)



1 Múltiple de admisión

2 Separador de aceite

3 Filtro de aire

4 Válvula PCV

5 Conexión al múltiple de admisión

A diferencia de otros sistemas de control de emisiones, el módulo PCM no controla al sistema PCV. La presión en el múltiple de admisión, que es un vacío, controla al sistema PCV.

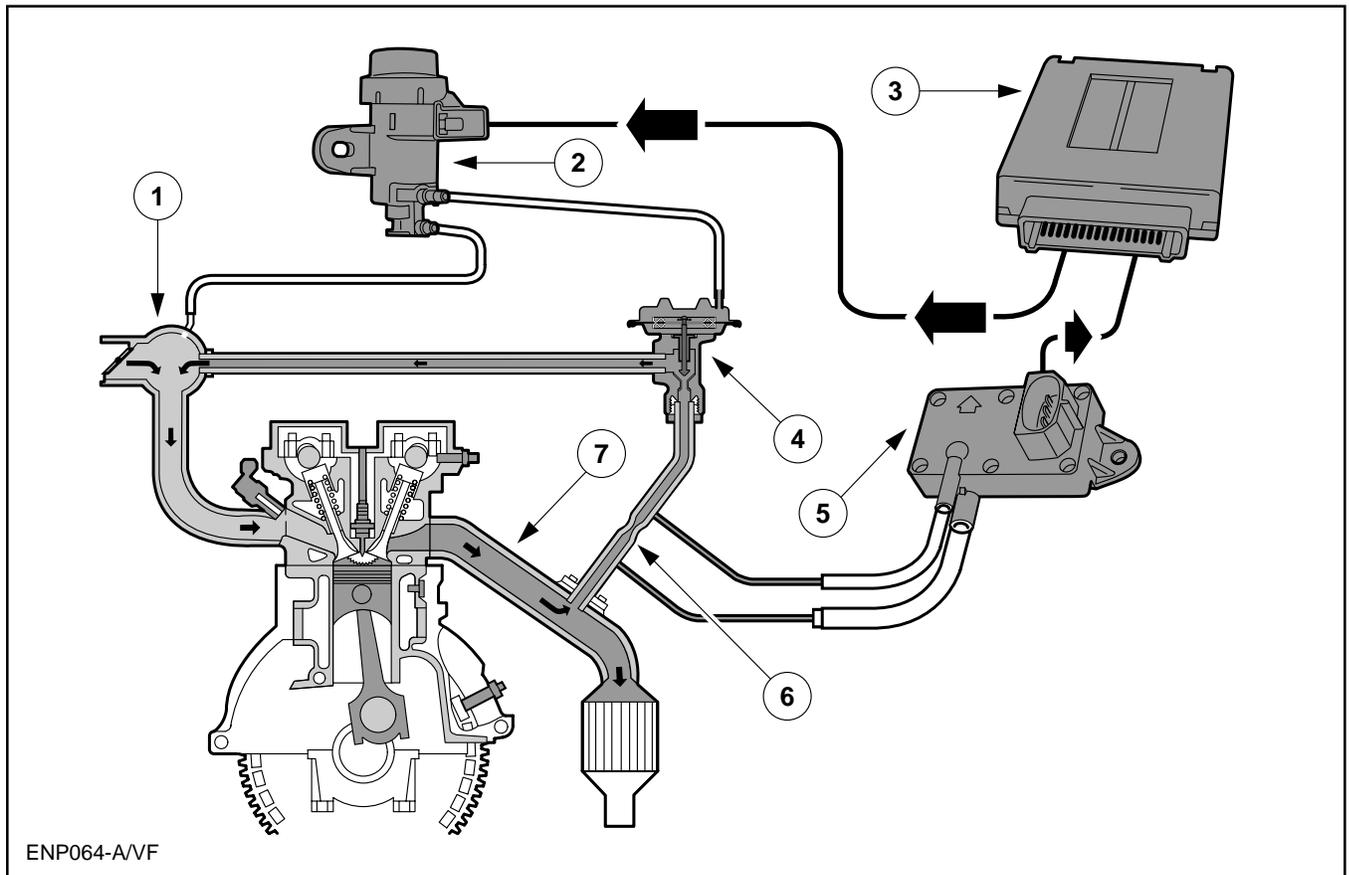
Como ningún anillo de pistón puede proporcionar un sello total entre la cámara de combustión y el cárter, los gases con una alta concentración de hidrocarburos pueden pasar por los anillos de los pistones y acumularse en el cárter. En los Estados Unidos, la ley de control de emisiones especifica que estos gases no deben pasar a la atmósfera.

Todos los vapores en el cárter y en la cabeza de cilindros se llevan mediante las conexiones correspondientes de mangueras hasta el múltiple de admisión. Los vapores luego pasan a la cámara de combustión.

En los vehículos modernos se utiliza un sistema sensible a la presión para dosificar la cantidad de vapores que se sacan del cárter. Si se tiene un alto vacío en el múltiple de admisión, los gases del cárter pasan al múltiple de admisión a través de la válvula PCV.

Si se tiene bajo vacío en el múltiple de admisión, la válvula PCV se cierra. Los gases del cárter pasan por el filtro de aire hacia el sistema de admisión.

Recirculación de los gases del escape



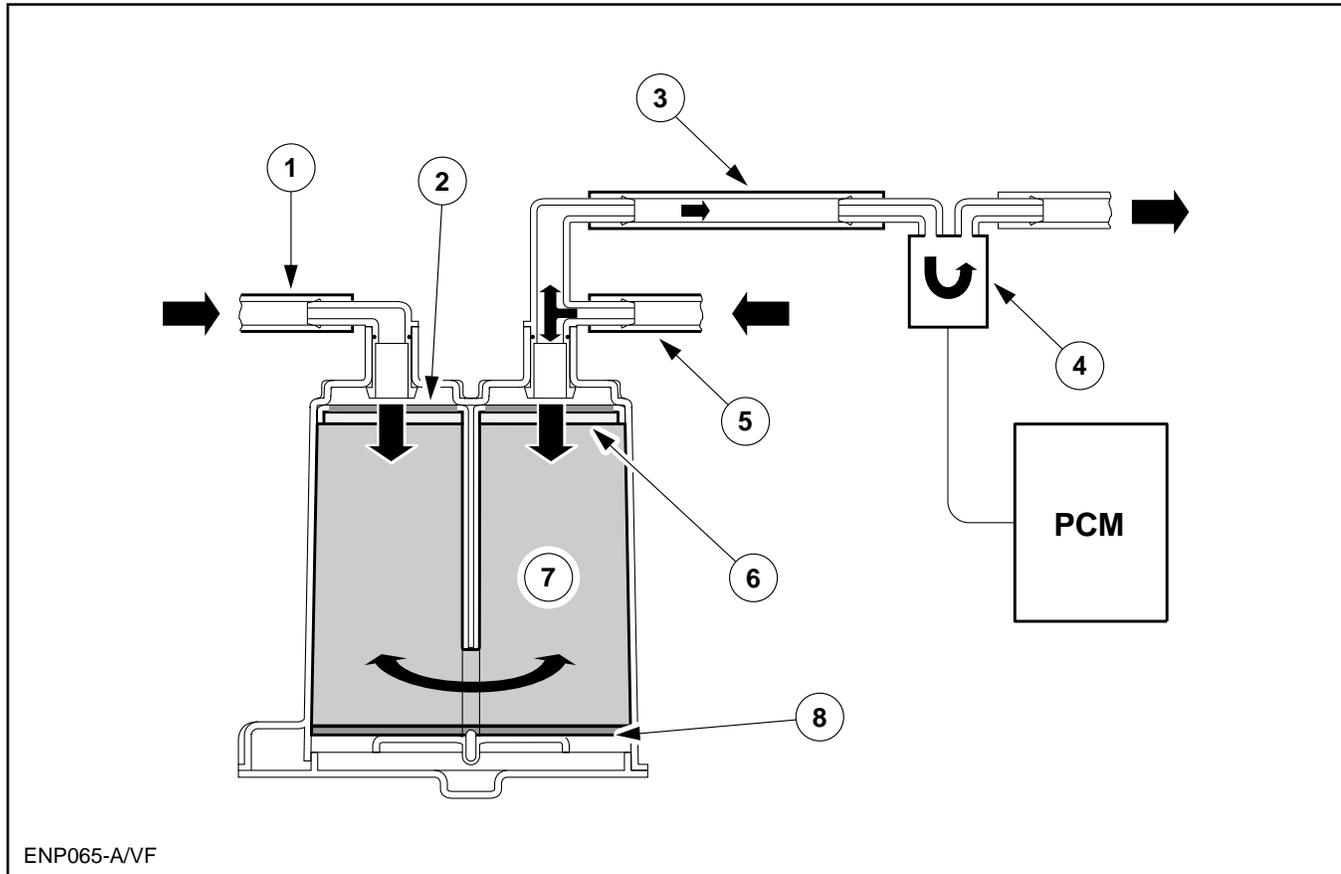
Sistema de recirculación de los gases del escape (típico)

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1 Múltiple de admisión | 5 Transductor de presión EGR |
| 2 Regulador de vacío EGR (EVR) | 6 Punto de aceleración |
| 3 Módulo PCM | 7 Múltiple del escape |
| 4 Válvula EGR | |

El sistema de recirculación de los gases del escape (EGR) hace recircular los gases del escape por la entrada de aire para reducir la temperatura dentro de la cámara de combustión. El sistema EGR incorpora una válvula EGR situada entre los múltiples de admisión y del escape. La unidad de diafragma abre el asiento de la válvula en la válvula EGR bajo vacío.

El vacío se toma del múltiple de admisión y se regula mediante el regulador de vacío EGR (EVR) de tal manera que la válvula EGR se abre lo suficiente como para que la recirculación de los gases del escape en un circuito cerrado corresponda al valor fijado en el mapa almacenado en el módulo PCM.

Dispositivos de control de emisiones (continúa)



Sistema de control de las emisiones evaporativas (EVAP)

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 Presión atmosférica en el ambiente | 5 Del tanque de combustible |
| 2 Admisión de aire fresco | 6 Colador de plástico |
| 3 Conexión a la válvula solenoide de purga del canister | 7 Gránulos de carbón activado |
| 4 Válvula solenoide de purga de canister | 8 Colador de metal |

El sistema de emisiones evaporativas impiden que los vapores de combustible en el tanque de combustible se escapen a la atmósfera.

El recipiente de carbón está lleno de gránulos de carbón activado y tiene tres conexiones para mangueras.

La manguera desde el tanque de combustible está conectada a la válvula de seguridad en volcaduras (en el tanque de combustible), y se tiene otra manguera que se conecta a la válvula solenoide de purga del recipiente. La entrada de aire fresco se alimenta con presión atmosférica.

Los vapores de combustible del tanque de combustible fluyen hacia el recipiente de carbón a través de la válvula de seguridad en volcaduras. Los hidrocarburos en los vapores de combustible se almacenan en los gránulos de carbón activado.

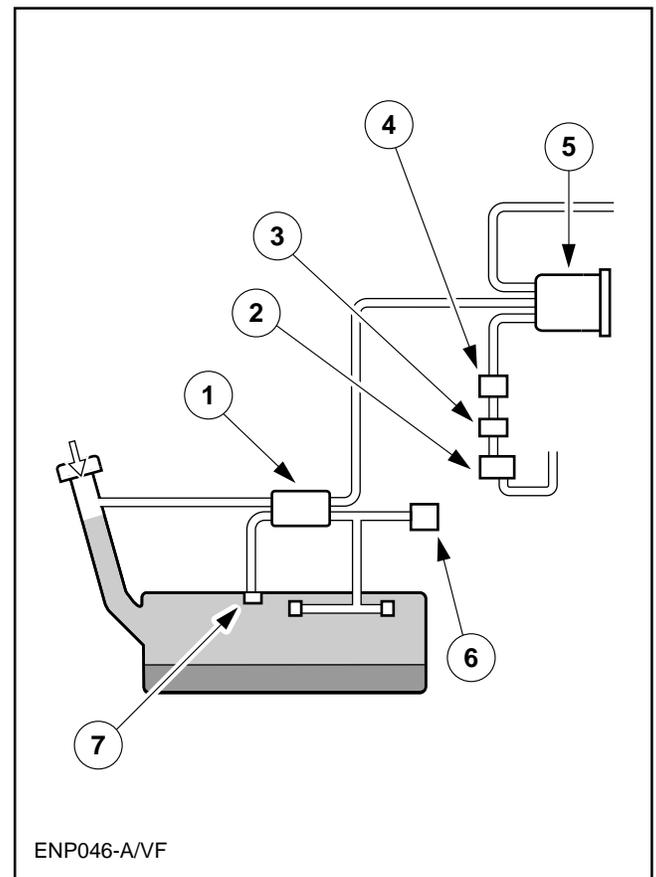
Cuando la válvula solenoide controlada por el módulo PCM se abre, el vacío en el sistema de admisión causa que el vapor del combustible se aspire hacia el sistema de admisión desde el recipiente de carbón a través de la manguera No 3, y directamente desde el tanque de gas a través de la manguera que sale del tanque de combustible. La presión atmosférica sirve para ventilar el sistema.

Recipiente EVAP

Los vapores de gasolina son potencialmente explosivos y contienen hidrocarburos. Si se les permite escapar del sistema de combustible, los vapores pueden causar que se produzca un incendio en el motor.

Siempre hay vapores de combustible en el tanque de combustible. El tanque de combustible debe tener espacio suficiente para permitir la expansión de combustible y los vapores que llenan el espacio abierto. El sistema de control de emisiones evaporativas captura los vapores que vienen del tanque de combustible y los regresa al motor para que se quemen. El sistema trabaja continuamente sin importar si el motor está o no encendido.

El sistema de control de emisiones evaporativas consiste en un recipiente lleno con carbón activado, líneas del tanque de combustible al recipiente y del recipiente al múltiple de admisión, una válvula de dos vías, válvulas solenoides de control de purga y una tapa especial del tanque de combustible. Sin embargo la configuración y los componentes específicos varían dependiendo del modelo y año.

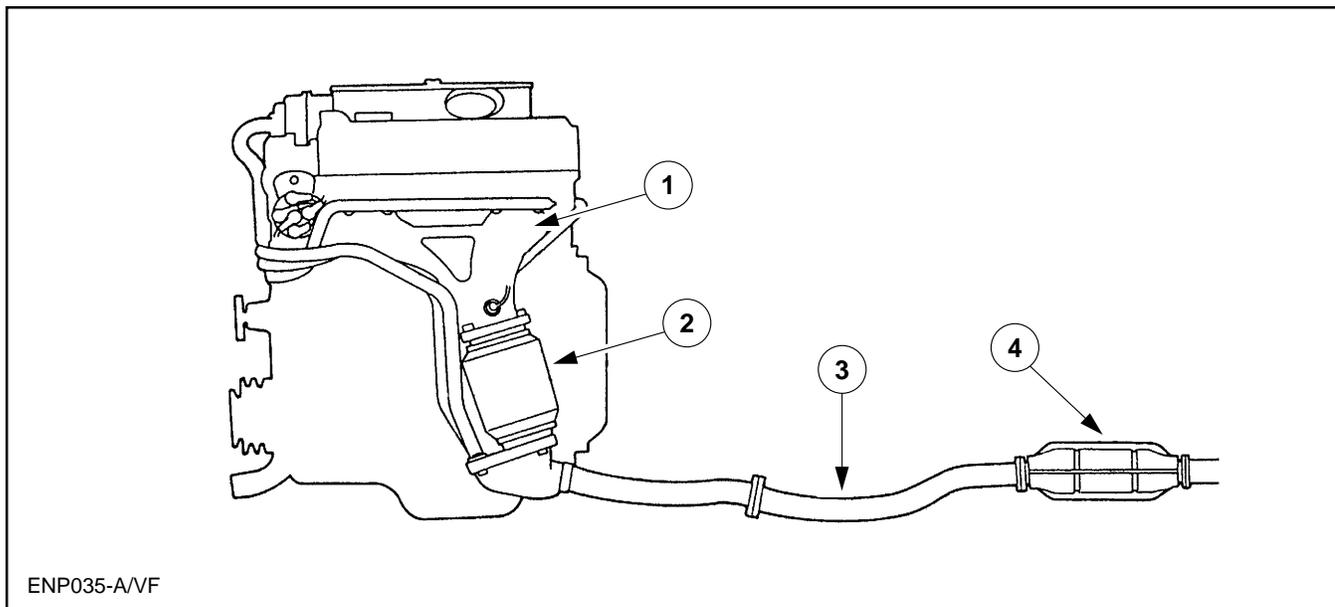


Componentes del sistema EVAP

- 1 Válvula de control de presión
- 2 Válvula de retención de gases evaporativos (de dos vías) al tanque de captura y válvula solenoide de purga
- 3 Filtro de aire
- 4 Válvula de corte de drenado de recipiente
- 5 Recipiente de carbón
- 6 Sensor de presión de tanque lleno
- 7 Válvula de corte de combustible

Dispositivos de control de emisiones (continúa)

Convertidor catalítico



Sistema del escape

- 1 Múltiple del escape
- 2 Convertidor catalítico delantero

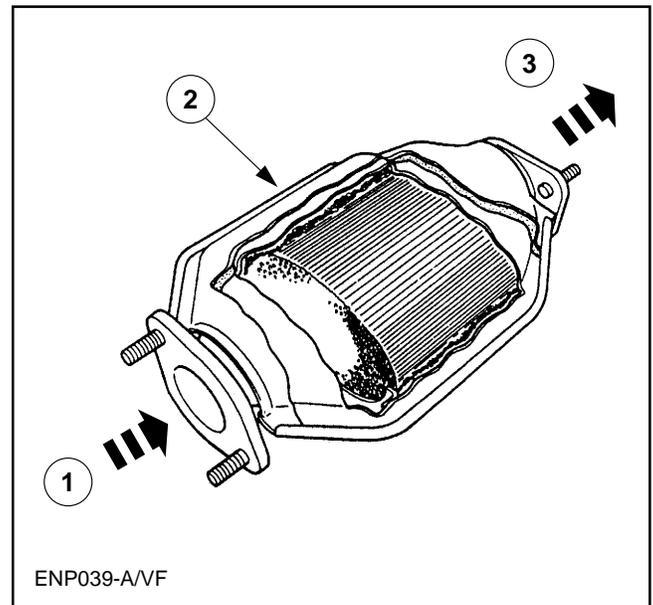
Un catalizador es una sustancia que inicia o apoya una reacción química. Se puede volver a utilizar el catalizador ya que la reacción química no lo consume.

- 3 Tubería de escape
- 4 Convertidor catalítico trasero

El convertidor catalítico es parte del sistema del escape. El convertidor catalítico utiliza una reacción química para convertir productos secundarios dañinos de la combustión en sustancias no dañinas. Esta conversión se lleva a cabo de manera continua a medida que los gases de escape pasan por el interior del convertidor.

Los convertidores catalíticos son muy sensibles a los cambios en la relación aire/combustible. El módulo PCM fija una relación estequiométrica (14.7:1) durante las condiciones normales de cruce ya que con esa relación la eficiencia del convertidor catalítico es máxima. Los convertidores catalíticos son también sensibles a la temperatura, y deben lograr temperaturas entre 260° C y 538° C (500°F a 1000°F) para producir su máxima eficiencia de funcionamiento.

El sistema de control de emisiones utiliza los sensores de oxígeno delantero y trasero para medir la eficiencia del convertidor catalítico. Como el proceso de oxidación consume oxígeno, la lectura de oxígeno del sensor trasero debe ser mucho más baja que la lectura de oxígeno del sensor delantero. Si las dos lecturas coinciden o están muy próxima a coincidir, el sistema de control de emisiones registra una falla del convertidor catalítico.



Funcionamiento del convertidor catalítico

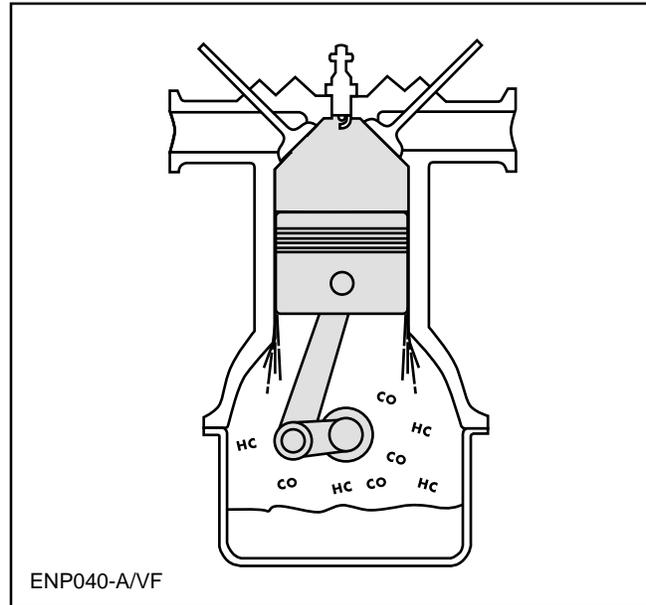
- 1 Hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y oxígeno entran al convertidor.
- 2 El catalizador descompone los compuestos.
- 3 Bióxido de carbono, agua, nitrógeno, y oxígeno salen del convertidor

Dispositivos de control de emisiones (continúa)**Válvula PCV**

Algunos gases de la combustión pasan por los anillos de los pistones y se fugan de la cámara de combustión. Estos gases, llamados gases que se escapan del cilindro, se acumulan en el cárter. Como estos gases contienen combustible y vapores de aceite no quemados, los gases que se escapan del cilindro son potencialmente explosivos.

Los gases que se escapan del cilindro y que se fugan del cárter causan emisiones de hidrocarburos y de monóxido de carbono además de tener el peligro de explosión. El sistema PCV impide las emisiones y elimina el peligro de explosión.

El sistema PCV hace circular los gases que se escapan del cilindro desde el cárter hasta el múltiple de admisión. De ahí, los gases que se escapan del cilindro se mezclan con el aire de admisión y retornan a la cámara de combustión.

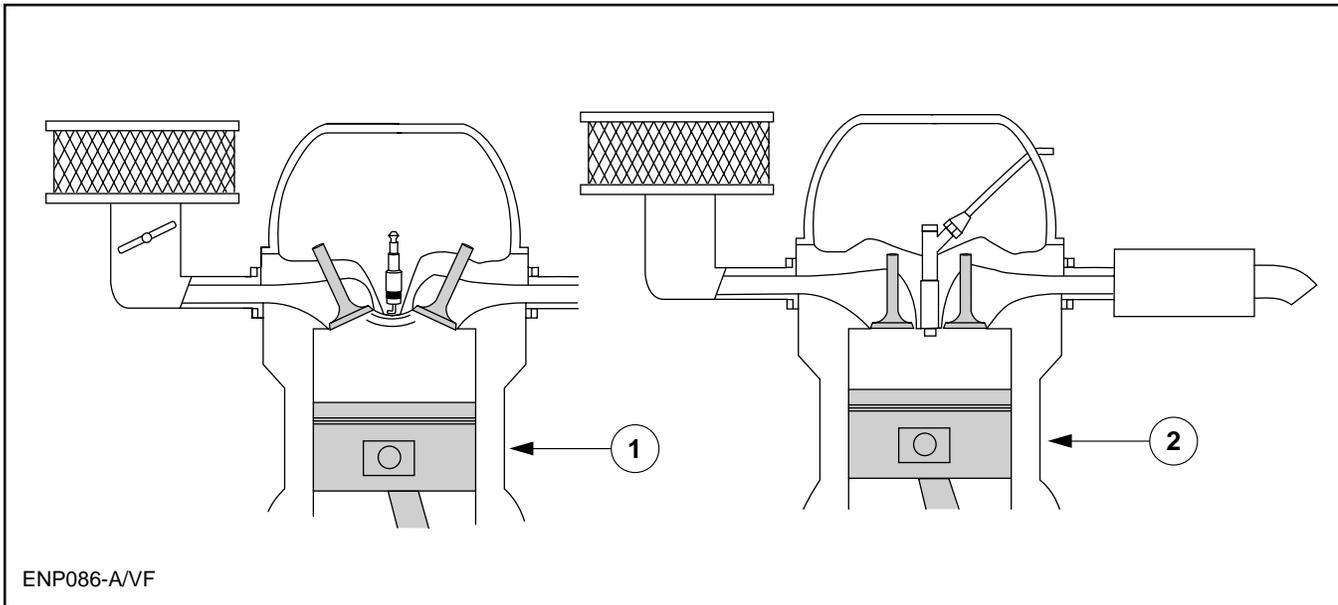
**Generación de los gases que se escapan del cilindro**

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función del sistema de inyección de combustible de motores diesel.
- Describir el sistema de inyección de combustible diesel y los tipos de sistemas de inyección de combustible diesel.
- Identificar los componentes de la inyección de combustible diesel.
- Explicar la teoría y el funcionamiento del sistema de inyección de combustible diesel.

Principales diferencias de funcionamiento entre motores diesel y de gasolina



Inyección de combustible en motor diesel y en motor a gasolina

- 1 Motor a gasolina
- 2 Motor diesel

Se tiene una serie de dispositivos que son diferentes entre un motor diesel y un motor a gasolina. El punto más obvio es que el motor diesel no tiene un sistema de encendido. El motor diesel tiene un encendido por compresión en lugar de un encendido por chispa como en los motores a gasolina. El motor diesel no tiene bujías de chispa, cables o una bobina de encendido. El calor es generado por la compresión y se utiliza para encender el combustible en los cilindros.

El motor diesel tiene una relación de compresión mucho más alta que en un motor de gasolina. El motor diesel comprime el aire del cilindro en un espacio más estrecho, lo cual genera mayores temperaturas, necesarias para encender el combustible.

Sistema de inyección de combustible en motores diesel

El sistema de inyección de combustible en motores diesel debe controlar:

- la dosificación del combustible
- la entrega de alta presión
- el tiempo correcto de inyección
- la tasa de flujo de combustible
- la atomización del combustible

El desarrollo de un motor diesel automotriz se rige principalmente por los requisitos de emisiones limpias del escape, una mejor eficiencia en el consumo de combustible y la optimización de la capacidad de manejo.

Estos requisitos están imponiendo demandas más estrictas sobre el sistema de inyección de combustible, en otras palabras:

- La capacidad de procesar más parámetros
- Menores tolerancias y una mayor precisión aún en períodos muy largos de funcionamiento

Estas demandas se cumplen con la introducción del control electrónico del motor.

El control electrónico del motor proporciona la medición electrónica así como el procesamiento flexible de datos y un circuito de control cerrado con actuadores eléctricos.

En el motor diesel los siguientes factores influyen sobre las características de funcionamiento y la combustión:

- La cantidad de combustible inyectado
- El inicio de la inyección
- La recirculación de los gases del escape
- La presión del aire de carga

Estas variables controladas deben ser ajustadas con precisión para cada modalidad de trabajo y así poder asegurar un funcionamiento eficiente del motor diesel. Con este fin, el sistema de control electrónico del motor incorpora circuitos automáticos de control para los principales parámetros.

Funcionamiento del sistema de inyección de combustible en motores diesel

En bombas de inyección de combustible de tipo distribuidor mecánico, la inyección de combustible se controla mediante un dispositivo de avance de tiempo para fijar el tiempo de la inyección de combustible, y una palanca de combustible para la cantidad de combustible.

Se proporcionan dispositivos adicionales para llevar a cabo ajustes que mecánicamente alteran el tiempo de inyección de combustible y la cantidad de combustible en la bomba de inyección de combustible.

La nueva generación de bombas de inyección de combustible tipo distribuidor tienen módulos de control electrónicos con sensores y válvulas controladas por solenoides que permiten un control muy preciso del tiempo de inyección de combustible en toda la gama en un circuito cerrado.

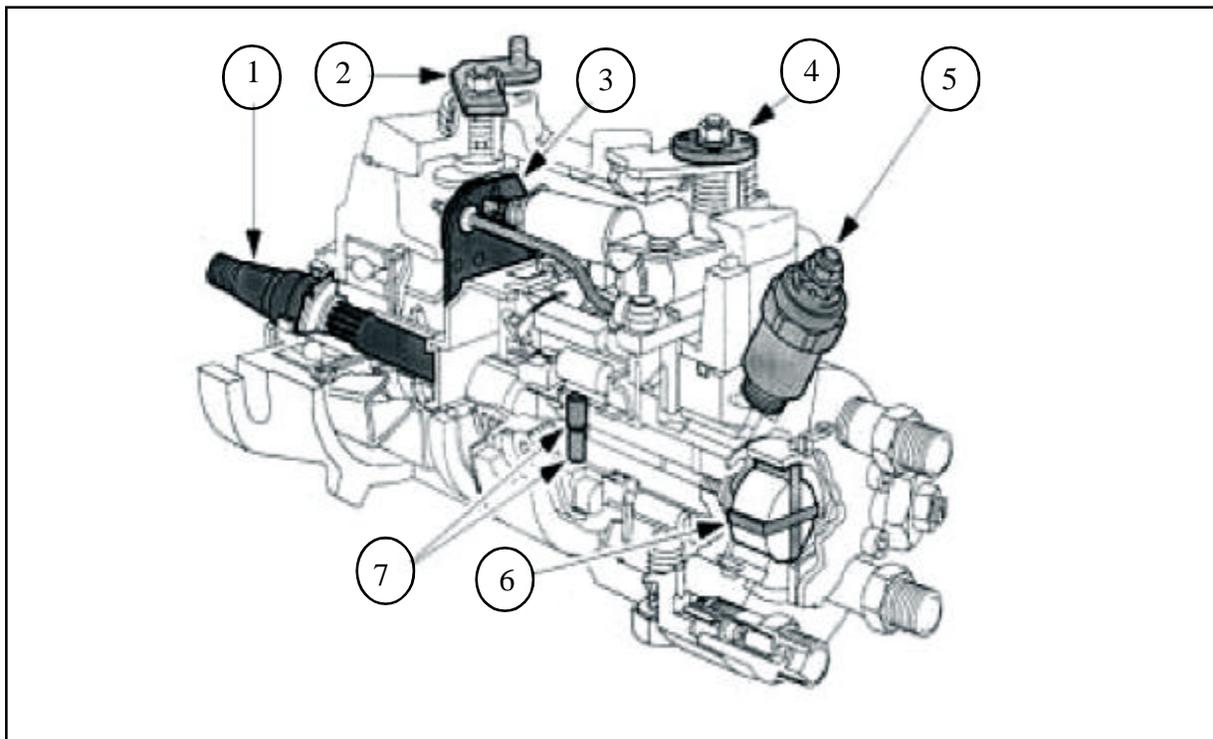
El módulo PCM proporciona un control óptimo del motor mediante la capacidad mejorada del microprocesador.

El módulo PCM tiene dos divisiones principales: el equipo físico o hardware y el equipo lógico o software. El equipo físico incluye el módulo PCM, los sensores, los interruptores, los actuadores y las terminales de interconexión.

El equipo lógico o software en el módulo PCM proporciona el control de la estrategia para las salidas (el equipo físico del motor) basándose en los valores de las entradas al módulo PCM.

El módulo PCM recibe información de diversos sensores y entradas de interruptores. Basándose en la estrategia y en la calibración almacenada en el dispositivo de memoria, el módulo PCM genera la salida correspondiente.

Bomba de inyección de combustible



Conjunto de la bomba de inyección de combustible

1 Eje motor

2 Palanca de giro libre

3 Palanca de control

4 Palanca del combustible

5 Solenoide de corte

6 Bomba de transferencia

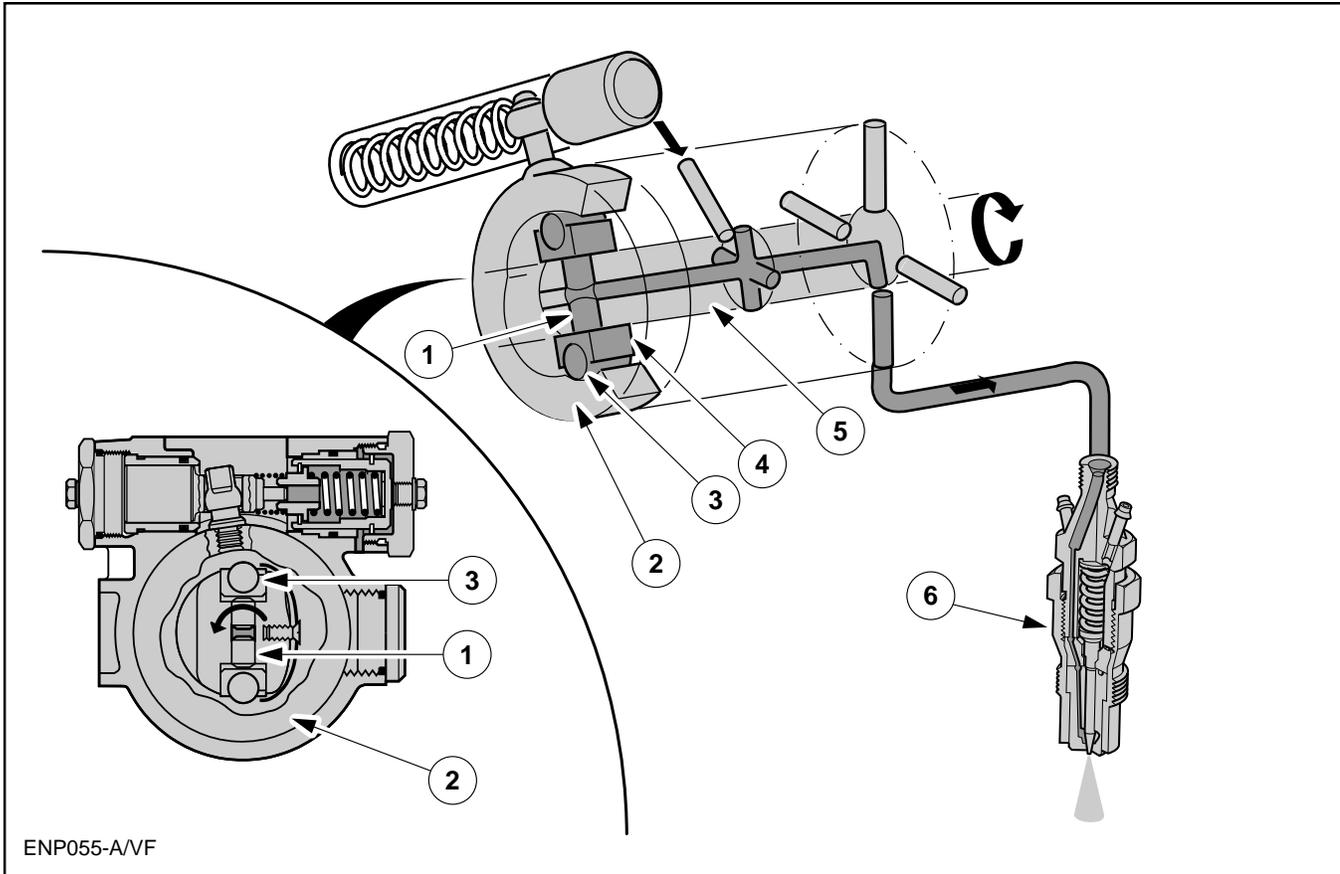
7 Émbolos de alta presión

La bomba de inyección de combustible lleva a cabo la doble función de carburador y de distribuidor. La bomba inyectora de combustible debe enviar una cantidad exacta de combustible a cada cilindro en el momento preciso y a una presión extremadamente alta.

La bomba de inyección de combustible es la parte más complicada de un motor diesel y es la pieza que se fabrica con mayor cuidado. La bomba de inyección de combustible no debe prestársele servicio sino hasta que todos los posibles problemas hayan sido verificados.

Funcionamiento del sistema de inyección de combustible en motores diesel (continúa)

Sistema de inyección de bomba tipo distribuidor



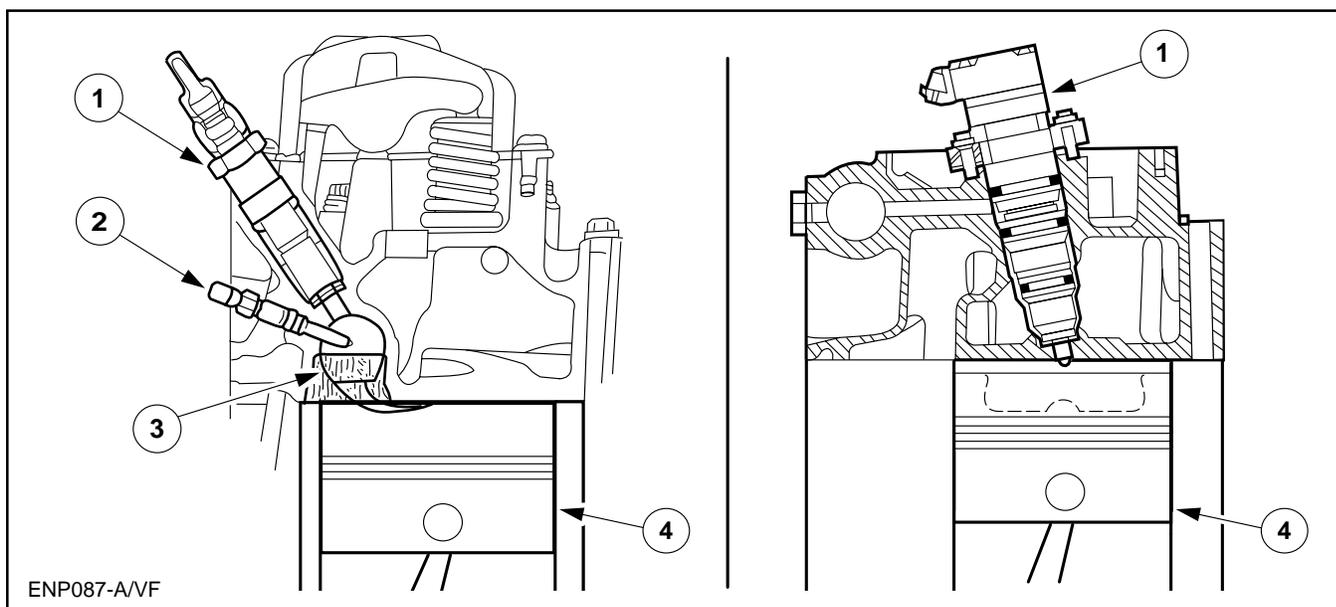
Inyector de combustible

- 1 Émbolo de alta presión
- 2 Aro de levas
- 3 Rodillos

- 4 Zapatas de rodillos
- 5 Rodillo distribuidor
- 6 Inyector

El funcionamiento de esta bomba es similar al de un distribuidor en un motor de gasolina. Además, la cabeza hidráulica de la bomba se parece a la tapa de un distribuidor.

El combustible entra a la bomba a través del tubo central en la cabeza hidráulica y pasa a través de una válvula dosificadora controlada por el pedal del acelerador y un gobernador.



Inyección de combustible (diesel en comparación con un motor a gasolina)

- 1 Inyección de combustible
- 2 Bujía incandescente

El combustible es alimentado a través del puerto carga por medio de los dos émbolos de bombeo. Estos émbolos son accionados por una leva circular giratoria que incorpora dos lóbulos para cada cilindro de la bomba.

La leva empuja los dos émbolos, presurizando el combustible.

El combustible presurizado abre la válvula de entrega exponiéndolo al rotor.

- 3 Cámara de turbulencia
- 4 Pistón

El combustible luego se distribuye al inyector apropiado mediante el alineamiento de los puertos en el rotor del cabezal de la bomba.

La distribución del combustible es similar a la forma en como un rotor distribuye el voltaje de alta tensión a las bujías de encendido en un distribuidor de motor a gasolina. Desde el cabezal de la bomba, el combustible fluye a través de las líneas de alta presión hasta el inyector.

Funcionamiento del sistema de inyección de combustible en motores diesel (continúa)

Inyectores de combustible

Los inyectores utilizados con la bomba son del tipo de boquilla de aguja. Este tipo de inyector produce un patrón cónico de rociado que proporciona la mejor vaporización del combustible.

Se produce un patrón de rociado que cambia a medida que la aguja se eleva de su asiento. Esto se lleva a cabo mediante la aguja o clavija de aceleración de diseño especial.

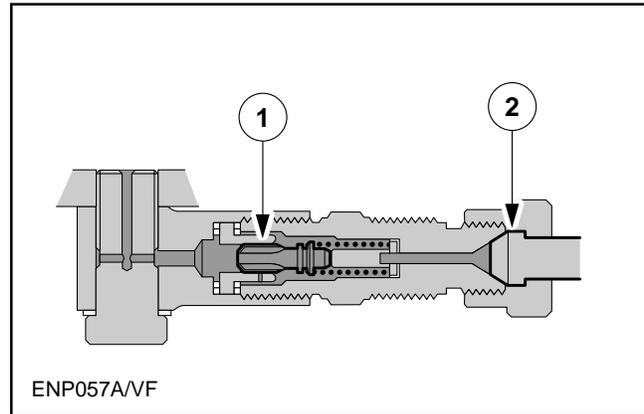
Los inyectores funcionan en una secuencia de dos etapas a medida que la aguja o clavija se levanta de su asiento:

- La primera etapa empieza cuando el inyector se abre y el combustible se inyecta en un diminuto patrón de rociado.
- A medida que se inicia la segunda etapa, el asiento se mueve hacia arriba para permitir el paso de más combustible. El diminuto patrón de combustible se incrementa hasta un patrón de rociado completamente cónico.

Esta secuencia de dos etapas produce una combustión menos violenta.

Válvulas de presión

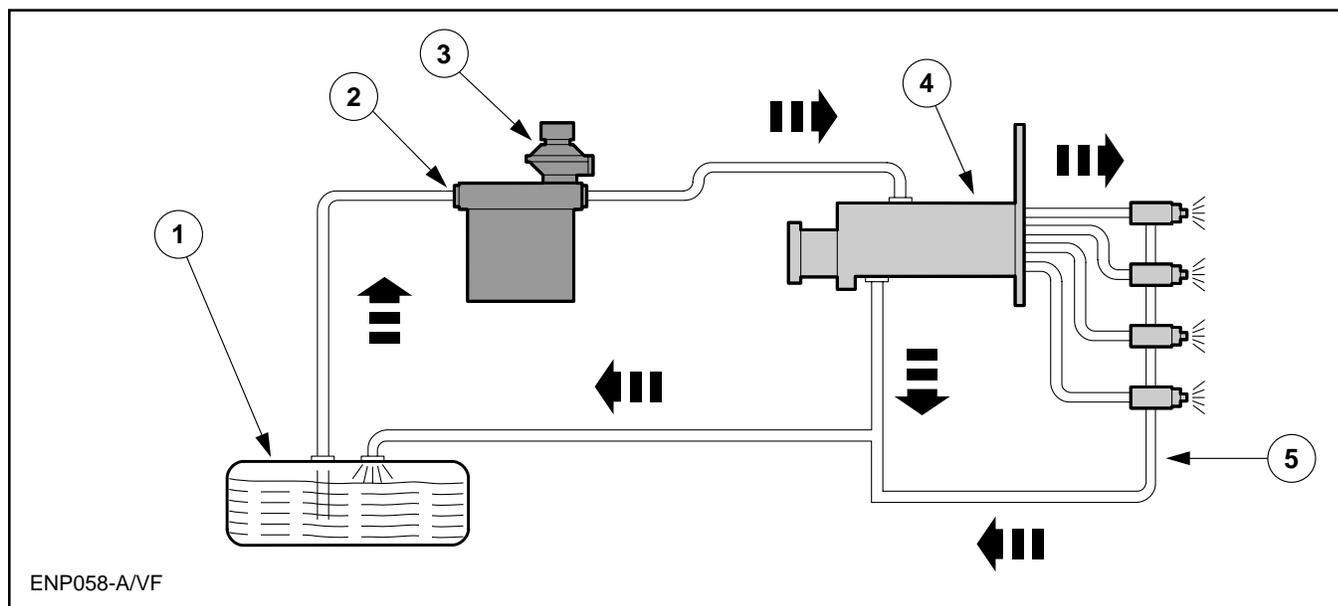
Las salidas de combustible de la bomba de inyección incorporan válvulas de alta presión. Estas válvulas impiden que la presión del combustible en las tuberías se incremente hasta un punto donde el inyector se abriría en algún momento cuando no es necesario.



Inyector tipo tobera de aguja

- 1 Piñón del asiento de válvula
- 2 Tubo del inyector de combustible

Sistema de recirculación de baja presión



Sistema de recirculación de baja presión (típica)

- 1 Tanque de combustible
- 2 Filtro de combustible
- 3 Bomba de purgado manual

El sistema de recirculación de baja presión consiste en:

- el tanque de combustible
- un filtro de combustible y bomba de purgado manual
- una bomba de transferencia (ubicada dentro de la bomba de inyección de combustible)
- una línea de retorno de combustible

- 4 Bomba de transferencia (ubicada dentro de la bomba de inyección de combustible)
- 5 Línea de retorno de combustible

La bomba de transferencia trae combustible desde el tanque hasta la bomba de inyección. Esta bomba de transferencia suministra únicamente combustible de baja presión. La bomba puede estar ubicada en varios sitios diferentes y algunas veces es parte de la bomba de inyección de combustible en si.

En la línea de retorno de combustible regresa el combustible no utilizado otra vez al tanque. Normalmente se quema en la cámara de combustión alrededor del 10 por ciento del combustible que la bomba de transferencia lleva desde el tanque de combustible hasta la bomba de inyección de combustible. El resto del combustible se utiliza para enfriar y lubricar la bomba de inyección de combustible y los inyectores.

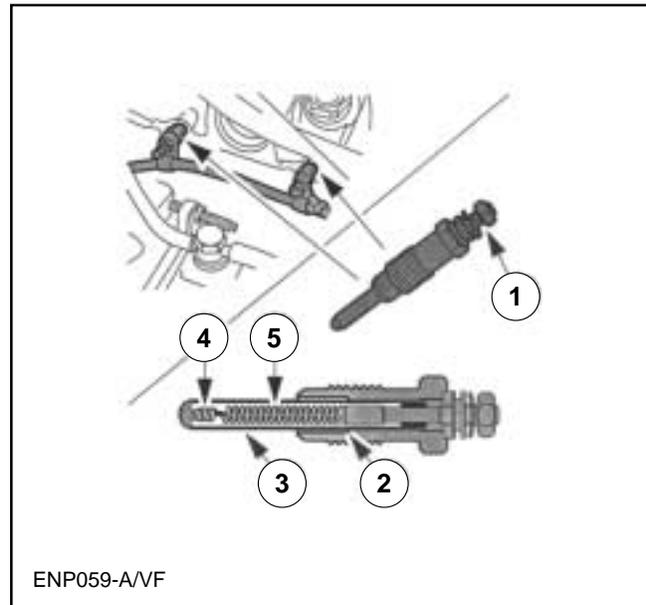
Funcionamiento del sistema de inyección de combustible en motores diesel (continúa)

Dispositivos de ayuda para arrancar un motor diesel frío

Al arrancar un motor diesel cuando está frío, se debe calentar el aire de carga para obtener la suficiente temperatura de compresión para el autoencendido.

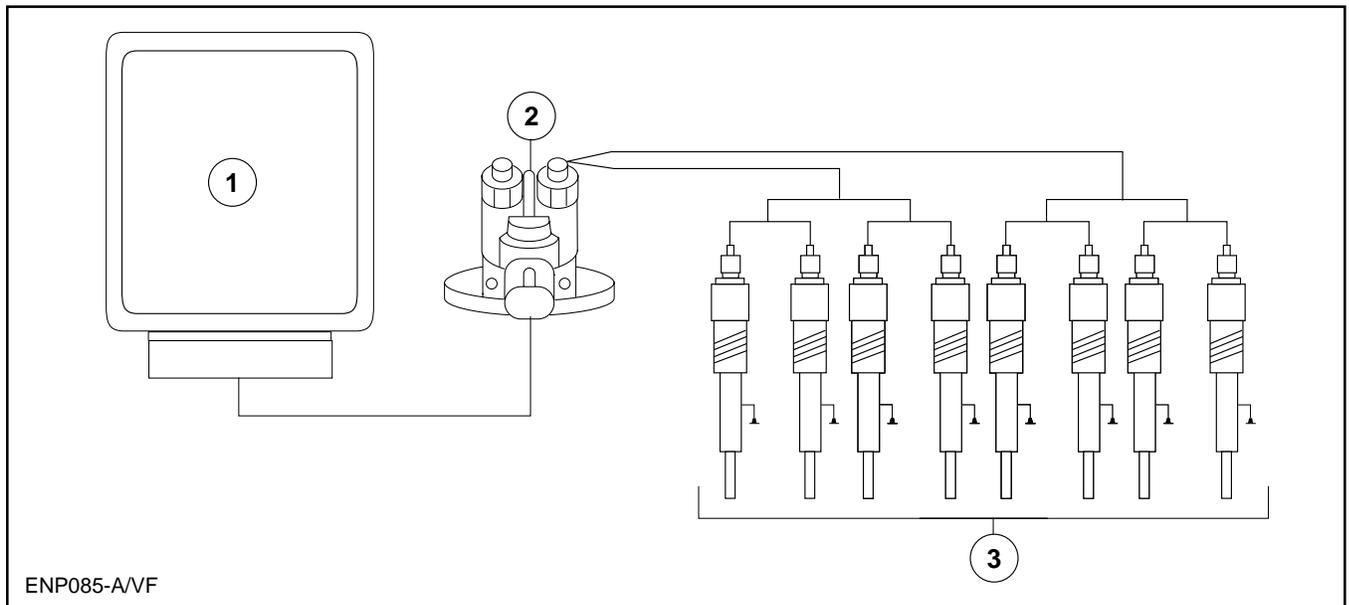
Bujías incandescentes

La bujía incandescente en la cámara de turbulencia calienta la cámara de combustión de acuerdo con la temperatura del motor antes del arranque. Un relevador de bujía incandescente determina el tiempo de calentamiento, y dicho relevador indica cuando el motor está listo para ser arrancado mediante una lámpara de advertencia en el panel de instrumentos. Después del arranque, la bujía incandescente continúa calentando durante unos cuantos segundos más para asegurar que el motor funcione satisfactoriamente mientras está frío.



Bujía incandescente

- 1 Conexión eléctrica
- 2 Separación anular
- 3 Tubo
- 4 Serpentín de calefacción
- 5 Bobina reguladora



Cableado de la bujía incandescente

- 1 Módulo de control del tren motriz
- 2 Relevador de bujías incandescentes
- 3 Bujías incandescentes

La bujía incandescente consiste en un tubo que se calienta mediante una resistencia de calentamiento en su punta. Enfrente de la resistencia de calentamiento se tiene una resistencia reguladora cuya resistencia eléctrica se incrementa a medida que su temperatura se eleva (coeficiente positivo de temperatura). La resistencia variable mantiene una temperatura uniforme de aproximadamente 1000° C (1832° F) mediante la regulación de la corriente a la resistencia de calefacción.

Funcionamiento del sistema de inyección de combustible en motores diesel (continúa)

Combustible para los motores diesel

A pesar que tanto el combustible diesel como la gasolina se refinan del petróleo crudo, cada uno tiene características diferentes que deben ser tomadas en consideración. Las principales características del combustible diesel son:

- el valor calorífico
- la gravedad específica
- el punto de gelatinización y el punto de coagulación
- la viscosidad
- la volatilidad
- la calidad de encendido (graduación de cetanos)
- el residuo de hollín
- el contenido de azufre
- la oxidación y el agua

Valor calorífico

El valor calorífico de cualquier combustible se mide en BTU's. Un BTU es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit.

La potencia de un motor se genera al convertir el combustible en calor. Entre más calor produzca un combustible, se dispondrá de mayor energía para ser cambiada a potencia utilizable.

Gravedad específica

La gravedad específica de un combustible es la medida del peso del combustible en comparación con el agua. El combustible diesel es más pesado que la gasolina, así que tiene una gravedad específica más alta.

La importancia de la gravedad específica para el combustible diesel es que debe ser lo suficientemente pesado para lograr una penetración adecuada del rociado en el interior de la cámara de combustible.

Punto de gelatinización y punto de coagulación

A los combustibles diesel les afecta la temperatura mucho más que a la gasolina ya que los combustibles diesel contienen parafina, una sustancia cerosa.

A medida que la temperatura disminuye por debajo de un cierto punto, se empiezan a formar cristales de cera en el combustible diesel, lo cual le da una apariencia gelatinosa. A esta temperatura se le conoce como punto de gelatinización.

No todos los combustibles tienen el mismo punto de gelatinización, un combustible diesel de alta calidad puede soportar una temperatura mucho más fría que un combustible diesel de baja calidad.

A medida que la temperatura disminuye, el combustible diesel empieza a coagularse a medida que los cristales de cera se incrementan de tamaño. A medida que los cristales de cera se incrementan de tamaño, al combustible se le dificulta fluir por los filtros y el sistema de combustible.

A medida que el combustible se enfría aún más, llega a una temperatura donde es insoluble y ya no fluirá. Esta temperatura es el punto de coagulación. Una graduación de punto de coagulación alta indica que en climas fríos el combustible diesel no fluye fácilmente por el sistema de combustible.

Viscosidad

La viscosidad es la propiedad de un fluido que lo hace resistente a fluir. Entre más caliente está un fluido, tendrá menos resistencia para fluir.

La viscosidad del combustible diesel afecta al patrón de rociado del combustible hacia el interior de la cámara de combustión. Una alta viscosidad resulta en una dispersión del combustible que contiene gotas grandes que son más difíciles de quemar.

Si la viscosidad de un combustible es baja, se rocía en una fina neblina que se puede quemar fácilmente. La baja viscosidad conduce a menor capacidad de lubricación de los componentes internos de la bomba, lo cual puede causar el trabamiento de las piezas.

Volatilidad

La volatilidad es la capacidad de un líquido para cambiar a vapor. La gasolina es extremadamente volátil en comparación con el combustible diesel.

Calidad de encendido (graduación de cetanos)

La temperatura a la cual se quema un combustible se le llama punto de encendido. El combustible diesel que tiene un punto de encendido bajo tiene buena calidad de encendido.

Los combustibles con buena calidad de encendido se queman poco después de haber sido inyectados en el interior de la cámara de combustión.

La graduación de cetanos del combustible diesel es lo opuesto a la graduación del octanaje de la gasolina.

Un combustible diesel de alta calidad con una alta graduación de cetanos se enciende en el momento en que entra a la cámara de combustión. Si se tiene un retraso en el encendido del combustible, el rendimiento del motor decae.

Residuos de hollín

El residuo de hollín es el material que queda en la cámara de combustión después de la quema. Se encuentra no solo en los motores diesel, sino también en todos los motores que queman un combustible de hidrocarburos.

Contenido de azufre

El contenido de azufre es común en combustibles refinados de petróleo crudo de baja calidad.

Un excesivo contenido de azufre incrementa el desgaste de los anillos y de los cilindros, causa la formación de alquitranes en los faldones de los pistones y es una de las principales causas de los lodos aceitosos en el cárter de aceite.

Oxidación y agua

El agua que entra en los componentes del sistema de combustible de estrechas tolerancias, específicamente la bomba de inyección de combustible y los inyectores de combustible, puede causar daños ya que el agua no proporciona la lubricación necesaria y puede causar la corrosión. Estos componentes del sistema de combustible tienen tolerancias muy estrechas y se pueden destruir fácilmente por la falta de lubricación y/o la corrosión.

Objetivos

Al completar esta lección usted podrá:

- Explicar el objetivo y la función de los sistemas de inducción forzada.
- Describir el sistema de inducción forzada e identificar los tipos de inducción forzada.
- Identificar los componentes de la inducción forzada.
- Explicar la teoría y el funcionamiento de los sistemas de inducción forzada.

Inducción forzada

El motor de combustión interna es una máquina que requiere cantidades específicas de aire y combustible para funcionar correctamente. La cantidad de potencia que puede ser obtenida de un motor dado lo determina la cantidad de aire que se tiene disponible para mezclar con el combustible para la combustión. En un motor de aspiración natural, la cantidad de vacío creado en los cilindros limita la entrada de aire al motor. El agregar más combustible a la misma cantidad de aire (volumen) da como resultado un consumo excesivo de combustible y humo del combustible no quemado.

Una comparación de la cantidad de aire que un motor pudiera aspirar hacia su interior con la cantidad de aire que realmente aspira bajo condiciones normales de funcionamiento se conoce como la eficiencia volumétrica. La salida de potencia de un motor es función directa de su eficiencia volumétrica. Un motor con aspiración natural generalmente tiene una eficiencia volumétrica del 80 por ciento, lo cual quiere decir que el motor aspira aproximadamente el 80 por ciento del aire que pudiera aspirar hacia su interior. Se puede mejorar la eficiencia volumétrica de un motor con aspiración natural al hacer más aerodinámicos los pasajes e incrementar los tamaños de las lumbreras, pero el aire aún así tiene dificultad para llegar al cilindro.

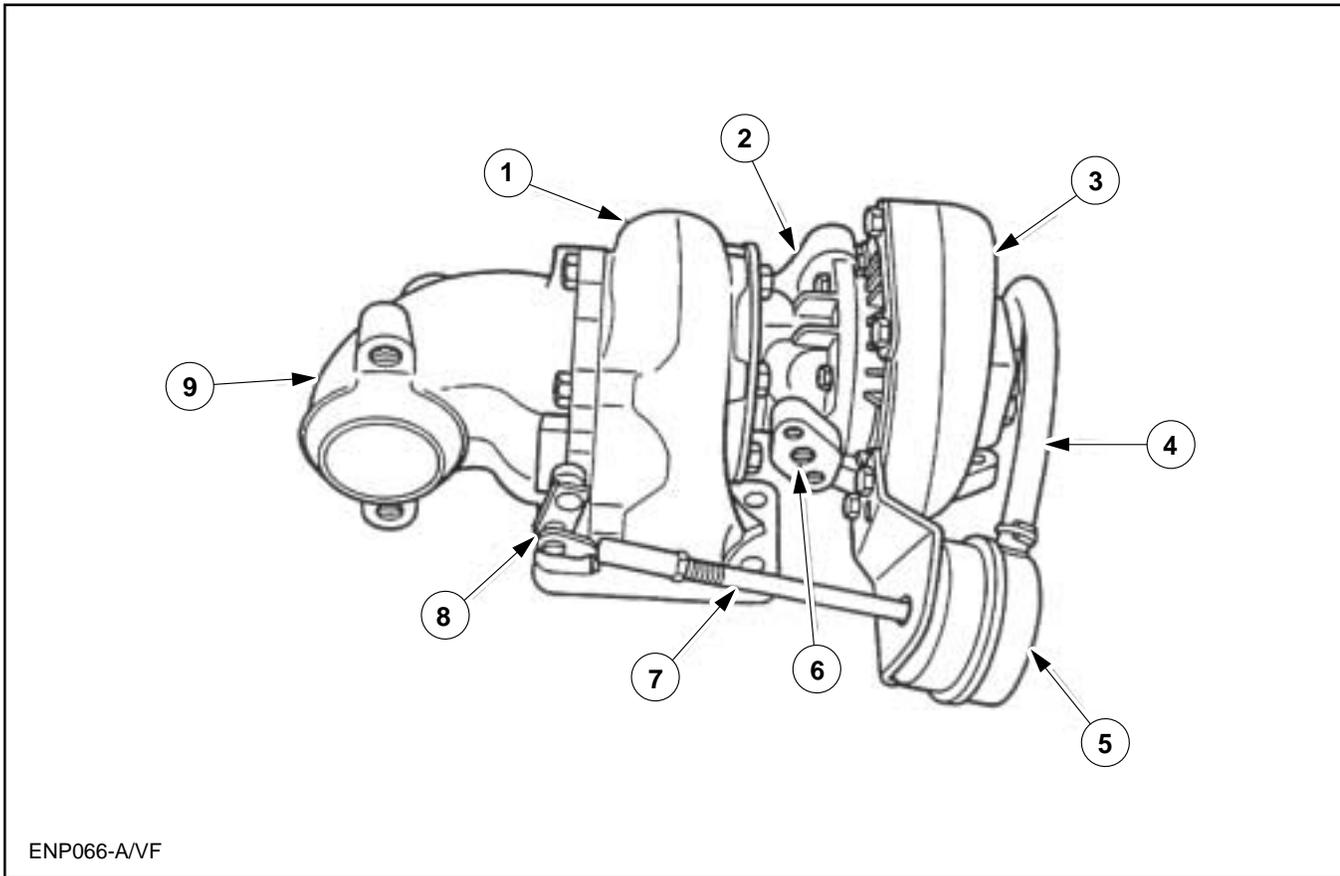
El sistema de entrada de aire de un automóvil puede ser modificado para producir un incremento en potencia disponible. El pistón y cilindro de un motor de combustión interna actúan básicamente como una bomba de aire. El aire se aspira y se mezcla con el combustible. Esta mezcla de aire y combustible a menudo se conoce como una carga de aire/combustible. Entre más carga de aire/combustible se le dé a un motor, más potencia puede producir.

Sin ayuda externa un motor recibe únicamente una carga de aire/combustible parcial. Esto se debe principalmente a los dobleces y restricciones en la ruta de entrada y a la presencia de gases de escape remanentes en el cilindro. La carga de aire/combustible de un motor se puede incrementar mediante el bombeo de aire a los cilindros. Este proceso de forzar más aire en el cilindro permite que el motor llene sus cilindros con una carga que satisface o sobrepasa la eficiencia volumétrica de 100 por ciento de un motor con aspiración natural.

Se utilizan dos dispositivos diferentes para bombear aire hacia el motor: un turbocargador y un supercargador. La diferencia entre los dos es la fuente de energía que los impulsa.

Inducción forzada (continúa)

Turbocargado



Turbocargador

- | | |
|--|--|
| 1 Caja de la turbina | 6 Salida del pasaje de aceite |
| 2 Caja central | 7 Varilla del actuador |
| 3 Caja del compresor | 8 Varillaje de la compuerta de desecho |
| 4 Manguera detectora de presión del actuador | 9 Codo de salida del escape |
| 5 Actuador | |

La energía de los gases del escape de un motor impulsan a un turbocargador. Estos gases generados por el motor se dirigen y se utilizan para impulsar una rueda con aspas llamada turbina.

La turbina está conectada mediante un eje a otra rueda con aspas llamada impulsor. El giro de este impulsor aspira el aire hacia el interior del turbocargador y lo dirige hacia los cilindros. La cantidad de escape disponible para impulsar un turbocargador depende de la velocidad del motor, entre otros factores.

Una desventaja del turbocargado es que un motor en marcha lenta no bombea el suficiente escape como para impulsar el turbocargador de manera eficiente. Esta desventaja es más notable cuando un vehículo turbocargado acelera desde una posición de frenado total. Hay un corto intervalo de tiempo antes que el turbocargador empiece a bombear una cantidad grande de aire hacia el interior del motor. A este período corto de tiempo se le conoce como turborretardo. Durante este período de turborretardo, el vehículo no recibe la potencia adicional que un turbocargador proporciona a velocidades más altas.

El incremento de potencia que resulta de la instalación de un turbocargador varía en diferentes motores y con diferentes turbocargadores. La potencia de un motor generalmente se incrementa en aproximadamente 35 a 60 por ciento en relación a un motor con aspiración natural y del mismo tamaño.

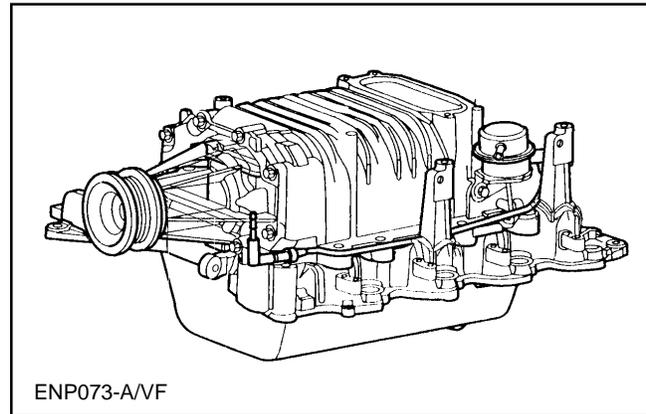
Inducción forzada (continúa)

Supercargador

Al igual que un turbocargador, un supercargador actúa como una bomba de aire y tiene muchas características de un turbocargador. La principal diferencia es la manera como se impulsa la bomba.

Mientras que un turbocargador se impulsa con los gases calientes del escape, al supercargador lo impulsa el cigüeñal mediante bandas, engranes o cadenas. Las ventajas de mayor potencia que se presentan con el turbocargador también se presentan con un supercargador. Sin embargo, como al supercargador lo impulsa el cigüeñal en lugar de los gases del escape, no se tiene el problema de turborretardo. Esta falta de turborretardo es la principal ventaja de un supercargador. A diferencia de un turbocargador, la cantidad de carga de aire que entrega por revolución un supercargador de desplazamiento positivo es básicamente la misma para cada revolución del motor sin importar las especificaciones.

La ventaja de este tipo de supercargador es que esta carga de aire constante proporciona aproximadamente la misma presión en el múltiple a todas las velocidades del motor; la desventaja es que para cualquier supercargador toma energía de la polea del cigüeñal del motor, lo cual implica el uso de la potencia del motor. En la mayoría de los casos, un supercargador utiliza aproximadamente 8 a 10 por ciento de la potencia total que desarrolla el motor.



Conjunto del supercargador

Mientras que el supercargador de desplazamiento positivo entrega la misma cantidad de carga de aire en cada revolución del motor, la cantidad de potencia disponible para impulsar a un supercargador depende de la velocidad del motor. Sin embargo, hasta un motor en marcha lenta produce la suficiente potencia como para bombear una gran cantidad de aire. Al acelerar desde una velocidad de cero, un motor con supercargador inmediatamente recibe la potencia adicional. Aunque se requiere potencia del motor para impulsar a un supercargador, un supercargador a su vez le ayuda a un motor a producir mucha más potencia.

Objetivo

Al completar esta lección usted podrá:

- Explicar el proceso diagnóstico de Síntoma a Sistema a Componente a Causa y proporcionar un ejemplo.

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 a 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 de síntoma a sistema a componente a causa

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

- Primero, confirme el “Síntoma” del problema de su cliente.
- Luego, usted debe identificar cual “Sistema” del vehículo puede estar causando el síntoma.
- Una vez que haya identificado el sistema, usted debe determinar cual(es) “Componente(s)”, dentro de ese sistema, pudiera(n) ser la causa del problema 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 desgastan. Sin embargo, en otras ocasiones, algo más que el componente con fallas es el responsable del problema.

Por ejemplo, el vehículo de un cliente presenta un

problema de “no arranque”. El síntoma es que el vehículo no arranca. Durante el diagnóstico usted encuentra que no hay presión de combustible en el riel o distribuidor del combustible. Por lo tanto, usted determina que el problema se encuentra en el sistema de combustible. Al llevar a cabo las rutinas de diagnóstico que se encuentran en el Manual de taller, usted determina que el componente en mal estado es la bomba de combustible. Usted reemplaza la bomba de combustible y verifica la reparación como último paso.

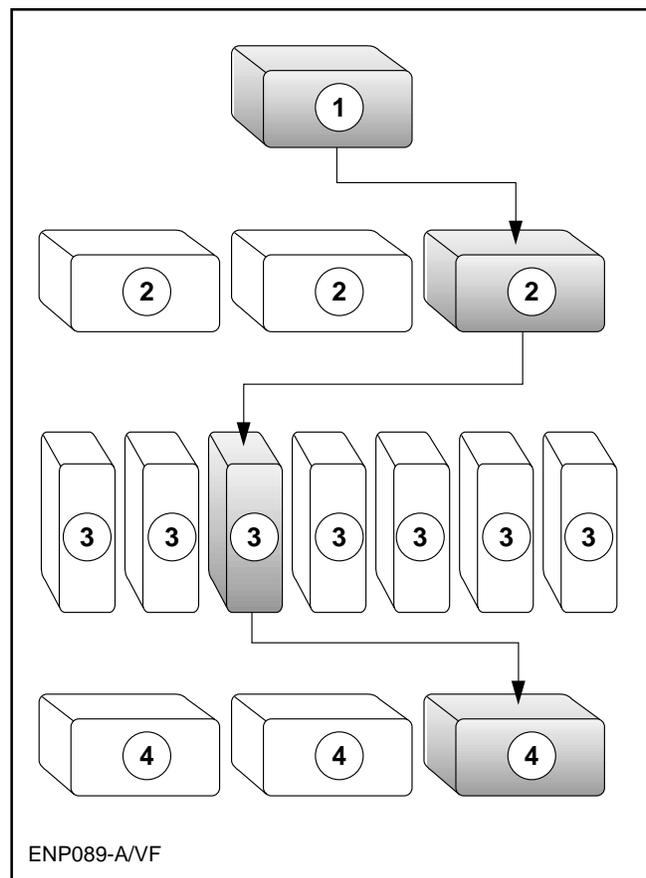


Diagrama SSCC

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

Publicaciones de taller

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

La mayoría de las abreviaturas cumplen con la norma SAE J1930 excepto las marcadas con un asterisco(*).

A/C	Aire acondicionado (Air Conditioning)	HC*	Hidrocarburos
BTU*	Unidad térmica británica (British Thermal Unit)	H₂O*	Agua
C*	Carbón	IAC	Válvula de control del aire de marcha mínima (Idle Air Control)
CKP	Posición del cigüeñal (Crankshaft Position)	IAT	Temperatura del aire de admisión (Intake Air Temperature)
CMP	Posición del árbol de levas (Camshaft Position)	LED*	Diodo emisor de luz (Light Emitting Diode)
CO₂*	Bióxido de Carbono	MAF	Flujo de masa de aire (Mass Airflow)
DIS	Sistema de encendido sin distribuidor (Distributorless Ignition System)	MAP	Presión absoluta del múltiple (Manifold Absolute Pressure)
ECM*	Módulo de control del motor (Engine Control Module)	MFI	Inyección de combustible multipuertos (Multiport Fuel Injection)
ECT	Temperatura del refrigerante del motor (Engine Coolant Temperature)	MIL	Lámpara indicadora de fallas (Malfunction Indicator Lamp)
EGR	Recirculación de los gases de escape (Exhaust Gas Recirculation)	MTBE*	Éter butil terciario metílico (Methyl Tertiary Butyl Ether)
EVAP	Control de emisiones evaporativas (Evaporative Emissions Control)	N*	Nitrógeno
EVR	Regulador de vacío (EGR Vacuum Regulator)	NO₂*	Bióxido de Nitrógeno
H*	Hidrógeno	NO_x*	Óxidos de Nitrógeno
		O₂*	Oxígeno

OBD	Diagnóstico a bordo (On-board Diagnostics)	(On-	SFI	Inyección de combustible multipuertos consecutiva (Sequential Multiport Fuel Injection)
PCM	Módulo de control del tren motriz (Powertrain Control Module)		SSCC	Síntoma a Sistema a Componente a Causa
PCV	Ventilación positiva del cárter (Positive Crankcase Ventilation)		TBI	Inyección del cuerpo del acelerador (Throttle Body Injection)
PMS	Punto Muerto Superior (Top Dead Center)		TP	Posición del acelerador (Throttle Position)
P/N	Estacionado/En Neutral (Park/Neutral)		TPS	Sensor de posición del acelerador (Throttle Position Sensor)
RFG	Gasolina reformulada (Reformulated Gasoline)		VSS	Sensor de velocidad del vehículo (Vehicle Speed Sensor)
RPM	Revoluciones Por Minuto			
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices (Society Auto Engineer)			