

Introducción

La operación del sistema de combustible de la Unidad Inyectora Electro-Hidráulica (HEUI) es completamente diferente de cualquier otro tipo de sistema de combustible que se acciona mecánicamente. El sistema de combustible HEUI es completamente libre de ajuste. No se pueden hacer ajustes a los componentes que son mecánicos. Se realizan cambios en el rendimiento mediante la instalación de software diferente en ECM (16).

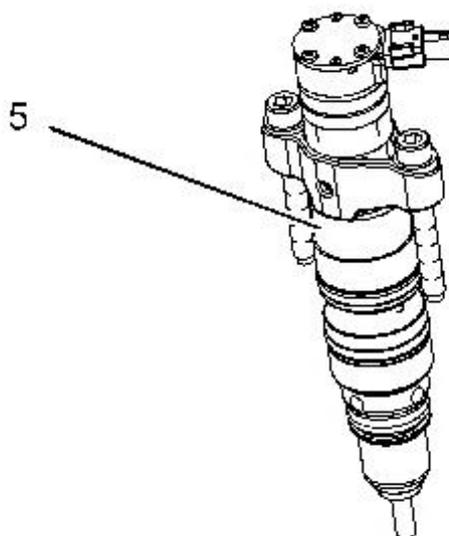
Este sistema de combustible consta de cuatro componentes básicos:

- HEUI (5)
- ECM (16)
- Bomba hidráulica de actuación (1)
- Bomba de transferencia de combustible (9)

Nota: A los componentes del sistema de combustible HEUI no se les puede dar servicio. Estos componentes del sistema de combustible no deben desarmarse. El desarmado producirá daños en los mismos. Si los componentes han sido desmontados, Caterpillar no puede permitir un reclamo de garantía o Caterpillar puede reducir la reclamación de garantía.

Descripción de Componentes

Unidad Inyectora Electro-Hidráulica



El sistema de combustible HEUI utiliza una unidad inyectora controlada electrónicamente accionada hidráulicamente (5).

Todos los sistemas de combustible para motores diesel utilizan un émbolo y un barril con el fin de bombear combustible a alta presión en la cámara de combustión. Este combustible se bombea en la cámara de combustión en cantidades precisas con el fin de controlar el rendimiento del motor. El HEUI utiliza aceite de motor a alta presión con el fin de activar el émbolo. Todos los demás sistemas de combustible usan el lóbulo de árbol de levas de la bomba de inyección de combustible con el fin

de activar el émbolo. Debido a que el HEUI es muy diferente, un técnico debe utilizar diferentes métodos de solución de problemas.

El HEUI utiliza el aceite de lubricación del motor que está presurizado de 6 MPa (870 psi) a 25 MPa (3650 psi) para bombear combustible desde el inyector. La HEUI opera en la misma forma que un cilindro hidráulico, con el fin de multiplicar la fuerza del aceite a alta presión. Al multiplicar la fuerza de alta presión del aceite, la HEUI puede producir presiones de inyección que son muy elevadas. Esta multiplicación de presión se logra mediante la aplicación de la fuerza de alta presión del aceite a un pistón. El pistón es mayor que el émbolo por aproximadamente seis veces. El pistón que es activado por el aceite de lubricación del motor a alta presión empuja al émbolo. Este aceite de lubricación del motor a alta presión se llama la presión de actuación del aceite. La presión de actuación del aceite genera la presión de inyección que es entregada por la unidad inyectora. La presión de inyección es mayor que la presión de la actuación del aceite por aproximadamente seis veces.

La baja presión de actuación del aceite resulta en baja presión de inyección de combustible. Durante condiciones de baja velocidad tales como velocidad en vacío y arranque, se utiliza la inyección de baja presión.

La alta presión de actuación del aceite resulta en alta presión de inyección de combustible. Durante las condiciones de alta velocidad, como par de pico y aceleración, se utiliza la inyección de alta presión.

Hay muchas otras condiciones de funcionamiento, cuando la presión de inyección está entre el mínimo y el máximo. Independientemente de la velocidad del motor, el sistema de combustible HEUI proporciona un control infinito de la presión de inyección.

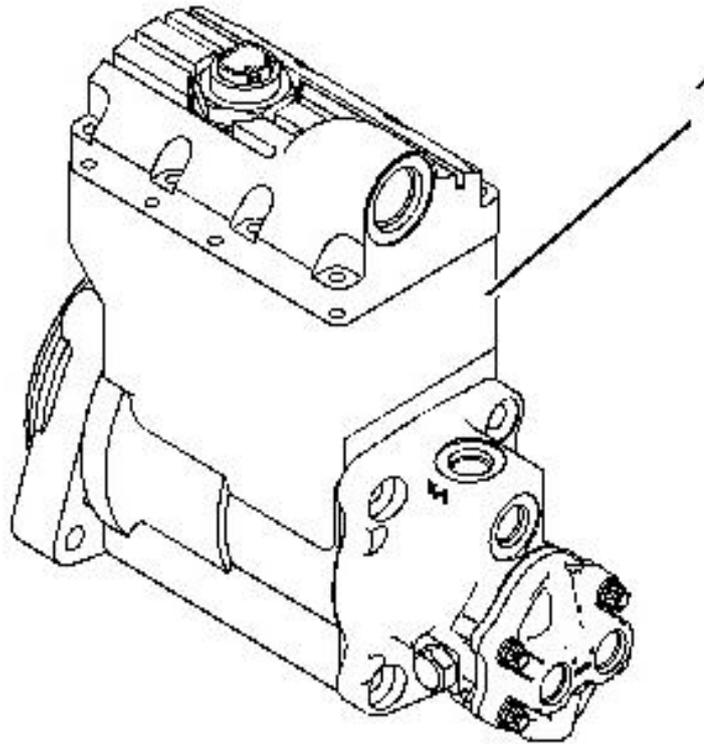
ECM (Módulo de Control Electrónico)

El ECM (16) se encuentra en el lado izquierdo del motor. El ECM es una poderosa computadora que proporciona un control electrónico total del rendimiento del motor. El ECM utiliza datos de rendimiento del motor que son recogidos por varios sensores. El ECM utiliza estos datos para poder realizar ajustes para la entrega de combustible, la presión de inyección y el tiempo de la inyección. El ECM contiene esquemas (software) de rendimiento programados con el fin de definir los caballos de fuerza, curvas par y rpm. Este software es comúnmente llamado como módulo personalizado.

El ECM no tiene un módulo personalizado reemplazable. El módulo personalizado es una parte permanente del ECM. El módulo personalizado puede ser reprogramado mediante el uso de Técnico Electrónico de Caterpillar (ET).

El ECM (16) registra fallas de rendimiento del motor. El ECM también es capaz de ejecutar varias pruebas de diagnósticos automáticamente cuando se utilizan juntos el ECM y el ET de Cat.

Bomba Hidráulica de Actuación



(1) Bomba hidráulica de actuación

La bomba hidráulica de actuación (1) (bomba de aceite de alta presión) está situada en el extremo frontal izquierdo del motor. La bomba hidráulica de actuación es una bomba de pistón de desplazamiento variable. La bomba hidráulica de actuación utiliza una porción del aceite de lubricación del motor y presuriza el aceite de lubricación del motor a la presión de accionamiento de inyección que se requiere para activar los inyectores HEUI (5).

Regulador de Presión de la Bomba

El regulador de presión de la bomba está dentro de la bomba hidráulica de actuación. El regulador de presión de bomba es una válvula de alta precisión que controla la presión de salida de la bomba (presión de accionamiento) cambiando el caudal de salida de la bomba. Los esquemas de rendimiento del ECM (16) contienen una presión de accionamiento deseada para cada condición de funcionamiento del motor. El ECM envía un control actual para el regulador de presión de bomba. El control actual debe hacer que la presión de actuación real sea igual a la presión de actuación deseada.

El regulador de presión de la bomba es un actuador que convierte una señal eléctrica del ECM al control mecánico de las mangas de émbolo, con el fin de cambiar el flujo de salida de bomba y la presión de salida de la bomba.

Bomba de Transferencia de Combustible

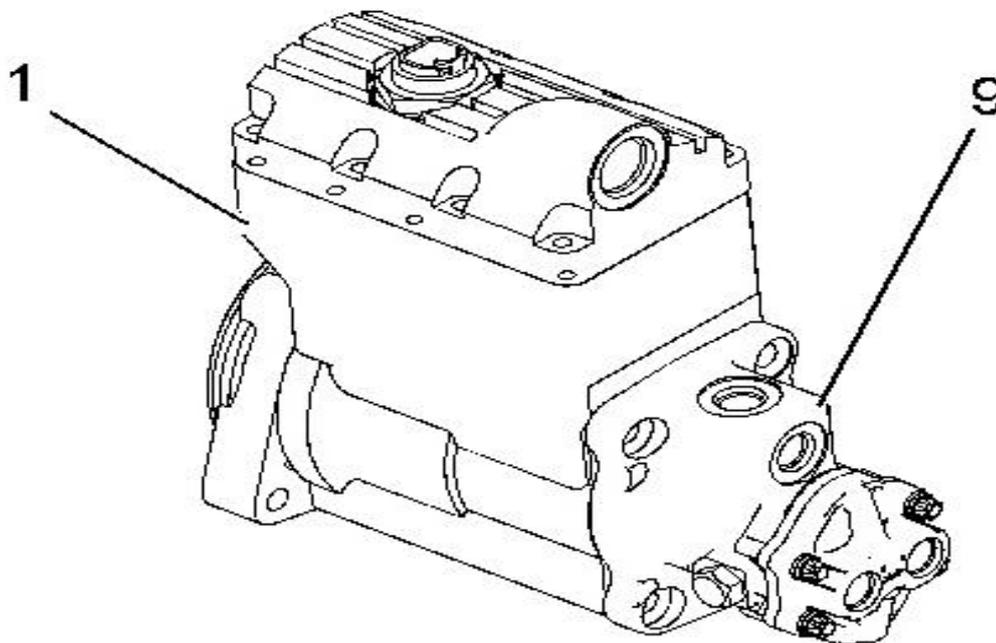


Ilustración 4

g01093703

- (1) Bomba hidráulica de actuación
- (9) Bomba de transferencia de combustible

La bomba de transferencia de combustible (9) está montada en la parte posterior de la bomba hidráulica de actuación (1). La bomba de transferencia de combustible se utiliza con el fin de extraer el combustible de depósito de combustible (12). Además, la bomba de transferencia de combustible se utiliza con el fin de presurizar el combustible a 450 kPa (65 psi). El combustible a presión se suministra a los inyectores (5).

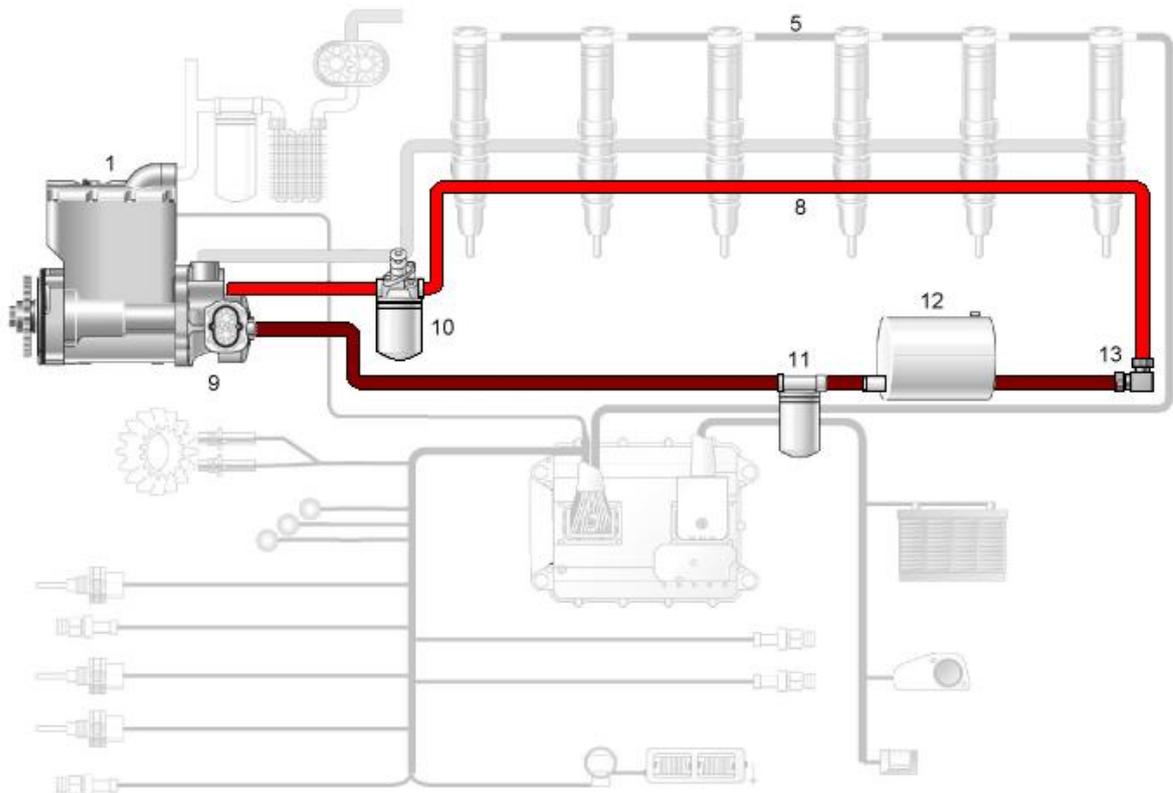
La bomba de transferencia de combustible es una bomba de engranes. La bomba está montada en la parte posterior de la bomba hidráulica de actuación. La bomba de transferencia de combustible está impulsada por el eje de la bomba hidráulica. Una válvula de alivio en la bomba de transferencia de combustible limita la presión de salida a 689 ± 69 kPa (100 ± 10 psi). El combustible es inducido desde el tanque hasta el puerto de entrada de la bomba. La rotación de los engranes causa que el combustible fluya del puerto de salida de la bomba a través del filtro de combustible secundario (10) y el pasaje de suministro de combustible (8) que se encuentra en la culata.

Sensor de Presión de Actuación de Inyección (IAP)

El sensor de IAP supervisa la presión de actuación de inyección. El sensor de IAP envía una señal de tensión continua al ECM (16). El ECM interpreta la señal y está pendiente de la presión de actuación de inyección en todo momento.

Sistema de Combustible HEUI

Sistema de Combustible de Baja Presión



- (1) Bomba hidráulica de actuación
- (5) Inyectores
- (8) Pasaje de suministro de combustible
- (9) Bomba de transferencia de combustible
- (10) Filtro de Combustible
- (11) Filtro primario de combustible/separador de agua
- (12) Tanque de combustible
- (13) Regulador de presión de combustible

El sistema de combustible de baja presión cumple dos funciones. La primera es suministrar combustible para la combustión a los inyectores (5). Y la segunda es suministrar el exceso de flujo de combustible con el fin de eliminar el aire del sistema.

El sistema de combustible de baja presión consta de cinco componentes básicos:

- Tanque de combustible (12)
- Filtro primario de combustible/separador de agua (11)
- Filtro secundario de combustible de 2 micrones (10)
- Bomba de transferencia de combustible (9)
- Regulador de presión de combustible (13)

La bomba de transferencia de combustible (9) está montada en la parte posterior de la bomba hidráulica de actuación (1).

El combustible se extrae de depósito de combustible (12) y fluye a través de un filtro primario de combustible/separador de agua de trece micras (11). El filtro primario de combustible/separador de agua remueve la basura del combustible. Puede que la basura haya entrado al tanque de combustible durante su llenado. La basura puede también introducirse al depósito de combustible a través de la ventilación del tanque de combustible. El elemento de filtro primario también separa el agua del combustible. El agua se recoge en la copa de la parte inferior del filtro primario de combustible/separador de agua.

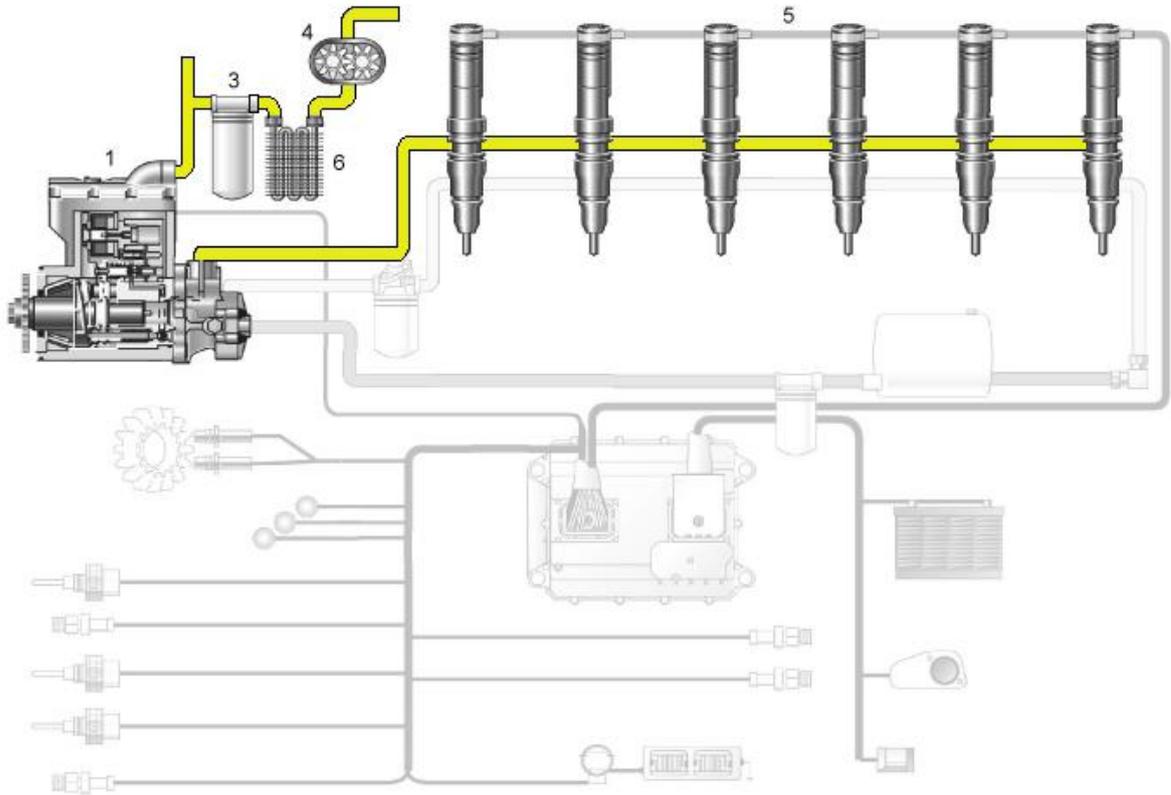
El combustible fluye desde el filtro primario de combustible/separador de agua al lado de entrada de la bomba de transferencia de combustible. Una válvula check de admisión en el puerto de entrada de la bomba de transferencia de combustible se abre para permitir el flujo de combustible en la bomba. Después de que se detiene el flujo de combustible, se cierra la válvula check de admisión con el fin de prevenir el flujo de combustible fluya fuera del puerto de entrada. El combustible fluye desde el puerto de entrada de la bomba al puerto de salida. El combustible presurizado fluye desde el puerto de salida de la bomba al filtro secundario de combustible de dos micras (10). Un filtro de combustible secundario de dos micras es estándar en todos los motores de Caterpillar. Estos filtros de combustible son de alta eficiencia. Este filtro elimina contaminantes abrasivos muy pequeños del combustible. El filtro primario de combustible/separador de agua no atraparán estos contaminantes pequeños. Las partículas abrasivas muy pequeñas en el combustible de causan un deterioro abrasivo de las unidades inyectoras. El filtro secundario de combustible de dos micras quita el 98 por ciento de todas las partículas que son dos micras y aquellas partículas que son mayores a dos micras. El uso y el mantenimiento regular de este filtro de dos micras, proporcionará una mejora significativa en la vida del inyector.

El combustible fluye desde el filtro secundario de dos micras al pasaje de alimentación de combustible (8) en la cabeza de cilindro. El pasaje de alimentación de combustible es un agujero taladrado que comienza en la parte frontal de la cabeza del cilindro y se extiende a la parte posterior de la cabeza del cilindro. Este pasaje se conecta con cada agujero de la unidad inyectora con el fin de suministrar combustible a los inyectores. El combustible de la bomba de transferencia fluye a través de la cabeza del cilindro a todas de las unidades inyectoras. El exceso de combustible fluye fuera de la parte posterior de la cabeza del cilindro hacia el regulador de presión de combustible (13).

El regulador de presión de combustible consta de un orificio y una válvula check cargada a resorte. El orificio es una restricción de flujo que presuriza el combustible de alimentación. La válvula check cargada a resorte se abre a 35 kPa (5 psi) a fin de permitir que el combustible que ha fluido a través del orificio regrese al depósito de combustible. Cuando el motor está parado y no hay presión del combustible, se cierra la válvula check a fin de impedir que el combustible en la culata drene hacia el tanque de combustible.

Sistema de Actuación de Inyección

Flujo de Aceite de Actuación



- (1) Bomba hidráulica de actuación
- (3) Filtro de Aceite
- (4) Bomba de Aceite del Motor
- (5) Inyectores
- (6) Enfriador de Aceite

El sistema de actuación de inyección cumple dos funciones. La primera es suministrar aceite a alta presión con el fin de activar los inyectores HEUI (5). La segunda es, controlar la presión de inyección que es producida por las unidades inyectoras cambiando la presión de actuación del aceite.

El sistema de actuación de inyección consta de cuatro componentes básicos:

- Bomba de aceite del motor (4)
- Filtro de aceite del motor (3)
- Bomba hidráulica de actuación (1)
- Sensor IAP

El aceite de la bomba de lubricación del motor (4) suministra las necesidades del sistema de lubricación del motor. También, el aceite de la bomba de lubricación del motor suministra las necesidades de la bomba hidráulica de actuación (1) para el sistema de combustible. Se ha aumentado la capacidad de la bomba de aceite de motor con el fin de cumplir con el requisito de flujo adicional que es necesario.

El aceite que se extrae del cárter está presurizado a la presión de aceite del sistema de lubricación por la bomba de aceite de motor. Este aceite fluye desde la bomba de aceite de motor a través de enfriador de aceite de motor (6), a través del filtro de aceite de motor (3) y, a continuación, a la galería principal de lubricación. Un circuito independiente de la galería principal de lubricación suministra una porción del aceite de lubricación a la bomba hidráulica de actuación (1). Un tubo de acero en el lado izquierdo del motor conecta a la galería principal de lubricación con el puerto de entrada de la bomba hidráulica de actuación. El punto de conexión es el puerto superior del múltiple en la cubierta lateral de motor.

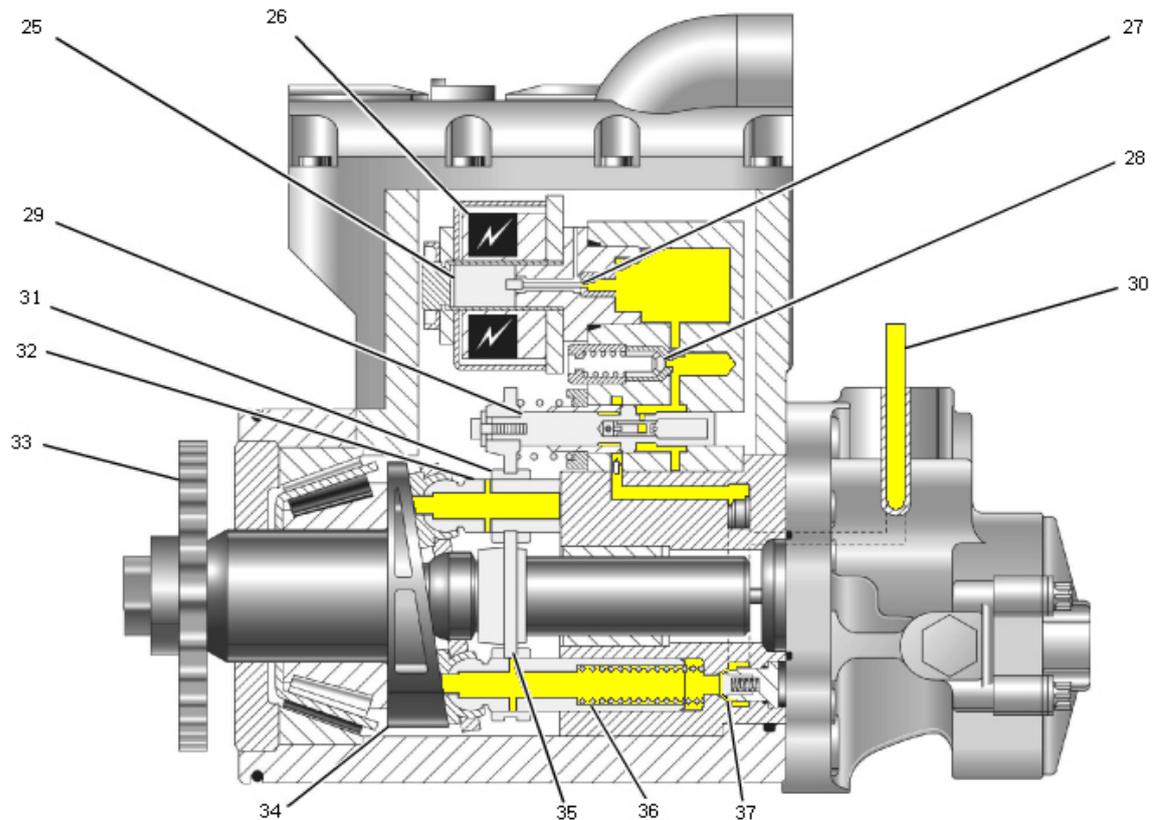
El aceite fluye al puerto de entrada de la bomba hidráulica de actuación y llena el depósito de la bomba. El recipiente de la bomba proporciona aceite a la bomba hidráulica de actuación durante la puesta en marcha. Además, el recipiente de la bomba proporciona aceite a la bomba hidráulica de actuación hasta que la bomba de aceite de motor pueda aumentar la presión.

El recipiente de bomba también proporciona aceite de complemento para el pasaje de aceite de alta presión (7) en la cabeza de cilindro. Cuando el motor está parado y el motor se enfría, se reduce el aceite. La válvula check en la bomba permite al aceite ser extraído del recipiente con el fin de mantener lleno el pasaje de aceite de alta presión.

El aceite del recipiente de la bomba es presurizado en la bomba hidráulica de actuación (1) y es empujado hacia fuera del puerto de salida de la bomba a una alta presión, a continuación fluye desde el puerto de salida de la bomba hidráulica de actuación hacia el pasaje de aceite de alta presión en la cabeza del cilindro.

El pasaje de aceite de alta presión en la cabeza del cilindro se conecta con cada agujero de las unidades inyectoras (5) con el fin de suministrar aceite de actuación a alta presión a cada una de ellas. El aceite de actuación que está bajo alta presión fluye de la bomba hidráulica de actuación a través de la cabeza del cilindro a todos de los inyectores. El aceite se mantiene en el pasaje de aceite de alta presión hasta que es utilizado por las unidades inyectoras. Este aceite que se ha usado en las unidades inyectoras es expulsado bajo las tapas de válvulas y regresa al cárter a través de barrenos de drenaje en la culata.

Control de Presión de Aceite de Actuación



- (25) Armadura
- (26) Solenoide del regulador de presión
- (27) Válvula de cabezal (Poppet valve)
- (28) Válvula de alivio de presión
- (29) Pistón actuador
- (30) Puerto de salida de la bomba
- (31) Manguito deslizante (Sliding sleeve)
- (32) Puerto de derrame (Spill port)
- (33) Engrane impulsor
- (34) Plato impulsor excéntrico
- (35) Polea intermedia (Idler)
- (36) Émbolo
- (37) Válvula check

La bomba hidráulica de actuación es una bomba de pistón de entrega variable. La bomba está diseñada con el fin de generar flujo adecuado en las condiciones que son las más exigentes.

La bomba hidráulica de actuación es impulsada por el tren de engranes en la parte frontal del motor. Un engrane impulsor (33) en la parte frontal de la bomba gira el eje de la bomba. Un plato impulsor excéntrico (34) en el eje de la bomba provoca que los émbolos de la bomba (36) se muevan hacia adentro y hacia fuera dentro del tambor de la bomba.

Cuando los émbolos se mueven hacia fuera del tambor, el aceite se dirige hacia el interior del émbolo a través de puertos de entrada en la placa impulsora excéntrica. El aceite es forzado a salir del émbolo cuando el émbolo retrocede en el tambor. Este flujo de aceite puede fluir a través de un puerto de derrame (32) en el émbolo o a través de una válvula check de salida (37) hacia el puerto de salida de la bomba (30).

Cada émbolo contiene un puerto de derrame que está cubierto por un manguito deslizante (31) durante parte de la carrera del émbolo. Cambiando la posición del manguito, cambia la carrera efectiva de bombeo del émbolo y aumenta o disminuye el caudal de salida de la bomba.

La presión del sistema de actuación de inyección es controlada por la igualación del caudal de salida de la bomba con la demanda de flujo para el sistema de actuación de inyección. La posición de los manguitos de émbolo es cambiada a fin de controlar el flujo de salida de la bomba. Moviendo los manguitos a la izquierda, cubren el puerto de derrame de émbolo para una distancia más larga. Esto aumenta la carrera efectiva de bombeo y el caudal de salida de la bomba. Moviendo los manguitos a la derecha, cubren el puerto de derrame de émbolo para una distancia más corta que reduce la carrera efectiva de bombeo. Esto también reduce el flujo de salida de la bomba.

Todos los manguitos del émbolo están conectados a una polea loca (35). La polea loca está conectada a un pistón actuador (29). Moviendo el pistón actuador a la derecha o a la izquierda hace que la polea intermedia y los manguitos se muevan la misma distancia hacia la derecha o hacia la izquierda.

Tres fuerzas actúan sobre el pistón actuador. Estas fuerzas determinan la posición de pistón.

- La fuerza del resorte
- La presión de descarga de la bomba
- La presión de control

Una combinación de la fuerza del resorte y la presión de control se oponen a la presión de salida de la bomba. Esta combinación determina la posición del pistón actuador.

La presión de descarga de la bomba actúa en el lado izquierdo del pistón actuador. Esto mueve al pistón actuador hacia la derecha y disminuye el caudal de la bomba.

La presión de control de salida actúa en el lado derecho del pistón actuador. Esto mueve al pistón actuador a la izquierda y aumenta el caudal de la bomba.

La fuerza del resorte también actúa sobre el pistón actuador. Esto mueve al pistón actuador a la izquierda y aumenta el flujo de salida de bomba.

La presión de control está determinada por la cantidad de corriente que envía el ECM al solenoide del regulador de presión de la bomba (26). Una pequeña cantidad de flujo de salida de bomba va a través de un pequeño pasaje en el pistón actuador. Esta pequeña cantidad sale de un orificio y entra en la cavidad de control de presión. La presión en esta cavidad está limitada por una pequeña válvula de cabezal. La apertura de la válvula de cabezal le permite a una porción de aceite de la cavidad, fluir para drenar. Una fuerza mantiene a la válvula de cabezal cerrada. Esta fuerza en la válvula de cabezal es creada por un campo magnético que actúa sobre una armadura (25). La fuerza del campo magnético determina la presión necesaria para vencer la fuerza de éste campo magnético. Esta presión abre la válvula de cabezal.

Un incremento de corriente en el solenoide provoca un aumento en los siguientes elementos:

- La fuerza del campo magnético
- La fuerza sobre la armadura y la válvula de cabezal
- La presión de control que abre la válvula de cabezal

Una reducción de corriente en el solenoide provoca una reducción en los siguientes elementos:

- La fuerza del campo magnético
- La fuerza sobre la armadura y la válvula de cabezal
- La presión de control que abre la válvula de cabezal

Un aumento de corriente en el solenoide provoca un aumento en la presión de control y en la presión de salida de la bomba. Una disminución de corriente en el solenoide provoca una disminución en la presión de control y en la presión de salida de la bomba.

El ECM supervisa la presión de actuación. El ECM cambia constantemente la corriente del regulador de presión de la bomba a fin de controlar la presión de actuación. Tres componentes trabajan conjuntamente en un circuito de bucle cerrado a fin de controlar la presión de actuación.

- El ECM
- El sensor IAP
- El regulador de presión de la bomba

El circuito de bucle cerrado funciona de la siguiente manera:

- El ECM determina una presión de actuación deseada mediante la recopilación de información de entradas de sensores y mapas de software.
- El ECM supervisa la presión de actuación real por medio de una señal de voltaje constante del sensor IAP (Presión de Actuación de Inyección).
- El ECM cambia constantemente la corriente de control del regulador de presión de la bomba. Esto cambia la presión de salida de la bomba.

Existen dos tipos de presión de actuación:

- Presión deseada de actuación
- Presión real de actuación

La presión deseada de actuación deseada es la presión de actuación de inyección que es requerida por el sistema para obtener un rendimiento óptimo de motor y es establecida por los mapas de rendimiento en el ECM. El ECM selecciona la presión deseada de actuación. La selección se basa en las señales de entrada de muchos sensores. El ECM está recibiendo señales de entrada de algunos de los sensores siguientes: sensor de posición del acelerador, sensor de presión de refuerzo, sensores de tiempo - velocidad y sensor de temperatura del líquido refrigerante. La presión deseada de actuación está cambiando constantemente. El cambio se basa en varias señales de entrada. Los cambios de velocidad del motor, así como la carga del motor también provocan que la presión deseada de actuación cambie. La presión deseada de actuación sólo es constante en condiciones estables de operación (motor a velocidad y carga constantes).

La presión real de actuación es la presión de real del sistema de aceite de actuación que es alimentado a los inyectores. El ECM y el regulador de presión de la bomba están cambiando constantemente la cantidad de flujo de salida de bomba. Este cambio constante hace que la presión real de actuación iguale a la presión deseada de actuación.

Operación de la Válvula Reguladora de Presión de la Bomba

La válvula reguladora de presión de la bomba tiene las siguientes tres etapas:

- Operación de la válvula (motor apagado)
- Operación de la válvula (motor virando - arranque)
- Operación de la válvula (motor operando)

Operación de la Válvula (MOTOR APAGADO)

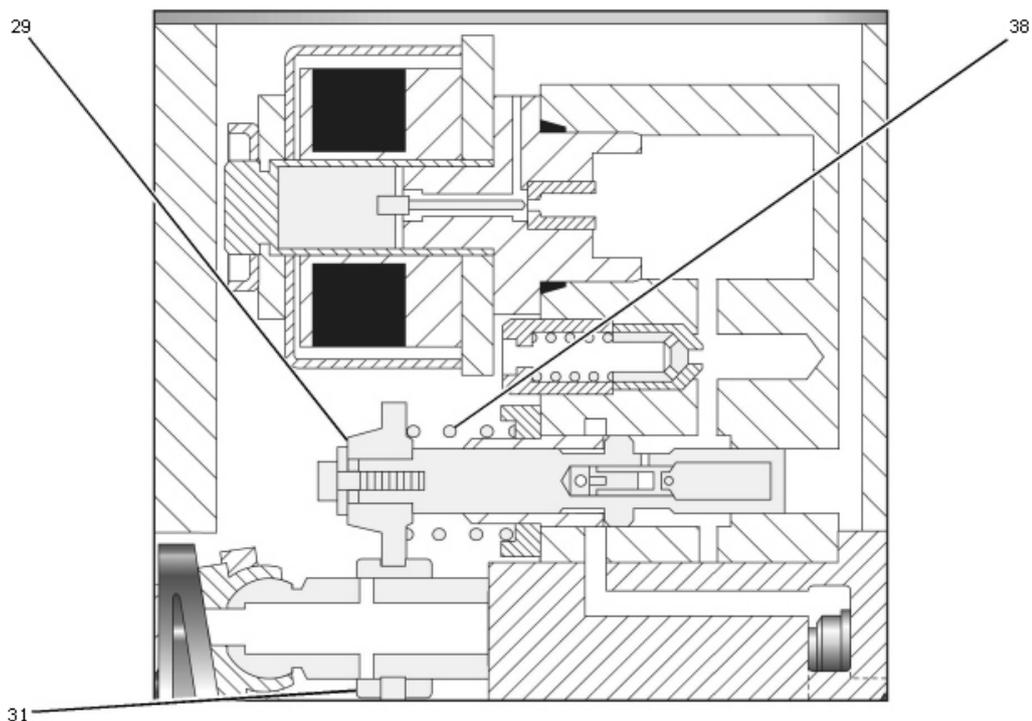


Ilustración 8

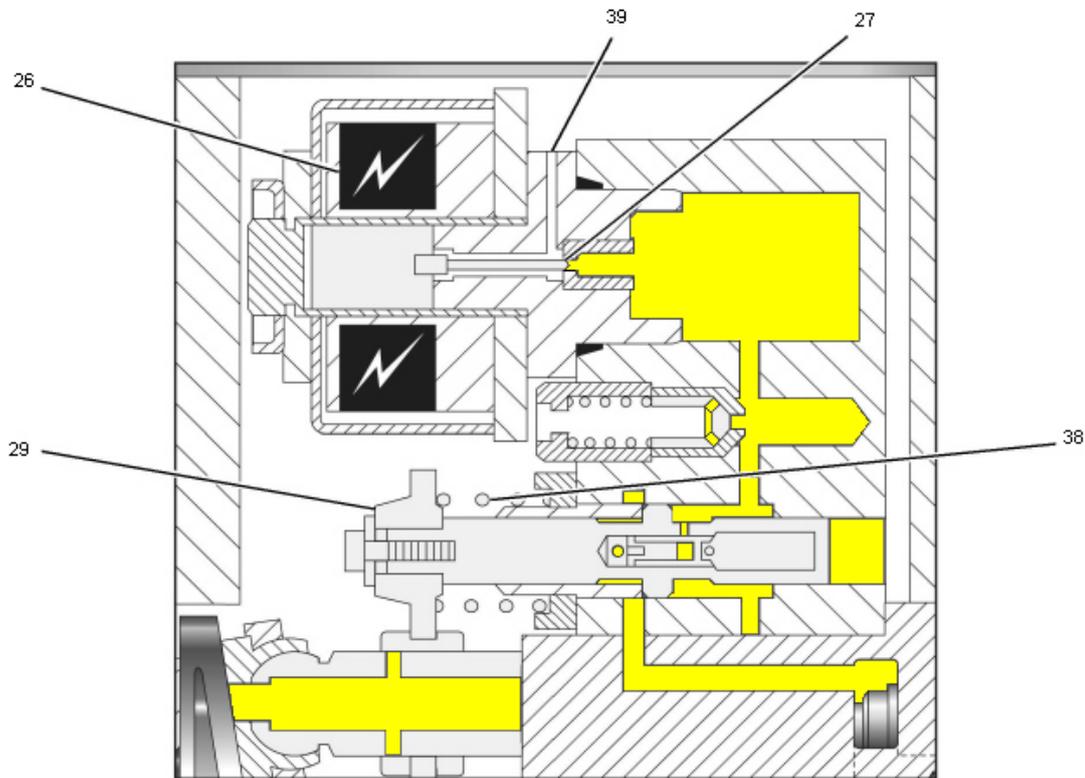
g01093888

- (29) Pistón actuador
- (38) Resorte actuador
- (31) Manguito deslizante

Cuando el motor está apagado, no hay ninguna presión de salida de la bomba y no hay corriente suministrada al solenoide del regulador de presión proveniente del ECM. El resorte actuador (38) empuja el pistón actuador (29) completamente a la izquierda. La polea loca (no se muestra en el

dibujo) y los manguitos deslizantes (31) se mueven también a la izquierda. En este punto, la bomba está en la posición de máxima salida.

Operación de la Válvula (ARRANQUE DEL MOTOR)



- (26) Solenoide del regulador de presión
- (39) Dren
- (27) Válvula de cabezal
- (29) Pistón actuador
- (38) Resorte actuador

Durante el arranque del motor, se requiere aproximadamente 6 MPa (870 psi) de presión de actuación de inyección para activar la unidad inyectora. Esta baja presión de actuación de inyección genera una baja presión de inyección de combustible de cerca de 35 MPa (5000 psi). Esta baja presión de inyección de combustible ayuda al arranque en frío.

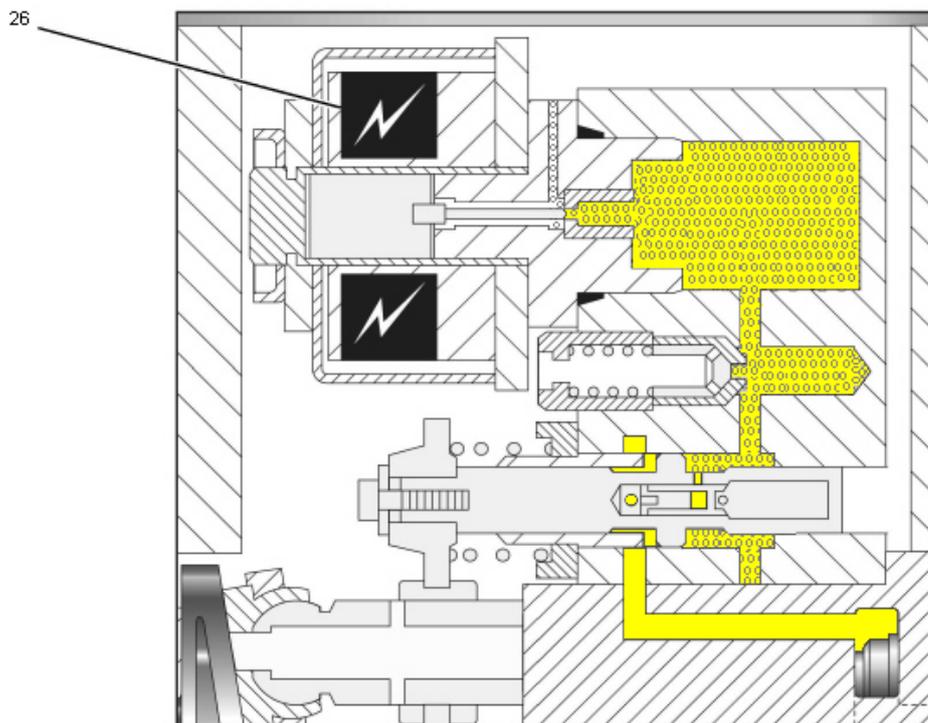
A fin de arrancar el motor rápidamente, la presión de actuación de inyección debe subir rápidamente. Debido a que la bomba hidráulica de la unidad inyectora se está virando a la velocidad de arranque del motor, el caudal de la bomba es muy bajo. El ECM envía una elevada corriente al solenoide de regulador de presión (26) para mantener la válvula de cabezal (27) cerrada. Con la válvula de cabezal en la posición cerrada, todo el flujo de drenado (39) está bloqueado. La presión de control es igual a la presión de salida de la bomba. Las fuerzas hidráulicas que actúan en cada lado del pistón actuador (29) son iguales. El resorte actuador (38) sostiene al actuador a la izquierda. La bomba produce flujo máximo hasta que se alcance la presión deseada de 6 MPa (870 psi). Ahora, el ECM reduce la corriente en el solenoide del regulador de presión para reducir la presión de control.

La presión reducida control permite que el pistón actuador se mueva hacia la derecha. Esto reduce el caudal de salida de la bomba para mantener la presión deseada de 6 MPa (870 psi).

Nota: Si el motor está caliente, la presión necesaria para que arranque el motor puede ser superior a 6 MPa (870 psi). Los valores de las presiones deseadas de actuación se almacenan en los mapas de rendimiento del ECM. Los valores de las presiones deseadas de actuación varían con la temperatura del motor.

Una vez que las unidades inyectoras comienzan a operar, el ECM controla la corriente hacia el regulador de presión. El ECM y el solenoide del regulador de presión mantendrán la presión de actuación a 6 MPa (870 psi) hasta que el motor arranque. El ECM supervisa la presión actual (real) de actuación a través del Sensor IAP que se encuentra en el conducto de aceite de alta presión en la culata. El ECM establece la presión deseada actuación controlando varias señales eléctricas de entrada y a su vez, envía una corriente predeterminada al solenoide del regulador de presión. El ECM también compara la presión deseada actuación con la presión actual de actuación en el pasaje de aceite de alta presión. El ECM ajusta los niveles de corriente en el solenoide del regulador de presión para que la presión actual de actuación se iguale a la presión deseada de actuación.

Operación de la Válvula (MOTOR OPERANDO)



(26) Solenoide del regulador de presión

Una vez el motor arranca, el ECM controla la corriente hacia el regulador de presión de la bomba (26) para mantener la presión deseada de actuación. El Sensor IAP supervisa la presión actual (real) de actuación en el conducto de aceite de alta presión en la culata. El ECM compara la presión actual de actuación con la presión deseada actuación 67 veces por segundo. El ECM ajusta los niveles de corriente aplicados en el regulador de presión de la bomba cuando la presión actual de actuación de

inyección y la presión deseada actuación de inyección no coinciden. Estos ajustes hacen que la presión actual de actuación de inyección sea igual a la presión deseada de actuación de inyección.

Flujo de Aceite (MOTOR OPERANDO)

Una pequeña cantidad de flujo de salida de la bomba fluye a través del pistón actuador y en la cavidad de la presión de control. La presión de control aumenta y éste aumento de presión despega de su asiento la válvula de cabezal. La válvula de cabezal abierta permite flujo hacia el drenaje. El ECM cambia la presión de control aumentando o reduciendo la corriente al solenoide del regulador de presión y la fuerza resultante en la válvula de cabezal.

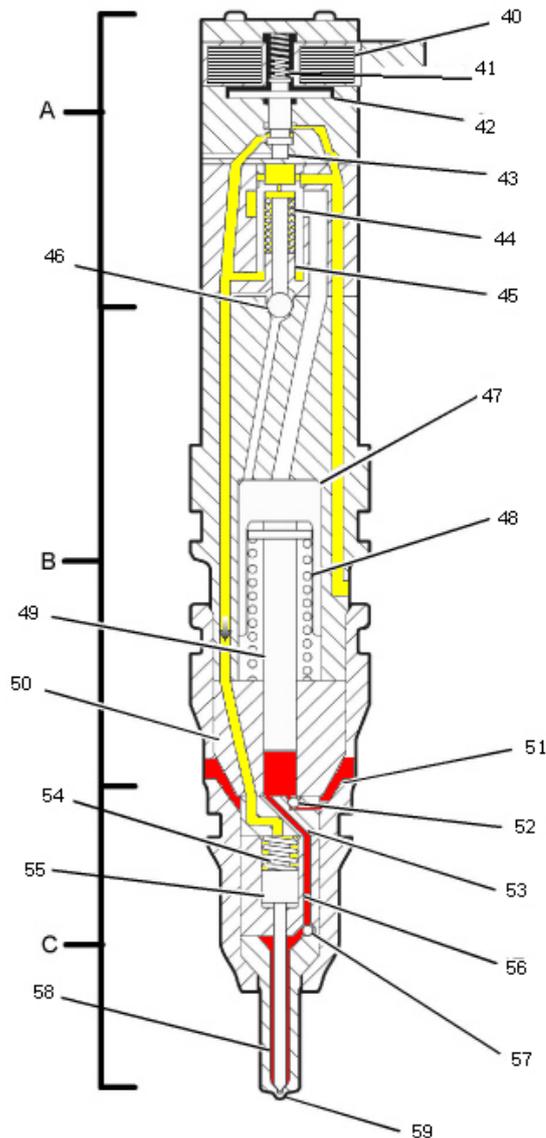
Los siguientes elementos de crean un sistema de circuito cerrado.

- El ECM
- El sensor IAP
- El Regulador de presión

Este sistema de circuito cerrado proporciona un control infinitamente variable de presión de salida de la bomba. Esta presión de salida de la bomba tiene un rango de 6 MPa (870 psi) a 25 MPa (3626 psi).

Inyector HEUI Inyector (Componentes)

El inyector HEUI cumple cuatro funciones. El inyector HEUI presuriza el suministro de combustible de 450 kPa (65 psi) a 175 MPa (25400 psi). El inyector HEUI funciona como un atomizador de bombeo de combustible de alta presión a través de agujeros de orificio en la punta de la unidad inyectora. El inyector HEUI proporciona la cantidad correcta de combustible atomizado en la cámara de combustión y dispersa el combustible atomizado uniformemente dentro de la cámara de combustión.



- (40) Solenoide
- (41) Resorte de la armadura
- (42) Armadura
- (43) Pin de asiento
- (44) Resorte del carrete
- (45) Válvula de carrete
- (46) Balín Check del pistón de refuerzo
- (47) Pistón de refuerzo
- (48) Resorte de retorno
- (49) Émbolo
- (50) Barril
- (51) Funda de la tobera
- (52) Ccheck de llenado de entrada
- (53) Retención
- (54) Resorte de la tobera
- (55) Pistón check
- (56) Manguito
- (57) Válvula check de contra flujo
- (58) Tobera check
- (59) Punta de la tobera

El inyector HEUI consta de tres partes principales:

- Extremo superior o actuador (A)
- Sección media o unidad de bombeo (B)

- Extremo inferior, o montaje de boquilla (C)

El extremo superior (A) consta de los siguientes elementos:

- Solenoide (40)
- Armadura (42)
- Resorte de la armadura (41)
- Válvula de carrete (45)
- Resorte del carrete (44)
- Pin de asiento (43)
- Balín Check del pistón intensificador (46)

La sección media del inyector (B) contiene los siguientes elementos:

- Pistón de refuerzo (47)
- Resorte de retorno (48)
- Émbolo (49)
- Barril (50)

El extremo inferior del inyector (C) contiene los siguientes elementos:

- Funda de la tobera (51)
- Retención (53)
- Check de llenado de entrada (52)
- Manguito (56)
- Válvula check de contra flujo (57)
- Resorte de la tobera (54)
- Pistón check (55)
- Tobera Check (58)
- Punta de la tobera (59)

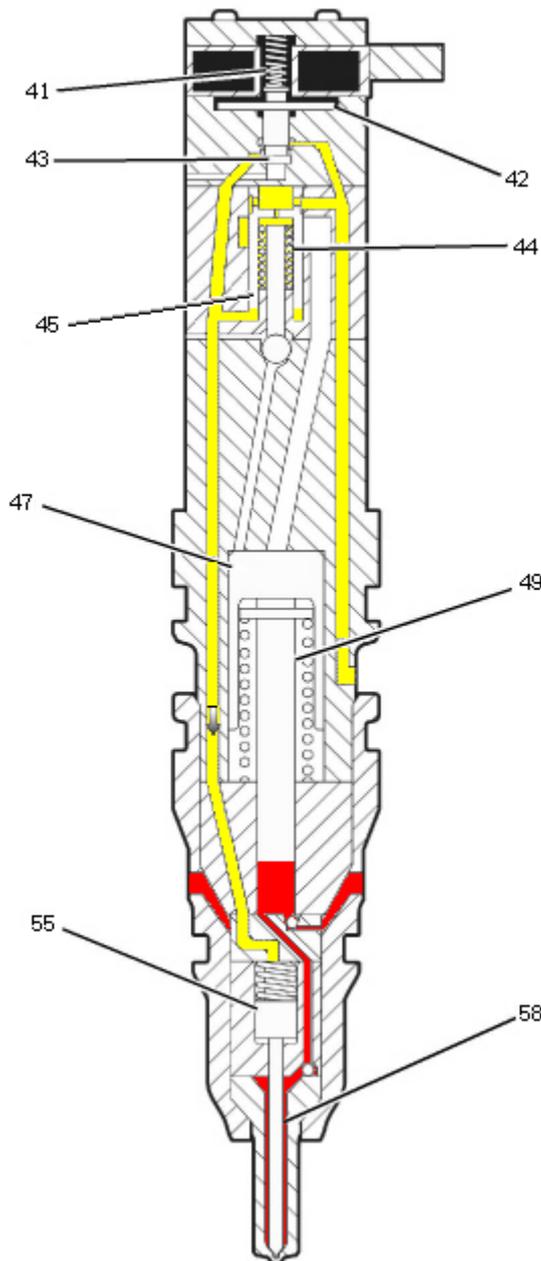
Estos componentes trabajan juntos para producir diferentes dosificaciones de inyección de combustible. Las dosificaciones para la inyección de combustible son controladas electrónicamente por software de rendimiento del ECM.

Operación del Inyector de Combustible HEUI

El inyector HEUI opera con un ciclo de inyección dividido. El ciclo de inyección dividido tiene cinco fases de inyección:

- Pre-inyección
- Inyección piloto
- Retardo de inyección
- Inyección principal
- Relleno

Pre-Inyección



- (41) Resorte de la armadura
- (42) Armadura
- (43) Pin de asiento
- (44) Resorte del carrete
- (45) Válvula de carrete
- (47) Pistón de refuerzo
- (49) Émbolo
- (55) Pistón check
- (58) Tobera check

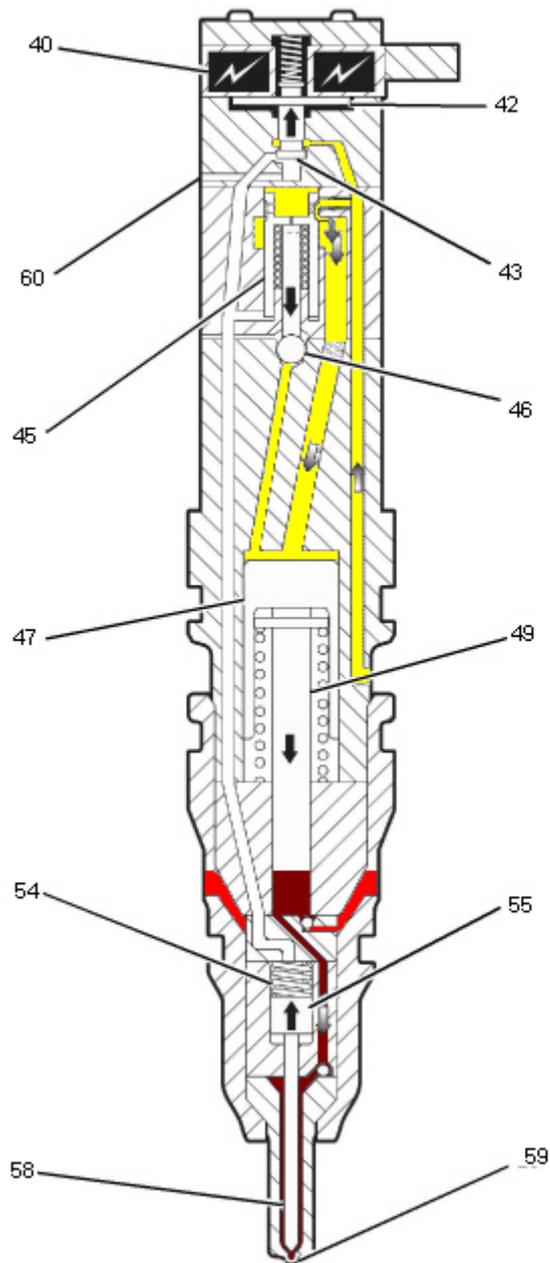
El inyector está en la fase de pre-inyección cuando el motor está en marcha y el inyector está entre ciclos de encendido. El émbolo (49) y el pistón de refuerzo (47) están en la parte superior de la camisa del pistón. La cavidad debajo del émbolo (49) está llena de combustible.

En el extremo superior, la armadura (42) y el pin de asiento (43) están sostenidos hacia abajo por el resorte de la armadura (41). El aceite de alta presión de actuación fluye dentro del inyector y alrededor del pin de asiento hacia la parte superior del pistón check (55). Esto, proporciona una fuerza positiva hacia abajo en la tobera check (58) en todo momento cuando el combustible no está siendo inyectando.

La válvula de carrete (45) se sostiene en la parte superior de la camisa por el resorte del carrete (44). En esta posición, la válvula de carrete bloquea el aceite de actuación que va al pistón de refuerzo (47). La presión de actuación actúa tanto en la parte superior como en la inferior del carrete, por lo que se equilibran las fuerzas hidráulicas en el carrete. La válvula de carrete está sostenida en posición hacia

arriba o en la posición de cierre por la fuerza del resorte del carrete (44).

Inyección Piloto



- (40) Solenoide
- (42) Armadura
- (43) Pin de asiento
- (45) Válvula de carrete
- (46) Balín check del pistón de refuerzo
- (47) Pistón de refuerzo
- (49) Émbolo
- (54) Resorte de la tobera
- (55) Pistón check
- (58) Tobera check
- (59) Punta de la tobera
- (60) Dren

La inyección piloto se produce cuando el ECM envía una corriente de control al solenoide (40). La corriente crea un campo magnético que levanta la armadura (42) y el pin de asiento (43). El pin de asiento tiene un asiento inferior y un asiento superior. Cuando el pin de asiento es levantado por la armadura, el asiento superior cierra el flujo de presión de actuación para restringirlo. Se abre el asiento inferior. Esto permite que al aceite de actuación que está en la parte superior del pistón check (55) fluya hacia el dren (60). El aceite de actuación que está atrapado por debajo de la válvula de carrete (45) también fluirá hacia el dren (60). El aceite de actuación es drenado a través de un orificio de ventilación en el lado del inyector.

La caída de presión debajo de la válvula de carrete origina una diferencia hidráulica que actúa en el carrete. Dicho carrete se mueve a la posición abierto cuando la presión hidráulica actúa en la parte superior del carrete. Esta presión hidráulica obliga al carrete bajar. El movimiento descendente del carrete se detiene cuando el carrete y el pin fuerzan al balín check del pistón de refuerzo (46) hasta que el asiento

del balín esté en la posición de cerrado. Esto impide que cualquier presión de actuación pueda escapar de la cavidad del pistón de refuerzo (47). Esta caída de la presión de actuación también quita la fuerza descendente en el pistón check.

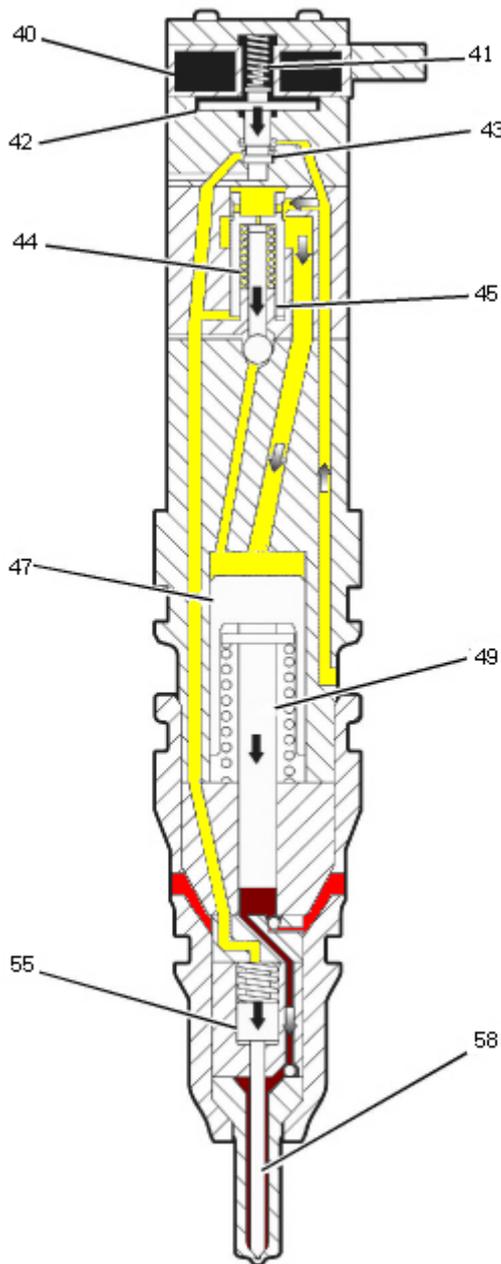
El aceite de actuación ahora fluye pasando el carrete abierto hacia la parte superior del pistón de refuerzo. El movimiento descendente del pistón y émbolo (49) presuriza el combustible en la cavidad del émbolo hasta la punta de la tobera (59). La inyección piloto comienza cuando aumenta la presión de inyección para vencer la fuerza del resorte de la tobera (54) el cual levanta la tobera check (58).

La inyección piloto continuará si se dan las siguientes condiciones:

- El solenoide está energizado.

- El carrete se mantiene abierto.
- No hay presión de actuación en la parte superior del pistón check.

Retardo de Inyección

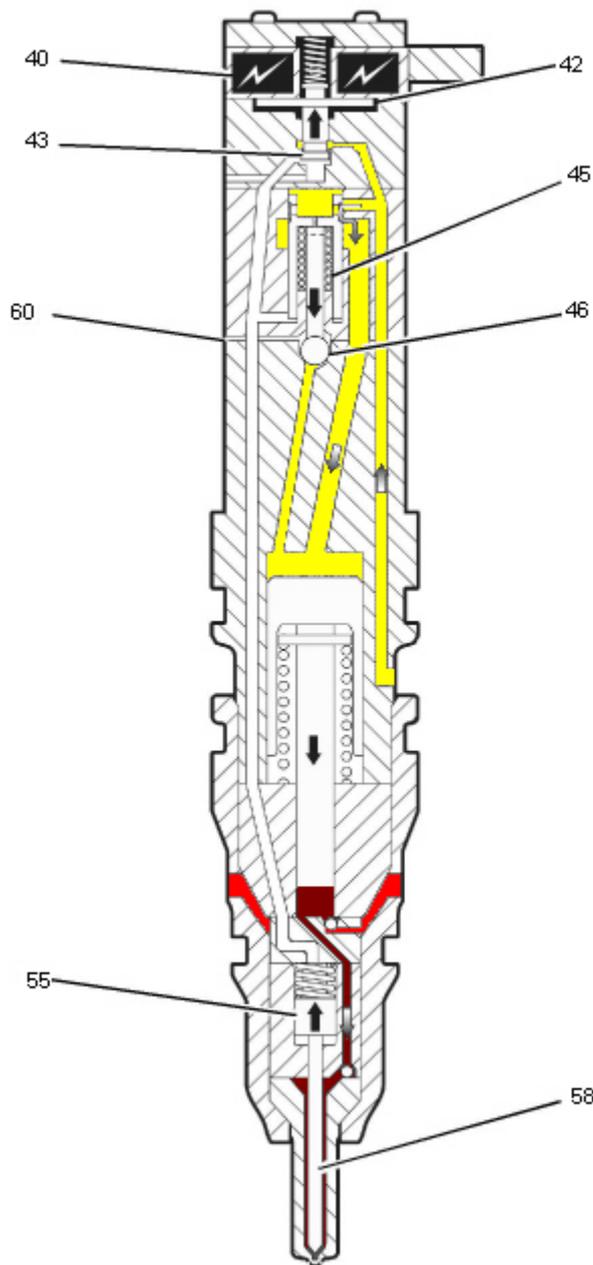


- (40) Solenoide
- (41) Resorte de la armadura
- (42) Armadura
- (43) Pin de asiento
- (44) Resorte del carrete
- (45) Válvula de carrete
- (47) Pistón de refuerzo
- (49) Émbolo
- (55) Pistón check
- (58) Tobera check

El retardo de inyección comienza cuando se desconecta la corriente de control del solenoide (40) y éste es des-energizado. La armadura (42) se mantiene en posición hacia arriba por un campo magnético. Cuando el campo magnético es des-energizado, el resorte de la armadura (41) empuja a la armadura y al pin de asiento (43) hacia abajo. El pin de asiento cierra el asiento inferior y abre el asiento superior. Esto permite a la presión de actuación llegar a la parte superior del pistón check (55). La fuerza hidráulica en el pistón check supera rápidamente la presión de inyección y cierra la tobera check (58). La inyección se detiene en éste punto.

La presión de actuación aumenta debajo de la válvula de carrete (45) y crea el equilibrio de la fuerza hidráulica en la parte superior e inferior del carrete. Ahora el resorte del carrete (44) actúa sobre el carrete. Esto cierra al carrete muy lentamente. Como el carrete sigue abierto, la presión de actuación continúa fluyendo pasando del carrete al pistón de refuerzo (47) y al émbolo (49). La presión de inyección en la tobera y en la cavidad del émbolo aumenta muy rápidamente cuando la tobera check se mantiene en la posición de cerrado.

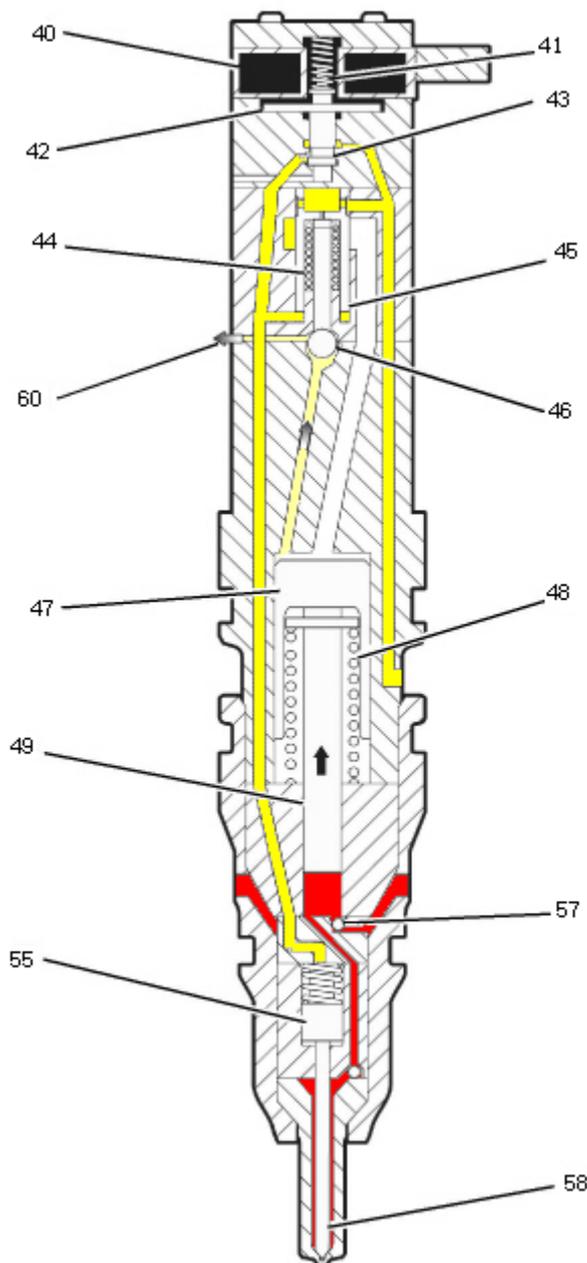
Inyección Principal



- (40) Solenoide
- (42) Armadura
- (43) Pin de asiento
- (45) Válvula de carrete
- (46) Balín check del pistón de refuerzo
- (55) Pistón check
- (58) Tobera check
- (60) Dren

La inyección principal comienza cuando el solenoide (40) es re-energizado. Instantáneamente se crea el campo magnético y la fuerza del campo magnético levanta la armadura (42) y el pin de asiento (43). El asiento superior cierra el flujo de presión de actuación y abre al pistón check (55) y la parte inferior del carrete (45) para su drenado (60). La fuerza hidráulica que sostiene la tobera check (58) cerrada, rápidamente se disipa y la presión de inyección abre la tobera check. Éste es el comienzo de la inyección principal. También se crea una diferencia de fuerzas hidráulicas en el carrete. Esta diferencia de fuerzas baja al carrete. El balín check del pistón de refuerzo (46) se mantiene en la posición cerrada cuando el carrete está en esta posición. La inyección principal continúa si el solenoide permanece energizado.

Relleno



- (40) Solenoide
- (41) Resorte de la armadura
- (42) Armadura
- (43) Pin de asiento
- (44) Resorte del carrete
- (45) Válvula de carrete
- (46) Balín Check del pistón de refuerzo
- (47) Pistón de refuerzo
- (48) Resorte de retorno
- (49) Émbolo
- (55) Pistón check
- (57) Válvula check de contra flujo
- (58) Tobera check
- (60) Dren

El ciclo de relleno comienza cuando se desconecta el solenoide (40). La armadura (42) y el pin de asiento (43) son forzados hacia abajo por el resorte de la armadura (41). El pin de asiento cierra el asiento inferior y abre el asiento superior. La presión de actuación se restaura en la parte superior del pistón check (55). Esto cierra la tobera check (58) y la inyección termina. La presión de actuación también está bajo la válvula de carrete (45). Esto restaura el equilibrio hidráulico en el carrete. El resorte del carrete (44) cierra lentamente el carrete. Esto detiene el flujo de aceite de actuación hacia el pistón de refuerzo (47).

Conforme el carrete se desplaza hacia arriba, el balín check del pistón de refuerzo (46) ya no se mantiene cerrado. El aceite en la cavidad del pistón de refuerzo levanta de su asiento al balín check y fluye hacia el drenaje (60), a través de un orificio de ventilación en el lado del inyector. El resorte de retorno (48) empuja hacia arriba al émbolo (49) y al pistón de refuerzo. Esto

empuja a todo el aceite fuera de la cavidad del pistón de refuerzo. La válvula check de contra flujo (57) para entrada de combustible es levantada de su asiento conforme el émbolo levanta. Esto permite que el suministro de combustible fluya dentro de la cavidad del émbolo. El ciclo de relleno es completado cuando el émbolo y el pistón están en la parte superior de la camisa y la cavidad del émbolo está llena de combustible.