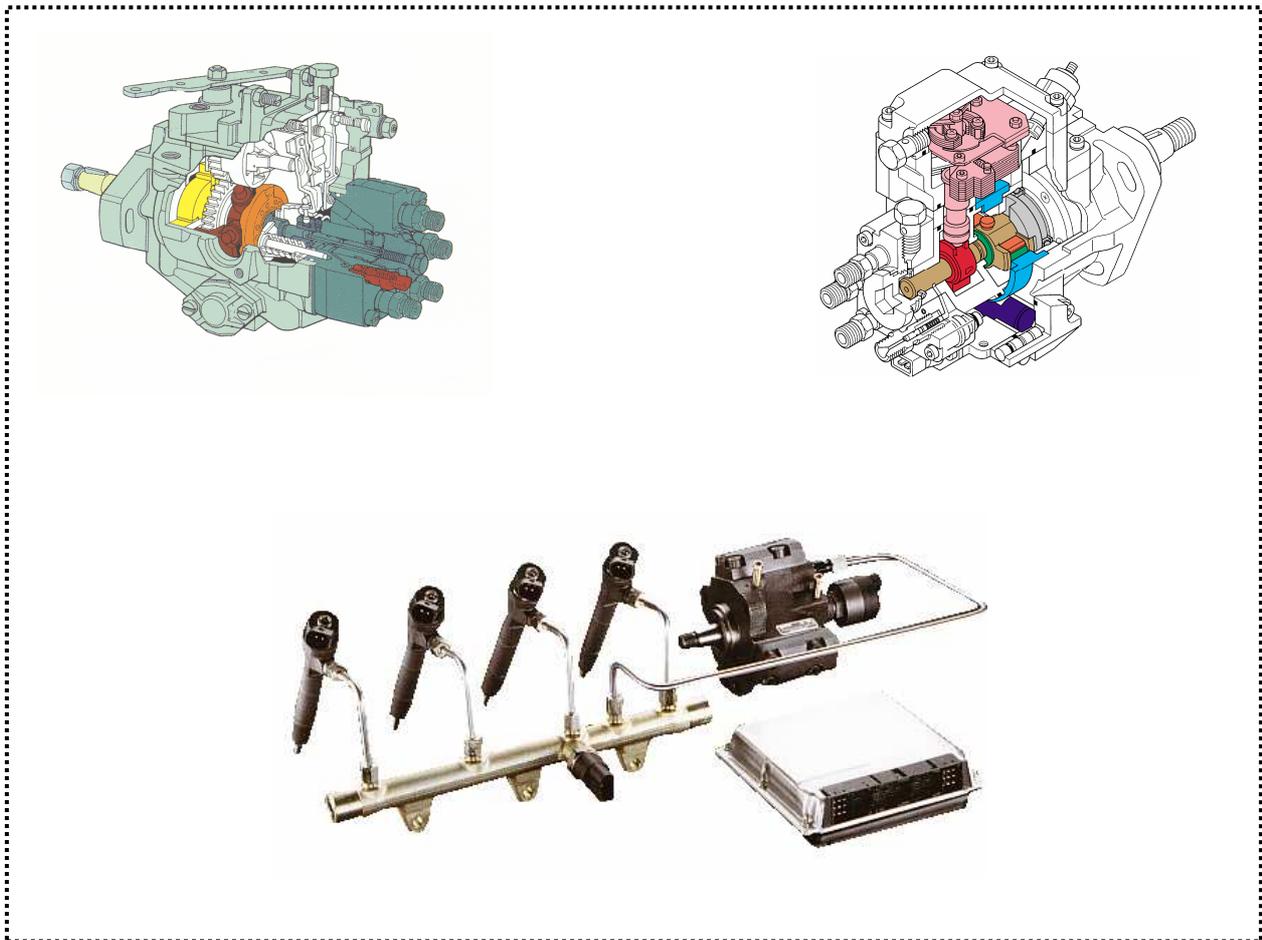


Control del Motor Diesel 1



Desarrollado por Hyundai Motor Company. Todos los derechos reservados.

Índice

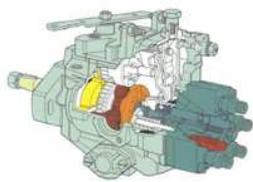
Tema	Página
Principales diferencias entre los motores diesel y gasolina	4
Principio de la combustión	5
Influencia de la composición de la mezcla	7
Sub-secciones del sistema de inyección diesel	9
Filtro de combustible y separador de agua	10
Sistemas calefactor de combustible	12
Sistemas de asistencia en el arranque	14
Diagnóstico de las bujías incandescentes	16
EGR en sistemas CRDI	18
Válvula de control de aire	20
Actuador variable de turbulencia	21
Catalizador por oxidación	22
Filtro catalizador de partículas	23
Bomba de vacío	24
Bomba inyectora rotativa	25
Inyectores	27
Suministro de baja presión	30
Suministro de alta presión	32
Válvula de distribución	34
Medición de combustible	36
Control mecánico de velocidad del motor (gobernador)	38
Gobernador de velocidad variable, posición de arranque y ralentí	40
Gobernador de velocidad variable, operación bajo carga	42
Gobernador de velocidad mínima y máxima	44
Dispositivo de tiempo y corte de inyección	47
Módulo adicional para compensación de la presión del múltiple	49
Módulo adicional para compensación en base a la carga	51
Módulo adicional de aceleración en arranque en frío	54
Prueba del inyector y ajuste del tiempo de inyección	56
Bomba inyectora rotativa COVEC-F	58
Componentes del sistema	61
Actuador GE, TCV y TPS	63

Inyección directa por riel común (Common Rail)	66
Módulo de control del motor	67
Bosch CRDI, suministro de baja y alta presión	69
Bosch CRDI, control de presión del riel	73
Bosch CRDI, tipos de inyectores y calibración	78
Bosch CRDI, diagnóstico con HI-SCAN	80
Delphi CRDI, suministro de alta y baja presión	82
Delphi CRDI, control de presión del riel y calibración de inyectores	85
Entradas y salidas	88
Control de torque del motor	90
Cálculo de inyección	95
Cálculo del requerimiento de masa de aire	101
Control de bujías incandescentes	102
Precauciones de seguridad	105
Desmontaje de inyectores (ejemplo CRDI)	107
Instalación de inyectores (ejemplo CRDI)	109

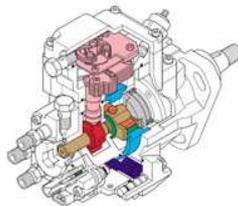
Principales Diferencias entre los Motores Diesel y Gasolina

Elemento	Motor diesel	Motor gasolina
Eficiencia Termodinámica	~35-40%	~22-25%
Encendido	Compresión (Interno)	Sistema de encendido (Externo)
Revoluciones máximas por minuto (rpm)	~4500	~5500
Relación de Compresión	~22:1	~10:1
Emisiones		
HC+NO _x	~1,10g/km	~1,4g/km
SO ₂ + Partículas	~0,22g/km	-
CO	~1,00g/km	~2,7g/km

Sistema de Control del Motor Diesel



**Bomba rotativa
(convencional)**



**Bomba rotativa
(controlada electrónicamente)**



**Inyección directa por riel común
(CRDI)**

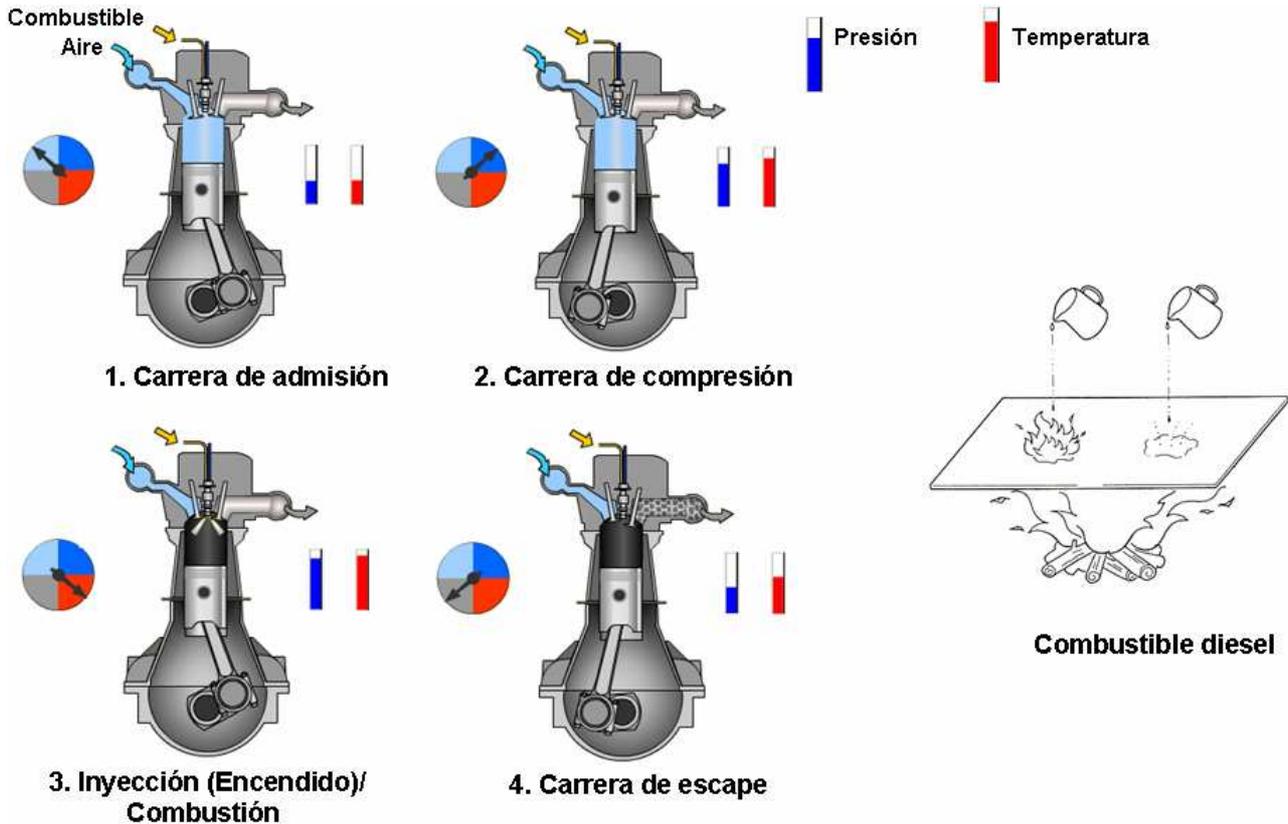
Principales diferencias entre motores diesel y gasolina

Debido a que los motores de encendido por compresión (CI) solo admiten aire, estos comprimen el aire a un nivel que es considerablemente mayor que en los motores de encendido por chispa (SI) que utilizan mezcla de aire y combustible. Con esta figura general de eficiencia, el motor diesel es el de mayor eficiencia en la combustión. Los resultados del bajo consumo de combustible, sumado al bajo nivel de contaminación de los gases de escape y el considerablemente reducido nivel de ruido, sirven para subrayar la importancia de los motores diesel.

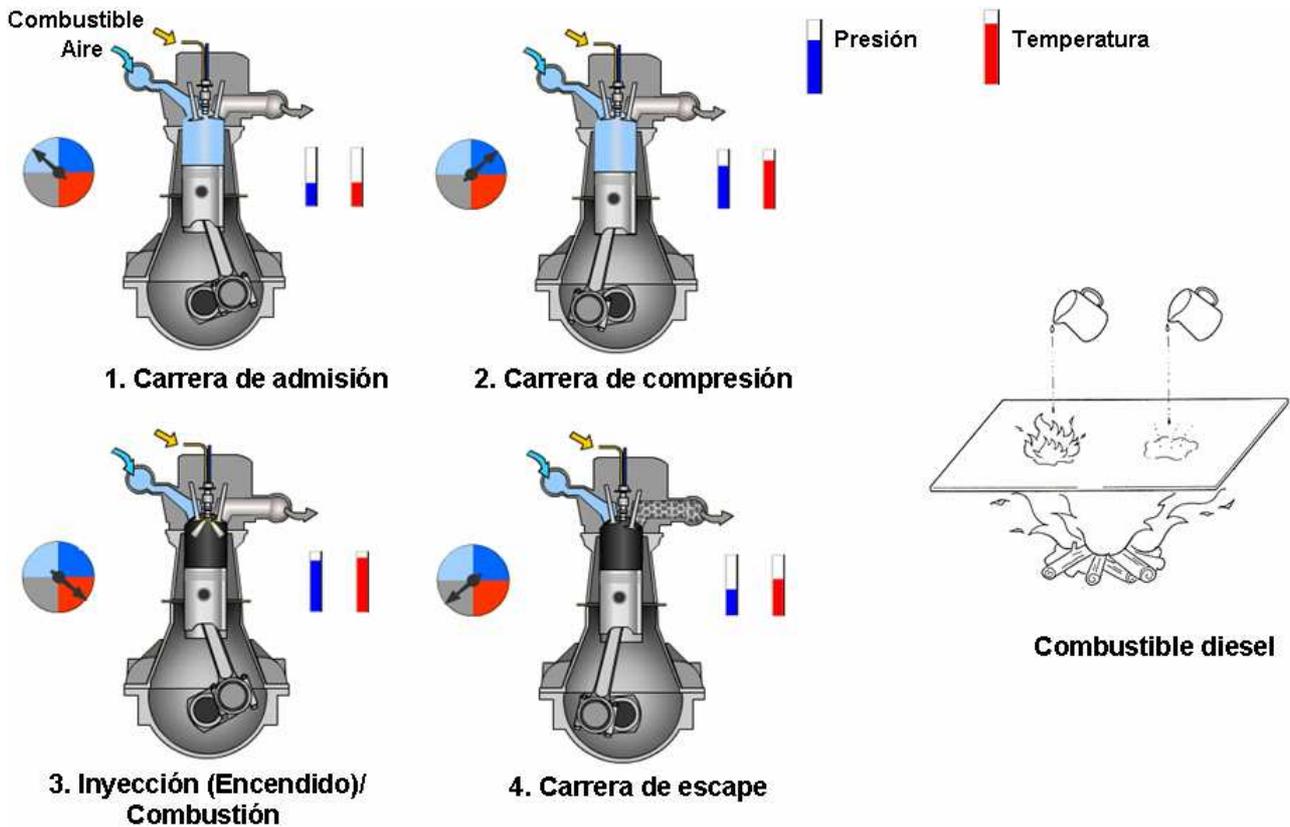
Desarrollo de los sistemas de control de los motores diesel

Cada vez hay mayores requerimientos para los sistemas de inyección diesel, como resultado de la creciente y cada vez más severa regulación gubernamental con respecto de las emisiones de escape y ruido, y la necesidad de reducir el consumo de combustible. Inicialmente el sistema original de control del motor diesel se ejecutaba por medios mecánicos, tal como la bomba rotativa. Con este sistema era muy difícil conseguir la eficiencia óptima del motor y lograr además el cumplimiento de las regulaciones y el control de emisiones. La siguiente etapa en el desarrollo fue la Bomba Rotativa Controlada Electrónicamente (COVEC-F) de Zexel. La última generación de sistemas de inyección diesel es el sistema de Inyección Directa de Riel Común (CRDI) el que actualmente está compuesto por varios sensores que detectan las condiciones de funcionamiento del motor. Se usan actuadores para modificar las condiciones de operación en forma óptima, ambos procesados por un dispositivo electrónico (Unidad de Control). La unidad de control es un procesador de datos suministrados por los sensores con el propósito de determinar la mejor condición de funcionamiento y controlar los actuadores de la mejor forma. Comenzaremos por las operaciones básicas del motor para entender los requerimientos de control con precisión.

Principio de la Combustión



Como ya se menciona, el motor diesel es un motor de encendido por presión de compresión. La mezcla generalmente se produce dentro de la cámara de combustión. Los inyectores están instalados en la culata e inyectan el combustible directamente a la cámara de combustión, donde se mezcla con el aire. Durante la primera carrera, el movimiento descendente del pistón admite aire a través de la válvula de admisión que se encuentra abierta. Durante la segunda carrera, llamada carrera de compresión, el aire en el interior del cilindro es comprimido por el pistón (32-55bar) en su movimiento ascendente. La relación de compresión es de alrededor de 25:1. En este proceso el aire eleva su temperatura alrededor de 800°C. Al final de la carrera de compresión los inyectores inyectan el combustible en el aire caliente. La presión de inyección varía entre 250 – 1600 bar, dependiendo de la condición de carga del motor y el sistema de inyección utilizado. Luego del retardo del encendido y al inicio de la tercera carrera el combustible atomizado se enciende como resultado del autoencendido y se quema casi completamente. Con esta condición se acumula aún más calor y la presión del cilindro aumenta nuevamente. La energía liberada por la combustión es aplicada sobre la cabeza del pistón. Empujándolo hacia abajo, transformando la energía de la combustión en energía mecánica. En la cuarta carrera, el pistón nuevamente se mueve hacia arriba y expulsa los gases quemados a través de la válvula de escape. Una carga de aire fresco ingresa nuevamente al cilindro y el ciclo de trabajo se repite.



Combustible diesel

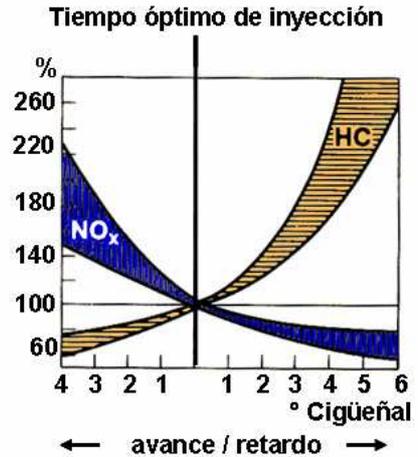
El Diesel o combustible Diesel es una fracción específica de destilado de aceite combustible (comúnmente petróleo) que se usa como combustible en el motor diesel. Como es una mezcla de hidrocarburos, esta se obtiene de la destilación fraccional de aceite crudo entre 250 °C y 350°C y a presión atmosférica. El combustible diesel es considerado como un aceite combustible y es alrededor de 18% más denso que la gasolina. Este combustible, sin embargo, frecuentemente contiene altas cantidades de azufre. En Europa, las normas de emisiones han forzado a las refinerías a reducir el nivel de azufre en los combustibles diesel debido a que son peligrosos para el medio ambiente. El azufre requiere del uso de filtros catalizadores de partículas de diesel para controlar las emisiones particuladas. Sin embargo, al reducir el azufre también se reduce la lubricidad del combustible, por lo que deben agregarse aditivos para ayudar a lubricar los componentes del sistema de inyección. El diesel contiene aproximadamente un 18% más de energía por unidad de volumen que la gasolina, lo que junto con la mayor eficiencia de los motores diesel, contribuye a la economía del combustible.

Bio-Diesel

El Bio-Diesel se puede obtener del aceite vegetal y de las grasas animales. El bio-diesel es un combustible no fósil y está compuesto por alkyl ésteres (usualmente metilo) en lugar de alcano e hidrocarburos aromáticos de petróleo derivados del diesel. Sin embargo, HYUNDAI Motor Company no recomienda el uso del bio-diesel en ningún motor diesel.

Influencia de la Composición de la Mezcla

Componentes de los gases de escape	Ralentí	Máxima potencia
Óxidos de nitrógeno (NOx) vol. %	0.005.....0.025	0.06.....0.15
Hidrocarburos (HC) vol. %	0.05.....0.06	0.02.....0.06
Monóxido de carbono (CO) vol. %	0.01.....0.045	0.035.....0.2
Dióxido de carbono (CO ₂) vol. %	.....3.5	.....12.0
Vapor vol. %	....3.0	.....11.0
Oxígeno (O ₂) vol. %	....16.0	...10.0
Nitrógeno (N) vol. %	resto	resto
Hollín mg/m ³	~20	~200
Temperatura de escape °c	100....200	550....750



Turbo cargador



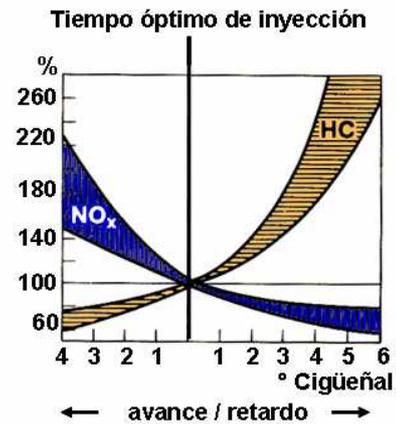
Intercambiador de calor

Una variedad de diferentes depósitos productos de la combustión se forman cuando se quema el combustible diesel. Estos productos de la reacción dependen del diseño del motor, diseño del sistema de inyección, potencia del motor y la carga de trabajo. En primer lugar se genera agua (H₂O) y el peligroso dióxido de carbono (CO₂). Con concentración relativamente baja, también se producen las siguientes sustancias:

- Monóxido de carbono (CO)
- Hidrocarburos no quemados (HC)
- Oxido nitroso (NOx)
- Dióxido de azufre (SO₂) y ácido sulfúrico (H₂SO₄)
- Partículas de hollín

Cuando el motor esta frío, los componentes del gas de escape notorios son los hidrocarburos no oxidados o parcialmente oxidados, los que son visibles en forma de humo blanco o azul y los aldehídos que emiten un fuerte mal olor.

Componentes de los gases de escape	Ralentí	Máxima potencia
Óxidos de nitrógeno (NOx) vol.%	0.005.....0.025	0.06.....0.15
Hidrocarburos (HC) vol.%	0.05.....0.06	0.02.....0.06
Monóxido de carbón (CO) vol.%	0.01.....0.045	0.035.....0.2
Dióxido de carbón (CO ₂) vol.%	.....3.5	.....12.0
Vapor vol.%	....3.0	.....11.0
Oxígeno (O ₂) vol.%	....16.0	...10.0
Nitrógeno (N) vol.%	resto	resto
Hollín mg/m ³	~20	~200
Temperatura de escape °c	100....200	550....750



Turbo cargador



Intercambiador de calor

Influencia de la composición de la mezcla

Lo siguiente disminuye el consumo de combustible y las emisiones de gases de escape:

- Atomización del combustible (alta presión de inyección)
- Características de la secuencia de la inyección
- Precisión en la fabricación de inyectores
- Bombas de inyección de combustible con medición precisa de combustible
- Cámaras de combustión modificadas
- Geometría de atomización de combustible definida con precisión

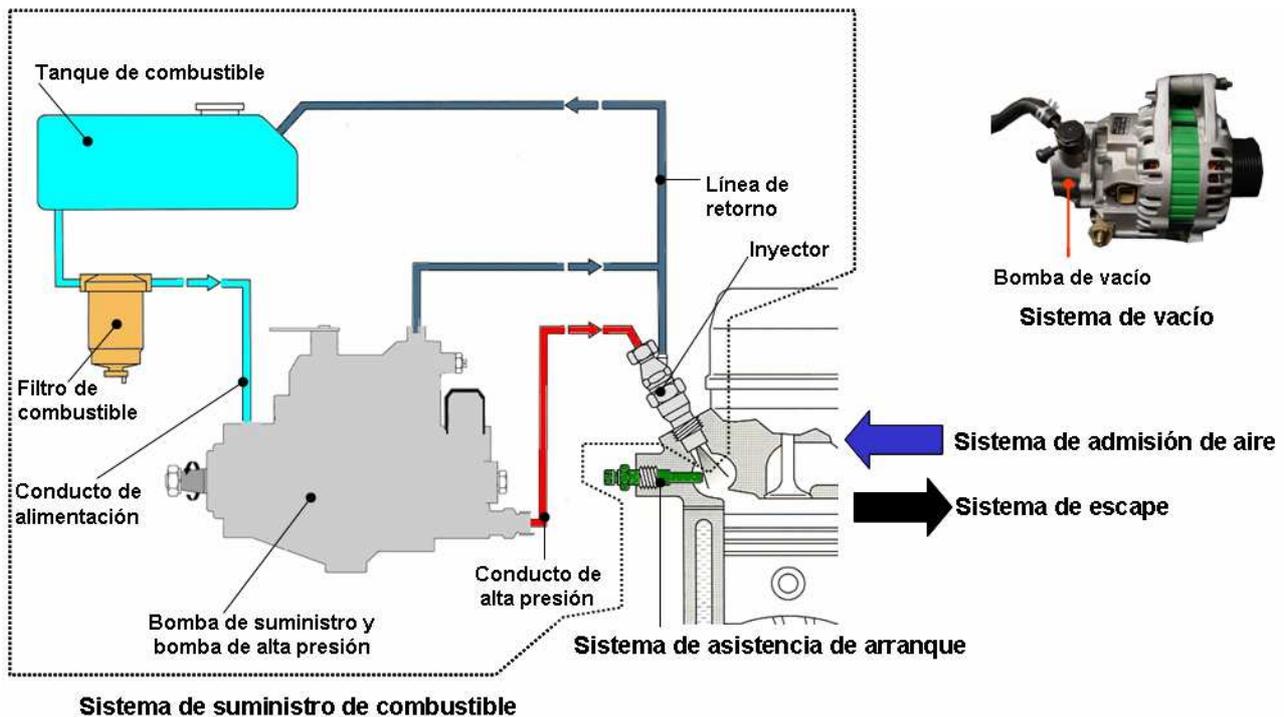
Aparte de los puntos mencionados anteriormente, el tiempo óptimo de inyección es decisivo en la reducción de emisiones de gases en un motor diesel. El inicio de la combustión esta determinada por el inicio de la inyección. El retraso de la inyección reduce las emisiones de oxígeno y nitrógeno. El exceso de retardo en la inyección aumenta la emisión de hidrocarburos. Las desviaciones del inicio de la inyección a partir del valor nominal por cada grado de ángulo del cigüeñal pueden aumentar en la emisión de NOx o HC en aproximadamente un 15%.

Esta alta sensibilidad requiere que el inicio de la inyección sea ajustado con precisión. Un ajuste preciso para el inicio de la inyección puede mantenerse en forma eficiente mediante un sistema electrónicamente controlado.

Turbo cargador/Intercooler (intercambiador de calor)

Como la temperatura del aire de admisión aumenta en los motores con turbo cargador, hay un aumento en la temperatura de la combustión y por lo tanto, en la emisión de óxido nitroso. En los motores equipados con turbo cargador, el enfriamiento del aire comprimido es una forma efectiva para reducir la formación de oxido nitroso. Además se puede reducir el NOx utilizando la Recirculación de los Gases de Escape (EGR).

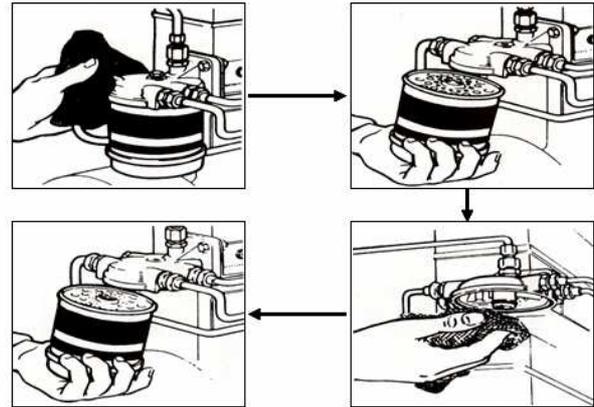
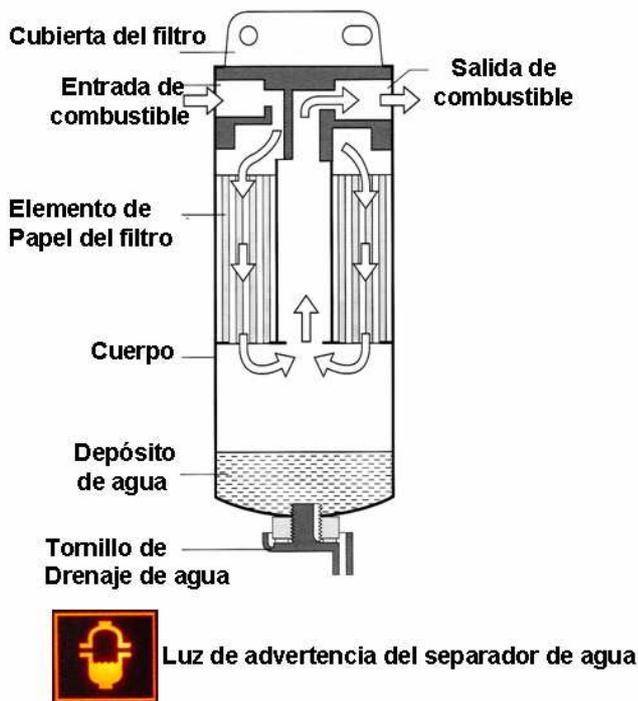
Sub-secciones del Sistema de Inyección Diesel



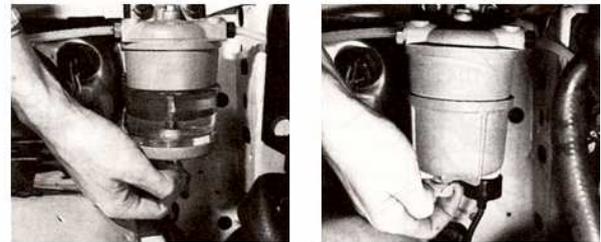
En el sistema de inyección diesel el suministro y distribución de combustible está dividido en sistema de suministro de baja y alta presión. El sistema de inyección diesel en general está compuesto por las siguientes secciones principales:

- Sistema de Distribución de Combustible, incluye el tanque de combustible, líneas de suministro, filtro de combustible, bomba elevadora de combustible (tipo eléctrico o tipo mecánico), bomba de alta presión y conductos de alta presión.
- Sistema de Asistencia de Arranque, incluye las bujías incandescentes y la unidad de control de las bujías (separada o integrada en el Módulo de Control del Motor).
- Sistema de Admisión de Aire, incluye el Filtro de Aire y Recirculación de Gas de Escape
- Sistema de Escape, incluye el catalizador por oxidación y el filtro particulado (solo CRDI)
- Sistema de Control Electrónico, incluye sensores y actuadores (sólo bomba rotativa electrónicamente controlada y CRDI)
- Sistema de Vacío

Filtro de Combustible y Separador de Agua



Reemplazo del filtro de combustible



Procedimiento de drenaje de agua

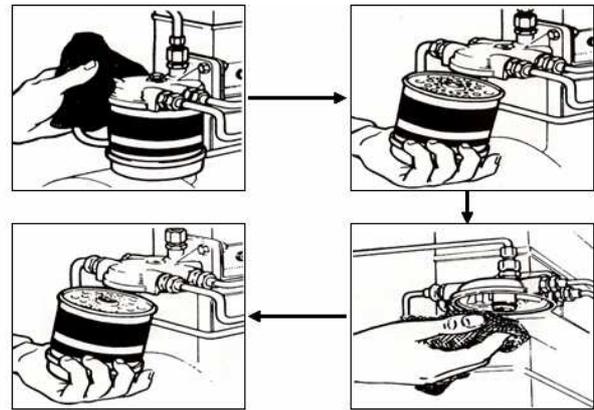
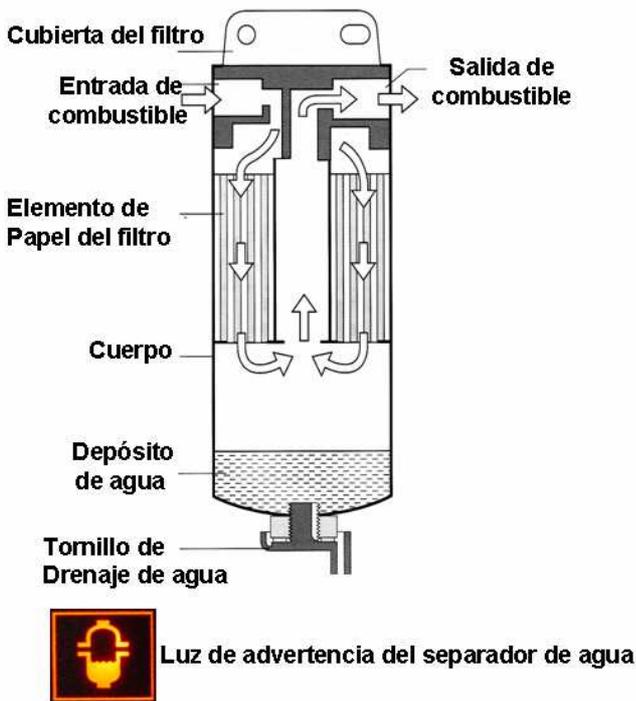
Los contaminantes en el combustible pueden conducir al daño del sistema de inyección. Esto, por lo tanto, requiere del uso de un filtro de combustible especialmente diseñado para los requerimientos particulares del sistema de inyección, de otra forma no podrían garantizarse una operación libre de fallas y mayor duración. El combustible diesel puede contener agua en suspensión (emulsión) o en forma libre (por ejemplo, condensación de agua debido a cambios de temperaturas). Si esta agua ingresa al sistema de inyección, puede producir daños como resultado de la corrosión.

Luz de advertencia del separador de agua

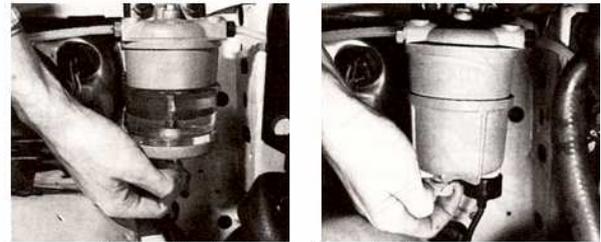
El creciente número de motores diesel usados en vehículos de pasajeros ha conducido a la demanda de un dispositivo automático de advertencia que le indique al conductor cuando debe drenarse el agua del filtro de combustible.

Procedimiento de drenaje del agua

El sistema de inyección diesel necesita un filtro de combustible con un depósito de agua, desde donde pueda drenarse el agua con intervalos regulares, o cuando se ilumine la luz de advertencia del separador de agua. Para drenar el agua se debe abrir el tapón de drenaje en el depósito de agua. Si no sale agua, se debe abrir el tapón de purga de aire en la parte superior del elemento del filtro. Referirse al Manual de Servicio para información más detallada.



Reemplazo del filtro de combustible



Procedimiento de drenaje de agua

Reemplazo del filtro de combustible

1. Limpiar el soporte del filtro
2. Remover el elemento del filtro girándolo en sentido antihorario
3. Limpiar la superficie de contacto del filtro
4. Instalar el nuevo elemento del filtro, apretarlo girando en sentido horario, referirse al Manual de Taller para información detallada acerca del torque de apriete.

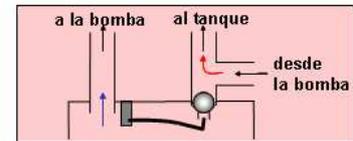
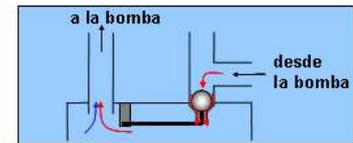
Purga de aire

Si se ha reemplazado algún componente en el sistema diesel, es necesario purgar el sistema. Si hay aire presente en el sistema, se dificulta el arranque del motor o funciona inestable. El procedimiento de purga del aire difiere en cada modelo. Por lo tanto, es necesario referirse al Manual de Servicio o Manual del Propietario para información más detallada.

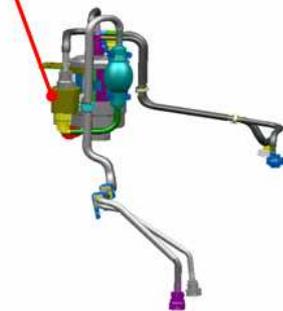
Válvula de alivio de presión

Algunos filtros (por ejemplo, Bosch CRDI) incorporan una válvula de alivio de presión ubicada en la parte superior del conjunto de filtro de combustible. En caso de alguna restricción dentro del filtro o en el lado de salida del filtro, se abre la válvula de alivio de presión, permitiendo de esta forma el retorno del flujo de combustible al tanque.

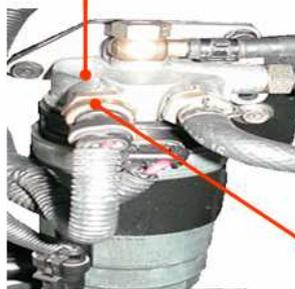
Sistema Calefactor de Combustible



Elemento calefactor en el sistema CRDI Delphi



Elemento calefactor en el sistema CRDI Bosch

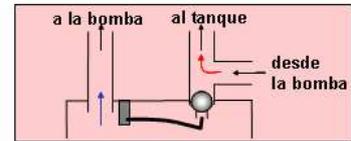
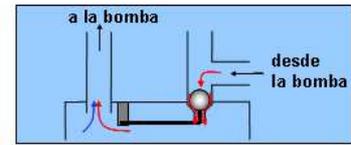


Placa de resortes
Sensor de temperatura

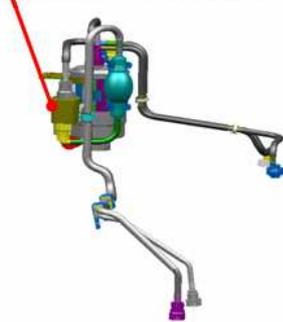
El combustible diesel se “gelatiza” a temperaturas bajo el congelamiento. Los cristales de parafina que se forman en el combustible hacen que la suspensión gelatizada aparezca turbia. Como esta gelatina en suspensión pasan a través del filtro, bloquean la superficie micro porosa. En un corto periodo de tiempo, el combustible dejara de fluir desde el filtro hacia la bomba de inyección. Los resultados: el motor pierde potencia y deja de funcionar. El diesel de invierno (formulado especialmente para el uso en invierno) no garantiza un suave funcionamiento del motor. El diesel de invierno es probado en un laboratorio a -20°C / -4°F (dependiendo del país). Aún a bajas temperaturas y/o con vientos de congelación, no es seguro que el motor funcione normalmente. En cualquier caso, el motor trabaja de forma irregular, como resultado se consume una gran cantidad de combustible. Una vez que el filtro se ha obstruido, sólo el suministro de calor puede resolver rápidamente el problema. La solución es el Sistema de Calefactor de Combustible.

Calefactor de Combustible Diesel Delphi (en el cartucho)

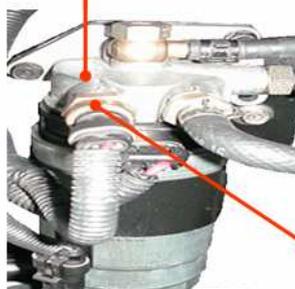
En los Sistemas de Inyección Diesel de Riel Común Delphi, se instala una banda bimetalica dentro del cartucho del filtro de combustible. En condiciones frías el retorno de combustible desde la bomba de alta presión es dirigido a través del soporte del filtro para ser mezclada con combustible nuevo que ingresa a la bomba de alta presión. Como resultado de la fricción y compresión dentro de la bomba de alta presión la perdida de temperatura del combustible se incrementa rápidamente. Cuando la temperatura del combustible ha alcanzado aproximadamente 40°C , la banda bimetalica libera la bolita de acero que cierra la entrada. Permitiendo el flujo de retorno de combustible al tanque de combustible.



Elemento calefactor en el sistema CRDI Delphi



Elemento calefactor en el sistema CRDI Bosch

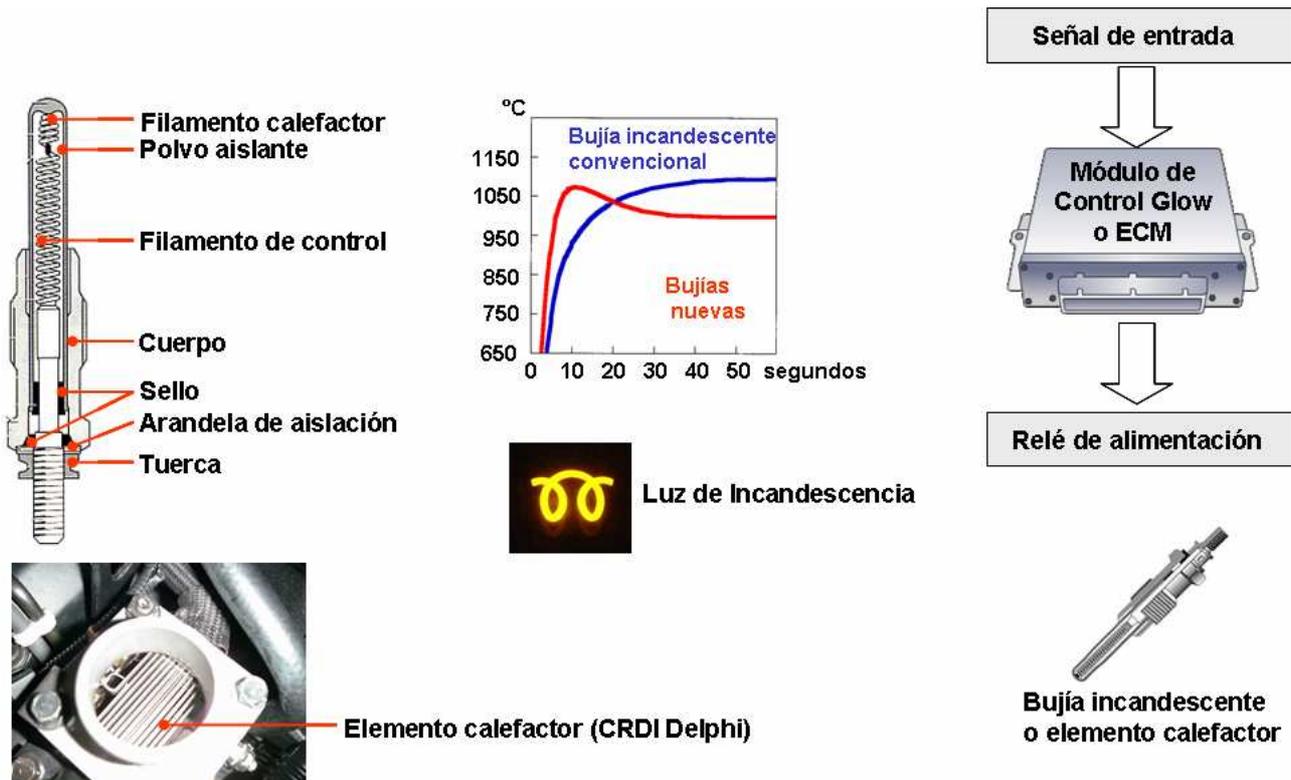


Sensor de temperatura
Placa de resortes

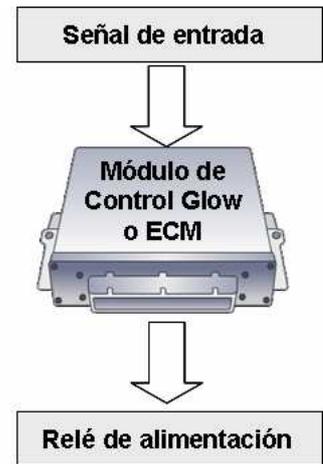
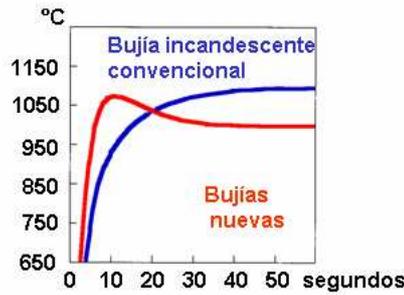
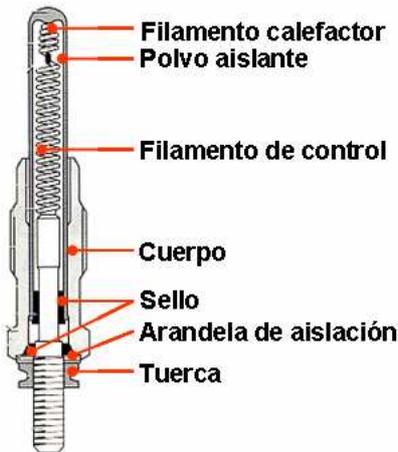
Sistema precalefactor (Bosch/Delphi)

Dos discos de contacto metálico están sujetos aparte por 4 semiconductores. Una placa de resortes aplica presión para mantener el contacto. Como se esta suministrando corriente, los semiconductores comienzan a calentarse, calentando de esa manera el combustible diesel que pasa sobre ellos. En los sistemas Bosch, el elemento calefactor del filtro de combustible se localiza entre la base y el elemento del filtro. En Delphi, el elemento calefactor se localiza al costado del filtro de combustible. El calefactor se activa a ON usando la señal desde el sensor de temperatura de combustible acoplado en el cuerpo del filtro.

Sistemas de Asistencia en el Arranque



Los sistemas de asistencia en el arranque aseguran un eficiente arranque en frío y acortan el periodo de calentamiento, un hecho que es altamente relevante en las emisiones de escape. Para la activación de las bujías incandescentes, la unidad de control de las bujías esta provista con un relé de energía y un número de señales de entrada, como la temperatura del refrigerante, terminal L (para monitorear el voltaje del sistema), velocidad del motor y cantidad del combustible inyectado (para calcular la duración del post calentamiento). Estos controlan la duración de activación de las bujías o tienen funciones de seguridad y monitoreo. Con el fin de evitar la caída de voltaje, las bujías son alimentadas con corriente a través de pernos o tapones apropiados. Las bujías del motor diesel y el interruptor de arranque funcionan en forma similar a los utilizados en un motor encendido por chispa. Al conmutar el encendido a la posición ON, comienza el proceso de precalentamiento y el indicador de bujías incandescentes se activa a ON. Tan pronto como este se desactiva a OFF, indica que las bujías están lo suficientemente calientes para arrancar el motor. En la siguiente fase del arranque, las gotitas de combustible inyectado se encienden en el aire que se encuentra caliente y comprimido. Liberando calor como resultado del inicio del proceso de combustión. Durante la fase de calentamiento, posterior a un arranque exitoso del motor, el post calentamiento contribuye al funcionamiento del motor libre de fallas y por lo tanto al funcionamiento y ralentí del motor prácticamente libre de humo. Al mismo tiempo, cuando el motor esta frío, el precalentamiento reduce el ruido de la combustión. La unidad de control de las bujías puede estar acoplada o incorporada al Módulo de Control del Motor (ECM), de manera que la información disponible en el ECM se pueda usar para un control óptimo de las bujías incandescentes de acuerdo a condiciones específicas de funcionamiento.



Bujía incandescente o elemento calefactor



Elemento calefactor (CRDI Delphi)

Bujía incandescente:

La bujía incandescente es un tubo de metal resistente a la corrosión y a los gases a alta temperatura. Contiene un elemento calefactor incandescente recubierto por polvo de óxido de magnesio. Este elemento calefactor incluye dos resistencias conectadas en serie: el filamento calefactor en la punta del tubo de la bujía, y el filamento de control. Debido a que la resistencia del filamento calefactor se mantiene virtualmente constante prescindiendo de la temperatura, el filamento de control es de material con coeficiente de temperatura positivo (PTC). Su resistencia aumenta rápidamente con el aumento de la temperatura como es el caso de las anteriores bujías incandescentes (convencionales). Esto significa que las nuevas bujías se caracterizan por alcanzar la temperatura necesaria para el encendido más rápido (850°C en 4 segundos). Estas también tienen un estado estático de temperatura bajo, por lo que la temperatura de las bujías esta limitada a un nivel no crítico. El resultado de esto, permite permite que las bujías puedan permanecer en ON por tres minutos después del arranque del motor.

Elemento calefactor:

En lugar de bujías incandescentes, en el sistema CRDI Delphi, utiliza un elemento calefactor. Ubicado en el múltiple de admisión. El control es similar al de las bujías incandescentes. La única diferencia es una señal adicional de presión atmosférica, que se necesita para calcular la densidad del aire con el propósito de evitar el daño del elemento calefactor por efecto de sobre calentamiento.

Diagnóstico de Bujías Incandescentes



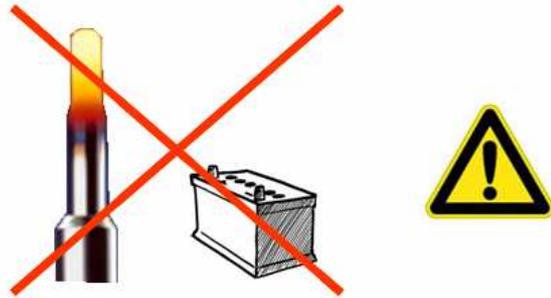
Revisión de resistencia de las bujías



Revisión del consumo de corriente de las bujías



Fallas causadas por torque de apriete incorrecto



En el sistema de las bujías debe realizarse una revisión si existen quejas relacionadas con la capacidad de arranque en frío del motor y humo después de haber arrancado el motor. En los motores diesel modernos esto es posible de leer mediante Códigos de Diagnóstico de Fallas. La revisión del sistema de incandescencia incluye la medición del consumo de corriente de las bujías. Para lo cual se debe usar un amperímetro de tenaza. El consumo de corriente de una bujía incandescente es de aproximadamente 10-15A (referirse al Manual de Servicio para información detallada), por lo que el consumo total de corriente de un motor diesel de 4 cilindros es alrededor de 40-60A. La medición del consumo total de corriente conduce al siguiente resultado:

- 40A – Todas las bujías funcionan correctamente
- 30A – Una bujía defectuosa
- 20A – Dos bujías defectuosas
- 10A – Tres bujías defectuosas
- 0A – Todas las bujías están defectuosas o el fusible esta quemado



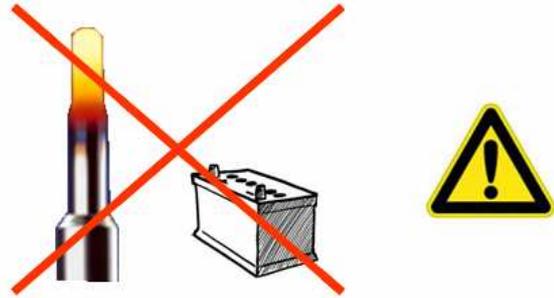
Revisión de resistencia de las bujías



Revisión del consumo de corriente de las bujías



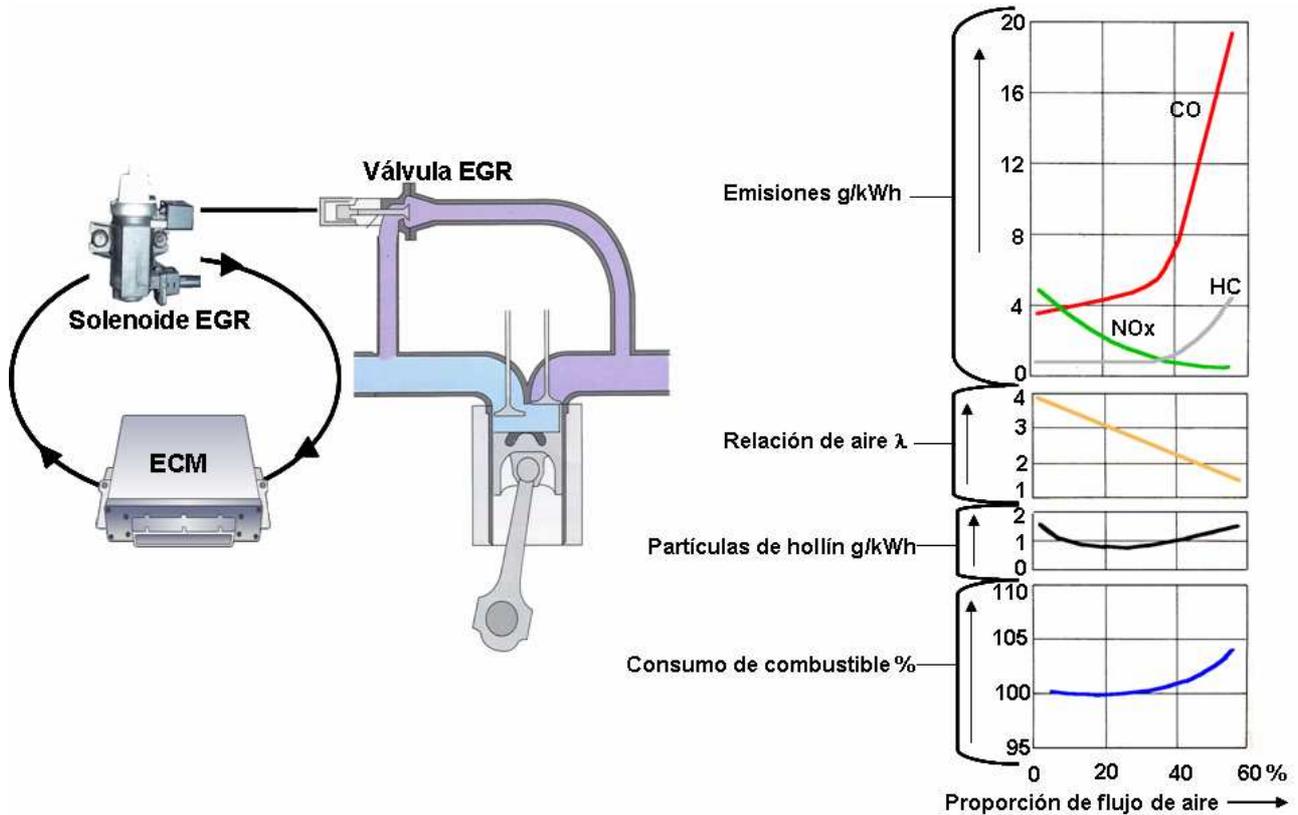
Fallas causadas por torque de apriete incorrecto



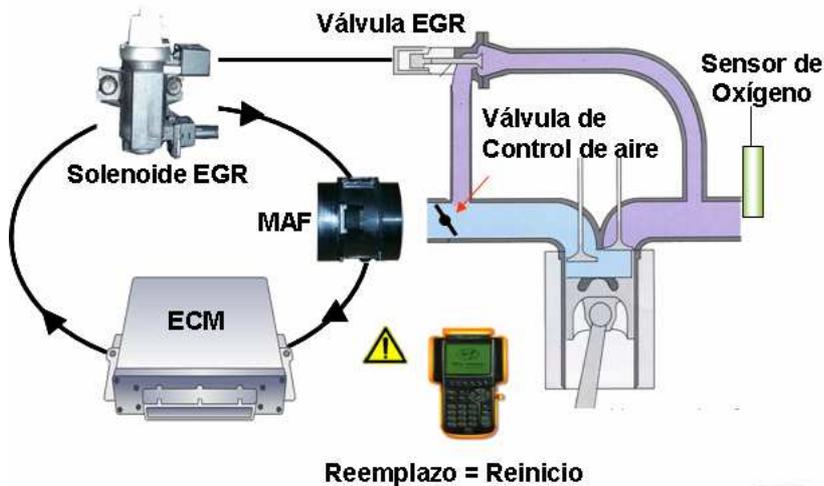
La bujía incandescente debe limpiarse con una escobilla antes de la medición de resistencia. Si la resistencia medida es infinita, la bujía está deteriorada. El valor de la resistencia usualmente es inferior a 1 Ohm, referirse al Manual de Servicio para información más detallada. No es recomendable conectar la bujía directamente a la batería, por que puede producir daños. Además existe un riesgo potencial de daño personal.

Las fallas típicas de las bujías incandescentes son causadas por tiempo de inyección incorrecto, patrón de atomización del inyector incorrecto, distribución incorrecta del combustible, combustión incorrecta causada por filtración de aceite en los anillos del pistón o en las guías de válvula. Es necesario asegurarse que el hilo de la rosca este limpio cuando se instala la bujía. Siempre debe apretarse la bujía y el perno de conexión con el torque de apriete especificado en el Manual de Servicio.

EGR en Sistemas CRDI



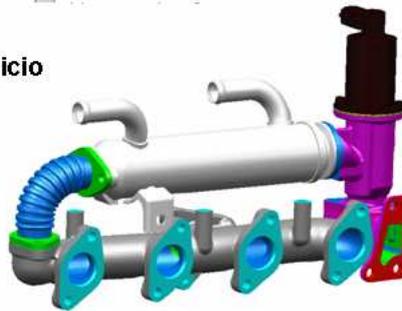
Como se menciono antes, la EGR ayuda a reducir la formación de NOx. Con la EGR, una porción de los gases de escape es desviada al múltiple de admisión durante la operación de carga parcial. Esto no sólo reduce el contenido de oxígeno, si no que también la relación de combustión y el límite de temperatura en el frente de llama, resultando en una disminución de las emisiones de NOx. Si la recirculación de gas de escape excede el 40% del volumen de aire en la admisión, las emisiones de hollín, CO y HC, así como el consumo de combustible aumentarían debido a la falta de oxígeno. La recirculación se realiza generalmente mediante un conducto desde el múltiple de escape al múltiple de admisión. Una válvula de control (válvula EGR), controlada por un solenoide eléctrico dentro del circuito, regula y controla el tiempo del flujo de gas. Debe notarse que la EGR reduce la eficiencia de la combustión en un motor, por lo tanto aumenta la producción de gas de dióxido de carbono en lugar de la transiente de emisión de Nox.



Válvula EGR



Enfriador EGR



Válvula de control EGR eléctrica

Reemplazo = Reinicio

En los vehículos con Sistema de Inyección Directa por Riel Común, la operación de la EGR es una función de circuito cerrado. La cantidad de aire de admisión en el motor (que es proporcional a la relación de la EGR), se mide con el sensor de flujo de masa de aire (MAF), y el Módulo de Control del Motor (ECM) lo compara con el valor programado por el mapa de la EGR, donde son considerados datos adicionales del motor e inyección en todo momento durante el funcionamiento. En caso de desviación, el ECM modifica la señal de control aplicada al solenoide de la EGR. Ajustando la corrección de la válvula EGR a la relación correcta. La función de la EGR mejora utilizando una válvula de control eléctrica y/o con el uso del sensor de oxígeno, lo que permite un control preciso de retroalimentación EGR. Para producir el flujo de la EGR, se requiere una diferencia de presión entre el múltiple de admisión y escape, este se produce mediante la válvula de control de aire (ACV) la que reduce la presión de admisión para el flujo EGR.

Enfriador de la EGR:

En los motores diesel modernos, el gas de la EGR es enfriado a través de un intercambiador de calor para permitir un incremento en la masa del gas recirculado.

Nota:

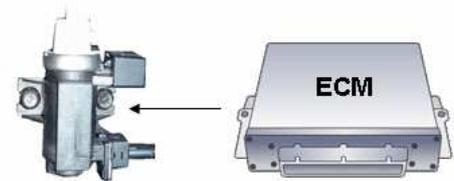
¡Durante el reemplazo del MAF en los motores equipados con filtro catalizador de partículas, los valores deben ser reiniciados con el uso del HI-SCAN Pro! Referirse al Manual de Servicio para información más detallada.

Válvula de Control de Aire

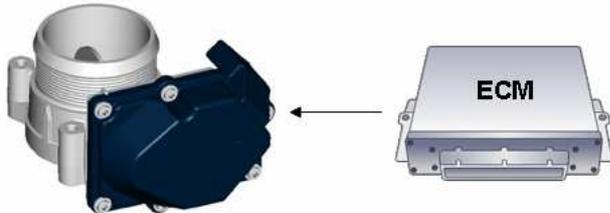


Actuador de la Válvula de Control de Aire

Válvula de Control de Aire



Solenoides de la Válvula de Control de Aire



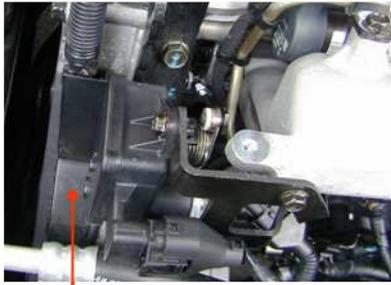
Válvula de control de aire (controlada por solenoide)

El propósito de la Válvula de Control de Aire, es reducir la sobrepresión dentro del múltiple de admisión con el fin de incrementar la relación de recirculación de gases de escape. La válvula de control de aire esta controlada por un actuador, que recibe vacío desde el solenoide de la válvula de control de aire. La válvula de control de aire es accionada a baja velocidad del motor y se cierra cuando el motor se detiene.

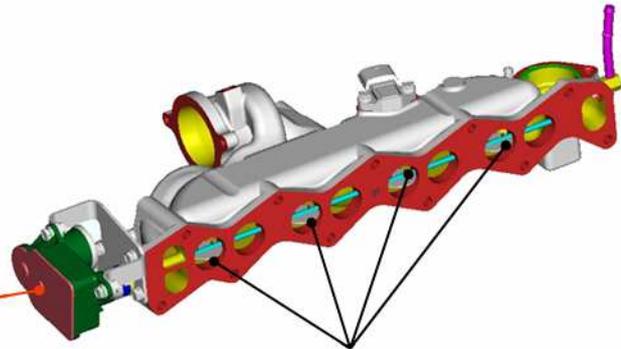
Válvula de control de aire (controlada por motor DC)

En los vehículos con filtro catalizador de partículas se usa una válvula de control de aire controlada por un motor DC. Las funciones son las mismas que la del tipo de válvula controlada por solenoide. Para la regeneración del filtro catalizador de partículas, el ECM/PCM cierra parcialmente la válvula, reduciendo así la cantidad de aire en la admisión y resultando en una temperatura del gas de escape más alta, necesaria para quemar las partículas de hollín.

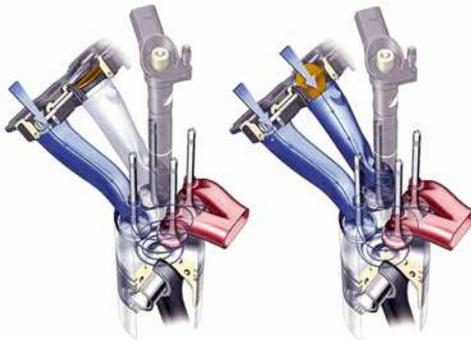
Actuador Variable de Turbulencia



Actuador Variable de Turbulencia (VSA)



Válvula de control de turbulencia



Ralentí y Carga Parcial Excepto Ralentí y Carga Parcial



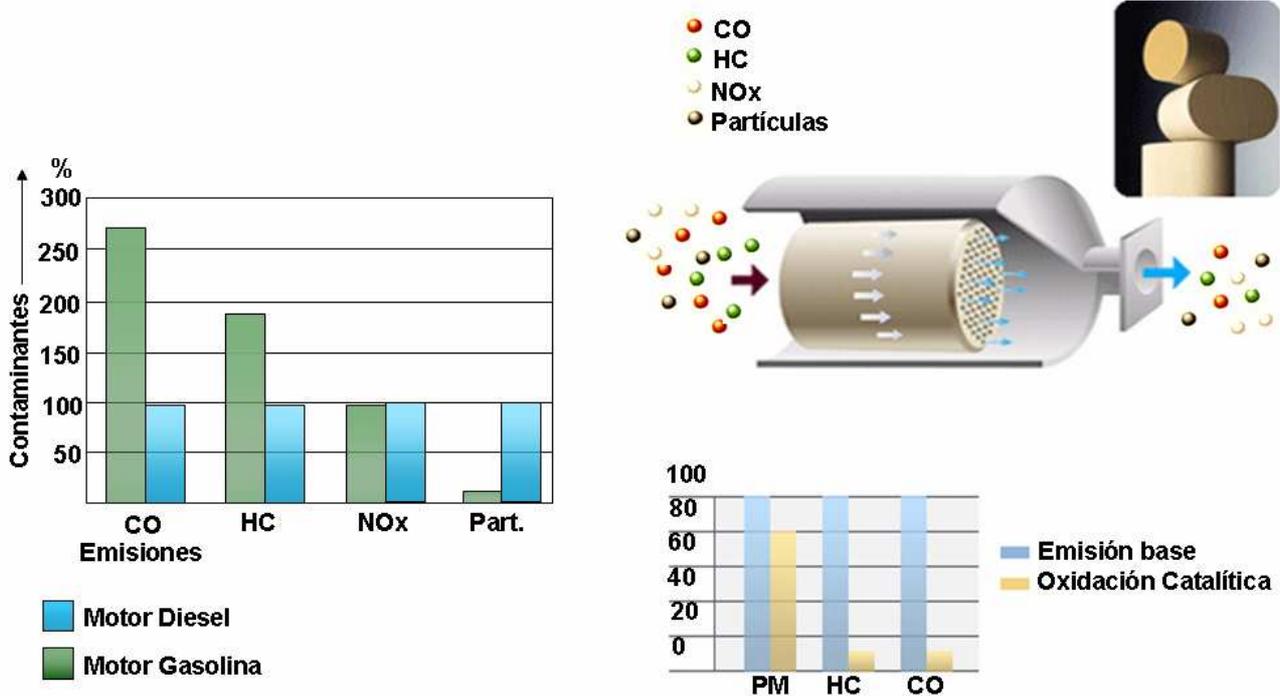
Reemplazo = Reinicio

Debido a la baja velocidad de aire de admisión durante el funcionamiento del motor a baja velocidad, el efecto de turbulencia y por lo tanto la formación de mezcla de Aire / Combustible no es eficiente, lo que da como resultado baja potencia del motor y altas emisiones de escape. El actuador variable de turbulencia (VSA) está conectado a una barra, que conecta 4 válvulas de control de turbulencia (una por cada cilindro). El otro puerto de admisión (uno por cada cilindro) permanece sin control (abierto). Bajo condiciones de ralentí y carga parcial, la VSA aumenta la velocidad del aire de admisión bloqueando una de los dos puertos de admisión, aumentando de esta forma el efecto de turbulencia, y de este modo reduce las emisiones del motor y aumenta el torque. Para determinar la posición adaptativa y para prevenir daño en el motor debido a depósitos de carbón, la VSA se mueve desde la posición completamente abierta a completamente cerrada cuando la llave de encendido es llevada a OFF.

Nota:

¡Durante el reemplazo de la VSA, los valores deben ser reiniciados usando el HI-SCAN Pro! Referirse al Manual de Servicio para información más detallada.

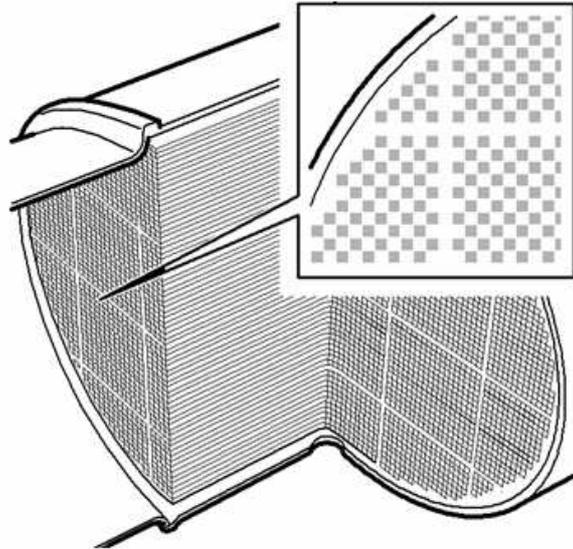
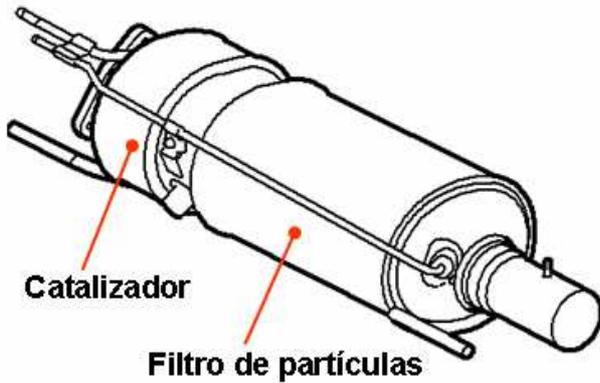
Catalizador por Oxidación



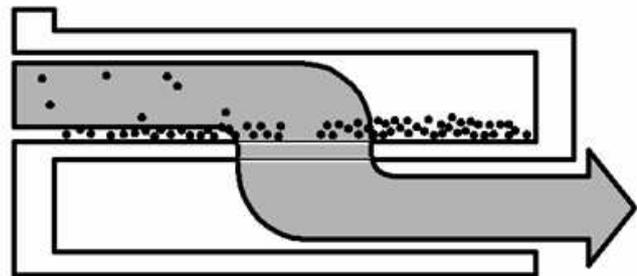
Una de las características del motor diesel es la formación de material particulado. El que se compone principalmente de partículas de carbón (hollín) e hidrocarburos, así como sulfatos (provenientes del azufre en el combustible diesel). El uso de un catalizador de metal noble en el sistema de escape reduce las emisiones de hidrocarburos. Un porcentaje de los hidrocarburos se quema junto con el oxígeno contenido en los gases de escape. Los motores diesel funcionan con exceso de aire, por esta razón los catalizadores no contribuyen a la reducción de emisiones de NOx cuando son instalados en motores diesel. La idea de una oxidación catalítica es producir una reacción química sin producir cambios o consumos. Esta recibe el nombre de oxidación catalítica porque transforma los gases contaminantes en gases inofensivos mediante el proceso de oxidación. En el caso de los gases de escape en el motor diesel, el catalizador oxida el monóxido de carbono (CO), los gases de hidrocarburos (HC) y los hidrocarburos líquidos absorbidos en las partículas de carbón. Un convertidor catalítico por oxidación consta de un depósito de acero inoxidable que típicamente contiene una estructura en forma de panal de abejas llamado sustrato o soporte catalítico. El sustrato está cubierto con material catalítico precioso como el platino o el paladio.

Hay varias otras formas de reducir las emisiones de un motor diesel como se verá durante este curso de capacitación.

Filtro Catalizador de Partículas



Reemplazo = Reinicio



Trampa de partículas

Como ya se menciona, uno de los principales contaminantes producidos por un motor diesel es el material particulado (hollín). Algunos modelos pueden estar equipados adicionalmente con un filtro de partículas (opción que depende del mercado) para atrapar el hollín, el que se quema una vez que la trampa esta llena. Esto se llama regeneración. La trampa de partículas esta formada por un cuerpo poroso, similar a un convertidor catalítico con gran cantidad de pequeños conductos con paredes porosas. Algunos conductos están bloqueados en la parte trasera (pasaje de entrada) y todos los otros en la parte delantera (pasaje de salida). El gas de escape es forzado a fluir en los conductos bloqueados en la parte trasera (pasaje de entrada). Este conducto esta rodeado por conductos de salida. El gas de escape en el conducto de entrada, pasa a través de la pared porosa, mientras que las partículas grandes de hollín se adheriran en el interior de la trampa de partículas.

Nota:

¡En el caso de reemplazar el CPF los valores deben ser reiniciados por el HI-SCAN Pro! Referirse al Manual de Servicio para información más detallada.

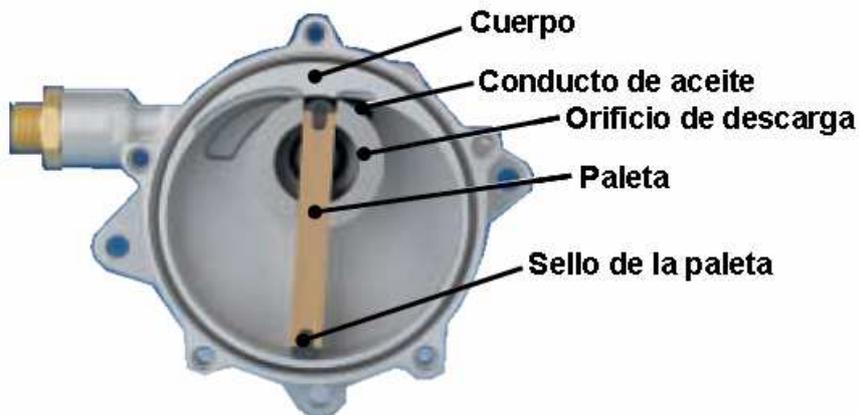
Bomba de Vacío



Bomba de vacío

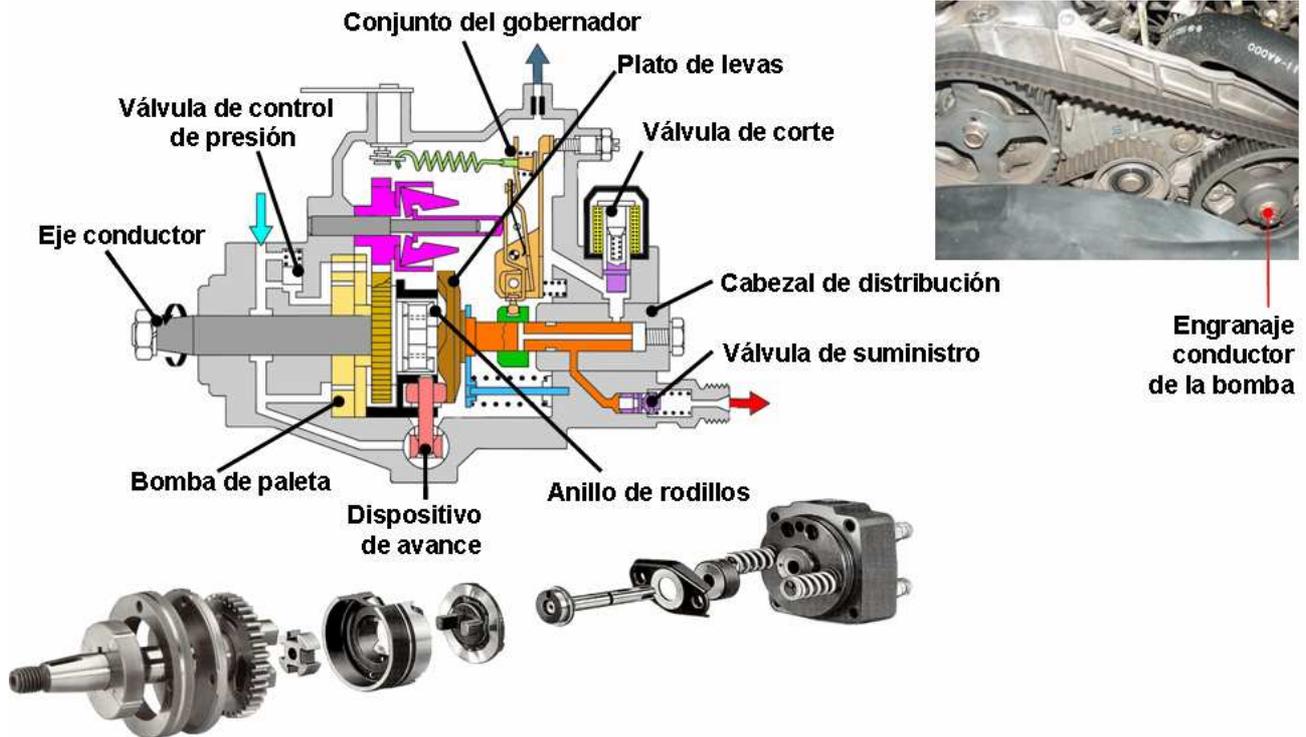


Bomba de vacío



Los vehículos con motor gasolina tienen una alta depresión en el múltiple de admisión que se usa como una fuente de vacío. Sin embargo, los motores diesel, que operan bajo el ciclo de encendido por compresión, no producen el mismo nivel de depresión en el múltiple. Por esta razón los motores diesel se equipan con una bomba auxiliar de vacío. Estas bombas crean el vacío necesario para operar el servo freno y actuadores, tal como la válvula de recirculación de gases de escape (EGR). La bomba puede ser impulsada por el cigüeñal del motor o estar acoplada al alternador. Un rotor montado excéntricamente conduce una paleta, que gira alrededor de una cámara única. En cada extremo de la paleta, los bordes flotantes mantienen la eficiencia del sellado. Para lubricar los componentes internos y para asegurar el sello de las partes móviles, la bomba necesita suministro de aceite a través del circuito de lubricación del motor.

Bomba de Inyectora Rotativa



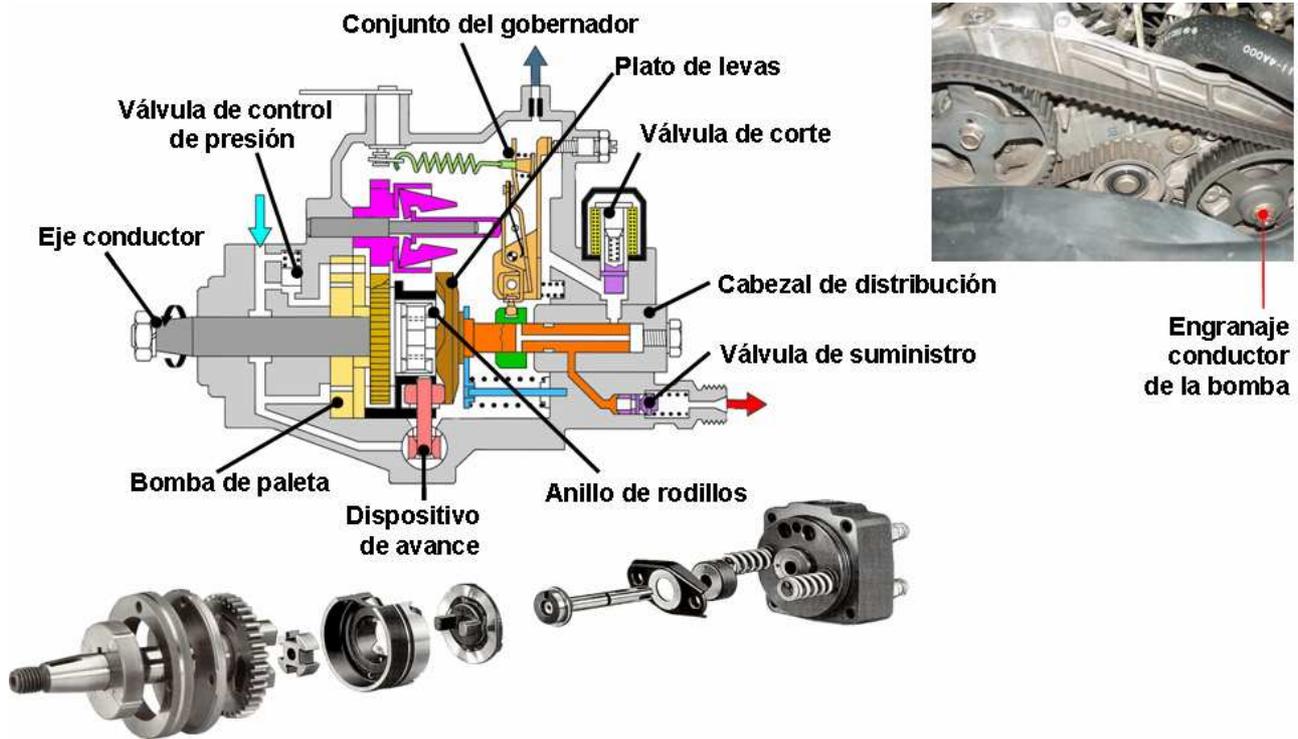
Introducción

La bomba de inyección genera la presión requerida para la inyección de combustible. El combustible a presión es forzado a través de la tubería de alta presión hacia el inyector e inyectado a la cámara de combustión. Para mantener la creciente demanda impuesta sobre el sistema de inyección de combustible diesel, ha sido necesario mejorar continuamente y desarrollar la bomba de inyección de combustible.

Los siguientes tipos de bombas rotativas se utilizan en los vehículos HYUNDAI:

- Bomba rotativa de inyección con gobernador mecánico (Lucas/Doowon)
- Bomba rotativa de inyección con gobernador electrónico y dispositivo sincronizador (Zexel Covec-F)

El eje conductor de la bomba gira montado sobre cojinetes en el cuerpo de la bomba y conduce la bomba de suministro del tipo de paletas. El cojinete está ubicado dentro de la bomba en el extremo del eje conductor. Un movimiento rotatorio recíproco es impartido al pistón de distribución mediante una placa de levas que es conducida por el eje de entrada y está montada en los cojinetes del anillo de control. El pistón se mueve dentro del cabezal de la bomba, el que está atornillado al cuerpo de la bomba. El gobernador cambia la posición del manguito de control sobre el pistón de la bomba. El resorte del gobernador se ubica en el lado superior del mecanismo del gobernador y se acopla con la palanca externa de control a través del eje de la palanca. La palanca de control se usa para controlar el funcionamiento de la bomba.

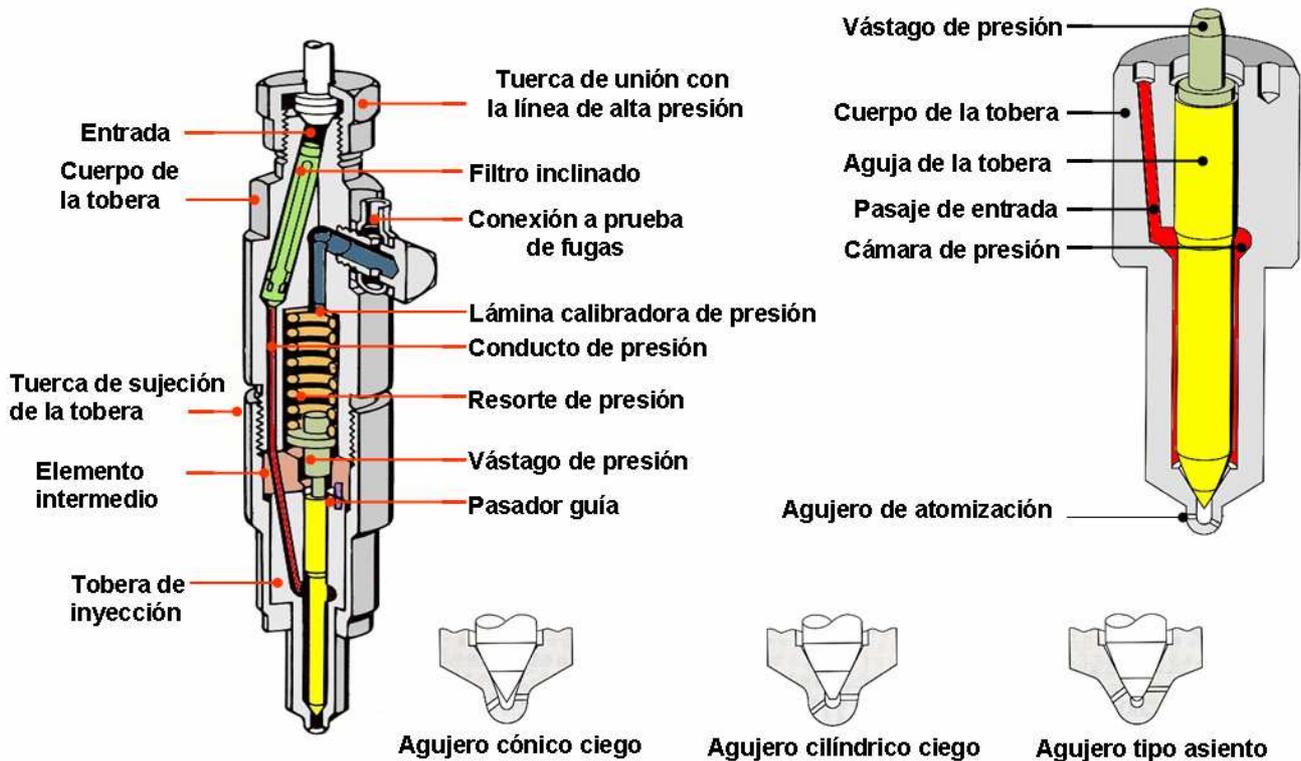


El dispositivo sincronizador esta localizado en la parte inferior de la bomba en ángulo recto con el eje longitudinal de la bomba. Su funcionamiento depende de la presión interna de la bomba, la que a su vez depende de la bomba de suministro de combustible del tipo paletas y de la válvula reguladora de presión. El dispositivo sincronizador es el elemento más importante en lo que respecta al control del tiempo y duración de la inyección de combustible.

Accionamiento de la bomba

La bomba de inyección rotativa es conducida por el motor diesel mediante una unidad especial de accionamiento. Para un motor de 4 tiempos la bomba es conducida exactamente a la mitad de las revoluciones del motor. La bomba rotativa debe ser conducida positivamente de manera que su eje conductor esta sincronizado con el movimiento del pistón del motor.

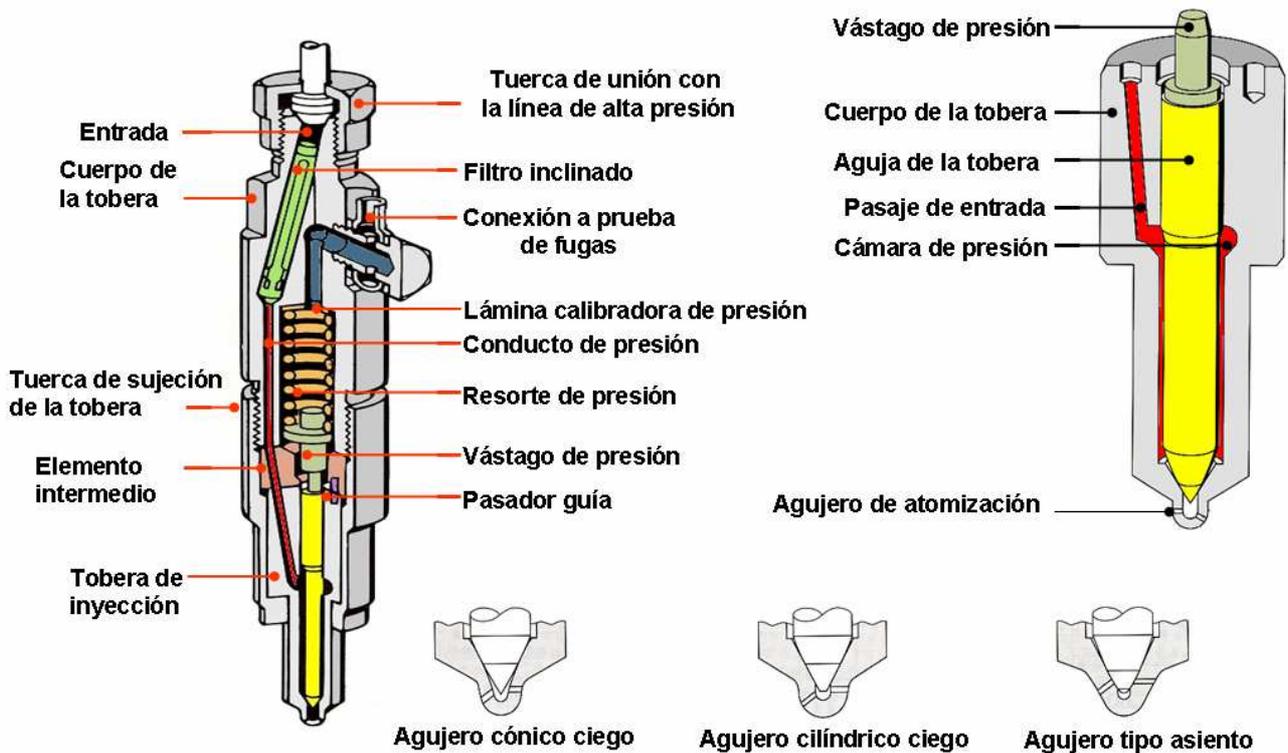
Inyectores



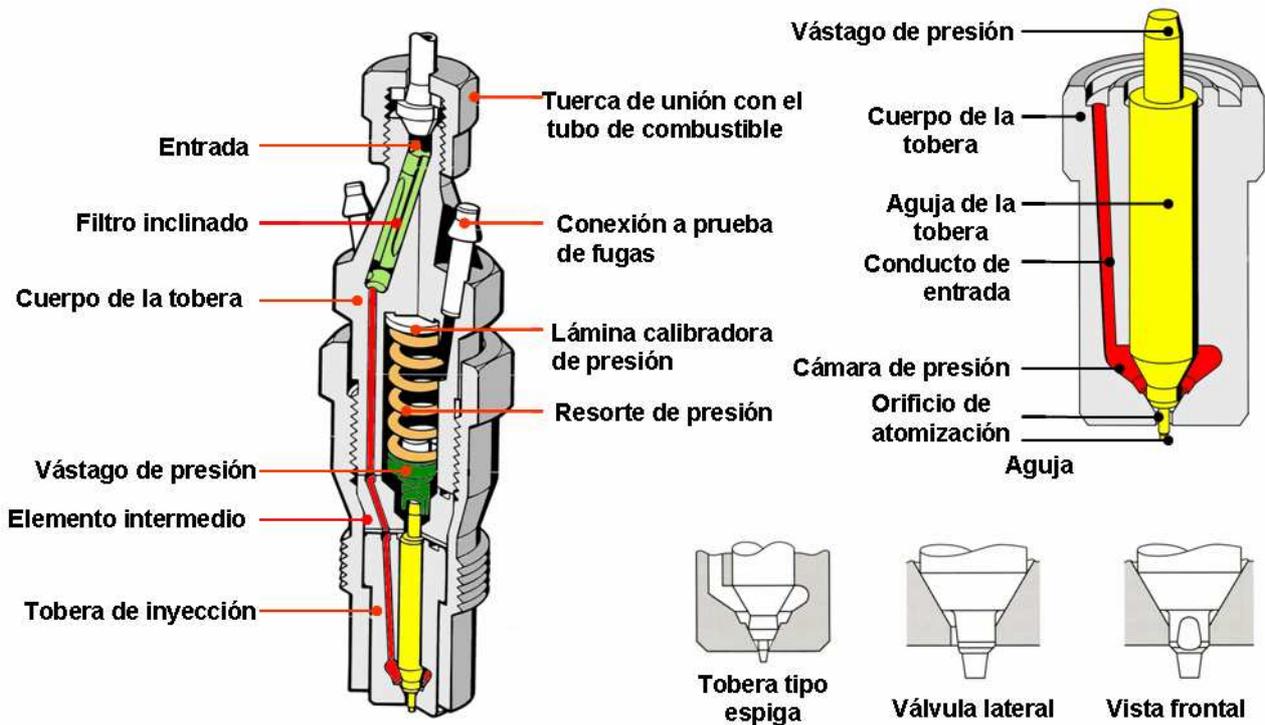
Como ya se menciona, el combustible presurizado es distribuido a los inyectores. En el sistema de inyección de combustible de los motores diesel, el inyector en su respectivo alojamiento es una importante conexión entre el motor y la bomba de inyección. Su finalidad es medir el combustible inyectado, controlar y preparar la atomización del combustible, definir el radio de la curva de descarga y sellar el sistema de inyección de la cámara de combustión. El combustible diesel es inyectado a alta presión con la finalidad de evitar la detonación de los gases altamente comprimidos en la cámara de combustión cuando el inyector se abre, la presión del inyector debe ser superior a la presión de la cámara de combustión. Este requisito es particularmente difícil de cumplir al final del proceso de inyección (donde la presión de inyección disminuye y la presión de combustión aumenta rápidamente), por lo que requiere un cuidadoso equilibrio en el montaje de la bomba de inyección, el inyector y la presión del resorte.

Inyector del tipo tobera

Los inyectores del tipo tobera se usan en los motores de inyección directa con cámaras de combustión divididas. El inyector de tipo tobera se instala en una posición predeterminada. Los orificios de atomización tienen diferentes ángulos en el inyector y deben estar correctamente alineados en relación a la cámara de combustión. El inyector y el conjunto de sujeción se fijan al cilindro con pernos huecos u horquillas. El diseño básico del inyector consiste en una tobera de inyección y un soporte de la tobera. La tobera misma está formada por un cuerpo y una aguja de la tobera que se mueve libremente al interior de la perforación en el cuerpo de la tobera, mientras que al mismo tiempo produce un sellado de la alta presión para la inyección.



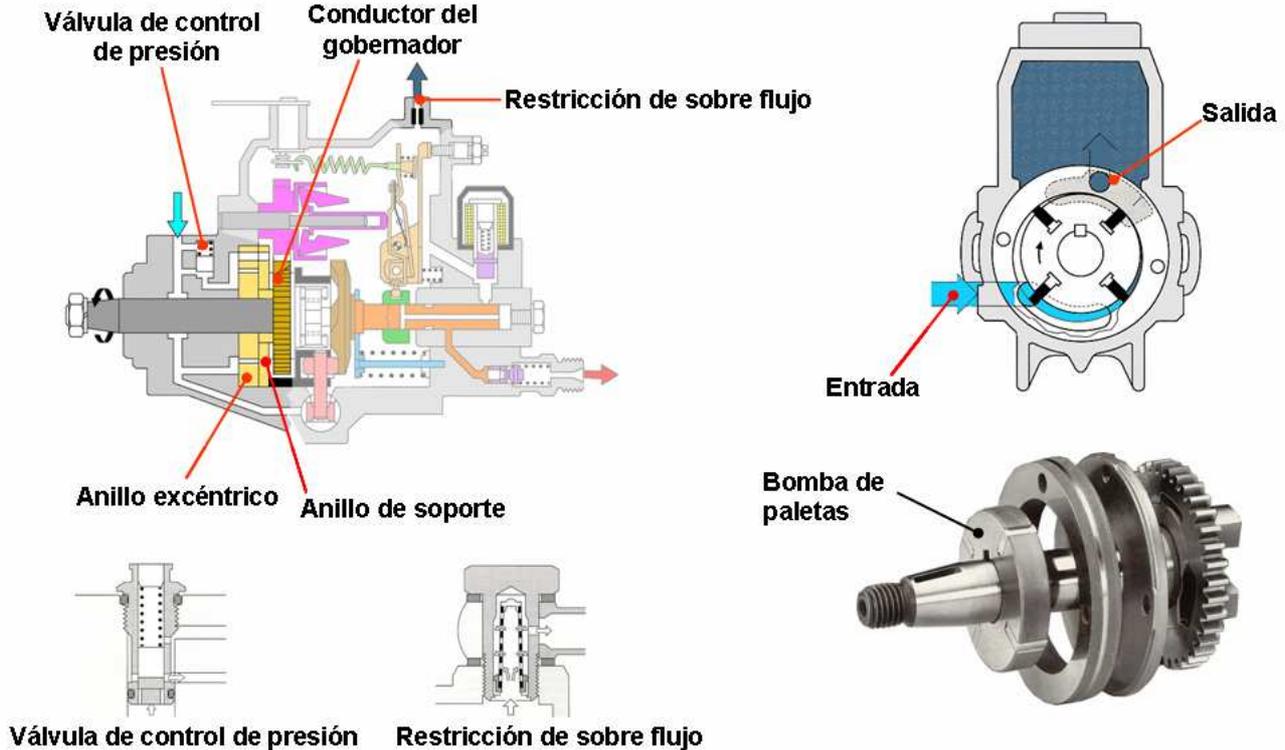
En el extremo de la cámara de combustión, la aguja de la tobera tiene un cono de sellado que es forzado por la presión el resorte contra la superficie cónica de sellado del cuerpo de la tobera, cuando se cierra. El diámetro de la guía de la aguja es levemente superior al diámetro del asiento. La presión hidráulica de la bomba de inyección se aplica sobre el área diferencial entre la sección de la aguja y el área cubierta por el asiento. Cuando la presión excede la fuerza del resorte se abre la tobera. El ruido (burr) que se puede oír es causado por la aguja de la tobera que vibra a alta frecuencia y luego atomiza el combustible inyectado a la cámara de combustión. La tobera se cierra nuevamente cuando la presión cae por debajo del valor de presión de cierre (el que es inferior al de la presión de apertura). La presión de apertura de un inyector del tipo de tobera de aguja esta normalmente entre 150 ~ 250bar, y puede ajustarse mediante láminas de calibración que se insertan bajo el resorte de presión.



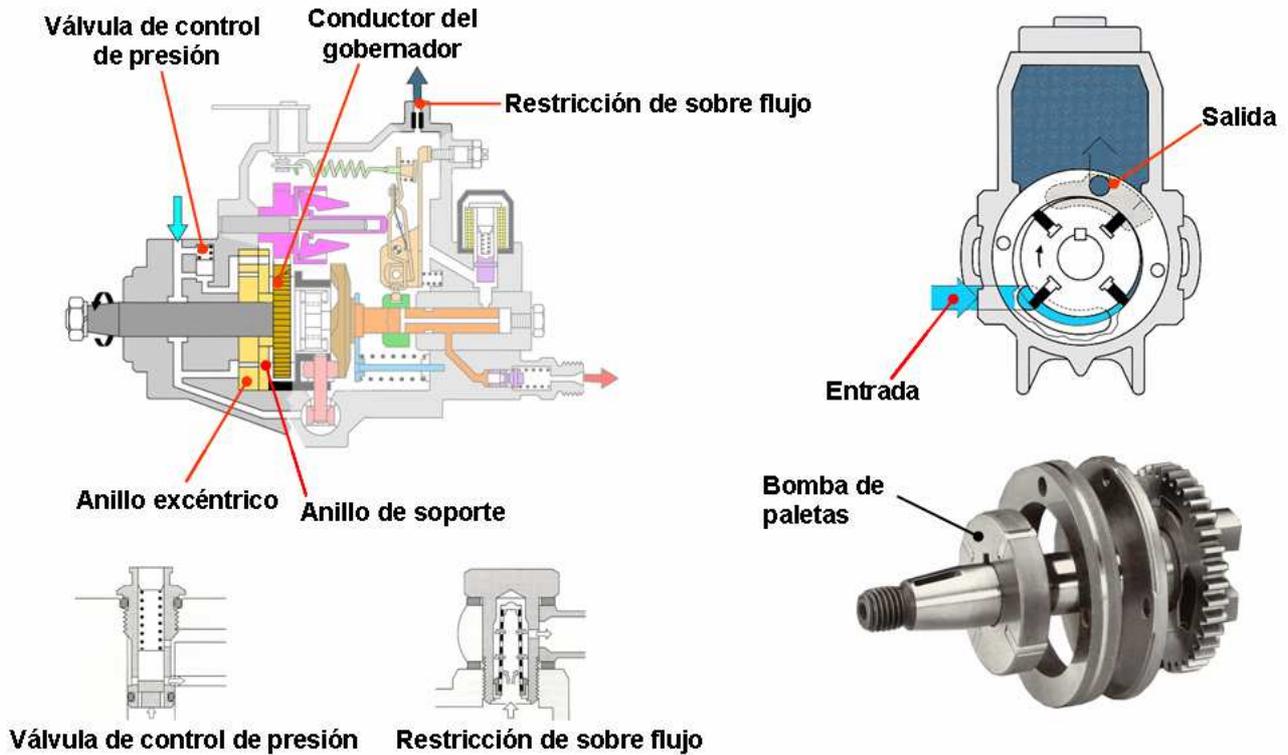
Tobera de Reducción de Tipo Espiga

La tobera de reducción de tipo espiga se usa en los motores con pre-cámara y cámara de torbellino o turbulencia. Esta tobera inyecta un chorro de combustible en forma coaxial y la aguja normalmente abre hacia adentro. Una de las características de la tobera de espiga es el control de la descarga en sección cruzada, en otras palabras la cantidad completa del flujo, como una función directa de la altura de la aguja. Mientras que en el caso de la tobera del tipo de orificios la sección cruzada aumenta considerablemente cuando la aguja se abre completamente, la tobera de espiga tiene como característica una sección cruzada muy plana con una carrera pequeña de la aguja. En este rango, una extensión en forma de vástago en la aguja de la tobera, permanece dentro del agujero de atomización y solo el área pequeña con forma de anillo entre el agujero de atomización y la espiga permanece disponible como sección cruzada del flujo. Cuando tiene lugar una gran carrera de la aguja, la espiga se levanta completamente del agujero de atomización y la sección cruzada del flujo aumenta rápidamente. En cierto grado, este cambio en la sección cruzada como función de la carrera de aguja controla la curva de relación de inyección, en otras palabras la cantidad de combustible inyectado por unidad de tiempo. En el inicio de la inyección, sólo una pequeña cantidad de combustible sale de la tobera, mientras que una gran cantidad emerge al final del proceso de inyección. Esta característica tiene un efecto positivo en el ruido de la combustión del motor.

Suministro de Baja Presión



La bomba de suministro del tipo paleta arrastra el combustible desde el tanque. Esta bomba está localizada alrededor del eje conductor de la bomba de inyección. Cuando el eje gira, la fuerza centrífuga empuja las cuatro paletas del impulsor hacia la pared interior del anillo excéntrico. El combustible empuja las paletas desde su borde interior, manteniéndolas en contacto permanente con el anillo excéntrico. El combustible entra a través del conducto de entrada producto de la depresión en el cuerpo de la bomba, y llena el espacio formado por el impulsor, la paleta y el lado interior del anillo excéntrico. El movimiento de rotación hace que el combustible entre las paletas sea forzado a la depresión superior (salida) y a través de un pasaje hacia el interior de la bomba. Una válvula de control de presión mantiene una presión definida al interior de la bomba de inyección. En otras palabras mientras más alta sea la velocidad de la bomba, más alta será la presión interior de la bomba. Parte del combustible fluye a través de la válvula de control de presión y retorna al lado de succión. Algo del combustible también fluye a través de la restricción de sobre flujo y vuelve a la bomba inyectora. Una válvula de sobre flujo puede ser instalada en vez de la restricción de sobre flujo.



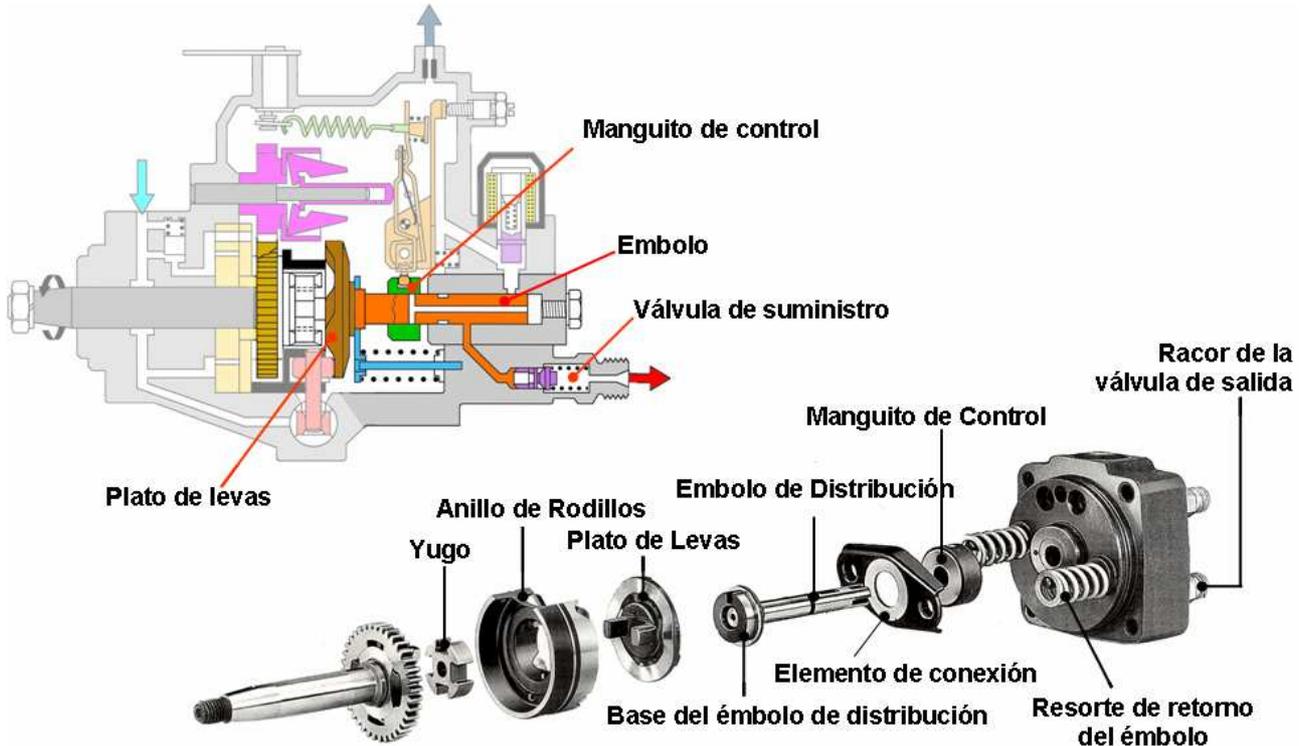
Válvula de control de presión:

La válvula de control de presión esta conectada a través de un pasaje a la depresión superior (salida), y esta montada inmediatamente al costado de la bomba alimentadora de combustible. Esta es una válvula del tipo carrete cargada por un resorte, la que puede variar con la presión interna de la bomba, en función de la cantidad de combustible que esta siendo suministrado. Si la presión del combustible aumenta más allá del valor especificado, la válvula de carrete abre el pasaje de retorno de manera que el combustible pueda fluir de vuelta al lado de succión de la bomba de suministro. Si la presión del combustible es muy baja, el pasaje de retorno se cierra por la acción del resorte. La tensión inicial del resorte puede ajustarse para regular la presión de apertura de la válvula.

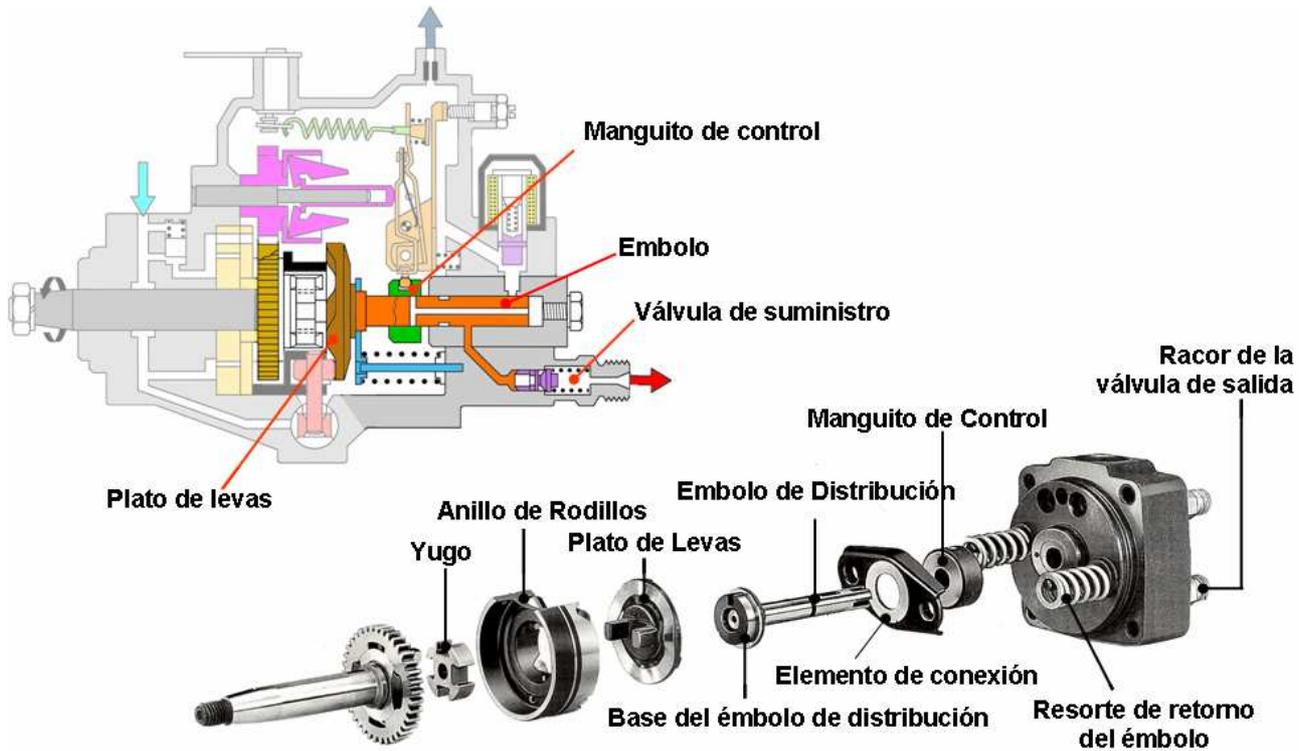
Restricción de sobre flujo:

La restricción de sobre flujo esta conectada al interior de la bomba. Esta permite que una cantidad variable de combustible retorne al tanque de combustible a través de un pasaje estrecho. Para esto la restricción de combustible representa una resistencia al flujo que ayuda a mantener la presión dentro de la bomba de inyección. La restricción de sobre flujo y la válvula de control de sobre presión están equilibradas con precisión una con otra.

Suministro de Alta Presión



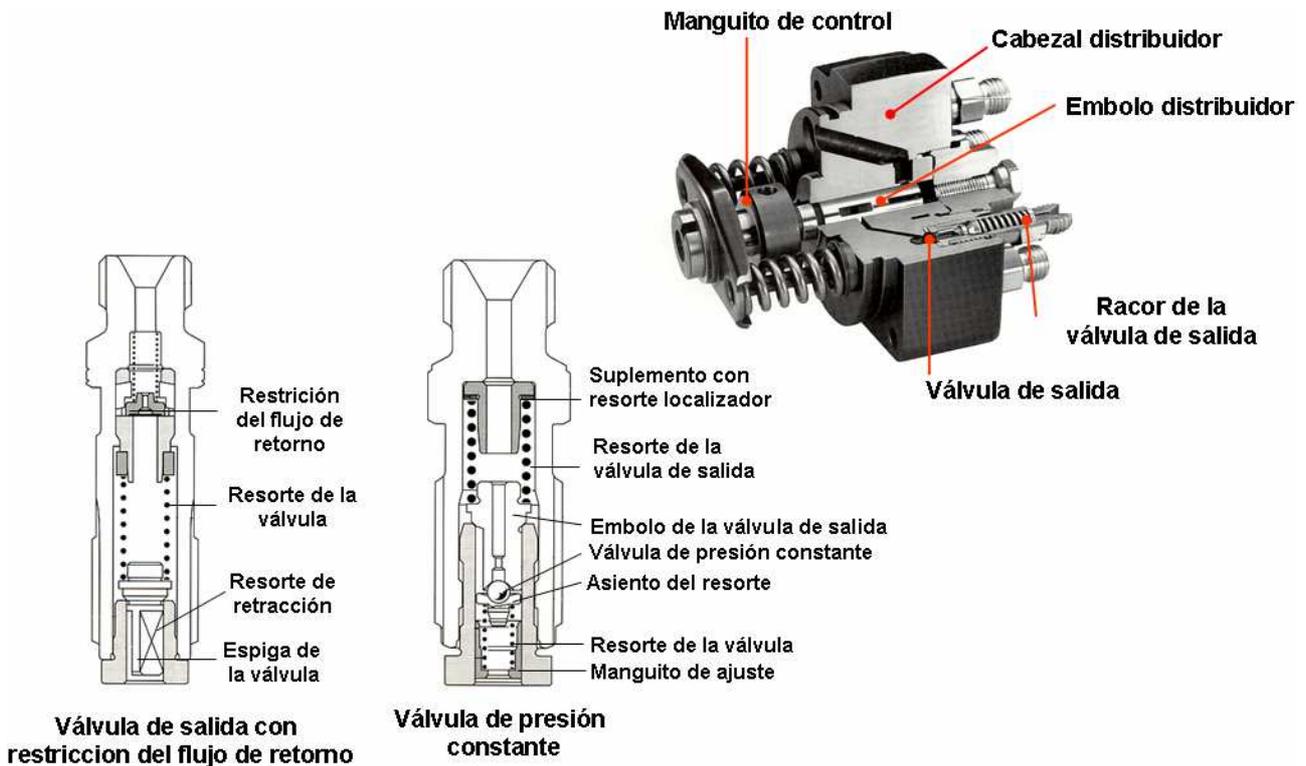
La presión de combustible necesaria para la inyección es generada en el área de alta presión de la bomba de inyección. El combustible presurizado es conducido hacia los inyectores a través de los racores de salida y las tuberías de inyección. El movimiento rotatorio del eje conductor es transferido al émbolo distribuidor mediante una unidad de acople. Los acoples del plato de levas y el eje conductor se acoplan con un rebaje en el yugo, ubicado entre el extremo del eje conductor y el plato de levas. El plato de levas es forzada contra el anillo mediante un resorte, los lóbulos de la leva se mueven sobre los rodillos del anillo y convierten el movimiento rotacional del eje conductor en un movimiento rotatorio recíproco del plato de levas. El émbolo de distribución está apoyado en la placa de levas mediante una base cilíndrica de ajuste y se fija al plato de levas mediante un pasador. El émbolo distribuidor es forzado hacia arriba a su Punto Muerto Superior (PMS) por las levas del plato de levas, y los dos resortes de retorno del émbolo, simétricamente instalados, lo fuerzan hacia atrás nuevamente a la posición del Punto Muerto Inferior (PMI). Los resortes de retorno del émbolo apoyan un extremo en el cabezal de distribución y con el otro extremo fuerzan al émbolo a través de un elemento de conexión. Estos resortes también previenen el salto de los rodillos del plato de levas durante la aceleración brusca. El largo de los resortes de retorno está cuidadosamente equilibrado uno con otro de manera que el émbolo no se descentre de su posición.



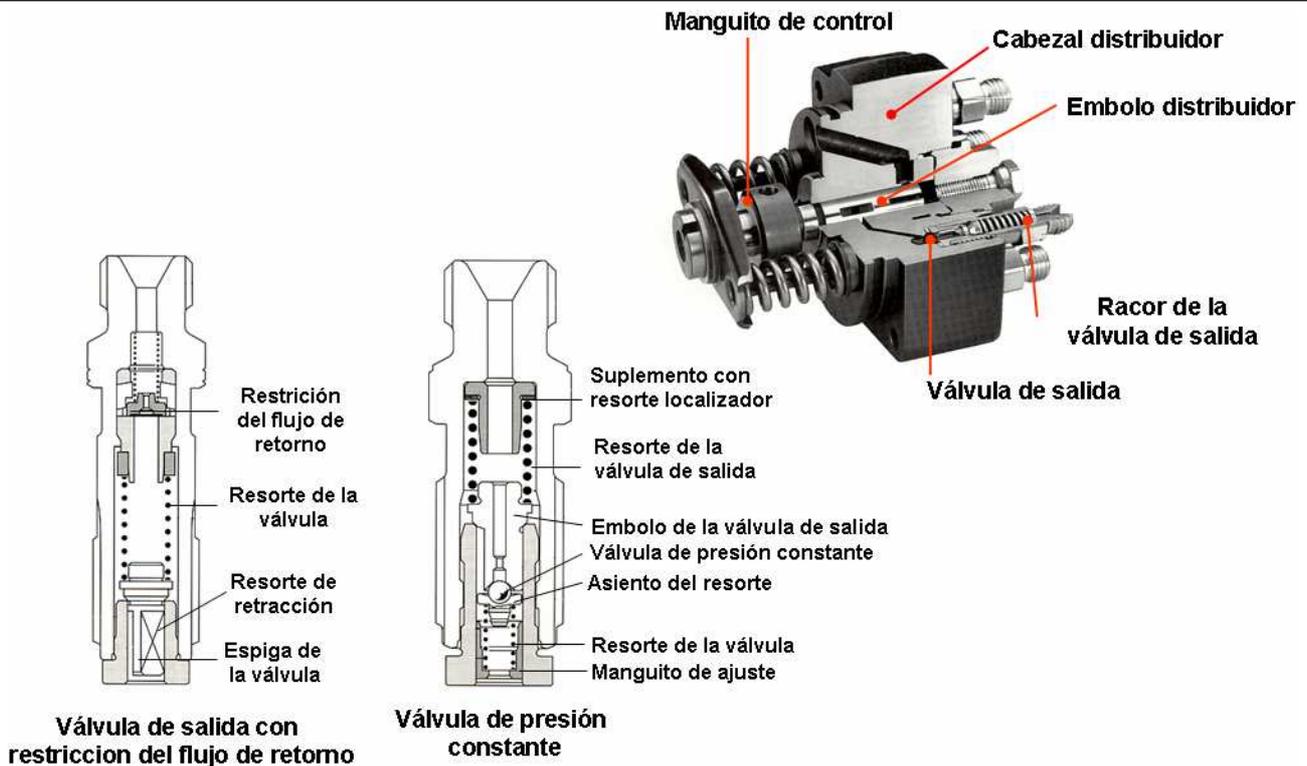
Placa de levas y perfil de las levas

El plato de levas y el contorno de sus levas influyen en la presión de inyección y en la duración de la inyección. Por esta razón, la superficie del plato de levas se diseña en forma especial para cada tipo de motor y es mecanizada en la cara del plato de levas. Debido a que la superficie de la levas del platoa es específica para un tipo determinado de motor, el plato de levas no es intercambiable con el de otro tipo de motor.

Válvula de Distribución



La válvula de descarga cierra la línea de alta presión desde la bomba. Esta tiene por función, aliviar la presión en la línea removiendo un volumen definido de combustible al completarse la fase de descarga. Esto asegura un cierre preciso de la tobera de inyección al final del proceso de inyección. Al mismo tiempo, las condiciones estables de presión entre los pulsos de inyección son creadas en las líneas de alta presión, sin importar la cantidad de combustible que está siendo inyectada en un tiempo en particular. La válvula de descarga es una válvula de tipo émbolo. Esta se abre por la presión de inyección y se cierra por la acción de su resorte de retorno. Entre las carreras individuales de descarga, para un cilindro dado, la válvula de descarga correspondiente permanece cerrada. La válvula separa la línea de alta presión y el conducto de salida del cabezal distribuidor. Durante la descarga, la presión generada sobre el émbolo, en la cámara de alta presión provoca la apertura de la válvula de descarga. Entonces el combustible fluye a través de ranuras longitudinales a un canal en forma de anillo y a través del cuerpo de la válvula de descarga, la línea de alta presión y el cuerpo de la tobera en los inyectores. Tan pronto como cesa la descarga, la presión sobre el émbolo en la cámara de alta presión y en las líneas de alta presión disminuye hasta igualarse con la presión interior de la bomba, y el resorte de la válvula junto con la presión estática en la línea, fuerzan al émbolo de la válvula a volver a su asiento.



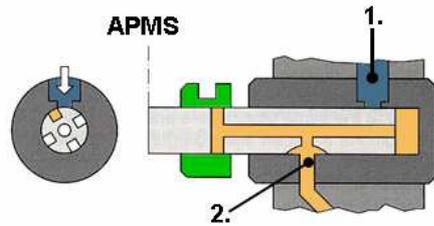
Válvula de descarga con restricción del flujo de retorno:

Se necesita un alivio preciso de la presión en las líneas al fin de la fase de inyección. Las ondas de presión causadas por el inyector que se está cerrando, pueden hacer que la válvula de descarga se abra nuevamente, o producir fases de vacío en las líneas de alta presión. Estos procesos resultan en una post-inyección con aumento en las emisiones de gases o cavitación o desgaste en las líneas de inyección o en las toberas. Para prevenir tales reacciones dañinas, la válvula de descarga esta provista con un agujero de restricción que solamente es efectivo en la dirección del flujo de retorno. Esta restricción del flujo de retorno esta formada por una placa de válvula y un resorte de presión instalados de tal forma que la restricción no es efectiva en la dirección de la descarga. Mientras que en la dirección de retorno tiene efecto la amortiguación.

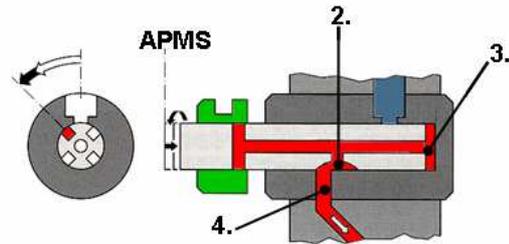
Válvula de presión constante:

Durante la alta velocidad en motores de inyección directa, a menudo "el volumen de retorno" producido por la retracción del émbolo de la válvula de salida no es suficiente para prevenir confiablemente la cavitación, inyección secundaria y el flujo inverso de gases de combustión en la tobera del inyector. Por esto se han incorporado válvulas de presión constante para aliviar el sistema de alta presión (línea de inyección, toberas y ensambles) por medio de la simple acción de una válvula anti retorno que puede ser calibrada con una presión determinada, por ejemplo 60bar.

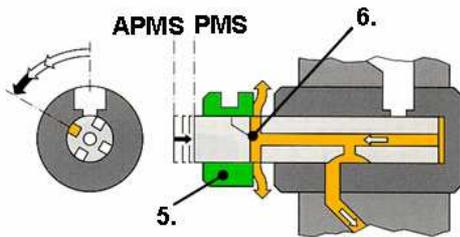
Medición de Combustible



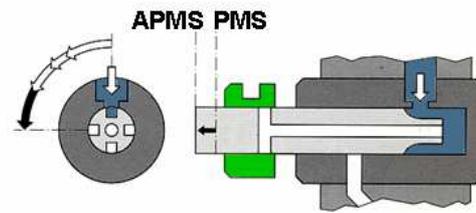
A. Conducto de entrada cerrado



B. Suministro de combustible



C. Fin del suministro

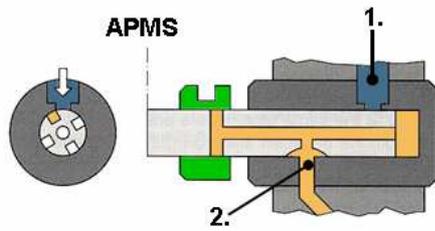


D. Entrada de combustible

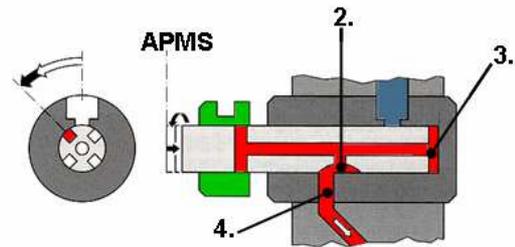
El suministro de combustible desde la bomba de inyección es un proceso dinámico que comprende varias fases de trabajo. La presión requerida para una inyección de combustible efectiva se genera en la bomba de alta presión. La carrera del émbolo de distribución y las fases de distribución muestran la medición de combustible en un cilindro del motor. En el caso de un motor de 4-cilindros, el émbolo de distribución gira 90° para producir una carrera desde el Punto Muerto Inferior (PMI) al Punto Muerto Superior (PMS) y retornar nuevamente. Al moverse el émbolo de distribución desde el PMS al PMI, el combustible fluye a través del pasaje de entrada abierto a la cámara de alta presión sobre el émbolo. En el PMI, el movimiento de rotación del émbolo cierra el pasaje de entrada y abre la ranura de distribución hacia un puerto de descarga dado (A). El émbolo ahora invierte su dirección de movimiento y se mueve hacia arriba, iniciando la carrera de trabajo.

A: orificio de entrada cerrado; en PMI, la ranura de medición (1) cierra el pasaje de entrada y la ranura de distribución (2) abre el puerto de salida. La presión producida en la cámara de alta presión sobre el émbolo y el puerto de salida es suficiente para abrir la válvula de descarga en cuestión y el combustible es forzado a través de la línea de alta presión hasta el inyector (B).

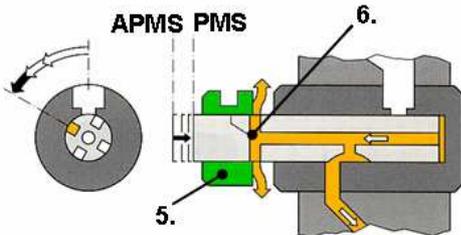
B: suministro de combustible; durante la carrera del émbolo hacia el PMS (carrera de trabajo), el émbolo presuriza el combustible en la cámara de alta presión (3). El combustible viaja a través del puerto de salida (4) hacia el inyector. La carrera de trabajo termina tan pronto como el agujero transversal de corte del émbolo alcanza el borde del manguito de control y la presión colapsa. Desde este punto en adelante, no se suministra combustible al inyector y la válvula de descarga cierra la línea de alta presión.



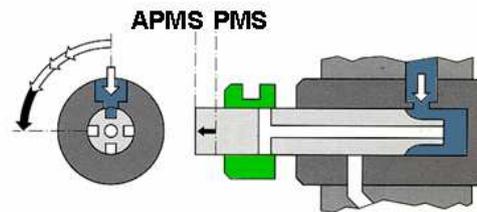
A. Conducto de entrada cerrado



B. Suministro de combustible



C. Fin del suministro



D. Entrada de combustible

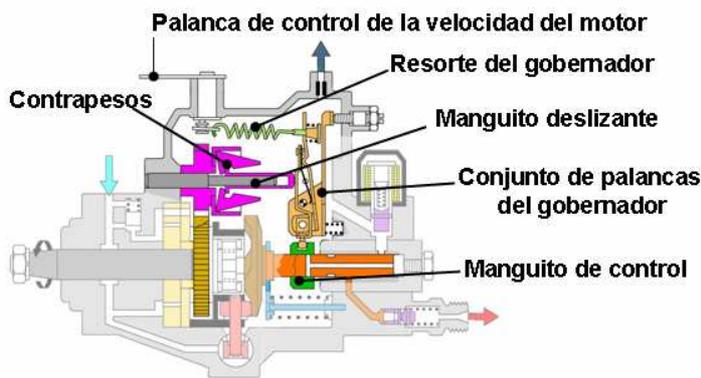
Mientras el movimiento del émbolo continua hacia el PMS, el combustible retorna a través del agujero de corte al interior de la bomba. Durante esta fase, el puerto de entrada nuevamente se abre para el próximo ciclo de trabajo del émbolo (C).

C: fin del suministro; la entrega de combustible cesa tan pronto como el manguito de control (5) abre el agujero de corte transversal (6).

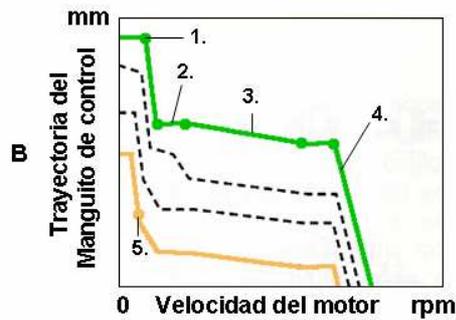
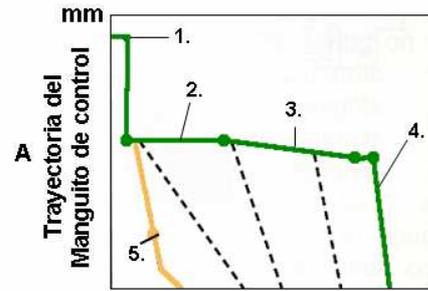
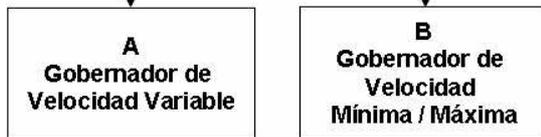
Durante la carrera de retorno del émbolo, el agujero de corte transversal se cierra con el movimiento rotatorio de éste, y la cámara de alta presión sobre el émbolo esta nuevamente llena con combustible a través del puerto de entrada (D).

D: entrada de combustible; inmediatamente antes del PMS, se abre el puerto de entrada. Durante la carrera de retorno del émbolo al PMI, la cámara de alta presión esta llena con combustible y el agujero de corte transversal esta nuevamente cerrado. El conducto de salida esta también cerrado en este momento.

Control Mecánico de Velocidad del Motor (gobernador)

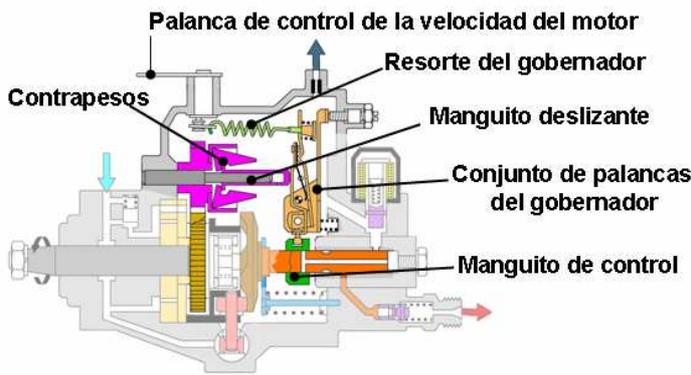


Tipos de Gobernadores Mecánicos

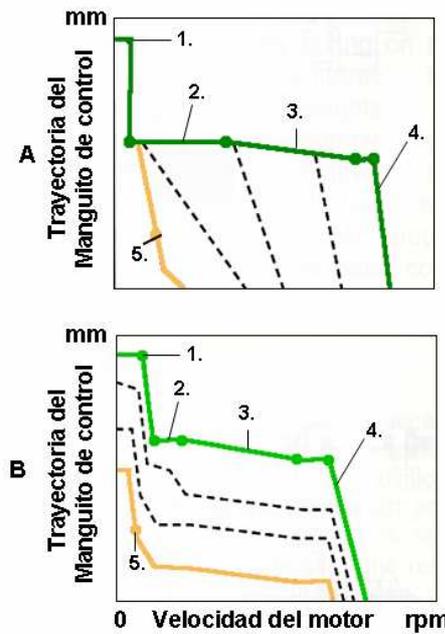
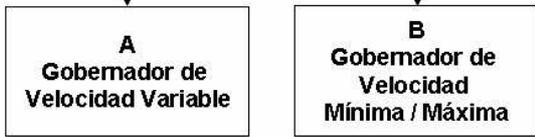


- 1. Cantidad en el arranque
- 2. Entrega a plena carga
- 3. Control de torque
- 4. Regulación de velocidad a plena carga
- 5. Ralentí

La calidad de manejo de un vehículo equipado con motor diesel puede decirse que es satisfactoria cuando el motor responde inmediatamente a la exigencia que hace el conductor desde el pedal del acelerador. En un motor diesel el gobernador de la bomba de inyección cumple con este requerimiento. El conjunto del gobernador esta formado por un gobernador centrífugo mecánico (volante) y el conjunto de palancas. Este es un dispositivo de control sensitivo que determina la posición del manguito de control, mediante el cual define en la carrera de suministro y con esto la cantidad de combustible inyectado. El conjunto del gobernador es accionado por el eje conductor y se compone de cuerpo de contrapesos y los contrapesos del gobernador. El conjunto del gobernador esta acoplado al eje, el que esta fijo al cuerpo del gobernador y esta libre para girar alrededor de él. Cuando los contrapesos giran ellos pivotean hacia fuera debido a la fuerza centrífuga y su movimiento radial se convierte en un movimiento axial del manguito deslizante. El manguito deslizante se mueve y la fuerza desarrollada por este, esta determinada por el conjunto de palancas del gobernador. Este incluye la palanca de arranque, la palanca de tensión y la palanca de ajuste. La interacción de la fuerza de los resortes y la fuerza del manguito deslizante definen el ajuste del conjunto de palancas del gobernador, cuyas variaciones son transferidas al manguito de control resultando en el ajuste de la cantidad de combustible inyectado. La función básica de todos los gobernadores es la limitación de la velocidad máxima del motor.



Tipos de Gobernadores Mecánicos



1. Cantidad en el arranque 2. Entrega a plena carga 3. Control de torque 4. Regulación de velocidad a plena carga 5. Ralentí

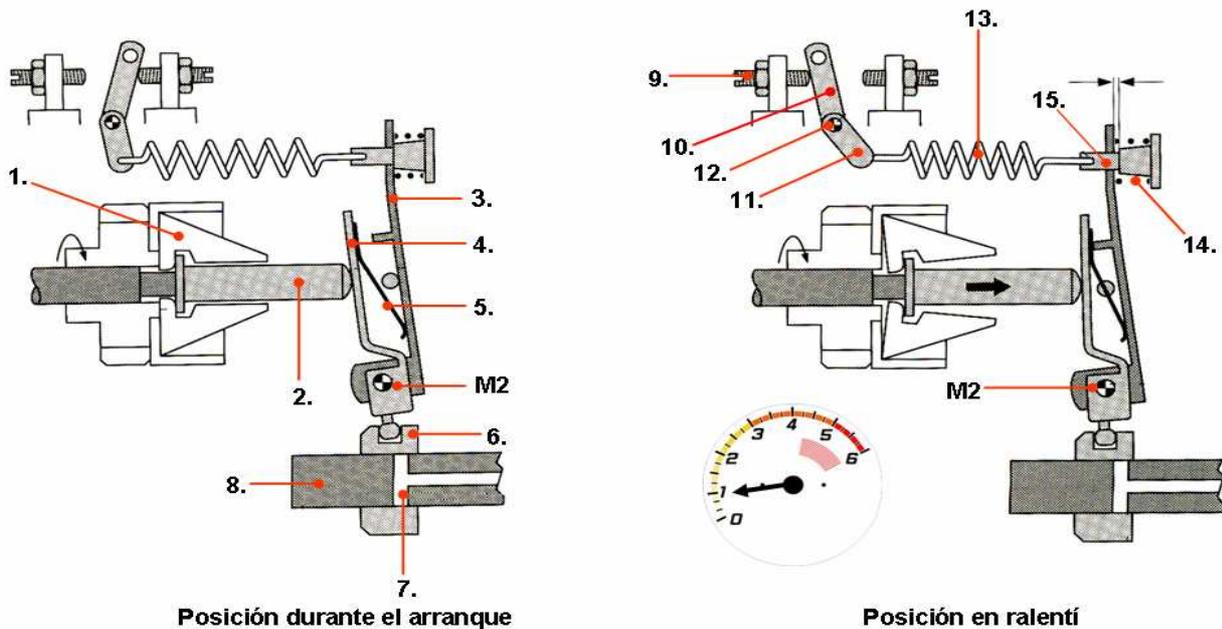
Los diferentes tipos de gobernador son un resultado directo de la variedad de características del gobernador:

- Gobernador de baja velocidad en ralentí: La baja velocidad en ralentí del motor diesel es controlada por el gobernador de la bomba de inyección.
- Gobernador de máxima velocidad: con el pedal del acelerador completamente accionado, la velocidad máxima a plena carga no se incrementa más que la velocidad de ralentí alto (máxima velocidad) cuando la carga es liberada, en este caso el gobernador responde cambiando el manguito de control a la posición "Stop", y el suministro de combustible al motor se reduce.
- Gobernador de velocidad intermedia: Los gobernadores de velocidad variable incorporan control a velocidad intermedia. Dentro de ciertos límites, estos gobernadores también pueden mantener constantes las velocidades del motor entre ralentí y máxima velocidad.

Otras funciones de control son ejecutadas por el gobernador de acuerdo a su capacidad, tal como, proporcionar o limitar el combustible extra requerido para el arranque o cambiar el suministro a plena carga como una función de velocidad del motor (control de torque).

Los vehículos de pasajeros generalmente están equipados con una combinación de gobernador de velocidad variable y gobernador de mínima y máxima velocidad.

Gobernador de Velocidad Variable, posición de arranque y ralentí



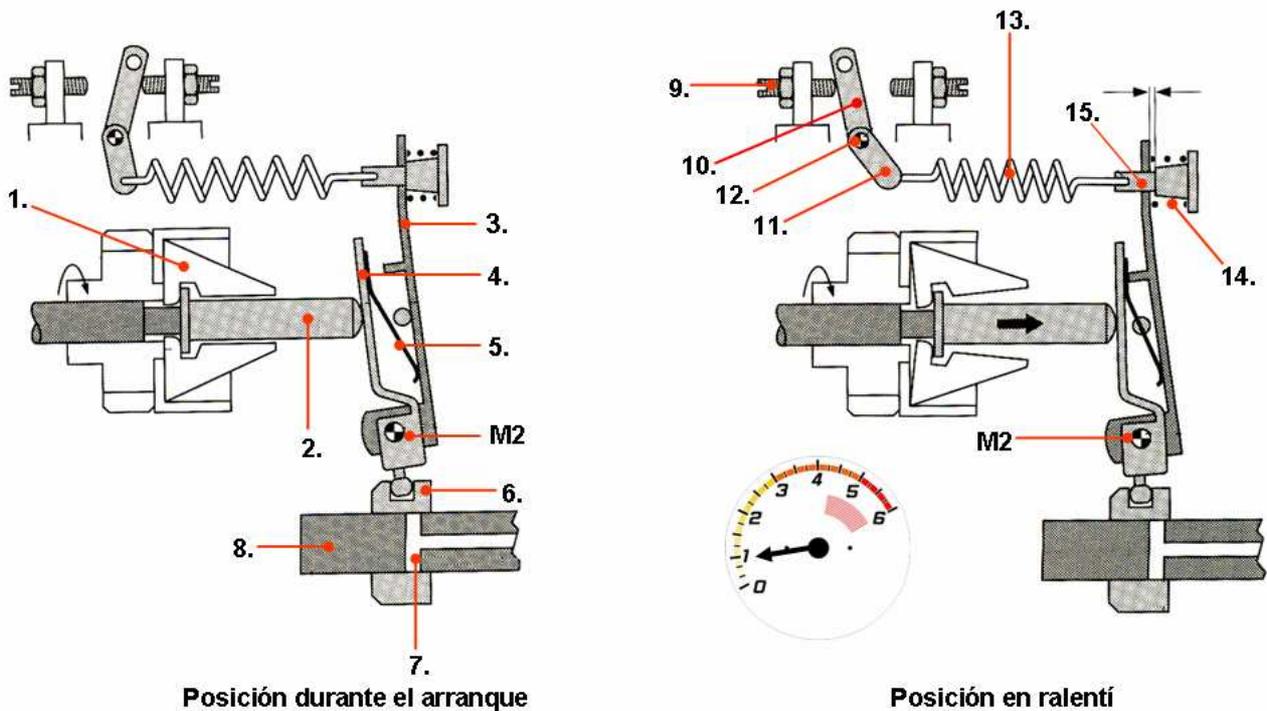
Posición durante el arranque

Posición en ralentí

El gobernador de velocidad variable controla la velocidad de ralentí y la velocidad máxima a plena carga así como el rango de velocidades intermedias del motor.

Arranque

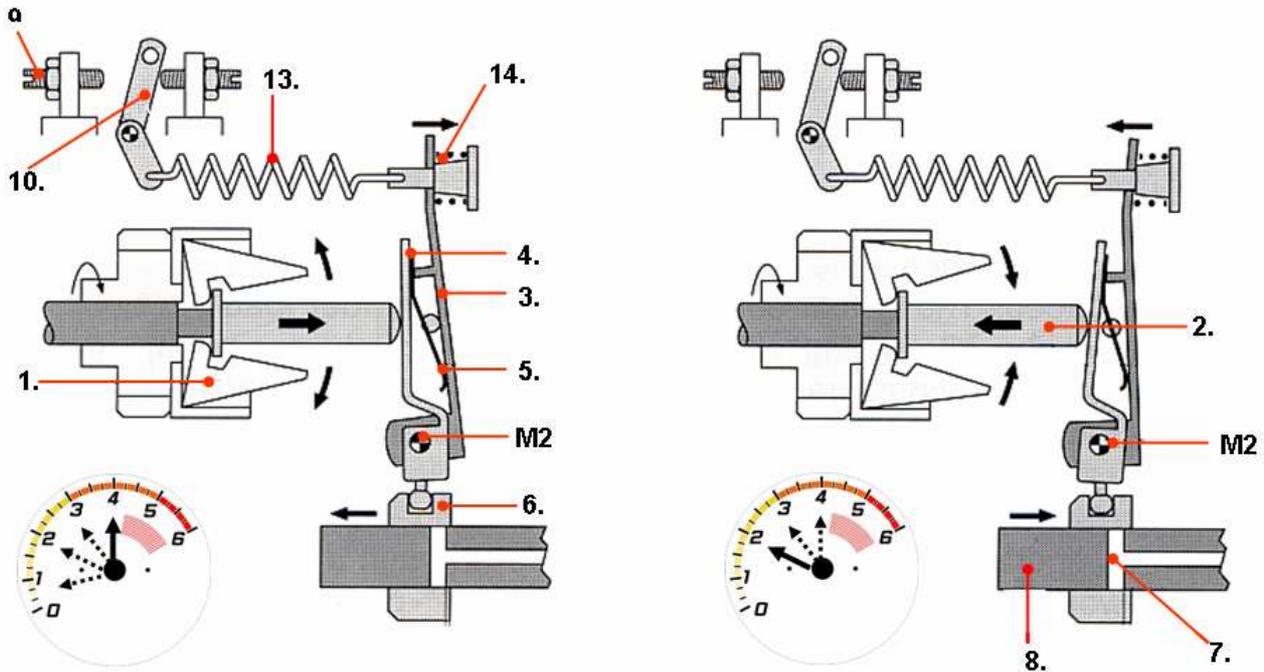
Con el motor en condición de reposo, los contrapesos (1) y el manguito deslizante (2) están en su posición inicial. El nivel de arranque ha sido llevado a la posición de arranque por el resorte de arranque (5) que gira alrededor de su eje de apoyo M2. Al mismo tiempo, el manguito de control (6) en el émbolo distribuidor cambia a la posición de arranque por el pasador en la palanca de arranque (4). Esto quiere decir que cuando el motor gira, el émbolo distribuidor (8) debe recorrer completamente la carrera de trabajo (=cantidad máxima de suministro) antes que el agujero de corte (7) se abra y cese la entrega de combustible. Entonces la cantidad de arranque (= cantidad máxima de suministro) automáticamente esta disponible cuando se hace girar el motor. La palanca de ajuste esta sujeta al cuerpo de la bomba de forma que esta puede pivotear. Esta puede cambiar su posición con el tornillo de ajuste de suministro de combustible. De manera similar, la palanca de arranque (4) y la palanca de tensión (3) también son capaces de moverse con la palanca de ajuste. Un pasador de bola se acopla con el manguito de control en la parte inferior de la palanca de arranque (4), mientras que la parte superior esta conectada al resorte de arranque (5). El resorte de ralentí (14) esta acoplado con el pasador de retención (15) en el extremo superior de la palanca de tensión (3) también se encuentra acoplado a este pasador el resorte del gobernador (13). La conexión de la palanca de control de velocidad del motor (10) es mediante la palanca (11) y el eje de la palanca de control (12). Se necesita sólo una muy baja velocidad para mover el manguito deslizante contra el suave resorte de arranque para una cantidad a. En este proceso la palanca de arranque gira sobre el eje de apoyo M2 y la cantidad de combustible durante el arranque es reducida automáticamente a la cantidad de combustible en ralentí.



Control de velocidad en ralentí

Con el motor funcionando y el pedal del acelerador liberado, la palanca de control de velocidad del motor cambia a la velocidad ralentí contra el tornillo de ajuste de velocidad ralentí (9). La velocidad ralentí se selecciona de manera que el motor todavía funcione suave y confiablemente cuando esta sin carga o con carga leve. El control efectivo se ejecuta mediante el resorte de ralentí en el pasador de retención el que contrarresta la fuerza generada por los contrapesos. Este balance de fuerzas determina la posición relativa del manguito deslizante con el agujero de corte del distribuidor y con esto la carrera de trabajo. A velocidades sobre el ralentí, el resorte se comprime y no es efectivo por mucho tiempo. Usando el resorte especial de ralentí acoplado al cuerpo del gobernador, esto significa que la velocidad de ralentí puede ajustarse independientemente del ajuste del pedal del acelerador y también puede aumentar o disminuir en función de la temperatura o carga.

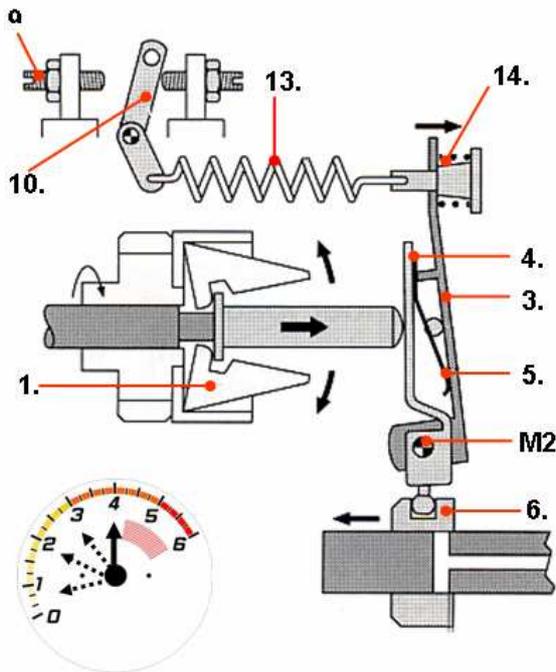
Gobernador de Velocidad Variable, operación bajo carga



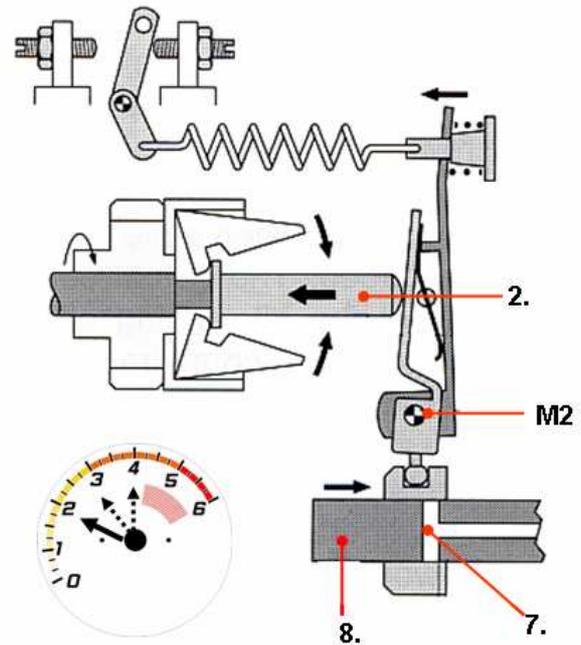
Función del gobernador durante el incremento de la velocidad del motor

Función del gobernador durante la reducción de la velocidad del motor

Durante la operación actual, dependiendo de la velocidad del motor o velocidad del vehículo requerida, la palanca de control de velocidad del motor (10) está en una posición dada dentro de su rango de pivoteo. Esto está determinado por el conductor mediante una posición dada del pedal del acelerador. Con velocidad del motor sobre el ralentí, el resorte de arranque (5) y el resorte de ralentí (14) han sido comprimidos completamente y ya no tienen efecto en la acción del gobernador. Esto es llevado sobre el resorte del gobernador (13). Al accionar el pedal del acelerador, el conductor ajusta la palanca de control de velocidad del motor (10) en una posición específica, correspondiente a una velocidad deseada. Como resultado de este ajuste de la posición de la palanca de control, el resorte del gobernador (13) es tensionado una cantidad específica, dando como resultado que la fuerza del resorte del gobernador exceda la fuerza centrífuga de los contrapesos (1) y produce que la palanca de arranque (4) y la palanca de tensión (3) pivoteen sobre el punto de apoyo M2. Debido a la relación mecánica de transmisión diseñada en el sistema, el manguito de control (6) cambia a la posición en dirección de "Plena Carga". Como resultado, el suministro se incrementa y la velocidad del motor aumenta. Esto produce que los contrapesos (1) generen más fuerza, la que a través del manguito deslizante (2), se opone a la fuerza del resorte del gobernador (13). El manguito de control (6) permanece en la posición de "Plena Carga" hasta que se produzca un balance de torque. Si la velocidad del motor continúa aumentando, los contrapesos (1) se separan aún más, la fuerza del manguito deslizante (2) prevalece, y como resultado la palanca de arranque (4) y la palanca de tensión (3) pivotean sobre la base de apoyo M2 y empujan el manguito de control (6) a la posición "Stop" de manera que el puerto de control (7) se abre inmediatamente. Así es posible reducir la cantidad de combustible suministrada a cero con lo que se asegura la limitación de velocidad del motor.



Función del gobernador durante el incremento de la velocidad del motor



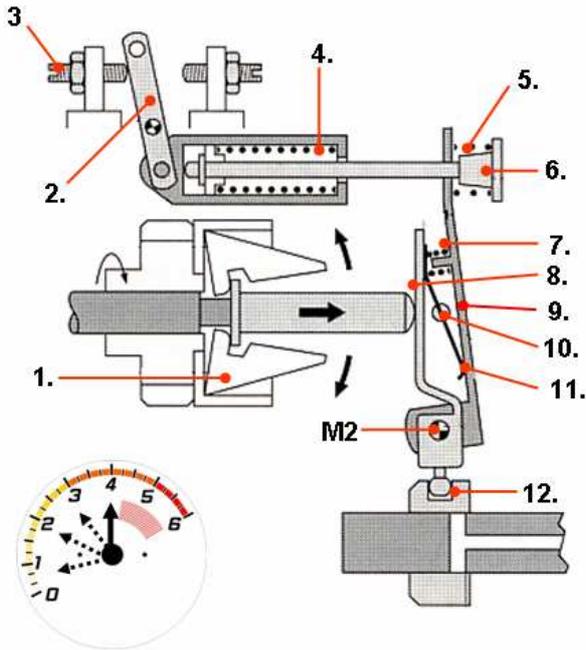
Función del gobernador durante la reducción de la velocidad del motor

Esto significa que durante la operación y por el tiempo que el motor no está sobrecargado, toda posición de la palanca de control de velocidad del motor (10) está condicionada en un rango específico de velocidad entre plena carga y cero. El resultado es que, entre los límites fijados la velocidad cae y el gobernador mantiene la velocidad deseada. Si la carga aumenta y se extiende (por ejemplo en una pendiente) aún cuando el manguito de control (6) está en la posición de plena carga, la velocidad del motor continúa cayendo, esto indica que es imposible incrementar el suministro de combustible. El motor está sobrecargado y el conductor debe cambiar a una marcha menor.

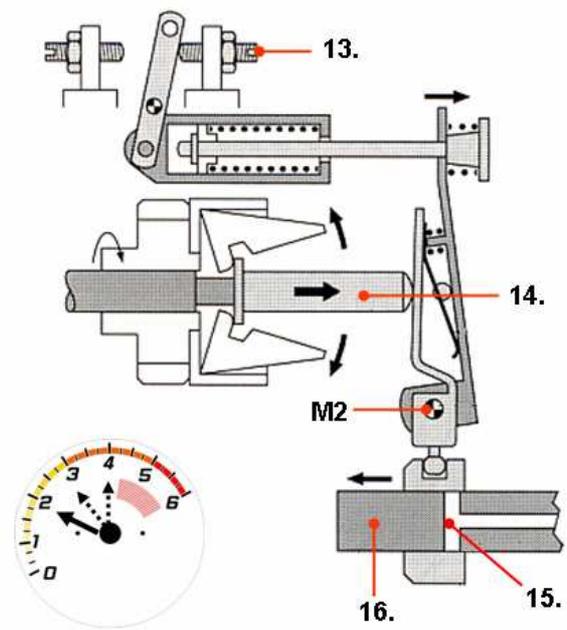
Sobre revoluciones (freno de motor):

Durante una operación cuesta abajo el motor es conducido por el vehículo y la velocidad del motor tiende a aumentar. Esto provoca que los contrapesos (1) se muevan hacia delante de forma que el manguito deslizante (2) presione contra la palanca de tensión (3) y la palanca de arranque (4). Ambas palancas cambian su posición y empujan el manguito de control (6) en dirección de menos suministro de combustible hasta que se alcanza una figura reducida de entrega de combustible, lo que corresponde a un nuevo nivel de carga. En condición extrema, la figura de entrega es cero. Básicamente, con el gobernador de velocidad variable, este proceso se aplica para todos los ajustes de la palanca de control de velocidad del motor (10) cuando la carga del motor o la velocidad del motor cambian y se extiende para el ajuste del manguito de control (6) de su posición plena carga o posición Stop.

Gobernador de Velocidad Mínima, Máxima



Función del gobernador durante el incremento de la velocidad del motor

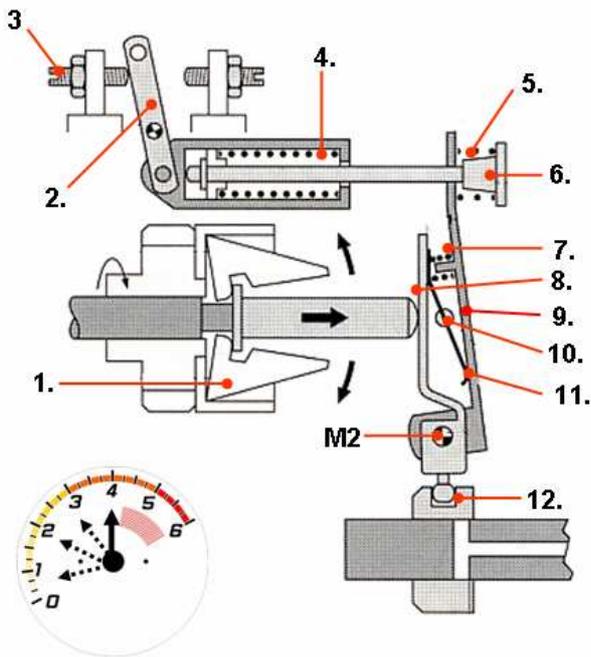


Función del gobernador durante la reducción de la velocidad del motor

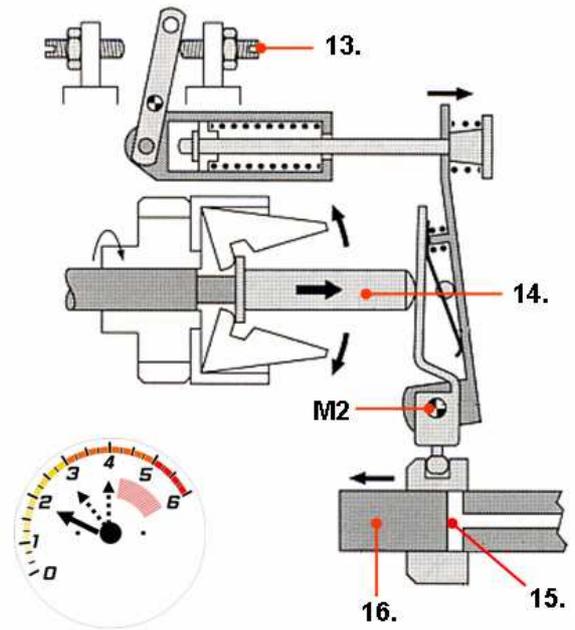
El gobernador de velocidad mínima-máxima controla (gobierna) sólo la velocidad de ralentí (mínima) y la máxima velocidad. El rango de velocidad entre estos puntos está controlado directamente por el pedal del acelerador. El conjunto gobernador con los contrapesos (1) y la configuración de palancas son comparables con las del gobernador de velocidad variable. La diferencia más importante radica en el resorte del gobernador (4) y su instalación. Esto es en forma de un resorte de compresión que está contenido en un elemento que sirve de guía. La palanca de tensión (9) y el resorte del gobernador (4) están conectados por un pasador de retención (6).

Arranque

Con el motor en reposo, los contrapesos (1) también están estacionarios y el manguito deslizante (14) está en su posición inicial. Esto habilita al resorte de arranque (11) para empujar los contrapesos (1) a su posición interior mediante la palanca de arranque (8) y el manguito deslizante (14). Sobre el émbolo distribuidor (16), el manguito de control (12) está en la posición de suministro de combustible para el arranque.



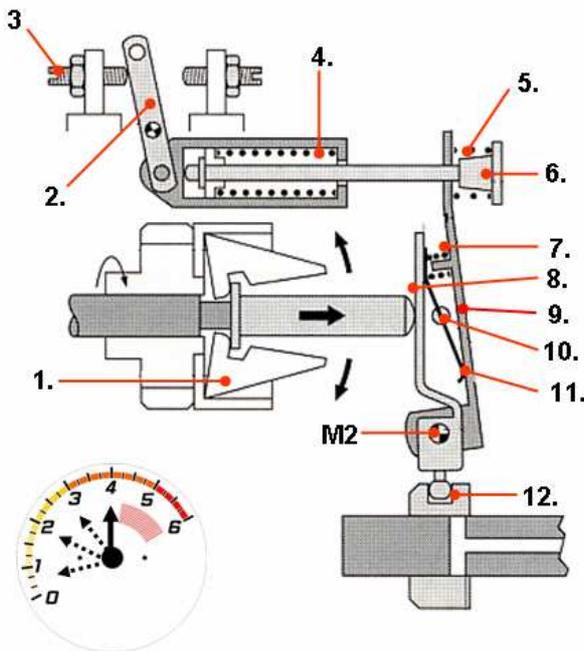
Función del gobernador durante el incremento de la velocidad del motor



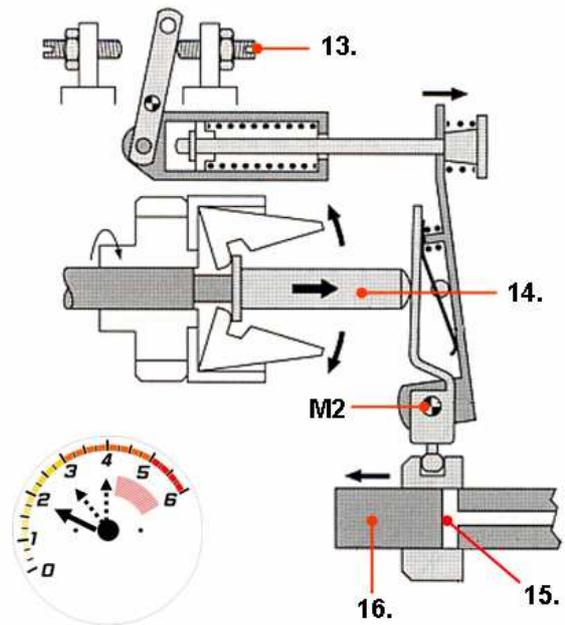
Función del gobernador durante la reducción de la velocidad del motor

Control de ralentí

Una vez que el motor está funcionando y el pedal del acelerador ha sido liberado, la palanca de control de velocidad del motor (2) es tirada hacia atrás a la posición de ralentí por su resorte de retorno. La fuerza centrífuga generada por los contrapesos (1) aumenta junto con la velocidad del motor y los apoyos interiores de los contrapesos empujan el manguito deslizante (14) contra la palanca de arranque (8). El resorte de ralentí (7) en la palanca de tensión (9) es responsable de controlar esta acción. El manguito de control (12) es llevado a la dirección de “menos suministro de combustible” con la acción de pivoteo de la palanca de arranque (8), su posición es determinada por la interacción entre la fuerza centrífuga y la fuerza del resorte.



Función del gobernador durante el incremento de la velocidad del motor

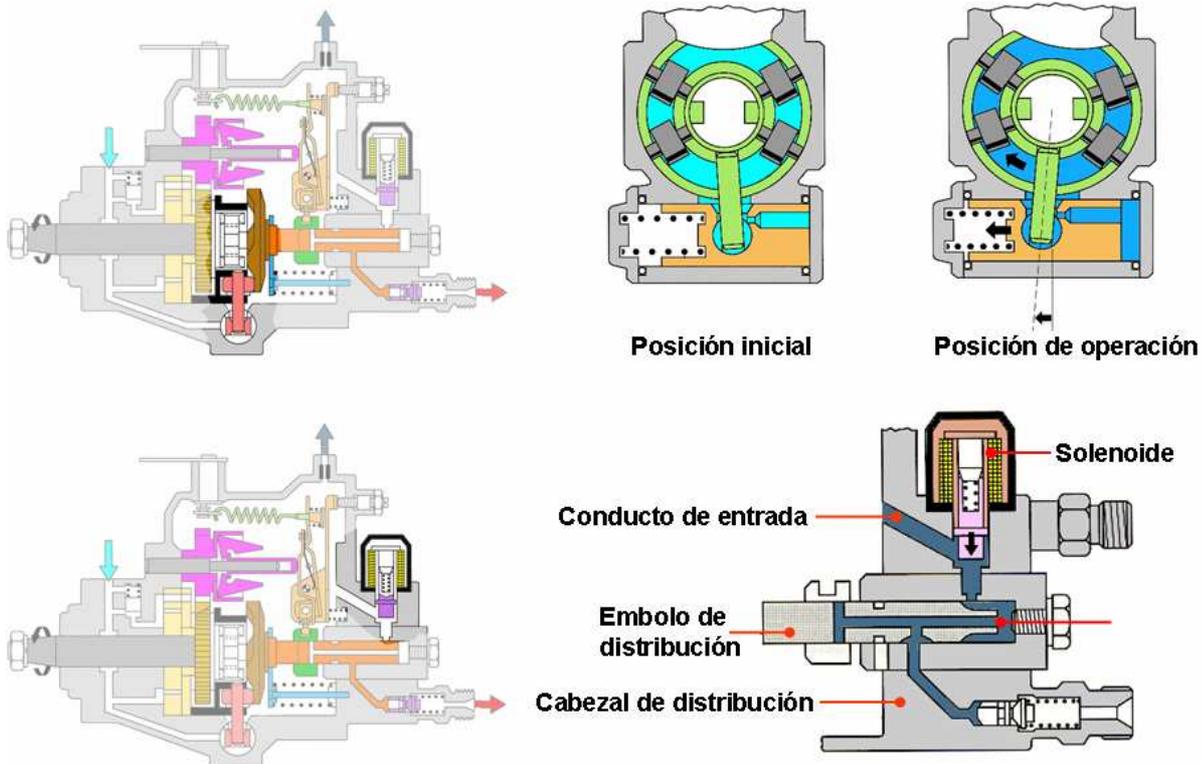


Función del gobernador durante la reducción de la velocidad del motor

Operación en condición de carga:

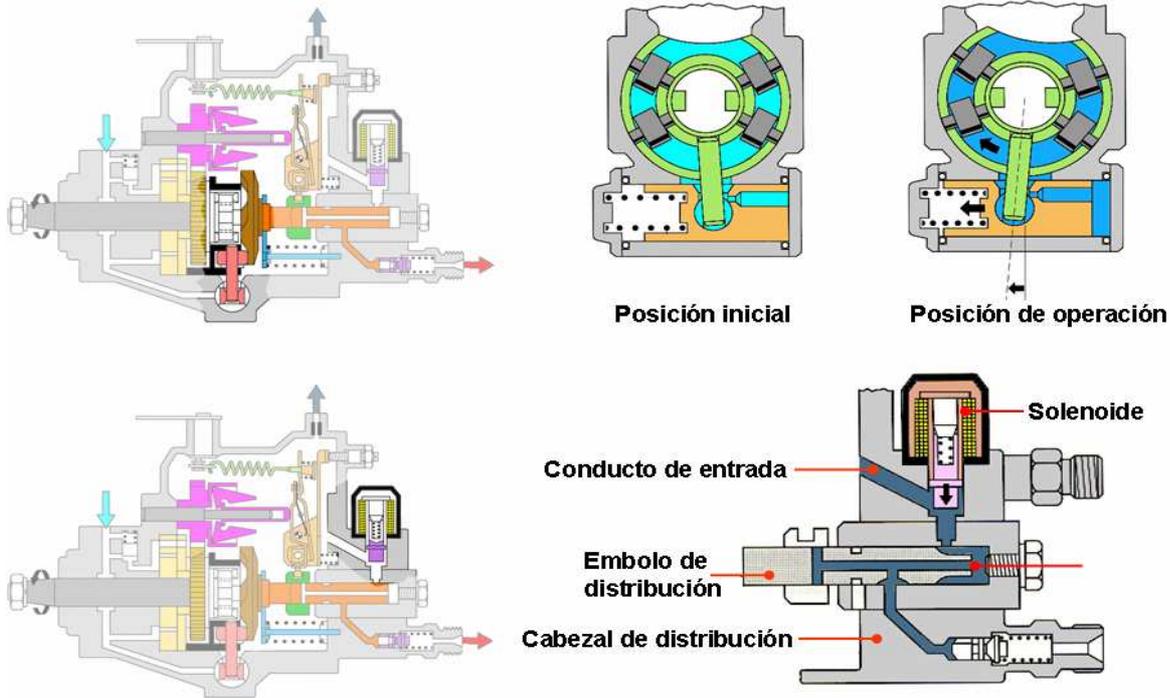
Si el conductor presiona el pedal del acelerador, la palanca del control de velocidad del motor (2) se mueve a través de un ángulo dado. Los resortes de arranque (11) y ralentí (7) ya no son efectivos y el resorte de velocidad intermedia (5) comienza a actuar. El resorte de velocidad intermedia (5) suministra una transición suave al rango no controlado. Si la palanca de control de velocidad de motor (2) es presionada más allá en la dirección de plena carga, el resorte de velocidad intermedia (5) es comprimido hasta que la palanca de tensión (9) descansa contra el pasador de retención (6). El resorte de velocidad intermedia (5) ahora no hace efecto y el sistema entra en el rango que no posee control. Este rango sin control es una función de la pre-tensión del resorte del gobernador (4) y en este rango el resorte puede verse como un elemento sólido. La posición del pedal del acelerador ahora es transferida directamente a través del mecanismo de la palanca del gobernador al manguito de control (12), lo que significa que la cantidad de combustible inyectado está directamente determinada por el pedal del acelerador. Si la carga del motor ahora se reduce, sin cambiar la posición de la palanca de control de velocidad del motor (2) (por ejemplo en cuesta abajo), la velocidad del motor aumenta sin incremento de la cantidad de combustible. La fuerza centrífuga de los contrapesos (1) también aumenta y empuja el manguito deslizante (14) con más fuerza contra la palanca de arranque (8) y la palanca de tensión (9). El control de velocidad a plena carga no se fija, hasta o cerca de un rango de velocidad del motor, hasta que la pre-tensión del resorte del gobernador (4) ha sido sobrepasada por el efecto de la fuerza del manguito deslizante (14). Si se liberan todas las cargas sobre el motor, su velocidad aumenta a la velocidad de ralentí alto, y el motor entonces es protegido contra las sobre revoluciones.

Dispositivo de Tiempo y Corte de Inyección



Dispositivo de tiempo de inyección

Con el fin de compensar el retraso de la inyección y el retraso del encendido, cuando aumenta la velocidad del motor el dispositivo de tiempo avanza la entrega en el arranque de la bomba rotativa en relación al giro del cigüeñal del motor. El inicio del suministro se produce después de que el conducto de entrada está cerrado. La alta presión producida en la bomba, tan pronto como la presión de apertura del inyector se ha alcanzado, conduce el principio de la inyección. El periodo entre el principio de la entrega y el principio de la inyección está determinado como el retardo de la inyección. El periodo entre el principio de la inyección y el principio de la combustión es conocido como el retardo del encendido. El dispositivo de tiempo controlado hidráulicamente está ubicado en la parte inferior del cuerpo de la bomba rotativa, formando un ángulo recto con el eje longitudinal de la bomba, donde su émbolo está libre para moverse en el cuerpo de la bomba. Hay un orificio en un extremo del émbolo del dispositivo de tiempo a través del cual puede ingresar combustible, mientras que el otro extremo del émbolo está sometido a la compresión de un resorte. El émbolo está conectado al anillo de rodillos mediante un bloque deslizante y un pasador de manera que el movimiento del émbolo puede convertirse en movimiento rotacional del anillo de rodillos. El émbolo del dispositivo de tiempo está fijo en la posición inicial por efecto del resorte del dispositivo de tiempo.

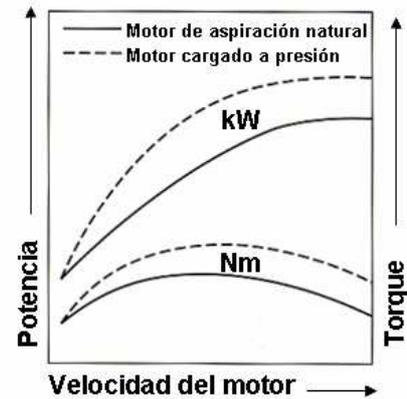
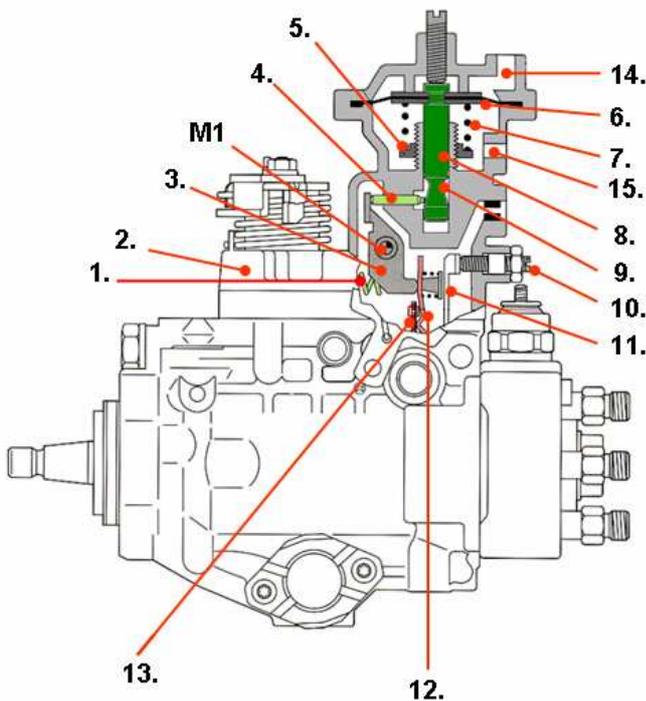


Durante el funcionamiento, la válvula de control de presión regula la presión del combustible dentro de la bomba, la que es proporcional a la velocidad del motor. Como resultado, la presión de combustible dependiente de la velocidad del motor es aplicada al extremo opuesto al resorte del émbolo de tiempo. Alrededor de 300rpm, la presión de combustible dentro de la bomba supera la precarga del resorte moviendo el émbolo de tiempo a la izquierda, y con esto el bloque deslizante y el vástago que conecta en el anillo de rodillos. El anillo de rodillos gira con el movimiento del vástago y la posición relativa del anillo de rodillos con el plato de levas cambia, adelantando en el accionamiento de las levas y con ello el avance del tiempo de inyección.

Dispositivo eléctrico de corte de combustible

El principio de autoencendido en el funcionamiento de los motores diesel implica que el motor solamente puede detenerse mediante la interrupción del suministro de combustible. Normalmente, la bomba rotativa gobernada mecánicamente es desactivada por un dispositivo de corte de combustible operado por un solenoide. El dispositivo eléctrico de corte se usa en los vehículos con interruptor de encendido accionado por una llave. En la bomba rotativa, la válvula solenoide que interrumpe el suministro de combustible esta instalada en la parte superior del cabezal de distribución. Cuando el motor esta funcionando, el solenoide permanece energizado y la válvula mantiene abierto el conducto hacia la cámara de alta presión de la bomba (el inducido y el cono de sellado se mantienen accionados). Cuando el encendido es puesto en OFF, la corriente al embobinado del solenoide se corta, el campo magnético colapsa y el resorte fuerza al inducido y cono de sellado contra el asiento de la válvula. Esto cierra el puerto de entrada hacia la cámara de alta presión, el émbolo de la bomba rotativa deja de suministrar combustible y el motor se detiene. Desde el punto de vista del circuito del sistema, hay diferentes posibilidades para implementar el corte por vía eléctrica, a través de un solenoide de tiro o de empuje.

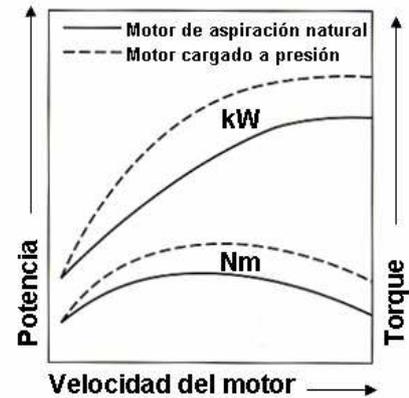
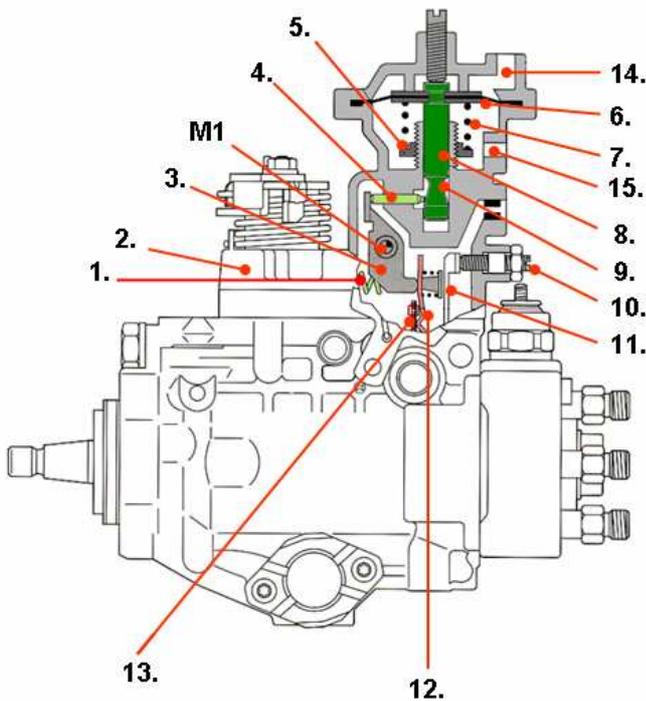
Módulo Adicional para Compensación de la Presión del Múltiple



La bomba rotativa de inyección está construida de acuerdo a los principios de construcción modular, y puede ser equipada con una variedad de unidades complementarias. Esto facilita la implementación de un amplio rango de posibilidades de adopción con relación a la optimización del torque del motor, potencia, economía de combustible y composición de los gases de escape.

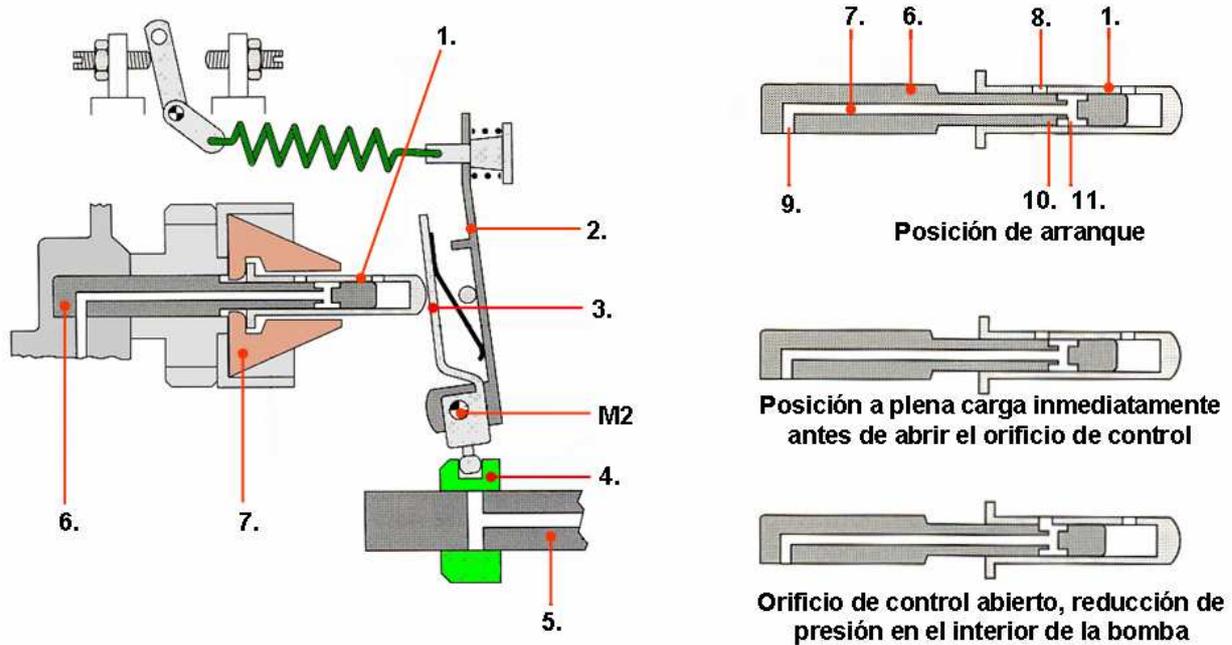
Módulo Adicional para Compensación de la Presión del Múltiple

Debido al aumento de la masa de aire admitida por el motor con turbo cargador operado por el escape, se amplifica considerablemente la salida de potencia de un motor diesel en comparación con la de un motor diesel por aspiración natural, con un pequeño aumento en las dimensiones y velocidad del motor. El compensador de presión del múltiple reacciona a la presión de carga de aire generada por el turbo cargador y adapta el suministro de combustible a plena carga en relación al cambio de la presión de aire. El sensor de presión del múltiple se usa en los motores diesel sobrecargados a presión. En estos motores la cantidad de combustible inyectado se adapta al incremento en la carga de aire del motor. Si el motor diesel cargado a presión funciona con carga reducida de aire en el cilindro, la cantidad de combustible inyectado debe adaptarse a la menor masa de aire. Esta función es desarrollada por el compensador de presión que, bajo una presión de carga de aire dada, reduce la cantidad de plena carga. La parte superior del compensador de presión del múltiple incorpora la conexión de carga de aire (14) y el orificio de ventilación (15).

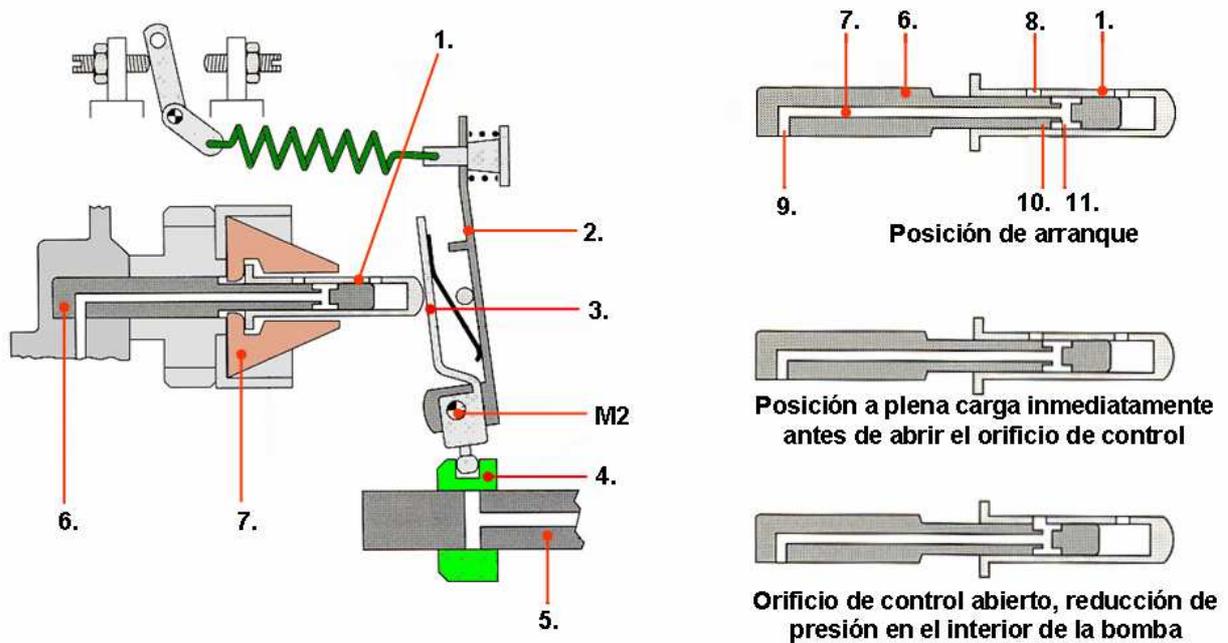


El interior del compensador de presión del múltiple está dividido en dos cámaras herméticas separadas por un diafragma (6) al cual se le aplica la presión de un resorte (7). En el extremo opuesto, el resorte está sujeto por una tuerca de ajuste con la que se fija la precarga del resorte. Esto sirve para igualar el punto de reacción del compensador de presión del múltiple con la presión de carga del turbo cargador. El diafragma está conectado con el vástago deslizante de compensación de presión del múltiple (8) que tiene una punta en forma de cono de control (9). Este está contactado a un vástago guía (4) que transfiere los movimientos del vástago deslizante a la palanca de reversa (3) la que a su vez cambia el ajuste para liberar la plena carga. El ajuste inicial del vástago deslizante y del diafragma se fija por un tornillo de ajuste en la parte superior del compensador de presión del múltiple. En el rango de baja velocidad del motor, la presión de carga de aire generada por el turbo cargador y aplicada al diafragma (6), es insuficiente para superar la fuerza del resorte (7). El diafragma permanece en su posición inicial. Tan pronto como la presión de carga de aire aplicada en el diafragma se hace efectiva, el diafragma, el vástago deslizante y el cono de control, se mueven contra la fuerza del resorte. El pasador guía (4) cambia su posición como resultado del movimiento vertical del cono de control y produce el giro de la palanca de reversa (3) sobre su punto de apoyo M1. Debido a la fuerza ejercida por el resorte del gobernador (1), no hay una conexión positiva entre la palanca de tensión (12), la palanca de reversa (3), el pasador guía (4) y el deslizamiento en el cono de control (9). Como resultado, la palanca de tensión (12) sigue el movimiento giratorio de la palanca de reversa (3), provocando que la palanca de arranque (13) y la palanca de tensión (12) giren alrededor de su punto de apoyo común, y de esta forma mueven el manguito de control en dirección de incremento del suministro de combustible. La entrega de combustible se adapta en respuesta al incremento de la masa de aire en la cámara de combustión. La plena carga puede ajustarse con el tornillo de calibración de plena carga (10).

Módulo Adicional para Compensación en base a la Carga



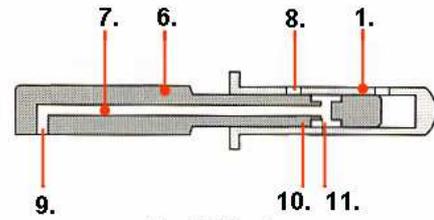
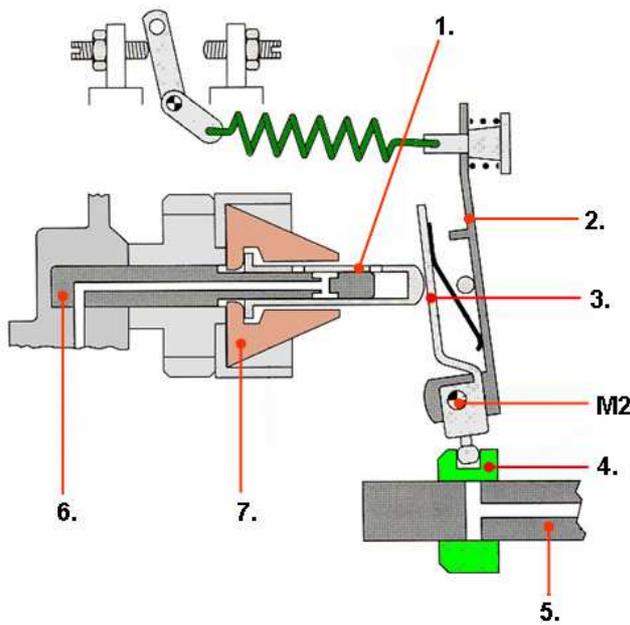
Dependiendo de la carga del motor diesel, el tiempo de inyección (inicio de inyección) debe ajustarse en dirección de avance o de retardo. El inicio de inyección dependiente de la carga, está diseñado de tal forma que en caso de reducción de carga (por ejemplo, cambiando desde plena carga a carga parcial), la posición de la palanca de control no cambia, pero el inicio de inyección se mueve en dirección de retraso. Cuando la carga del motor aumenta, el inicio de inyección se mueve en la dirección de avance. Estos ajustes conducen a una operación más suave del motor y a gases de escapes más limpios en carga parcial o a plena carga. Para el tiempo de inyección dependiente de la carga, las modificaciones deben hacerse en el eje del gobernador (6), manguito deslizante (1) y cuerpo de la bomba. El manguito deslizante (1) está provisto de un orificio de corte adicional, y el eje del gobernador (6) con una ranura en forma de anillo, un pasaje longitudinal (9) y dos pasajes transversales (11). El cuerpo de la bomba está provisto con un orificio, de manera que se establece una conexión desde el interior de la bomba al lado de succión de la bomba de suministro del tipo paletas. Como resultado del aumento de la presión en la bomba de alimentación cuando aumenta la velocidad del motor, el dispositivo de tiempo ajusta el inicio de inyección en la dirección de avance. Por otro lado, con la caída de la presión interior de la bomba causada por la compensación dependiente de la carga (LDC) es posible implementar un cambio en la dirección de retardo. Este se controla con la ranura en forma de anillo del eje del gobernador (6) y el orificio de control del manguito deslizante (8). La palanca de control del orificio se usa para una entrada de velocidad de plena carga fija. Si se alcanza esta velocidad y la carga es menor que la plena carga, la velocidad aumenta aún más, porque con el aumento en la velocidad de los contrapesos (7) se mueven hacia delante y cambian la posición del manguito deslizante (1). Esto reduce la cantidad de suministro para mantener en línea con el proceso convencional del gobernador.



Por otro lado, el orificio de control del manguito deslizante (8) se abre por el borde de control (10) de la ranura del eje del gobernador. El resultado es que una porción de combustible ahora fluye al lado de succión a través de los pasajes longitudinal (9) y transversales (11) del eje del gobernador y producen una caída de presión en el interior de la bomba. Esta caída de presión resulta en el movimiento del émbolo del dispositivo de tiempo hacia una nueva posición. Esto lleva al giro del anillo de rodillos en el sentido de rotación de la bomba, de forma que el inicio de inyección cambia en dirección de retraso. Si la posición de la palanca de control permanece sin cambio y la carga nuevamente aumenta, la velocidad del motor cae. Los contrapesos (7) se mueven hacia el interior y el manguito deslizante (1) se mueve de forma que su orificio de control (8) vuelve a cerrarse. El combustible en la bomba ya no puede fluir a través del eje del gobernador al lado de succión y la presión interior de la bomba aumenta nuevamente. El émbolo del dispositivo de tiempo se mueve contra la fuerza del resorte del dispositivo de tiempo y ajusta el anillo de rodillos de manera que el inicio de inyección cambia o se mueve en la dirección de avance.

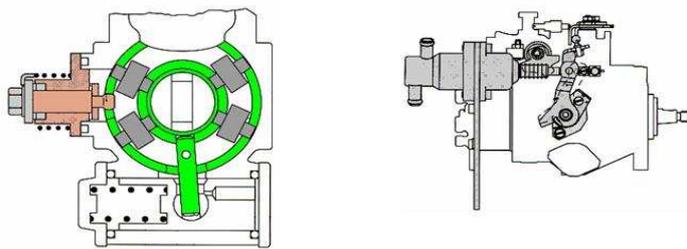
Compensación de presión atmosférica (APC)

A gran altitud, la baja densidad del aire reduce la masa de aire de admisión del motor y la cantidad de combustible inyectada para plena carga no puede quemarse completamente. El resultado, humo y aumento en la temperatura del motor. Para prevenir esto, se usa un compensador de presión de altitud para ajustar la cantidad de plena carga en función de la presión atmosférica. La construcción del compensador de presión atmosférica (APC) es idéntica a la del compensador dependiente de la carga (LDC). La única diferencia consiste en que el APC está equipado con una cápsula aneroide que está conectada a un sistema de vacío en algún lugar del vehículo. El aneroide suministra una presión constante de referencia de 700mbar.



La presión atmosférica se aplica al lado superior del diafragma del APC. Si la presión atmosférica disminuye, el perno deslizante se mueve verticalmente alejándose del tope inferior y, de manera similar al LDC, la palanca de reversa produce que la cantidad de combustible inyectado se reduzca.

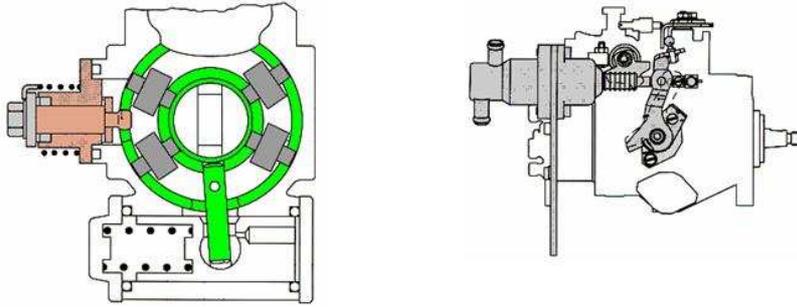
Módulo Adicional de Aceleración en Arranque en Frío



Las características de arranque en frío de un motor diesel son mejoradas mediante la incorporación de un módulo de compensación de arranque en frío que mueve el inicio de la inyección en dirección de avance. La operación es activada por el conductor usando un cable de acero en la cabina, o automáticamente mediante un mecanismo de avance sensible a la temperatura.

Acelerador Mecánico de Arranque en Frío (CSA)

El acelerador mecánico de arranque en frío está sujeto al cuerpo de la bomba. La palanca de detención está conectada a través de un eje a la palanca interior que está montada excéntricamente con un pasador de bola. La cabeza del pasador de bola se extiende al anillo de rodillos. La posición inicial de la palanca de detención está definida por un tope y por un resorte espiral. Acoplado a la parte superior de la palanca de detención está el cable Bowden que sirve como conexión con el mecanismo manual o automático de avance. El mecanismo automático de avance está montado en la bomba rotativa y el mecanismo de operación manual puede encontrarse en la cabina del conductor. El Acelerador de Arranque Manual (CSA) difiere sólo en los mecanismos externos de avance. El método de accionamiento es idéntico. Con el cable Bowden sin accionar, el resorte de espiral empuja la palanca de tope contra el tope. El pasador de bola y el anillo de rodillos están en su posición inicial. La fuerza aplicada por el cable Bowden produce que la palanca de tope, el eje, la palanca interior y el pasador de bola giren y cambien la posición del anillo de rodillos, de tal forma que se avanza el inicio de inyección. El pasador de bola se acopla con un rebaje en el anillo de rodillos, por lo que el émbolo del dispositivo de tiempo no puede girar en anillo de rodillos a la posición de avance hasta que se exceda una velocidad determinada.



Mecanismo de avance automático

El mecanismo de avance automático usa un dispositivo de control con un elemento de expansión sensible a la temperatura, con lo que convierte la temperatura del motor en un desplazamiento mecánico. La ventaja de este método es que para una temperatura dada, el principio óptimo de entrega siempre está seleccionado. Existen diferentes configuraciones de palancas y mecanismos de operación, dependiendo de la dirección de rotación y posición de montaje del dispositivo de control.

Prueba del Inyector y Ajuste del Tiempo de Inyección



Ajuste de Sincronización de la Inyección



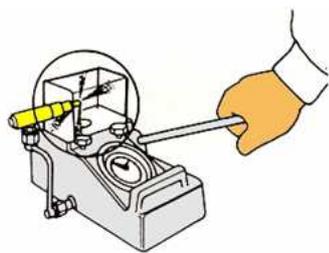
Prueba del inyector

La prueba del inyector puede ejecutarse usando una bomba de presión. Las pruebas a los inyectores incluyen: la prueba de goteo (chequeo de filtración), prueba del patrón de atomización, prueba del ruido (“burr”) y presión de apertura de la tobera.

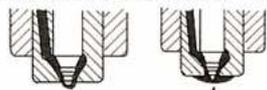
Téngase presente que la presión de apertura de la tobera puede calibrarse con láminas de ajuste, referirse al Manual de Servicio para información más detallada. Además deben verificarse las regulaciones locales de seguridad.

Ajuste del tiempo de inyección

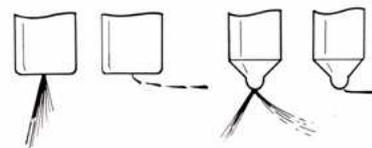
Pueden ocurrir problemas debido a un ajuste de inyección incorrecto, tales como problemas en el arranque, pérdida de potencia, humo blanco o negro y ruido de detonación.



Prueba de goteo del inyector



Correcto Incorrecto



Patrones incorrectos de atomización

Ajuste de Sincronización de la Inyección



Ajuste del tiempo de inyección:

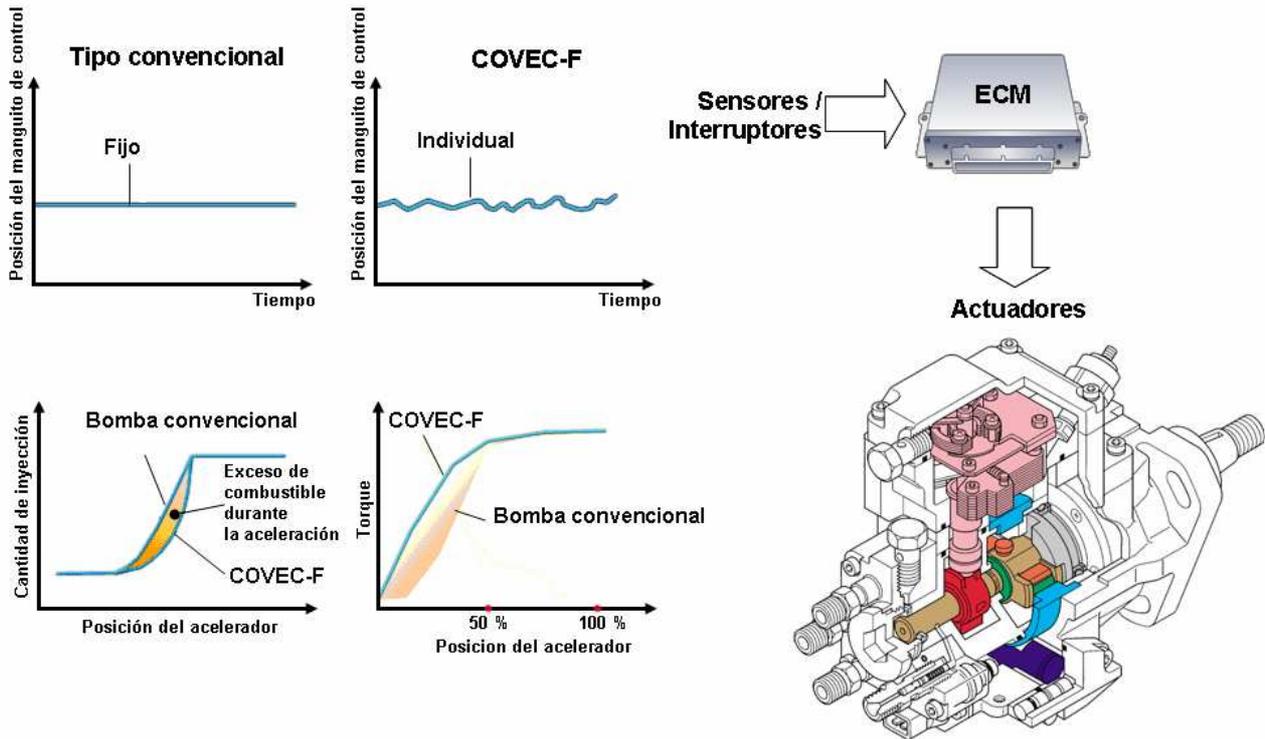
1. Desconectar el terminal negativo de la batería
2. Remover la cubierta superior de la correa de distribución
3. Alinear la marca de distribución en la posición "T"
4. Revisar la marca de distribución en el piñón del cigüeñal y la bomba inyectora
5. Desconectar el conector de la bomba inyectora
6. Desconectar las tuberías de combustible desde la bomba inyectora
7. Instalar el reloj comparador en el lado posterior de la bomba de inyección después de haber removido el perno de ajuste del tiempo.
8. Rotar el piñón del cigüeñal alrededor de 30° en dirección antihorario o hasta que la aguja se detenga, y ahora calibrar el indicador en "0".
9. Girar el piñón de cigüeñal a 7° DPMS, comprobar que el indicador este en del rango específico.

Por ejemplo, tiempo de inyección: 1 ± 0.03 mm del indicador a 7° DPMS $\pm 1^\circ$ (PMS)

Referirse al Manual de Servicio para cada vehículo

10. Ajustar el tiempo usando la rotación de la bomba de inyección para fijar la especificación en 1mm del indicador del reloj comparador.
11. Apretar los pernos de montaje de la bomba inyectora
12. Remover el reloj comprador y apretar el perno de ajuste de tiempo de la bomba inyectora
13. Conectar las tuberías de combustible
14. Conectar el conector eléctrico.
15. Instalar la cubierta superior de la correa de distribución.
16. Conectar el terminal negativo de la batería.
17. Purgar el aire de la línea de combustible después de activar a ON el encendido.

Bomba de Inyectora Rotativa COVEC-F



Introducción

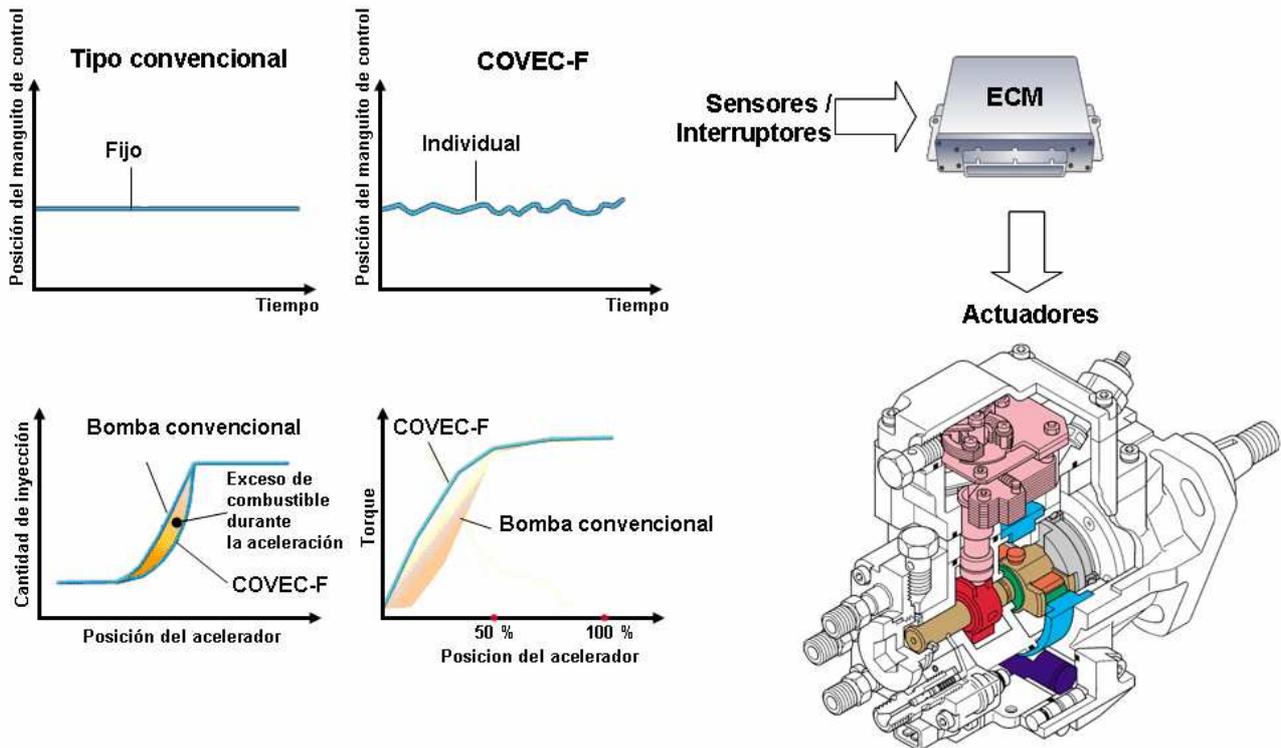
El desarrollo del motor diesel automotriz está en primer lugar controlado para producir emisiones de escape limpias, economía mejorada de combustible y optimización en el funcionamiento del motor.

Estas estipulaciones producen demandas cada vez más estrictas sobre la inyección de combustible, entre las que se pueden mencionar:

- Controles sensitivos
- Capacidad de procesar parámetros adicionales
- Tolerancias más estrictas y mayor seguridad durante largos periodos de funcionamiento.

Estas demandas se cumplen con el sistema COVEC-F (Computerized VE pump Control system-Full) (Sistema de Control Totalmente Computarizado de la Bomba VE). Este sistema está equipado con mediciones electrónicas, así como, con un procesamiento flexible de datos y un control de circuito cerrado con actuadores eléctricos. En comparación con las bombas rotativas convencionales controladas mecánicamente, COVEC-F implementa nuevas y mejoradas funciones de control.

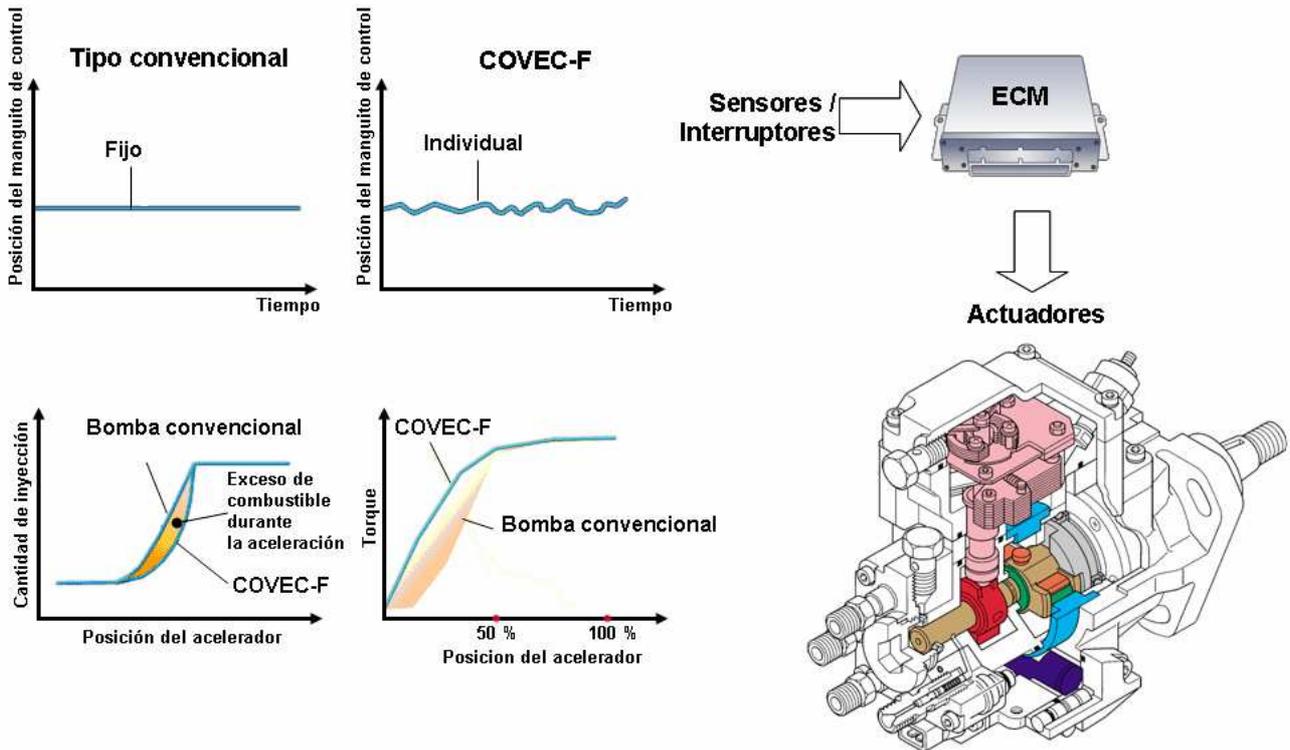
Rendimiento Mejorado de Potencia: en comparación con las bombas de inyección convencionales, COVEC-F suministra la cantidad de inyección más apropiada en relación a la posición del acelerador. Esto facilita el incrementado de torque con menor aceleración, lo que mejora el rendimiento de la potencia.



Incremento de Confort: en las bombas de inyección convencionales, no se ejecutan las pequeñas variaciones del manguito de control. COVEC-F, sin embargo, detecta las variaciones de velocidad en cada combustión del motor durante el ralentí, y en respuesta a esto controla la posición del manguito de control para aumentar o reducir la cantidad de inyección de combustible. De esta forma, la cantidad de inyección para cada cilindro se controla para reducir la vibración del motor y mejorar el confort.

Reducción de humo en la aceleración: la cantidad de inyección aumenta en la aceleración para incrementar la respuesta del motor. Con las bombas de inyección convencionales, este exceso de combustible da como resultado la producción de humo. COVEC-F controla la cantidad de inyección de combustible con precisión, aún durante la aceleración, para prevenir la generación de humo sin afectar adversamente la respuesta del motor.

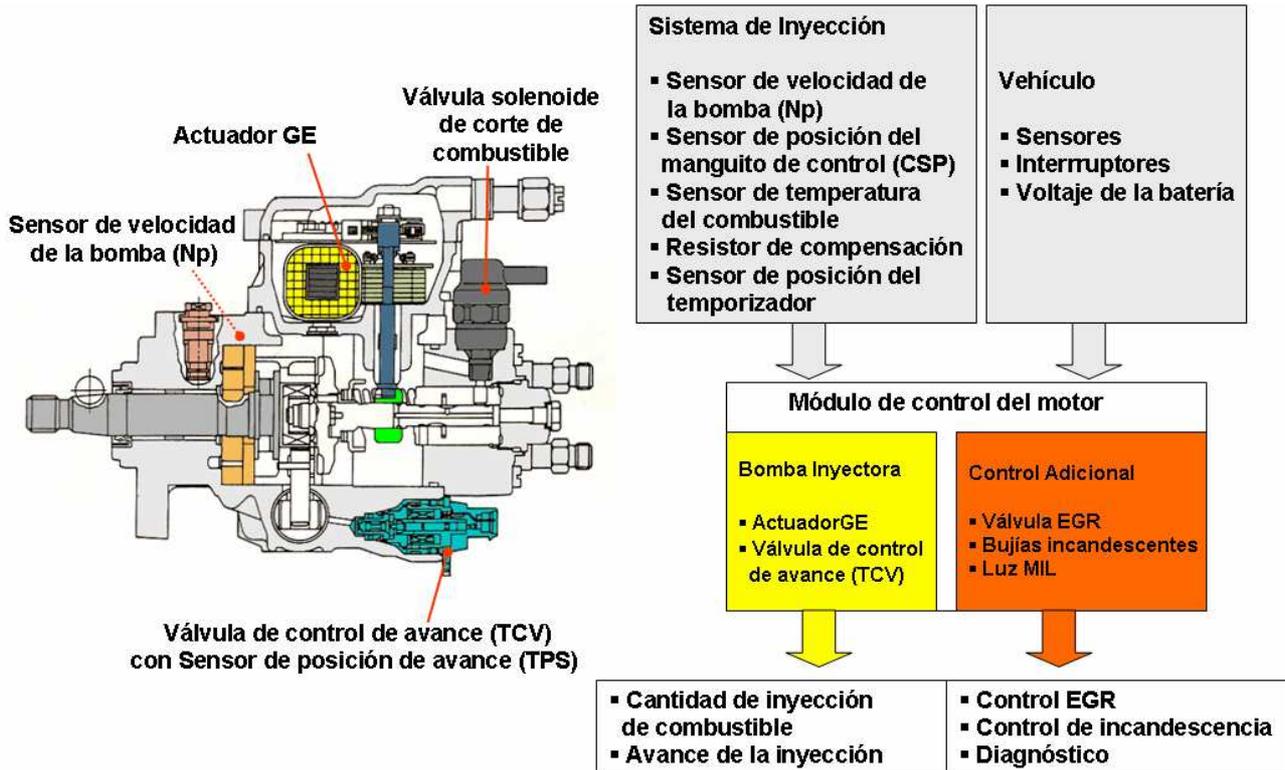
Dispositivos adicionales innecesarios: los dispositivos adicionales tales como el compensador de presión del múltiple, el compensador aneroide o el compensador de tiempo de inyección son innecesarios porque la compensación es ejecutada electrónicamente en respuesta a la señal de varios sensores. Debido a esto, el exterior de la bomba de inyección es simplificado en gran medida, permitiendo una mejor utilización del espacio alrededor de la bomba de inyección.



El control electrónico se divide en tres bloques de sistemas:

1. Sensores para registrar las condiciones de operación. Una amplia variedad de condiciones físicas se convierten en señales eléctricas.
2. Módulo de Control del Motor (ECM) con un microprocesador que procesa la información de acuerdo con un algoritmo específico de control y produce salidas de acuerdo con las señales eléctricas.
3. Actuadores que convierten las señales eléctricas de salida del ECM en cantidades mecánicas.

Componentes del Sistema

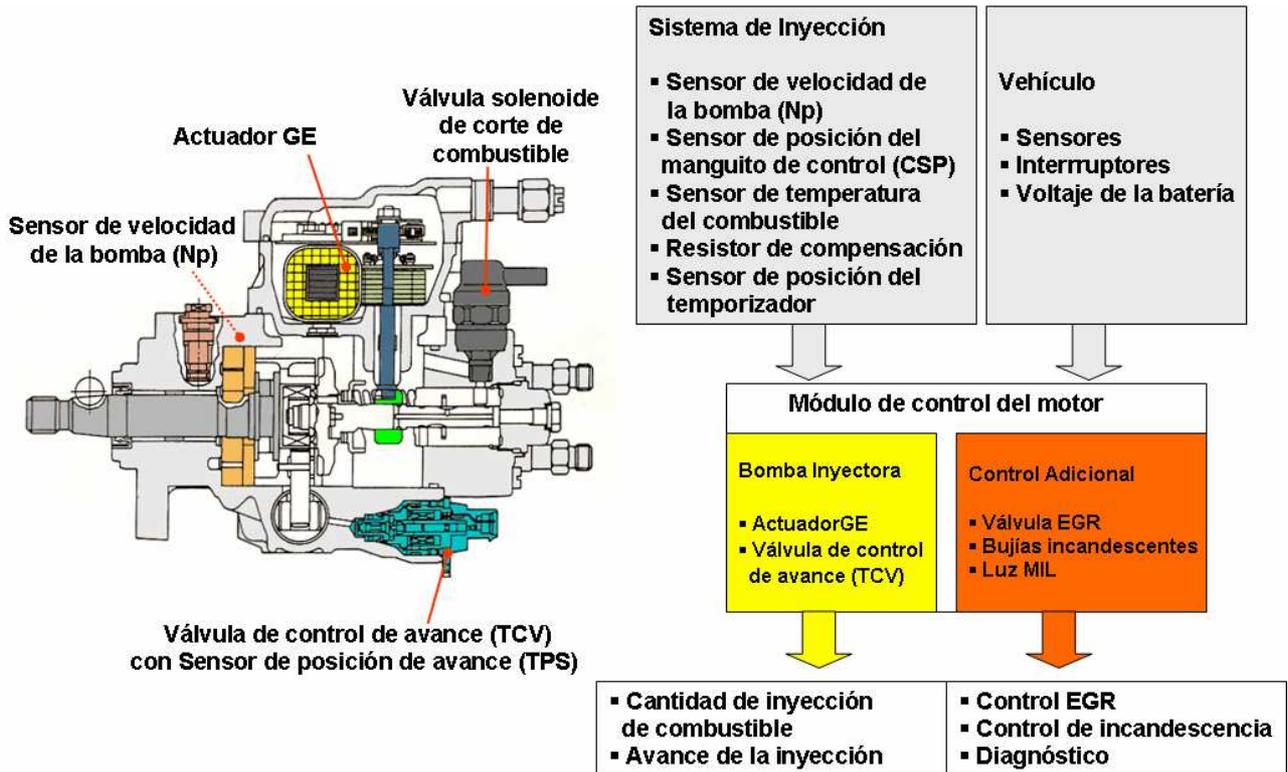


La entrada de combustible y el suministro de presión en COVEC-F son idénticos a las bombas rotativas convencionales de inyección. El interior de la bomba está separado en una cámara de gobernador, donde se desarrolla el control de la cantidad de inyección de combustible y la cámara de la bomba donde se controla la entrada y suministro de combustible.

Actuador GE: La bomba de inyección convencional es controlada por un gobernador. COVEC-F sin embargo utiliza un gobernador electrónico (actuador GE). No se utilizan contrapesos. Por lo tanto no hay una palanca de control en la cubierta superior. En su lugar, hay un cable conectado a la unidad de control.

Sensor Np: Una rueda dentada acoplado al eje conductor se usa para detectar la velocidad de la bomba. La rotación de la rueda dentada es captada por el Sensor de Velocidad de la Bomba (Np). En sensor Np está compuesto por un imán permanente, un polo de hierro, y una bobina. El campo magnético varía con el movimiento de la rueda dentada y el voltaje que se genera se detecta como una señal de velocidad. El número de proyecciones en la rueda dentada corresponde al número de cilindros del motor.

Válvula de control de tiempo (TCV): La válvula de control de tiempo (TCV) está instalada en la parte inferior del cuerpo de la bomba entre las cámaras de alta y baja presión para ajustar la presión al tiempo de avance requerido.



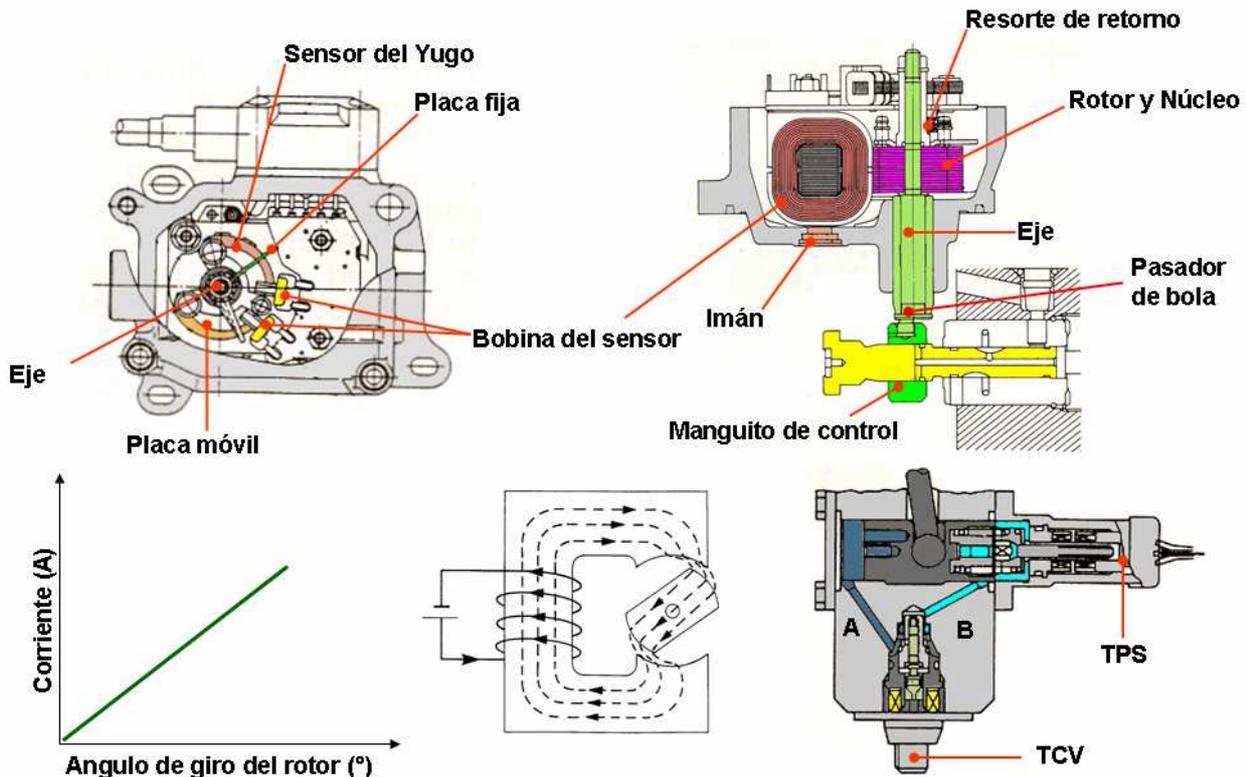
Válvula de alivio: La bomba de inyección convencional en ocasiones esta equipada con una válvula de alivio dentro de la válvula de sobre flujo. En COVEC-F la válvula de sobre flujo esta siempre equipada con una válvula de alivio con el fin de prevenir el sobre flujo hasta alcanzar una presión determinada. La válvula de sobre flujo esta instalada en la cara de la cubierta del actuador GE (en el lado del cabezal distribuidor).

Sensor de Posición del Temporizador (TPS): COVEC-F esta provista de un Sensor de Posición de Temporizador (TPS) en la parte inferior de la bomba de inyección para detectar la posición del temporizador.

Módulo de Control del Motor: El Módulo de Control del Motor esta instalado en el vehículo. La Unidad de Control recibe las señales de información detectadas por cada sensor. Basado en esta información, el Módulo de Control del Motor (ECM) ejecuta los cálculos comparativos usando los valores fijos programados y luego instantáneamente despacha las señales optimas de control para cada sección de control.

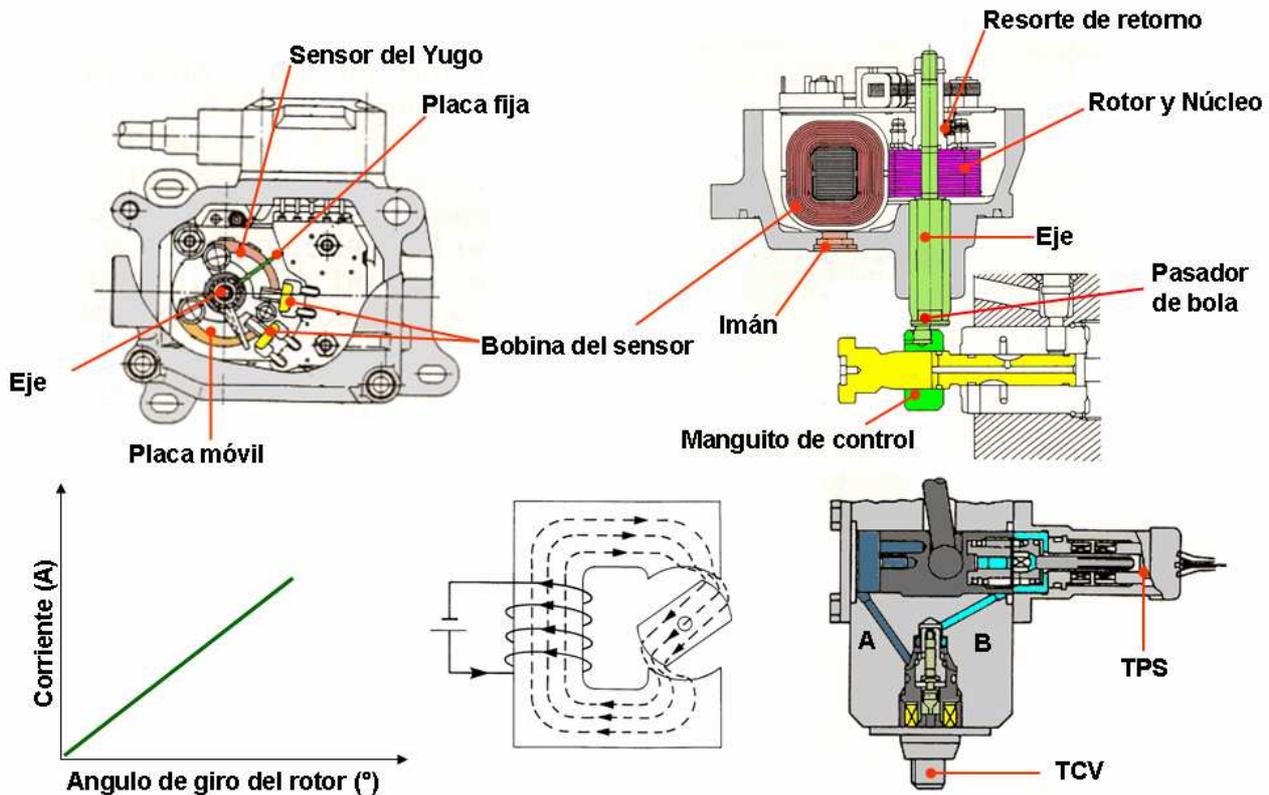
Resistor de Compensación: El resistor de compensación es necesario para compensar las tolerancias de manufacturación del actuador GE.

Actuador GE, TCV y TPS



Actuador GE (Governador Electrónico)

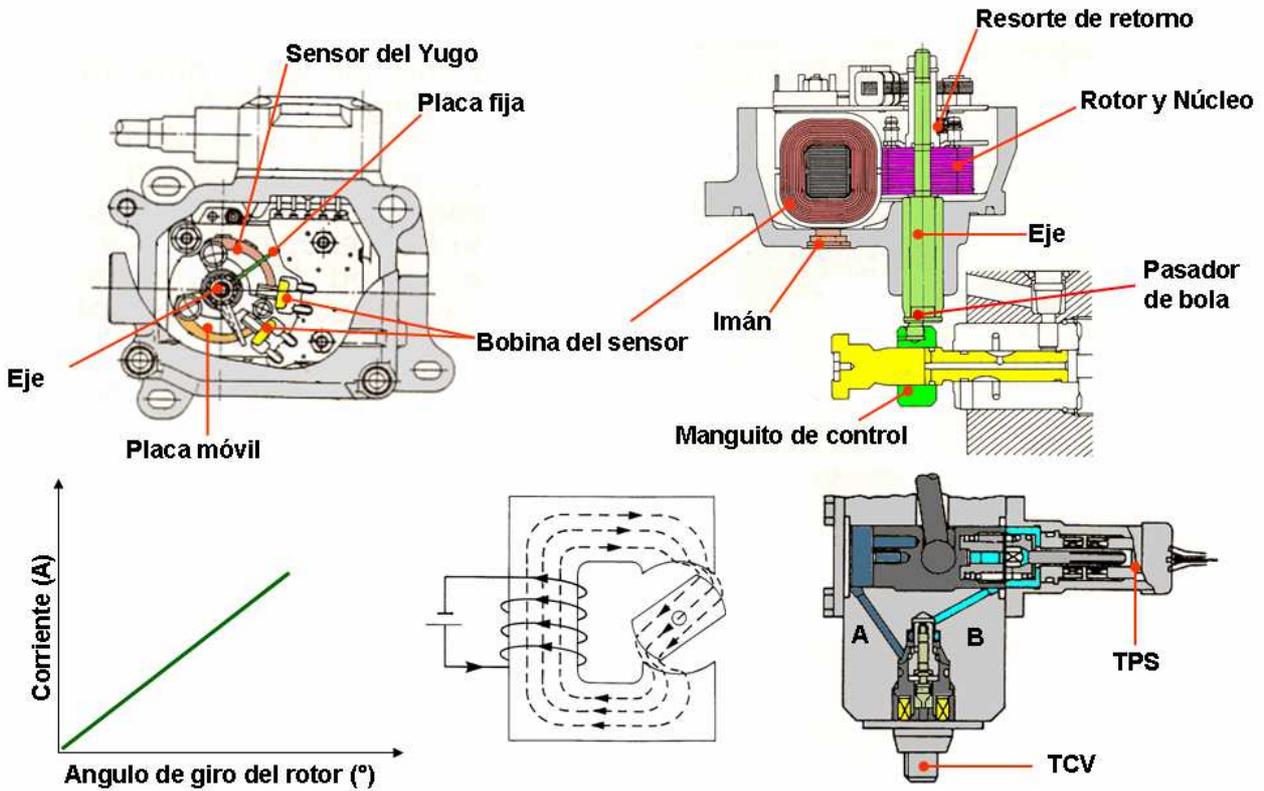
El actuador GE está adherido a la cámara del gobernador en la parte superior de la bomba de inyección. La cámara del gobernador y la cámara de la bomba están conectadas mediante un filtro magnético, y el combustible que fluye dentro de la cámara del gobernador refrigera la bobina. El filtro magnético también previene el ingreso de partículas de hierro al interior del actuador GE. La punta del eje que se acopla al rotor está equipada con un pasador de bola excéntrico al eje. Este pasador de bola se inserta en un orificio del manguito de control. A diferencia de la bomba de inyección convencional, COVEC-F ajusta la cantidad de inyección de combustible en forma electromagnética. La posición del manguito de control es detectada por el sensor de posición del manguito de control (CSP) y retroalimenta a la unidad de control. Cuando se energiza la bobina, el núcleo genera un flujo magnético que hace girar el rotor dentro de un rango específico. La intensidad del flujo magnético generado por la bobina está determinado por la entrada de corriente. El rotor se gira hasta que la intensidad magnética del núcleo se iguala con la fuerza del resorte de retorno del rotor. El sensor de posición del manguito de control (CSP) detecta el ángulo rotacional. Este está instalado en la parte superior del actuador GE para detectar si la posición especificada del manguito de control (ángulo de rotación del rotor) de acuerdo a la corriente está en la posición correcta. El sensor de posición del manguito de control (CSP) está formado por el yugo del sensor, una bobina sensora, una placa móvil y una placa fija. La placa móvil está conectada con el eje y gira directamente con éste. La placa fija compensa la temperatura inducida por las variaciones de inductancia. El sensor de posición del manguito de control convierte las diferencias de inductancia de las bobinas superior e inferior en ángulos y envía la señal de vuelta a la unidad de control.



La unidad de control compara el ángulo objetivo con el ángulo actual medido y compensa la corriente de manera que el ángulo corresponda al ángulo objetivo.

Válvula de Control de Tiempo (TCV)

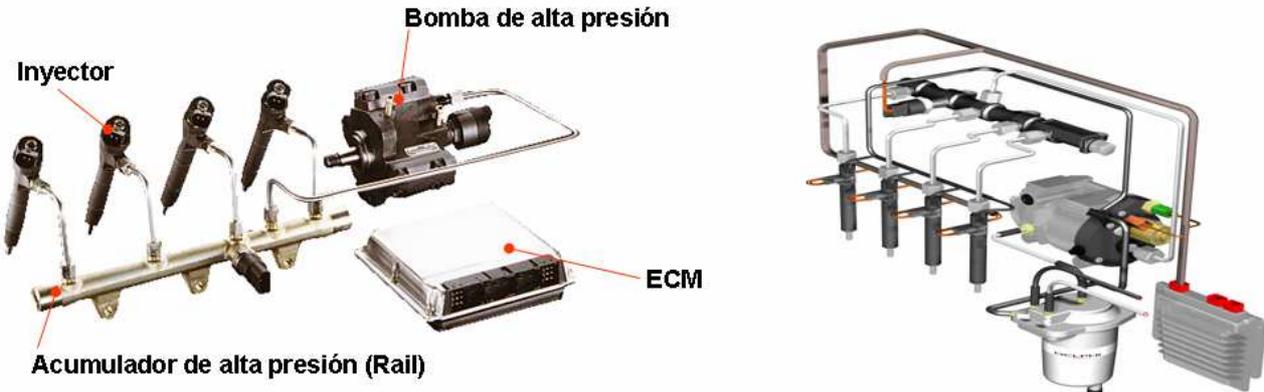
La Válvula de Control de Tiempo (TCV) está localizada en la parte inferior de la bomba de inyección. Dos orificios (A y B) en el cuerpo de la bomba conectan a la TCV. El orificio A conecta el pistón del temporizador de la cámara de alta presión con el lado de entrada de combustible de la TCV. Hay un filtro instalado en esta entrada para impedir el ingreso de partículas extrañas. El orificio B conecta la cámara de baja presión del pistón temporizador a la salida de combustible en la punta de la TCV. Instalada entre las cámaras de baja y alta presión del pistón temporizador, la TCV ajusta la presión en la cámara de alta presión abriendo y cerrando la aguja. Cuando no hay flujo de corriente a la TCV, la punta de la aguja divide completamente las cámaras de alta y baja presión. Junto con esto el soporte de los rodillos gira para variar el tiempo de inyección. El tiempo de inyección puede por lo tanto ser modificado utilizando el porcentaje de relación de trabajo ON – OFF de la corriente que fluye a la TCV. Por lo tanto el tiempo de inyección es controlado por esta relación de trabajo. Todas las características y señales de control son procesadas con el porcentaje de relación de trabajo de la señal de control de la TCV. Además, la frecuencia de las señales de control de la TCV pueden ser modificadas para que concuerden con la frecuencia de la velocidad de la bomba inyectora.



Sensor de Posición del Temporizador (TPS)

El Sensor de Posición del Temporizador (TPS) detecta las variaciones de inductancia en el núcleo de la varilla para medir la posición del pistón temporizador. Esta instalada al lado de baja presión del temporizador.

Inyección Directa por Riel Común (Common Rail)



Los sistemas de Inyección Directa con Riel Común (CRDI) están compuestos por los siguientes elementos principales:

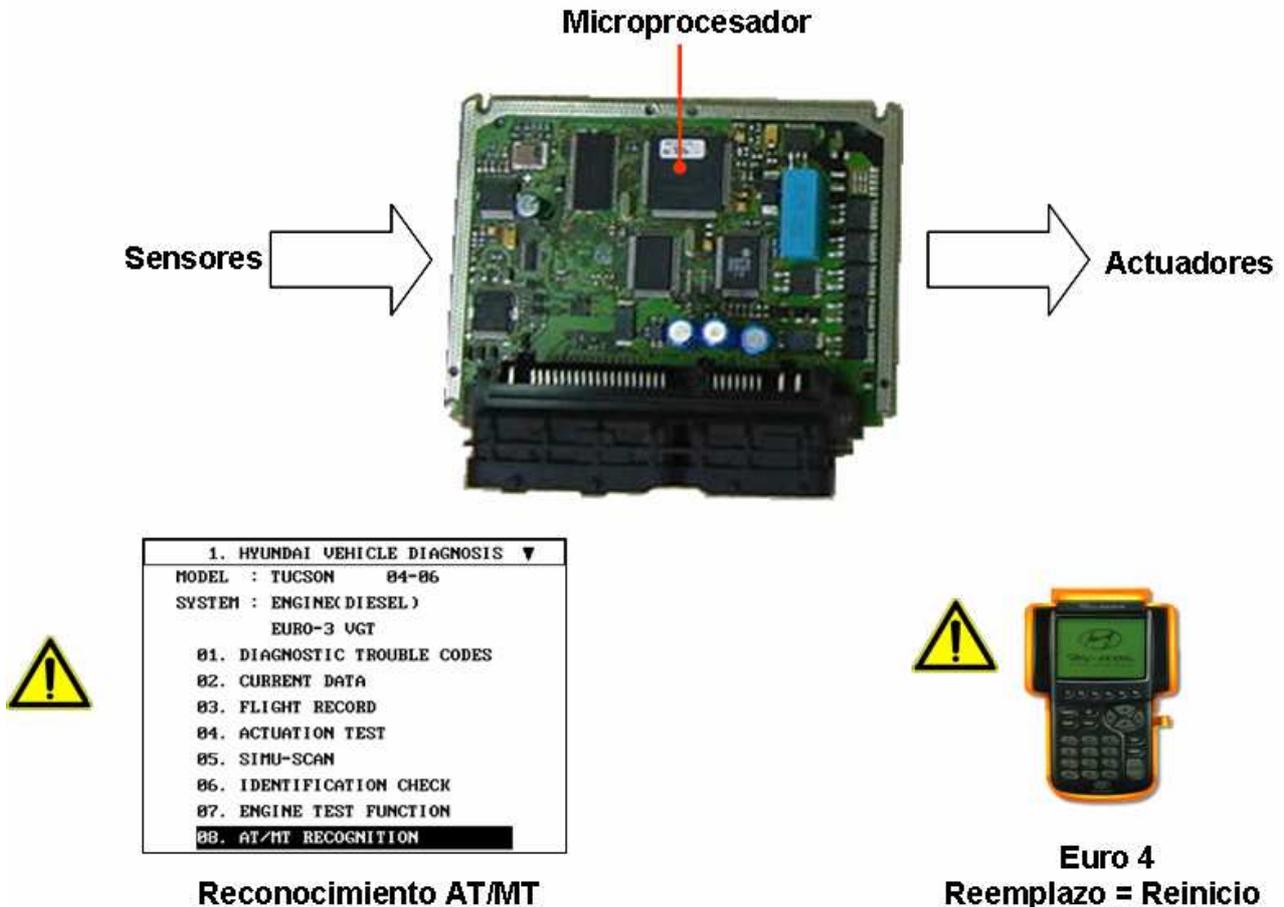
- Módulo del Control del Motor (ECM)
- Bomba de Alta presión
- Inyectores
- Acumulador de Alta presión (Riel)

En los sistemas de Inyección Directa con Riel Común (CRDI), la alta presión generada por la bomba de alta presión es almacenada en el acumulador. Al mismo tiempo, el acumulador reduce las oscilaciones de presión que son generadas debido al suministro de la bomba de alta presión. Además la inyección del combustible es amortiguada por el volumen en el riel. Este acumulador de alta presión es común para todos los cilindros, de ahí su nombre “Riel Común”. Aún cuando grandes cantidades de combustibles son extraídas, el riel común mantiene la presión interna prácticamente constante. Esto asegura que la presión de inyección permanezca constante desde el momento en que el inyector abre.

HYUNDAI ofrece dos tipos diferentes de sistemas CRDI, Bosch y Delphi. Los sistemas pueden ser diferenciados por el tipo de control a la entrada o a la salida, también es posible una combinación de ambos en ciertos motores.

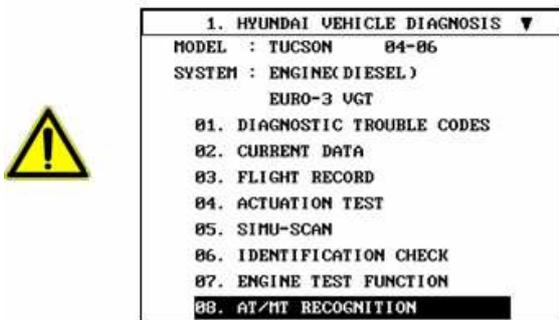
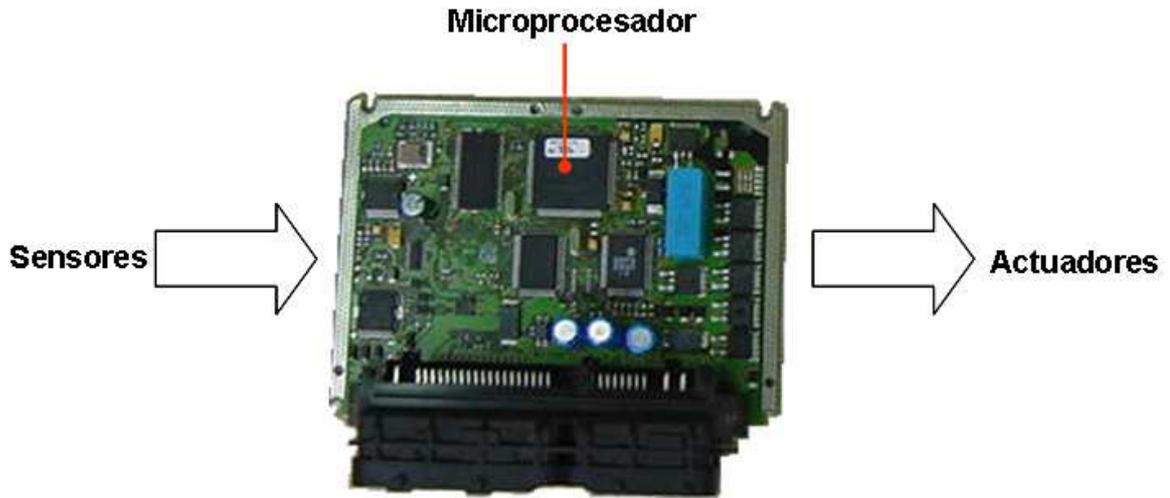
Los sistemas controlados a la entrada miden la cantidad de combustible que entra a la bomba de alta presión mediante el uso de una Válvula Proporcional Magnética (Bosch-CRDI) o Válvula de Medición de Entrada (Delphi-CRDI) acoplada a la bomba de alta presión. Los sistemas controlados en la salida usan la llamada Válvula de Control de Presión del Riel (Bosch-CRDI) instalada en el riel.

Módulo de Control del Motor



El sistema de Inyección Directa con Riel Común es controlado por el Módulo de Control del Motor (ECM).

El Módulo de Control del Motor (ECM) tiene cuerpo metálico. Los sensores, actuadores y suministro de energía están conectados al ECM mediante un conector de terminales multipolar. Los componentes de energía que activan directamente los actuadores están integrados en el ECM de tal manera que ellos pueden disipar de manera eficiente su temperatura al cuerpo del ECM. El Módulo de Control del Motor (ECM) evalúa las señales recibidas desde los sensores externos y las limita a un nivel de voltaje permisible. Con los datos de entrada y con los mapas característicos almacenados, el microprocesador del ECM calcula la cantidad y tiempo de inyección. Las señales de salida desde el microprocesador del ECM se utilizan para controlar las etapas de conducción que suministran la energía apropiada para conmutar los actuadores que controlan la presión del riel y cambiar el interruptor a OFF. Adicionalmente, son accionados los actuadores para el funcionamiento del motor (por ejemplo el actuador EGR, relé para bomba eléctrica de combustible, etc), así como para aquellas otras funciones auxiliares tales como el relé de bujías incandescentes o del aire acondicionado.



Reconocimiento AT/MT



**Euro 4
Reemplazo = Reinicio**

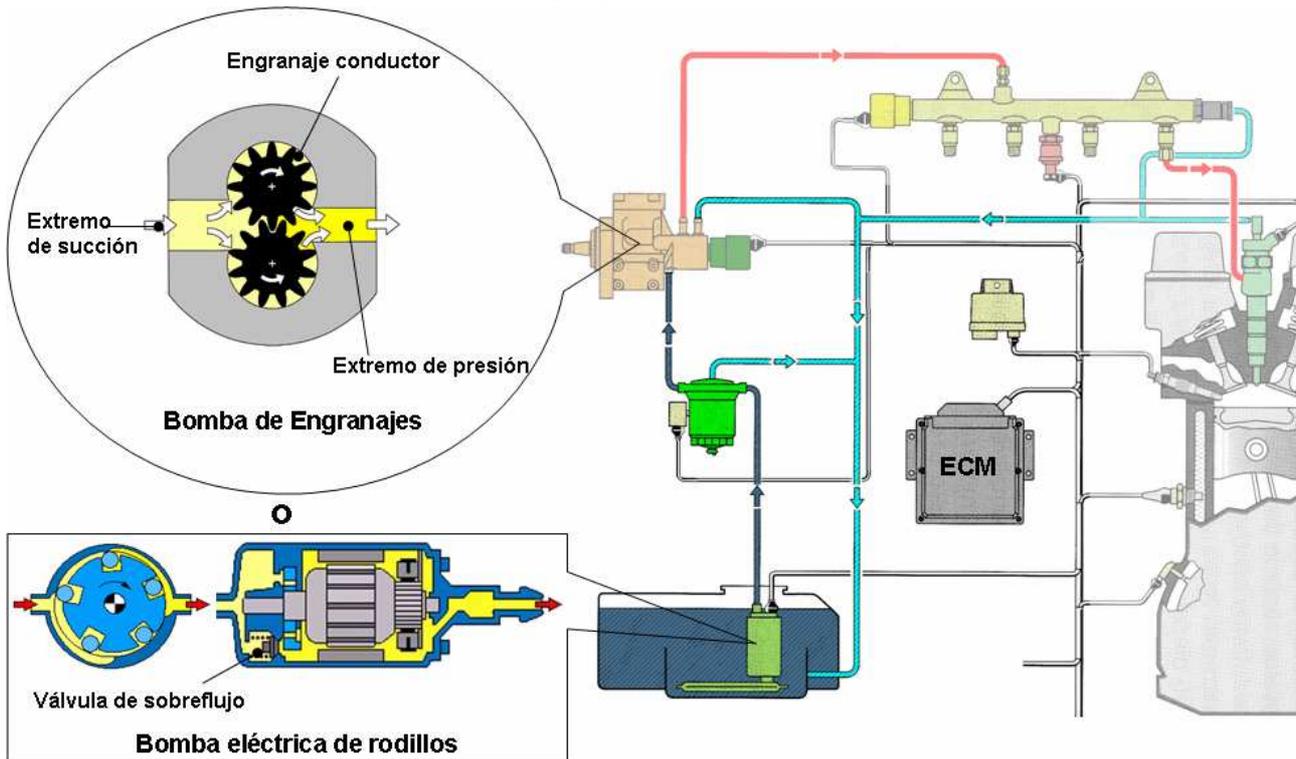
Reconocimiento de Transmisión Automática / Transmisión Mecánica

En ciertos sistemas y modelos es necesario ejecutar el reconocimiento de la transmisión AT/MT. Esto es necesario cuando se reemplaza el Módulo de Control del Motor (ECM) o el Módulo de Control de la Transmisión (TCM). Si no se ejecuta el reconocimiento de AT / MT, la luz indicadora de bujías incandescentes permanecerá encendida constantemente.

Nota:

Cuando se reemplaza el ECM en los vehículos con Filtro Catalizador de Partículas, el valor actual del odómetro debe ser reprogramado. Esto se requiere para calcular el siguiente proceso de quemado de partículas de hollín. Referirse al Manual de Servicio para información más detallada.

Bosch CRDI, Suministro de Baja y Alta Presión

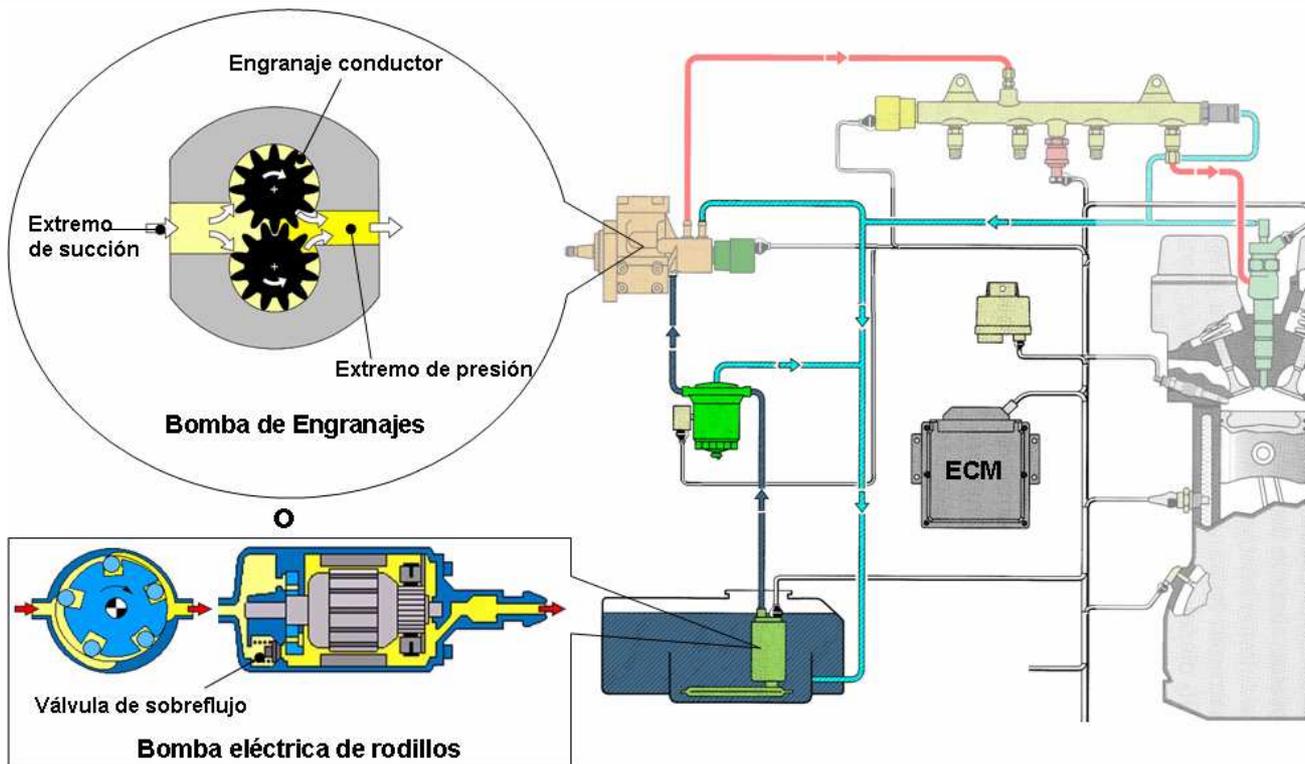


Suministro de baja presión

La bomba de alimentación puede ser una bomba eléctrica de combustible con un pre-filtro o una bomba de combustible del tipo engranajes. La bomba arrastra el combustible desde el tanque de combustible y suministra de manera continua la cantidad necesaria de combustible hacia la bomba de alta presión.

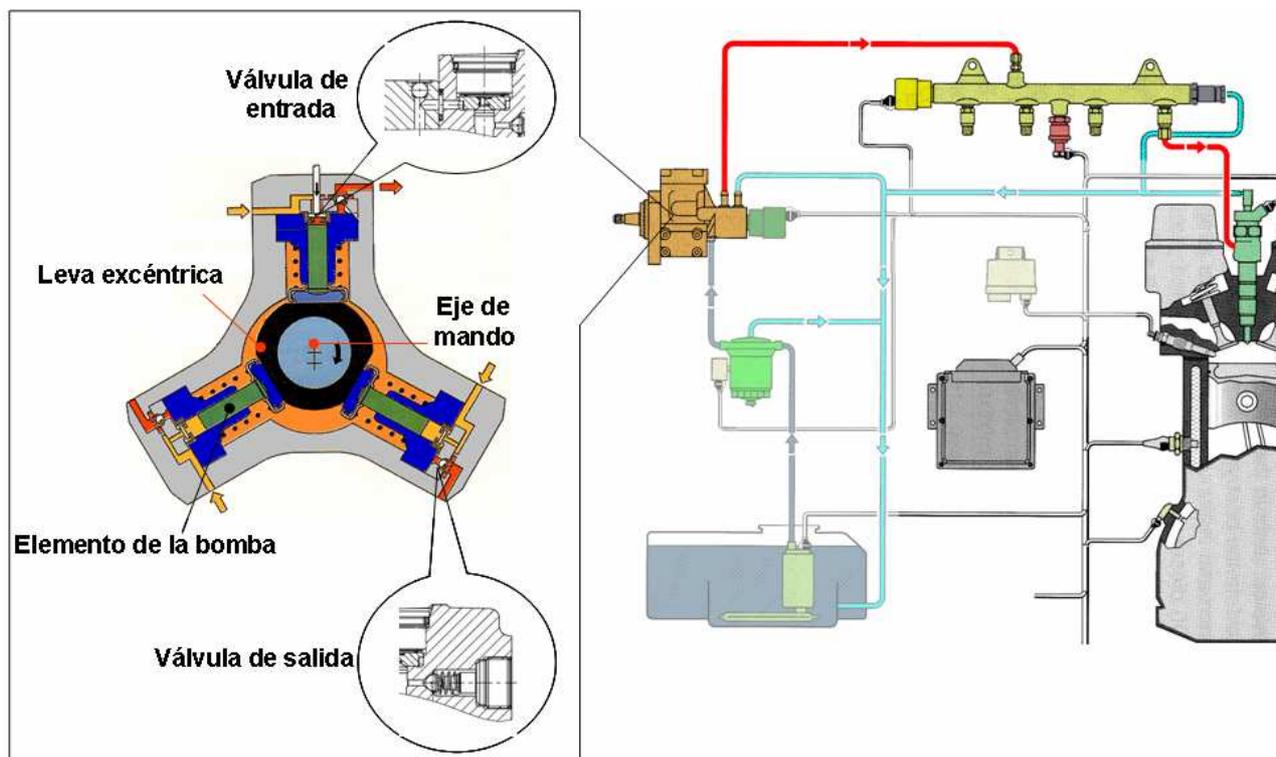
Bomba eléctrica de combustible:

La bomba eléctrica de combustible de rodillos es responsable del suministro de combustible a la bomba de alta presión. Comenzando con el proceso de arranque del motor, la bomba eléctrica funciona continuamente independientemente de las revoluciones del motor. Esto significa que la bomba suministra combustible constantemente desde el tanque de combustible, a través del filtro a la bomba de alta presión. El exceso de combustible puede fluir de vuelta al tanque a través de una válvula de sobre flujo. Un circuito de seguridad está provisto para prevenir el suministro de combustible en caso que el encendido estuviera en ON con el motor detenido. Las bombas eléctricas de combustible en HYUNDAI están disponibles en "la línea de combustible" o en "el tanque de combustible". Las bombas de combustible en la línea están instaladas fuera del tanque, entre el tanque y el filtro de combustible. Estas están fijadas al piso del vehículo. Por otro lado, las bombas de combustible en el tanque están instaladas al interior del mismo, mediante un anclaje especial. Además de las conexiones eléctricas e hidráulicas exteriores, este anclaje usualmente incorpora una malla de filtro, un indicador de nivel de combustible y un depósito de turbulencia que actúa como reserva de combustible.



Bomba de Combustible del tipo Engranajes:

En ciertos modelos una bomba de combustible del tipo engranajes se usa para suministrar combustible a la bomba de alta presión del riel común. Esta integrada con la bomba de alta presión y comparte el sistema de accionamiento. Los principales componentes son dos engranajes que giran en sentido contrario y que permanecen acoplados uno con el otro cuando están rotando, en estos el combustible es atrapado en las cámaras formadas entre los dientes del engranaje y la pared de la bomba y transportado hacia la salida (lado de presión). La línea de contacto entre los engranajes giratorios suministra el sello entre los extremos de succión y presión de la bomba y previene el flujo inverso del combustible. La cantidad de entrega de la bomba de combustible del tipo engranajes es prácticamente proporcional a la velocidad del motor. La bomba del tipo de engranajes es libre de mantención. Para purgar el sistema de combustible antes del primer arranque, o cuando el estanque se ha quedado vacío, se puede instalar una bomba de manual directamente a la bomba de engranajes o en la línea de baja presión.

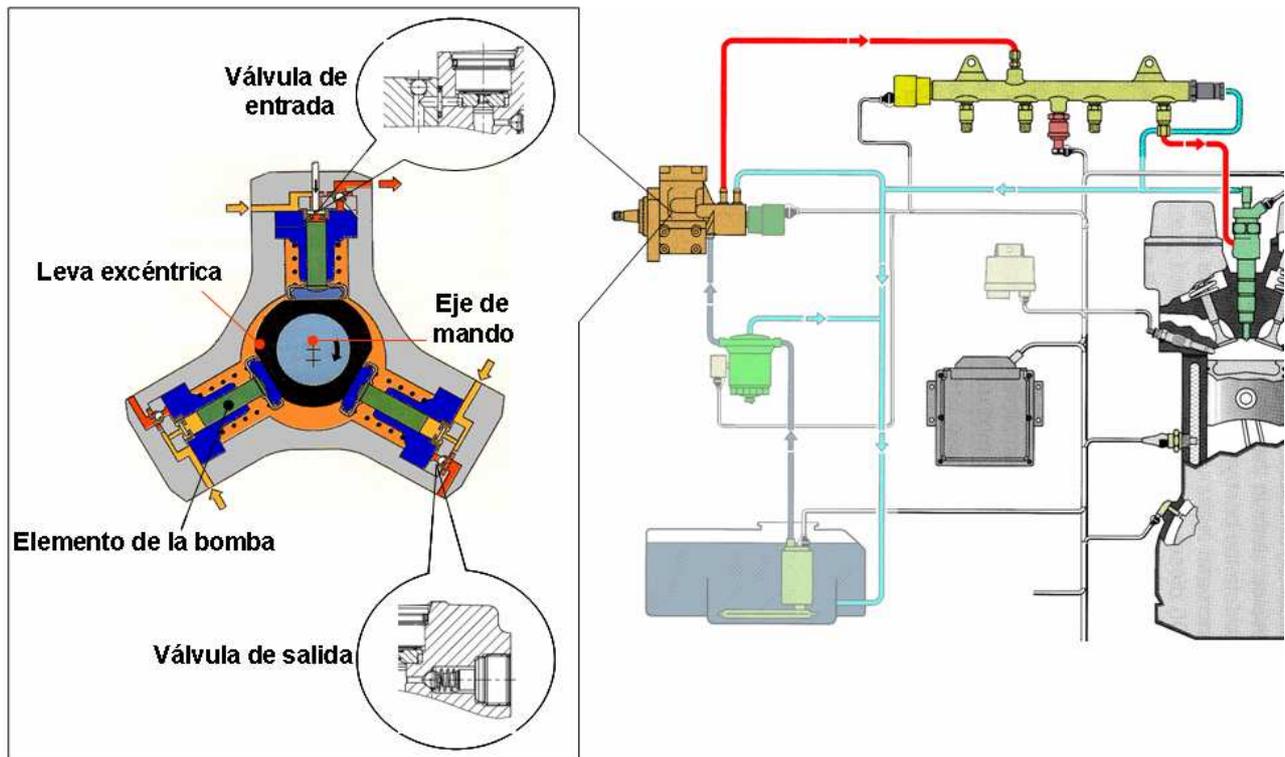


Suministro de Alta Presión:

La bomba de alta presión es la interfase entre las etapas de baja presión y alta presión. La bomba de alta presión genera continuamente la presión en el sistema según la necesidad en el acumulador de alta presión (riel). Esto significa por lo tanto, que en contraste con los sistemas convencionales, el combustible no tiene que estar especialmente comprimido para cada proceso individual de inyección.

Bomba de Alta Presión

La bomba de alta presión está instalada preferentemente en el mismo punto en que el motor diesel tiene la bomba rotativa convencional. Es conducida por el motor mediante un acople (con la mitad de la velocidad del motor, pero a 3000rpm máximas) y se lubrica con el combustible diesel que bombea. El interior de la bomba de combustible está compuesto por tres bombas de pistón ordenadas radialmente a ángulo de 120° entre ellos. Como tres carreras de suministro tienen lugar por cada revolución, solamente se produce un torque reducido en la conducción, por lo que el esfuerzo de la bomba permanece uniforme. La potencia requerida para conducir la bomba es proporcional a la presión fijada en el riel y a la velocidad de la bomba (cantidad suministrada). Para el giro de un motor de 2 litros a velocidad relativa y con un ajuste de presión de 1.350bar en el riel, la bomba de alta presión necesita 3.8kW suponiendo que la eficiencia mecánica es de alrededor del 90%.



El eje de transmisión con sus levas excéntricas mueve los tres pistones de la bomba hacia arriba y debajo de acuerdo con el perfil de la leva. La bomba de suministro puede forzar el combustible a través de las válvulas de entrada de la bomba de alta presión hacia la cámara del elemento de bombeo cuyo pistón está en movimiento descendente (carrera de succión). La válvula de entrada se cierra cuando el pistón pasa el Punto Muerto Inferior (PMI) y desde este momento es imposible que el combustible en la cámara del elemento de bombeo escape, ahora puede ser comprimido a la presión de descarga. La presión incrementada abre la válvula de salida tan pronto como se alcanza la presión del riel y el combustible comprimido entra al circuito de alta presión. Tan pronto como la presión en la cámara del elemento de bombeo cae por debajo de la presión de la bomba de suministro, la válvula de entrada se abre y el proceso de bombeo se inicia nuevamente.

Bosch CRDI, Control de Presión del Riel

1ª Generación	Características	2ª Generación	Características
	<p><u>Control de salida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de suministro eléctrica -Presión del sistema 1350bar 		<p><u>Control de entrada y salida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de suministro eléctrica -Presión del sistema 1600bar
	<p><u>Control de entrada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de engranajes -Presión del sistema 1350 bar 		<p><u>Control de entrada y salida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de engranajes -Presión del sistema 1600bar

Dependiendo de las condiciones, tal como la carga del motor, el Módulo de Control del Motor (ECM) necesita aumentar, reducir o mantener la presión dentro del acumulador (riel). Se aplican diferentes tipos de estrategia de control de presión del riel entre los modelos y motores. En general, el ECM observa la señal del Sensor de presión del Riel (2) y compara su valor con el valor de presión del riel objetivo.

Tipo de Control de Salida, 1ª Generación:

Estos sistemas usan una bomba de alimentación eléctrica para suministrar combustible a la bomba de alta presión. La presión máxima generada en el sistema es de alrededor de 1.350bar los sistemas con control de salida controlan la presión que sale desde la bomba de alta presión aumentando o disminuyendo la cantidad total de retorno de combustible. El ECM controla la Válvula de Control de Presión del Riel (1), incorporado en el acumulador de alta presión. La Válvula de Control de Presión del Riel (RPCV) fija la presión correcta en el riel y la mantiene en su nivel óptimo. Si la presión del riel es excesiva, la RPCV abre y una porción de combustible retorna al tanque de combustible a través de una línea colectora. Si la presión del riel es muy baja, la válvula de control de presión se cierra y sella la etapa de alta presión a partir del estado de baja presión, incrementando así la presión del riel. En estos sistemas se necesita un Sensor de Temperatura de Combustible (3), debido a que esta estrategia de control produce que la temperatura del combustible aumente hasta 80-120°C. Por lo tanto, debe realizarse una compensación.

<p>1ª Generación</p>	<p>Características</p> <p><u>Control de salida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de suministro eléctrica -Presión del sistema 1350bar 	<p>2ª Generación</p>	<p>Características</p> <p><u>Control de entrada y salida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de suministro eléctrica -Presión del sistema 1600bar
<p>1ª Generación</p>	<p>Características</p> <p><u>Control de entrada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de engranajes -Presión del sistema 1350 bar 	<p>2ª Generación</p>	<p>Características</p> <p><u>Control de entrada y salida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de engranajes -Presión del sistema 1600bar

Tipo de Control de Entrada, 1ª Generación:

Estos sistemas usan una bomba mecánica de piñones instalada dentro de la bomba de alta presión. La presión máxima generada en el sistema es de alrededor de 1.350bar, los tipos controlados en la entrada controlan la cantidad de combustible desde la bomba de alimentación a la bomba de alta presión. El ECM controla una Válvula Proporcional Magnética (1) adosada a la bomba de alta presión. La Válvula Proporcional Magnética (MPROP) es del tipo normalmente abierta y fija la presión correcta en el riel y la mantiene en el nivel adecuado. Si la presión del riel es excesiva, la MPROP se cierra y la cantidad de combustible que ingresa a la bomba de alta presión se reduce. Si la presión del riel es muy baja, la válvula de control de presión se abre y se permite el ingreso de una mayor cantidad de combustible a la bomba de alta presión, aumentando así la presión en el riel. La ventaja de este tipo de sistema es que el torque de conducción de la bomba de alta presión es menor en comparación al tipo con control de salida. La desventaja de este sistema es que libera excesiva presión del riel bajo ciertas condiciones de desaceleración. Bajo estas condiciones el tiempo de apertura del inyector se modifica por el ECM con el fin de reducir el exceso de combustible en el riel. Una Válvula Limitadora de presión (3) esta instalada en el acumulador de alta presión. Esta es necesaria para liberar la presión excesiva en el caso de que la MPROP estuviera atascada en condición abierta.

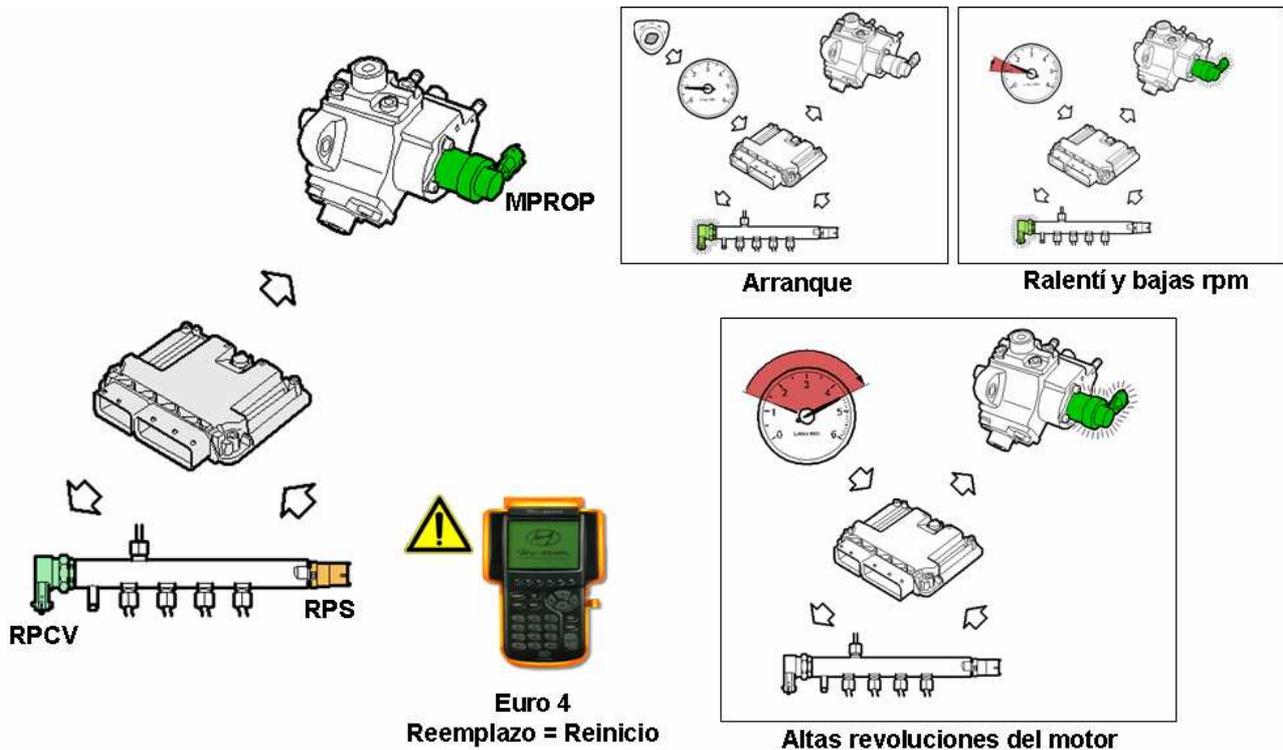
1ª Generación	Características	2ª Generación	Características
	<p><u>Control de salida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de suministro eléctrica -Presión del sistema 1350bar 		<p><u>Control de entrada y salida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de suministro eléctrica -Presión del sistema 1600bar
	<p><u>Control de entrada</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de engranajes -Presión del sistema 1350 bar 		<p><u>Control de entrada y salida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Bomba de engranajes -Presión del sistema 1600bar

Tipo de Control de Entrada y Control de Salida, 2ª Generación:

Estos sistemas usan una bomba eléctrica de alimentación o una bomba de piñones mecánica para suministrar combustible a la bomba de alta presión. La presión máxima generada en el sistema es de alrededor de 1.600bar. La presión dentro del sistema es controlada por la RPCV y la MPROP. Además en estos sistemas se puede incluir un Sensor de Temperatura del Combustible (4).

Este tipo de sistemas tiene las siguientes ventajas:

- No hay presión excesiva bajo ciertas condiciones de desaceleración (por lo tanto, cumple con las nuevas normas de emisiones).
- Torque reducido en la conducción de la bomba de alta presión.



Control de presión del Riel, 2ª Generación:

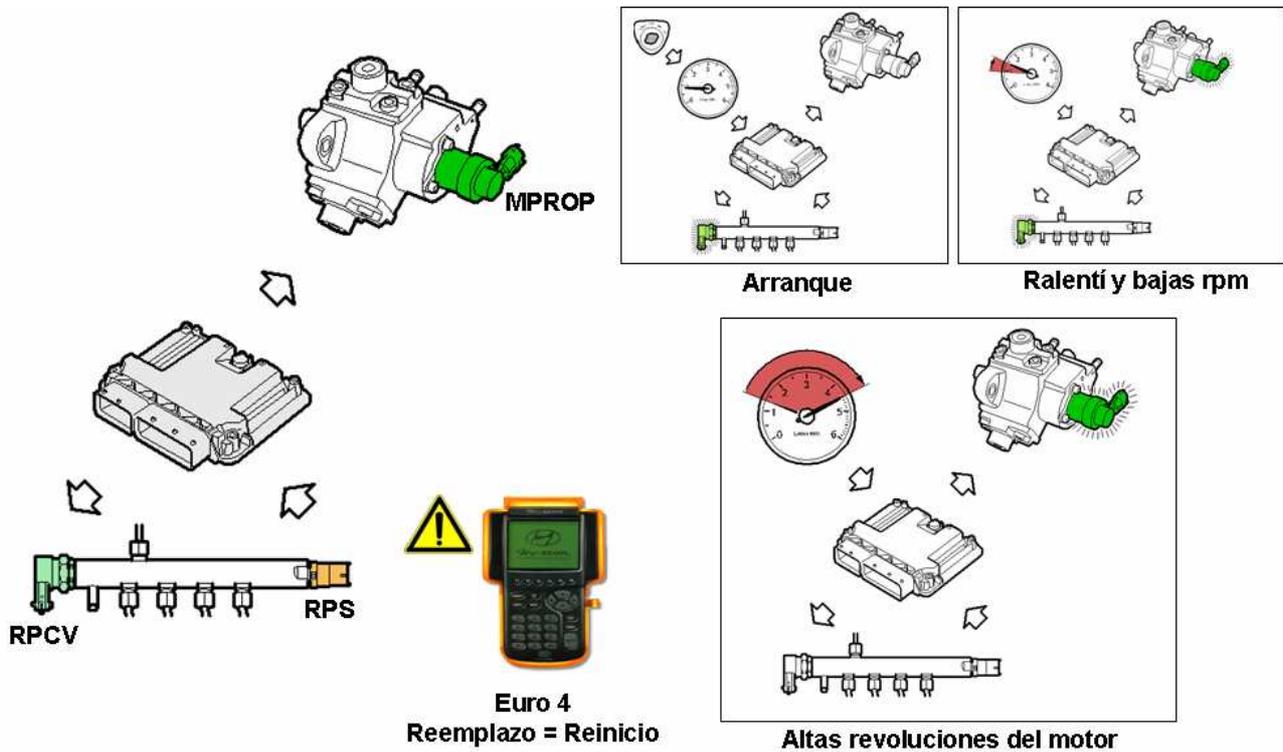
La presión del combustible varía entre 400-1600 bar dependiendo de las condiciones predominantes. La presión es regulada usando dos válvulas, una en la bomba de alta presión y otra en el riel de combustible. El ECM comprueba que la presión requerida se obtiene usando un sensor de presión de combustible montado en el riel de combustible. En la medida que los requerimientos de combustible del motor cambian en un rango amplio, la presión de combustible suministrada por la bomba de alta presión al riel común puede ser regulada. Esto se realiza con la Válvula de Control de presión del Riel (RPCV) y la Válvula Proporcional Magnética (MPROP) y es medida por el sensor de presión del riel.

Arranque:

Durante el arranque del motor se le permite a la bomba de alta presión suministrar el máximo de combustible posible para asegurar un arranque rápido y confiable. La RPCV de combustible está entonces completamente abierta y la regulación de presión de combustible es entonces controlada por la RPCV.

Ralentí y Bajas rpm:

Cuando el motor está funcionando un poco más rápido que en ralentí, la presión de combustible es regulada por la RPCV y la MPROP. Permitiendo el funcionamiento de ambas válvulas se puede prevenir las pulsaciones causadas por un factor de llenado desigual y la RPCV descarga el combustible de modo que se consigue la presión correcta de combustible.



Altas rpm del Motor:

A velocidad del motor ligeramente alta, la regulación de presión de combustible es controlada por la MPROP. Impidiendo que la bomba gire o funcione con un factor de llenado pleno, el requerimiento de torque para la bomba de alta presión se reduce. Un requerimiento reducido de torque permite un bajo consumo de combustible en la medida que la carga del motor sea baja. Si se requiere una rápida caída de presión, la RPCV descarga el combustible para reducir rápidamente la presión. Dependiendo de las condiciones de conducción, la presión del combustible puede subir hasta 1.600 bar.

Nota:

En caso de defectos en el Sensor de presión del Riel, el riel completo debe ser reemplazado. En caso de reemplazo del Sensor del Riel en motores equipados con Filtro Catalizador de Partículas, los valores deben reiniciarse usando el HI-SCAN Pro. Referirse al Manual de Servicio para información más detallada.

Bosch CRDI, Tipos de Inyectores y Calibración



Euro 2



Euro 3



Euro 4



Combinación	Inyector Graduado			Notas
	X	Y	Z	
Caso 1	0	4	0	 Nota: Se requiere un mínimo de dos inyectores grado Y
Caso 2	1	3	0	
Caso 3	0	3	1	
Caso 4	1	2	1	
Caso 5	2	2	0	
Caso 6	0	2	2	

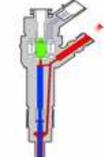


I.B. INJECTOR SPECIFIC DATA	
INJECTOR 1	AAAAAA
INJECTOR 2	AAAAAA
INJECTOR 3	AAAAAA
INJECTOR 4	AAAAAA
- SELECT THE CYLINDER BY SHIFT+ARROW KEY AND INPUT THE DATA BY F1-F6 KEY AND PRESS (ENTER) KEY.	
ABCD	EFGH IJKL MNOP QR-U VW-Z

Ejemplo para Euro 4



ECM



El comienzo de la inyección y la cantidad de combustible inyectado son ajustados por los inyectores que son eléctricamente activados por el Módulo de Control del Motor. Los inyectores del sistema de riel común son elementos de muy alta precisión. Son capaces de inyectar flujos en un rango desde 0,5 a 100 mg/carrera con presiones de 150 a 1.600bar. Para esto se requieren tolerancias de producción extremadamente altas. Sin embargo, debido a que leves variaciones en la igualación, caída de presión, fricción mecánica y fuerza magnética pueden producirse entre los inyectores, como resultado puede ocurrir una desviación de 5 mg/carrera. Esto significa que es imposible controlar efectivamente un motor con tales diferencias entre los inyectores. Por lo tanto es necesario aplicar una corrección que haga posible inyectar la cantidad requerida de combustible cualquiera sea la característica inicial del inyector, para lograr esto, es necesario conocer sus características y aplicar el pulso correcto al inyector de acuerdo con las diferencias entre las características y la condición Objetiva almacenada en el Módulo de Control del Motor (ECM).

A partir de la introducción del Santa Fe (SM) con Turbocargador de Geometría Variable (VGT), se incorporaron inyectores graduados. Este tipo de inyectores tiene la ventaja que reducen la desviación de inyección de combustible, mejorando de esta forma el Ruido, Vibración, Aspereza (NVH) y emisiones. Téngase en cuenta que se están usando diferentes variedades de inyectores graduados (EURO2, EURO3, EURO4). El grado esta estampado en la parte superior del solenoide del inyector. Además, el procedimiento de programación varía entre los sistemas. Referirse al Manual de Servicio para información más detallada.

Combinación	Inyector Graduado			Notas
	X	Y	Z	
Caso 1	0	4	0	 Nota: Se requiere un mínimo de dos inyectores grado Y
Caso 2	1	3	0	
Caso 3	0	3	1	
Caso 4	1	2	1	
Caso 5	2	2	0	
Caso 6	0	2	2	

Ejemplo para Euro 4

```

1.8. INJECTOR SPECIFIC DATA
INJECTOR 1: AAAAAA
INJECTOR 2: AAAAAA
INJECTOR 3: AAAAAA
INJECTOR 4: AAAAAA
- SELECT THE CYLINDER BY SHIFT+ARROW KEY AND INPUT THE DATA BY F1-F6 KEY AND PRESS (ENTER) KEY.
[ABCD] [EFGH] [IJKL] [MNOP] [QR-U] [VW-Z]
    
```

Inyectores marcados X, Y, Z:

Se usan tres diferentes tipos de inyectores graduados: X, Y y Z. Cuando se reemplaza un inyector, simplemente se debe escoger un tipo de inyector del mismo grado al previo. En cualquier caso debe mantenerse la tabla de combinación mencionada. Nota: no importa en que cilindro se instalan los inyectores con diferentes grados.

Inyectores marcados C1, C2, C3:

Aquí se requiere el HI-SCAN Pro para programar los datos del inyector en el Módulo de Control del Motor (ECM).

Inyectores marcados con letras y dígitos:

Aquí se requiere el HI-SCAN Pro para programar los datos del inyector en el Módulo de Control del Motor (ECM).

Bosch CRDI, Diagnóstico con HI-SCAN

The image shows a sequence of diagnostic screens from the HI-SCAN software. On the left, there are three menu screens: '1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS' (with '02. ENGINE DIESEL' selected), '1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS' (with '07. ENGINE TEST FUNCTION' selected), and '1.7. COMPRESSION TEST' (with '01. COMPRESSION TEST' selected). Red arrows point from these menu items to the corresponding test result screens on the right.

9.1 COMPRESSION TEST

THIS TEST IS USED FOR DETECTING CYLINDER SPECIFIC ENGINE SPEED WITHOUT INJECTION.

*TEST CONDITION

- SHIFT RANGE : P or N
- ENGINE : STOP(IGN. ON)
- ELECTRICAL LOAD : OFF

IF YOU READY, NOW CRANKING AND STOP CRANKING WHEN STOP MESSAGE APPEAR ON THE SCREEN. PRESS [ENTER]

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)			
#1	#2	#3	#4
261	261	264	259
261	259	264	261
257	259	259	261
257	264	259	261
263	264	260	261
263	264	260	259
263	264	260	259

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)					
SPEED(RPM)	200	250	300	350	AUG.
#1 CYL.					130
#2 CYL.					131
#3 CYL.					130
#4 CYL.					130

9.2 IDLE SPEED COMPARISON

THIS TEST IS USED FOR DETECTING CYLINDER SPECIFIC ENGINE SPEED WITH INJECTOR ENERGIZING. (CYLINDER BALANCING FUNCTION IS DEACTIVATED)

*TEST CONDITION

- COMPRESSION TEST : NORMAL
- SHIFT RANGE : P or N
- ENGINE : IDLE
- ELECTRICAL LOAD : OFF

IF YOU READY, PRESS [ENTER].

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)			
#1	#2	#3	#4
800	800	790	790
790	800	790	800
790	802	800	802
790	800	790	790
800	802	790	800
800	802	800	800
790	802	790	800

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)					
SPEED(RPM)	650	700	750	800	AUG.
#1 CYL.					790
#2 CYL.					800
#3 CYL.					790
#4 CYL.					799

9.3 INJECT. QUANTITY COMPARISON

THIS TEST IS USED FOR DETECTING CYLINDER SPECIFIC QUANTITY WITH INDIVIDUAL ENERGIZING OF INJECTOR. (CYLINDER BALANCING FUNCTION IS ACTIVATED.)

*TEST CONDITION

- COMPRESSION TEST : NORMAL
- SHIFT RANGE : P or N
- ENGINE : IDLE
- ELECTRICAL LOAD : OFF

IF YOU READY, PRESS [ENTER].

ENG. SPEED(RPM)		INJECTION QUANTITY(cc)					
#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
800	800	800	790	0.2	-0.1	0.0	-0.4
790	790	802	802	0.2	-0.0	0.0	-0.4
800	800	800	790	0.2	-0.1	0.0	-0.4
800	800	800	790	0.2	-0.1	0.0	-0.4
790	800	800	802	0.2	-0.1	0.0	-0.4
800	790	802	790	0.2	-0.1	0.1	-0.4
800	800	800	800	0.2	-0.1	0.0	-0.4

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)								
SPEED(RPM)	650	700	750	800	AUG.			
#1 CYL.					820			
#2 CYL.					821			
#3 CYL.					820			
#4 CYL.					820			
QUANT.(cc)3-4					-2	0	2	AUG.
#1 CYL.					0.1			
#2 CYL.					-0.6			
#3 CYL.					0.5			
#4 CYL.					-0.4			

Prueba de Compresión

Esta función se usa para detectar problemas mecánicos en el motor. Al seleccionar la prueba de compresión el ECM desconectará temporalmente todos los inyectores. Si la lectura de compresión es baja, se recomienda una prueba de compresión normal o una prueba de fuga. En este caso No se debe continuar con las pruebas siguientes.

Comparación de Velocidad en Ralentí

Después de completar la Prueba de Compresión, se puede ejecutar una Comparación de Velocidad en ralentí para detectar problemas en los inyectores. Teóricamente la cantidad de combustible inyectado para cada cilindro debería ser similar si la compresión mecánica está normal. También la potencia producida por cada cilindro debería estar balanceada.

Baja velocidad del motor:

El cilindro con baja velocidad del motor refleja que está siendo inyectada una menor cantidad de combustible.

Alta velocidad del motor:

El cilindro con alta velocidad del motor refleja que una mayor cantidad de combustible está siendo inyectada.

1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS
MODEL : TUCSON 04-05

01. ENGINE(GASOLINE)
02. ENGINE(DIESEL)
03. AUTOMATIC TRANSAXLE
04. ABS/TCS/ESP
05. SRS-AIRBAG
06. 4WD CONTROL
07. IMMOBILIZER
08. FULL AUTO AIR/CON.

THIS TEST IS USED FOR DETECTING CYLINDER SPECIFIC ENGINE SPEED WITHOUT INJECTION.
*TEST CONDITION
-SHIFT RANGE : P or N
-ENGINE : STOP(IGN. ON)
-ELECTRICAL LOAD : OFF
IF YOU READY, NOW CRANKING AND STOP CRANKING WHEN STOP MESSAGE APPEAR ON THE SCREEN. PRESS [ENTER]

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)			
#1	#2	#3	#4
261	261	264	259
261	259	264	261
257	259	259	261
257	264	259	261
263	264	260	261
263	264	260	259
263	264	260	259

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)
SPEED(RPM) 200 250 300 350 AVG.
#1 CYL. 130
#2 CYL. 131
#3 CYL. 130
#4 CYL. 130

1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS
MODEL : TUCSON 04-05
SYSTEM : ENGINE(DIESEL)

02. CURRENT DATA
03. FLIGHT RECORD
04. ACTUATION TEST
05. SIMU-SCAN
06. IDENTIFICATION CHECK
07. ENGINE TEST FUNCTION
08. AT/MT RECOGNITION
09. DATA SETUP(UNIT CONV.)

THIS TEST IS USED FOR DETECTING CYLINDER SPECIFIC ENGINE SPEED WITH INJECTOR ENERGIZING.
(CYLINDER BALANCING FUNCTION IS DEACTIVATED.)
*TEST CONDITION
-COMPRESSION TEST : NORMAL
-SHIFT RANGE : P or N
-ENGINE : IDLE
-ELECTRICAL LOAD : OFF
IF YOU READY, PRESS [ENTER].

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)			
#1	#2	#3	#4
000	000	790	790
790	000	790	000
790	002	000	002
790	000	790	790
000	002	790	000
000	002	000	000
790	002	790	000

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)
SPEED(RPM) 650 700 750 800 AVG.
#1 CYL. 790
#2 CYL. 000
#3 CYL. 790
#4 CYL. 799

1.7. COMPRESSION TEST
01. COMPRESSION TEST
02. IDLE SPEED COMPARISON
03. INJECT. QUANTITY COMPARISON

THIS TEST IS USED FOR DETECTING CYLINDER SPECIFIC QUANTITY WITH INDIVIDUAL ENERGIZING OF INJECTOR.
(CYLINDER BALANCING FUNCTION IS ACTIVATED.)
*TEST CONDITION
-COMPRESSION TEST : NORMAL
-SHIFT RANGE : P or N
-ENGINE : IDLE
-ELECTRICAL LOAD : OFF
IF YOU READY, PRESS [ENTER].

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)							
ENG. SPEED(RPM)				INJECTION QUANTITY(ccm3)			
#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
000	000	000	790	0.2	-0.1	0.0	-0.4
790	790	002	002	0.2	-0.0	0.0	-0.4
000	000	000	790	0.2	-0.1	0.0	-0.4
000	000	000	790	0.2	-0.1	0.0	-0.4
790	000	000	002	0.2	-0.1	0.0	-0.4
000	790	002	790	0.2	-0.1	0.1	-0.4
000	000	000	000	0.2	-0.1	0.0	-0.4

CYLINDER ENGINE SPEED(RPM)
SPEED(RPM) 650 700 750 800 AVG.
#1 CYL. 020
#2 CYL. 021
#3 CYL. 021
#4 CYL. 020
QUANT.(ccm3) >-4 -2 0 2 AVG.
#1 CYL. 0.1
#2 CYL. -0.6
#3 CYL. 0.5
#4 CYL. -0.4

Comparación de la Cantidad Inyectada:

Junto con las pruebas anteriormente desarrolladas se puede desarrollar adicionalmente una Comparación de la Cantidad de Combustible Inyectada para comprobar las condiciones determinadas en las pruebas anteriores. Al comparar los valores de corrección de cada inyector se puede asumir cual de ellos esta defectuoso.

Valor de corrección Positiva:

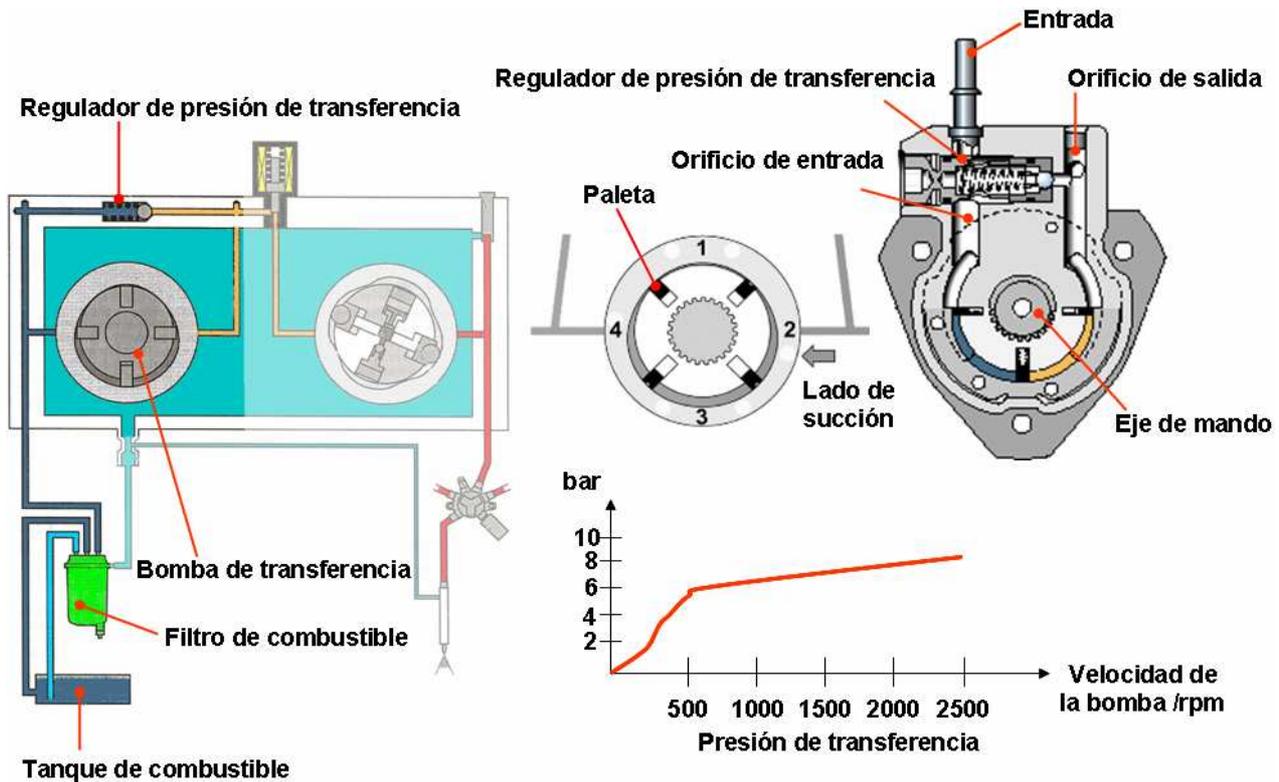
Un factor de corrección positiva indica que se esta inyectando menos combustible al o los cilindros en comparación con los demás.

Valor de corrección Negativo:

Un valor de corrección negativo indica que esta inyectando más combustible al o los cilindros en comparación con los demás.

Factores de corrección extremos son señal de problemas con un inyector.

Delphi CRDI, Suministro de Alta y Baja Presión

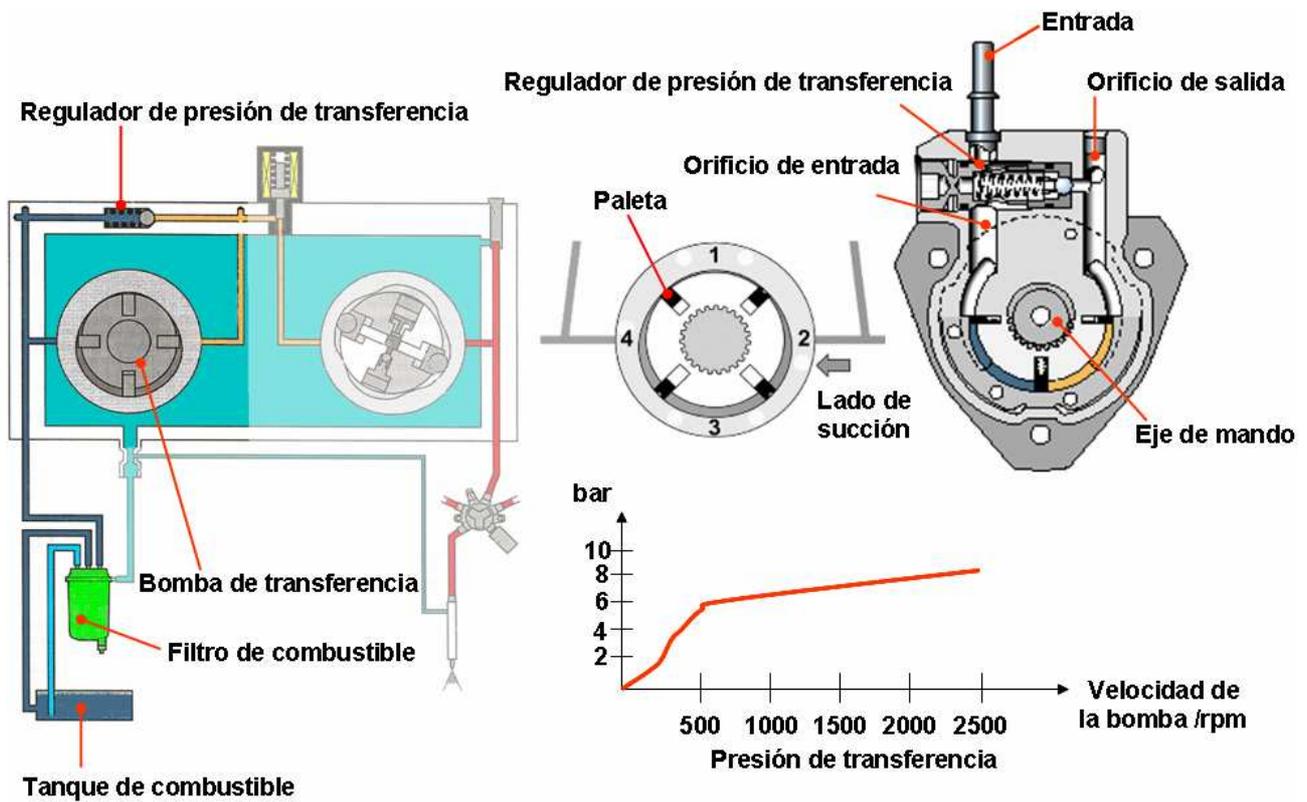


Suministro de baja presión

La etapa de baja presión suministra suficiente combustible para la sección de alta presión. Una bomba de transferencia se incluye en el cuerpo de la bomba de alta presión. La bomba de transferencia es una bomba volumétrica del tipo de paletas y esta compuesta por los siguientes elementos:

1. Un rotor que es accionado por el eje de la bomba de alta presión.
2. Una ranura excéntrica fija al cuerpo de la bomba de alta presión
3. El orificio de entrada
4. El orificio de salida
5. Cuatro aspas ubicadas a 90°, cada una en contacto con la ranura por un resorte espiral.

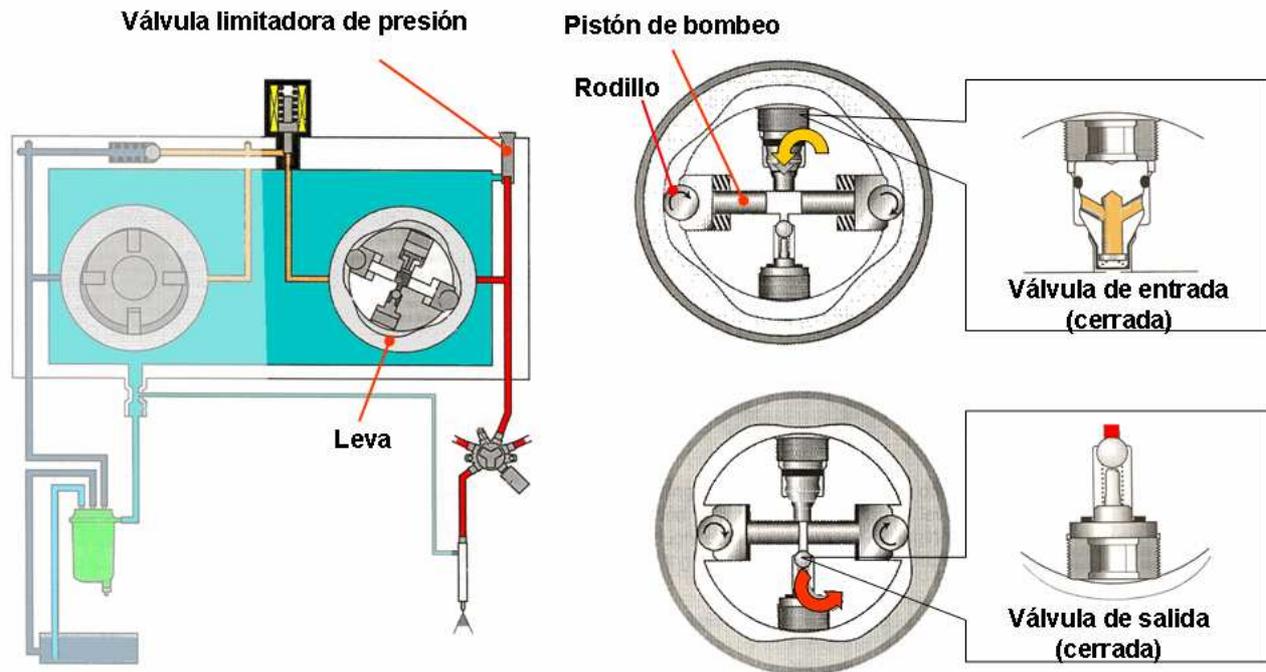
Se considera como cámara la formada entre el rotor, la ranura y dos paletas adyacentes. Cuando la cámara está en la posición 1, el volumen de la cámara es mínimo. Los cambios en volumen de acuerdo con el ángulo de rotación del rotor son pequeños. Cuando el rotor completa un cuarto de vuelta en sentido horario, la cámara previa ahora está en posición 2. El orificio de entrada está descubierto. El volumen contenido en la cámara se eleva rápidamente. La presión dentro de la cámara cae severamente. El combustible es arrastrado al interior de la cámara. El rotor continúa girando. Ahora está en la posición 3. Los orificios de entrada y salida ahora están sellados. El área de volumen controlada por el rotor, la ranura y las dos paletas está en el tamaño máximo. Los cambios en el volumen de acuerdo con el ángulo de giro del rotor son pequeños. El rotor continúa girando. Finalmente está en la posición 4. El orificio de salida está descubierto.



El área de volumen controlada por el rotor, la ranura y las paletas disminuye rápidamente. La presión dentro de la cámara se eleva severamente. El combustible es expulsado bajo presión. La depresión causada por la rotación de la bomba de transferencia es suficiente para arrastrar combustible a través del filtro. La bomba de transferencia esta conducida por el eje de la bomba de alta presión, por lo que la presión de transferencia se eleva con la velocidad del motor.

Regulador de Presión de Transferencia

El Regulador de Presión de Transferencia permite mantener la presión de transferencia en un nivel prácticamente constante (alrededor de 6bar). Si la presión de transferencia excede los 6bar, el combustible presurizado actúa contra una bola de acero presionada por un resorte. Tan pronto como la presión de transferencia excede la presión de apertura del regulador, el combustible recircula hacia el lado de succión de la bomba.

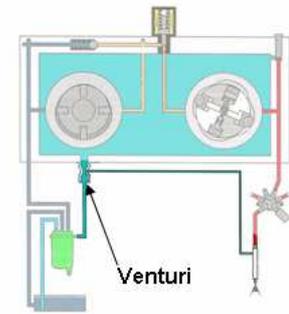
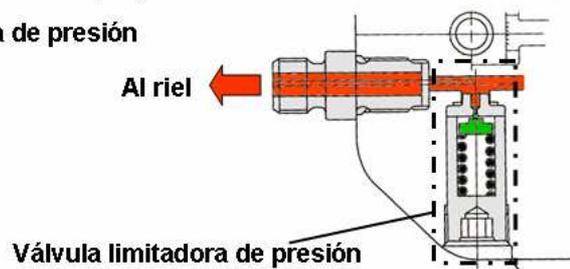
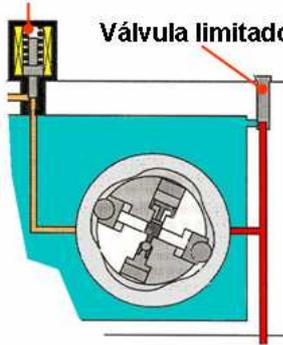


Suministro de Alta Presión

Adicionalmente a la generación de baja presión, la distribución y medición de combustible también tiene lugar en la etapa de alta presión. La bomba de alta presión hace uso del principio de una leva y un pistón radial. La bomba tiene dos cámaras dispuestas en ángulo de 180°. Esta disposición reduce el torque máximos y la fluctuación de presión dentro del riel. La leva con cuatro lóbulos es idéntica a la de una bomba rotativa convencional. Pero como la bomba ya no determina el periodo de inyección, es posible extender la fase de bombeo con el propósito de reducir considerablemente el torque de conducción, el ruido y la vibración. La diferencia con una bomba rotativa convencional radica en el hecho que ya no es el cabezal hidráulico el que gira dentro de la leva, si no que la leva es la que gira alrededor del cabezal hidráulico. Entonces, algunos problemas de tensión dinámica en la presión se eliminan debido a que la alta presión se genera en la parte fija de la bomba. Durante la fase de llenado, los rodillos se mantienen en contacto con la leva mediante resortes de espiral montados a cada lado de cada calzo. La presión de transferencia es suficiente para abrir la válvula de entrada y para separar los pistones de bombeo. Entonces, la cámara entre los pistones se llena con combustible. Cuando los rodillos diametralmente opuestos simultáneamente contactan el borde de la leva, los pistones se empujan unos a otros. La presión se eleva rápidamente en el espacio entre los dos pistones. Tan pronto como la presión se eleva por sobre la presión de transferencia, la válvula de entrada se cierra. Cuando la presión es tan alta como la presión dentro del riel, se abre la válvula de salida. Consecuentemente el combustible es bombeado bajo presión dentro del riel. La presión del Riel se controla por medio de la Válvula de Medición de Entrada (IMV), que controla la cantidad de combustible que ingresa al lado de alta presión de la bomba. La lubricación y el enfriamiento de la bomba esta provista por la circulación del combustible.

Delphi CRDI, Control de Presión del Riel y Calibración de Inyectores

Válvula de medición de entrada (IMV)



Descarga a través de los inyectores, Venturi

Inyector



1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS
MODEL : TERRACAN
SYSTEM : ENGINE
2. 9L DIESEL(CRDI)
01. DIAGNOSTIC TROUBLE CODES
02. CURRENT DATA
03. FLIGHT RECORD
04. ACTUATION TEST
05. SIMU-SCAN
06. INJECTOR SPECIFIC DATA
07. IDENTIFICATION CHECK

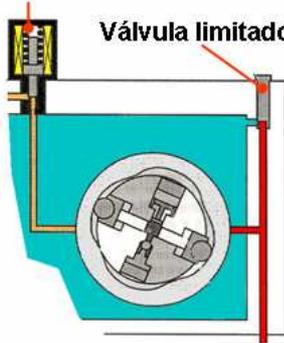


La Válvula de Medición de Entrada (IMV) se usa para controlar la presión del riel regulando la cantidad de combustible que es enviada al elemento de bombeo de la bomba de alta presión. La IMV permite mejorar la eficiencia del sistema de inyección, debido a que la bomba de alta presión solo comprime la cantidad necesaria de combustible para mantener la presión requerida por el sistema en el riel, en función de las condiciones de funcionamiento del motor. Esto también permite reducir la temperatura en el tanque de combustible. La Válvula de Medición de Entrada (IMV) está localizada en el cabezal hidráulico de la bomba. La bomba de transferencia suministra el combustible a la válvula IMV a través de dos agujeros radiales. Un filtro cilíndrico está ubicado sobre los orificios de alimentación en la IMV. Esto protege no sólo la IMV, si no que también todos los componentes del sistema de inyección ubicados en el flujo descendente de la IMV. La IMV se usa en proporción a la cantidad de combustible enviado al elemento de bombeo de la bomba de alta presión de forma tal que la presión medida por el Sensor de Presión del Riel es igual a la demanda de presión enviada por el Módulo de Control del Motor (ECM). La IMV está normalmente abierta cuando no se le suministra corriente. Por lo tanto no puede usarse como un dispositivo de seguridad para detener el motor si fuese necesario.

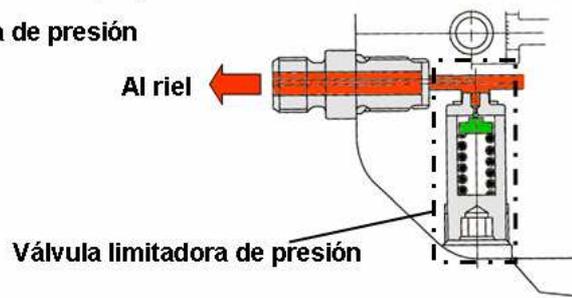
Válvula Limitadora de Presión

Una Válvula Limitadora de Presión se incluye en el lado de alta presión para evitar que se produzca exceso de presión, en caso que la Válvula de Medición de Entrada (IMV) se atore en condición abierta.

Válvula de medición de entrada (IMV)

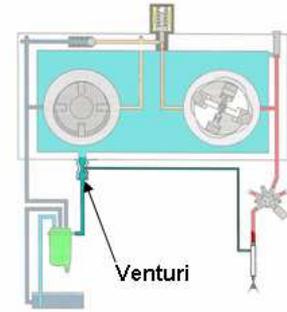


Válvula limitadora de presión



Al riel

Válvula limitadora de presión



Descarga a través de los inyectores, Venturi

Inyector



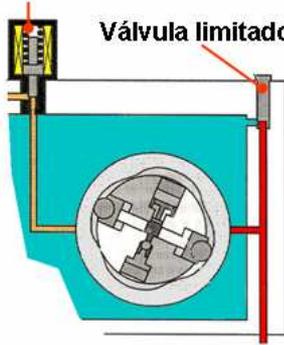
1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS	
MODEL : TERRACAN	ALL
SYSTEM : ENGINE	
2. 9L DIESEL(C/BAIL)	
01. DIAGNOSTIC TROUBLE CODES	
02. CURRENT DATA	
03. FLIGHT RECORD	
04. ACTUATION TEST	
05. SIMU-SCAN	
06. INJECTOR SPECIFIC DATA	
07. IDENTIFICATION CHECK	



Descarga a través de los inyectores, Venturi

Cuando la demanda de presión en el riel cae repentinamente (por ejemplo, al liberar el acelerador (sobre revoluciones) o durante una falla que requiera la rápida descarga del riel), el cierre de la IMV no permitirá que la nueva presión definida por el Módulo de Control del Motor (ECM) se alcance rápidamente. El sistema por lo tanto usa los inyectores y el venturi para descargar el riel. El venturi arrastra el combustible desde las tuberías de retorno hacia el tanque de combustible. La descarga del riel se basa en el tiempo de respuesta de los inyectores. De hecho, la descarga de circuito de alta presión sin el riesgo de introducir combustible a los cilindros, es necesaria para suministrar los pulsos a las bobinas que son lo suficientemente largos para levantar la válvula y de esa forma dejar el riel en comunicación directa con los circuitos de retorno de los inyectores, pero lo suficientemente cortos para prevenir que se levante la aguja del inyector y provoque de esta forma la introducción no deseada de combustible en la cámara de combustión. Este método de operación sólo es posible si el control del tiempo de respuesta del inyector es perfecto, por ejemplo, el tiempo entre el inicio de la excitación de la válvula solenoide y el momento en el cual la aguja del inyector se levanta. Este tiempo es obviamente diferente para cada inyector debido a que esto depende de las características iniciales y de la cantidad de desgaste del inyector. Es por lo tanto esencial conocer con seguridad las características iniciales y la desviación de cada inyector.

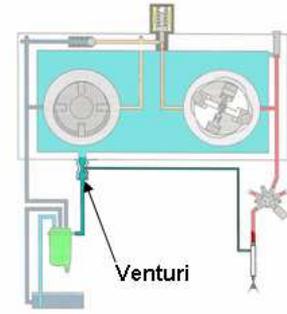
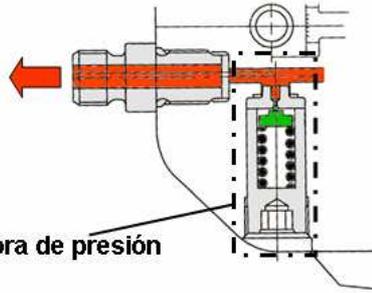
Válvula de medición de entrada (IMV)



Válvula limitadora de presión

Al riel

Válvula limitadora de presión



Venturi

Descarga a través de los inyectores, Venturi

Inyector



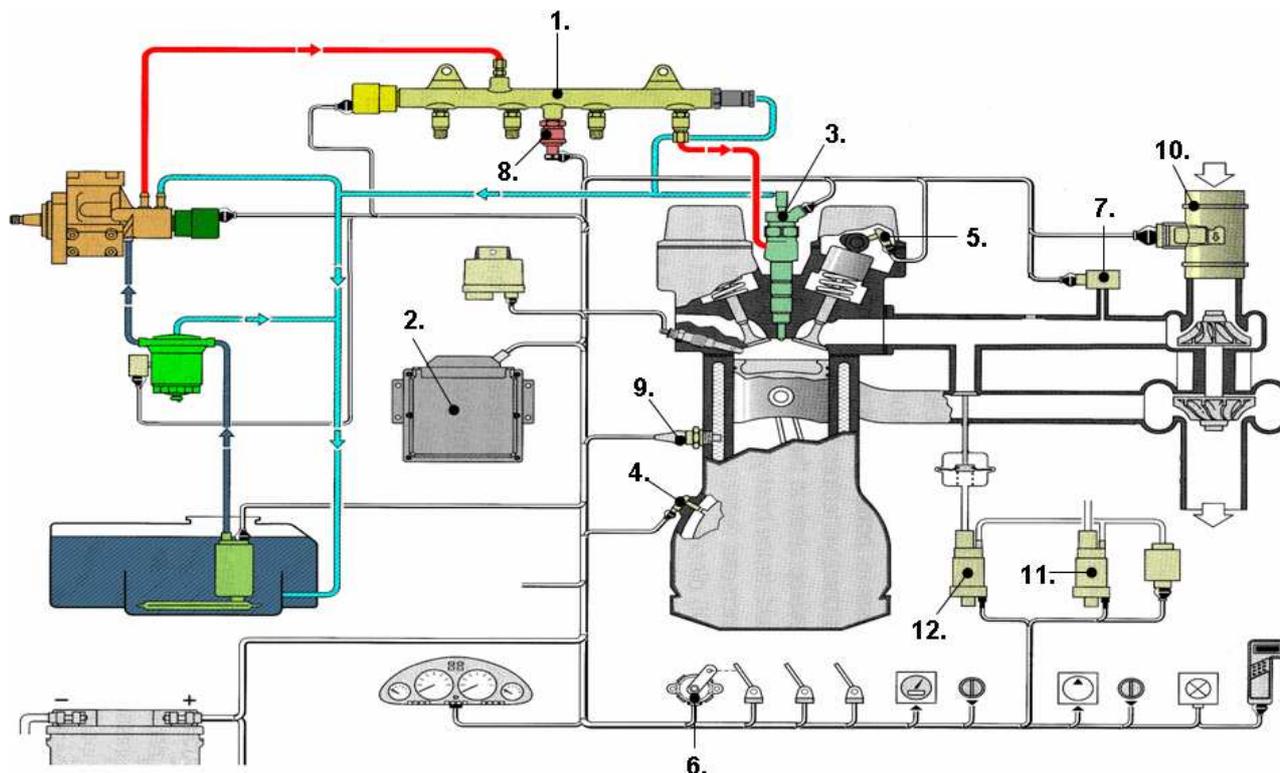
1. HYUNDAI VEHICLE DIAGNOSIS	
MODEL : TERRACAN	ALL
SYSTEM : ENGINE	
2. 9L DIESEL(C/BAIL)	
01. DIAGNOSTIC TROUBLE CODES	
02. CURRENT DATA	
03. FLIGHT RECORD	
04. ACTUATION TEST	
05. SIMU-SCAN	
06. INJECTOR SPECIFIC DATA	
07. IDENTIFICATION CHECK	



Calibración de inyectores

Todos los inyectores están numerados con una serie de producción dependiendo de sus características particulares, mediante el uso de un código alfanumérico (para el servicio de postventa). Si un inyector es reemplazado es necesario codificar el valor en el ECM. Si todos los inyectores son reemplazados, TODOS los valores deben ser codificados en el ECM. Para reiniciar los parámetros aprendidos que caracterizan el estado en que el sistema se ha programado así mismo. Debido a que el sistema inicia el funcionamiento otra vez, pero con componentes nuevos, es aconsejable reprogramar los valores originales. Si se reemplaza un ECM, entonces es necesario codificar TODOS los valores y la configuración del vehículo en el nuevo ECM para asegurar el óptimo funcionamiento desde el primer arranque.

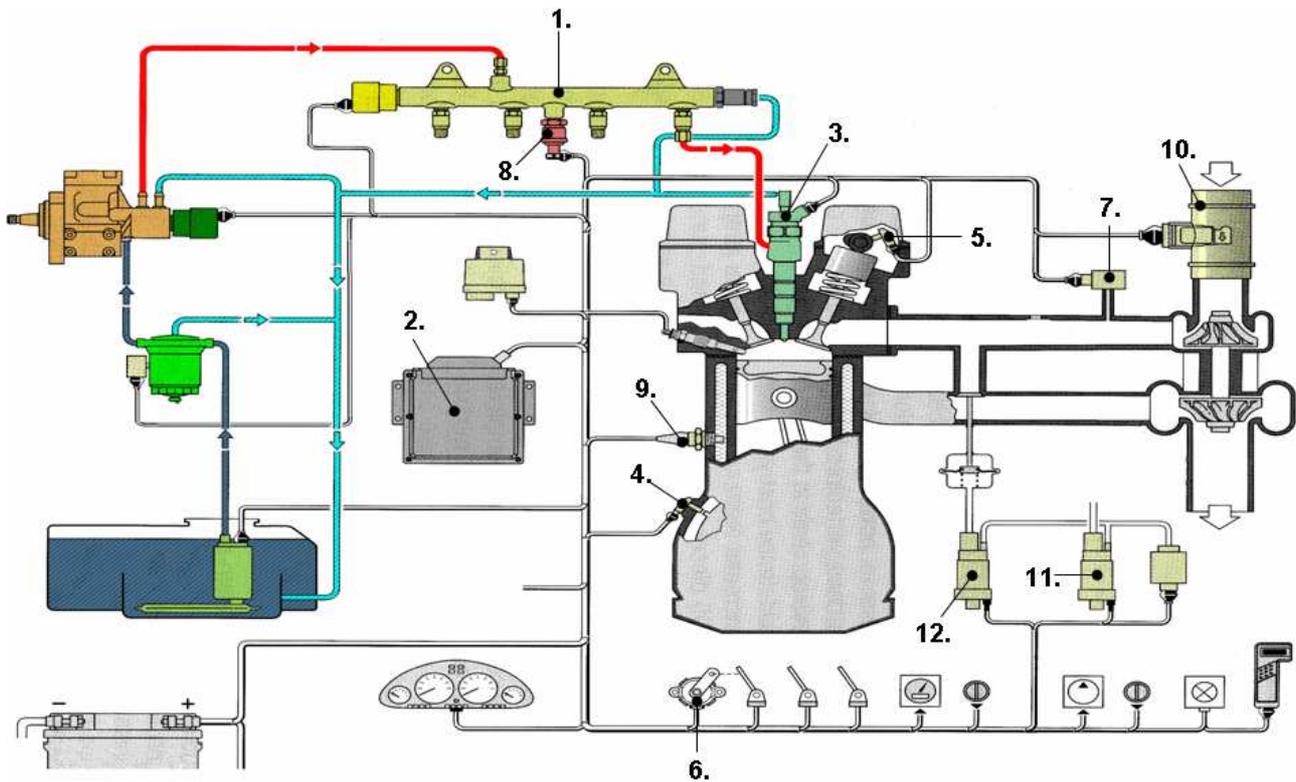
Entradas y Salidas



La generación de presión y la inyección de combustible están completamente desacopladas una de la otra en el “Riel Común” del sistema de combustible. El combustible es almacenado bajo presión en el acumulador de alta presión (1). La cantidad de combustible inyectado está definida por el conductor, el inicio de la inyección y la presión de inyección están calculadas por el Módulo de Control del Motor (ECM) (2) sobre la base de mapas almacenados. El ECM entonces excita las válvulas solenoides de forma que el inyector (3) (unidad de inyección) de cada cilindro inyecte de acuerdo a los parámetros establecidos.

El sistema de inyección de combustible por Riel Común incorpora adicionalmente:

- Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP) (4.)
- Sensor de Posición del Eje de Levas (CMP) (5.)
- Sensor del Pedal del Acelerador (APS) (6.)
- Sensor de presión del Turbo (7.) (BPS, en vehículos con Turbocargador de Geometría Variable)
- Sensor de presión del Riel (RPS) (8.)
- Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT) (9.)
- Sensor de Flujo de Masa de Aire (MAF) (10.)



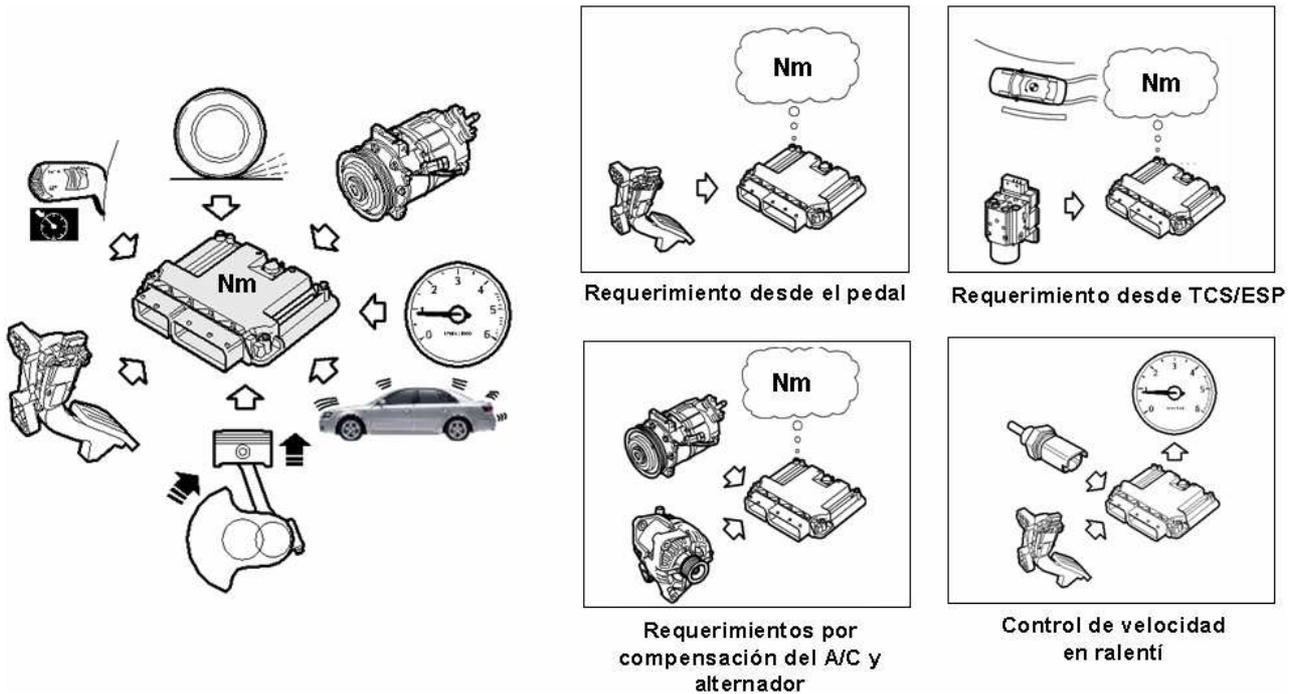
Módulo de Control del Motor (ECM)

El Sistema de Control Electrónico Diesel para el Riel Común esta formado por tres bloques principales:

1. Sensores y generadores de pulsos de ajuste para cada condición de operación y valores deseados. Estos convierten una variedad de parámetros físicos en señales eléctricas.
2. El Módulo de Control del Motor (ECM) para generar las señales eléctricas de salidas mediante el procesamiento de la información usando operaciones aritméticas específicas (algoritmos de control)
3. Actuadores que convierten las señales de salidas eléctricas del ECM en parámetros mecánicos.

El ECM evalúa las señales recibidas desde los sensores y las limita a un nivel de voltaje permisible. La seguridad específica y la respuesta altamente dinámica del motor demanda altos niveles de potencial computacional. Las señales de salida desde el microprocesador del ECM se usan para activar las etapas de los conductores que proporcionan la energía adecuada para activar los actuadores para el control de presión del riel. Adicionalmente se accionan los actuadores para el funcionamiento del motor tales como el actuador EGR, el actuador de presión del turbo, bomba eléctrica de combustible, etc. Además pueden ser controladas por el ECM otras funciones adicionales como el relé del ventilador, el relé auxiliar del calefacción incandescente, el coeficiente de temperatura positiva (PTC).

Control de Torque del Motor



Se usa el control de torque para asegurar que el torque entregado por el motor sea el correcto. El Módulo de Control del Motor (ECM) regula el torque del motor controlando la cantidad de combustible inyectado.

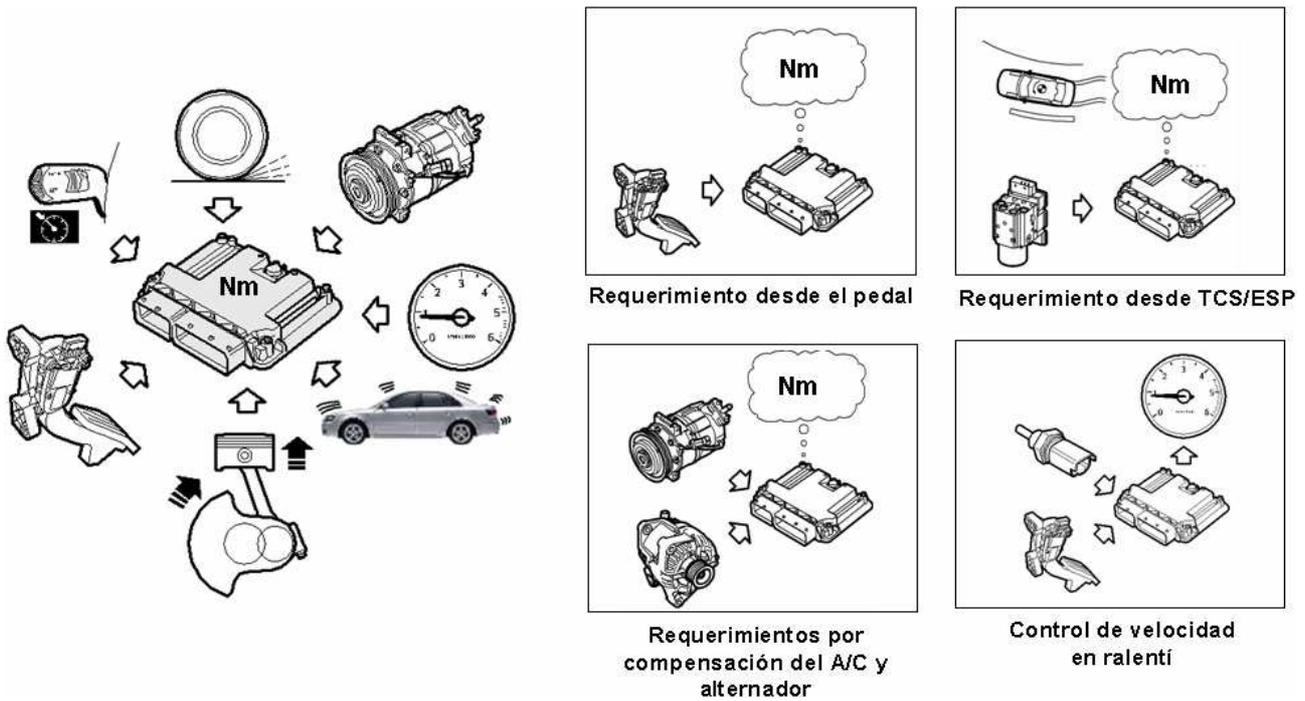
Las siguientes funciones que pueden demandar torque del motor son:

- Requerimientos desde el Pedal
- Control de Crucero
- TCS/ESP
- Compensación de A/C y generador
- Ralentí
- Amortiguación Activa Antibalanceo
- Fricción interna del motor

Pero no siempre puede obtenerse el torque demandado del motor. Esto puede producirse debido a que el torque máximo permitido del motor para la velocidad del motor en cuestión ya a sido alcanzado o que el TCS/ESP haya requerido una reducción en el torque.

Las siguientes funciones pueden limitar el torque del motor:

- TCM
- Caja de Cambios Manual
- Función de Protección del Motor
- Amortiguación Activa Antibalanceo
- Freno
- Fricción Interna del Motor



Estos están coordinados en una demanda común de control de torque, la función esta disponible una vez que el motor ha arrancado. Para arrancar el motor, hay una demanda de torque de arranque. El arranque resultante o la demanda de torque de conducción se convierte en una demanda de combustible.

Ahora veremos las funciones que pueden demandar torque del motor.

Requerimiento desde el Pedal:

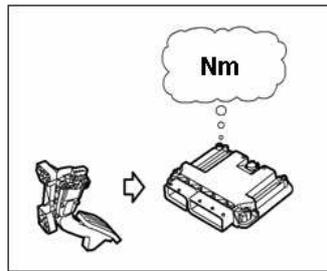
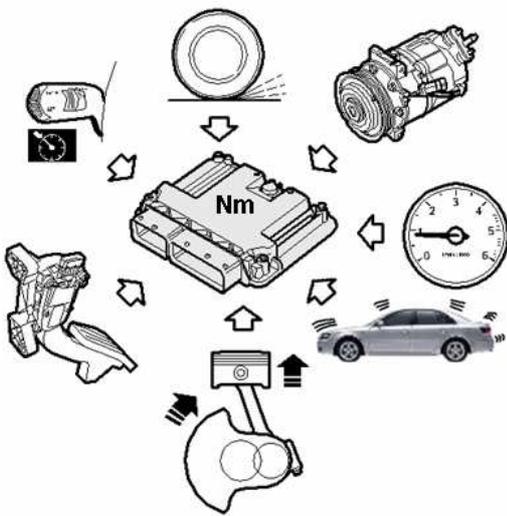
La posición del pedal junto con la velocidad del motor requiere de un torque usando una matriz. El torque demandado varía entre 0Nm (ralentí) y un valor que es algo mayor que el máximo torque permitido para el motor.

Requerimiento desde el TCS/ESP:

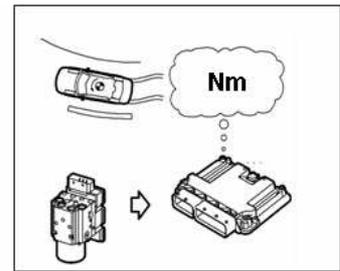
En caso de deslizamiento de la rueda, el TCS puede requerir una reducción en el torque del motor para contrarrestarlo. De igual forma el ESP puede demandar una reducción de torque del motor si el automóvil derrapa. El TCS y por sobre todo el ESP puede requerir un incremento en el torque del motor para contrarrestar, por ejemplo, el derrape.

Requerimiento por compensación de A/C y el generador:

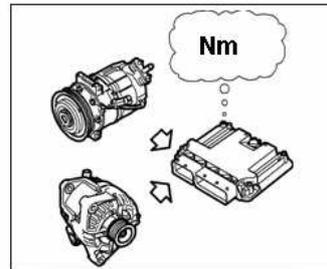
El torque puede ser requerido por esta función con el fin de mantener el torque específico del motor independiente de la carga predominante desde el compresor del A/C (transductor de presión automotriz) y el generador.



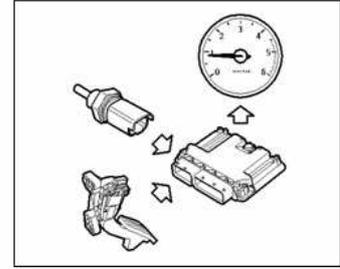
Requerimiento desde el pedal



Requerimiento desde TCS/ESP



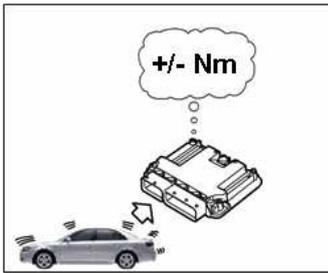
Requerimientos por compensación del A/C y alternador



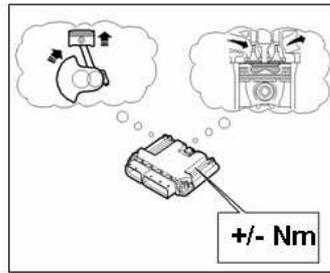
Control de velocidad en ralentí

Control de velocidad de ralentí:

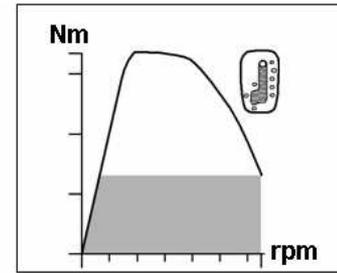
El control de velocidad de ralentí se usa para regular el torque del motor de forma que exista un balance entre el torque desarrollado por el motor y el torque requerido para mantener el motor y su equipamiento auxiliar funcionando. Con velocidad de ralentí por sobre el valor nominal, habrá un exceso de torque del motor y la función de ralentí entonces requerirá un valor menor hasta que se alcancé la velocidad nominal de ralentí. Cuando la velocidad de ralentí es menor que el valor nominal, habrá una deficiencia en el torque y la velocidad de ralentí deberá aumentarse para obtener la velocidad nominal. La velocidad nominal de ralentí depende de la temperatura del refrigerante. Como la velocidad de ralentí es más alta en un motor frío, el control de velocidad de ralentí esta activo cuando no esta presionado el pedal del acelerador.



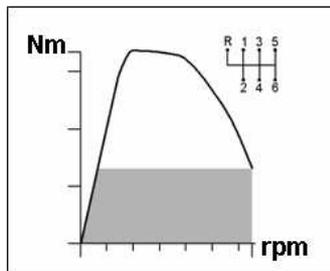
**Amortiguación Activa
Antibalanceo**



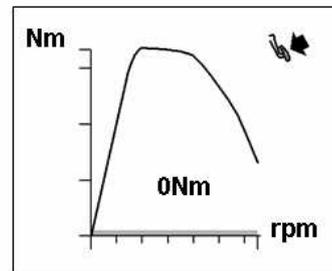
Fricción interna del motor



Limitador de torque desde el TCM



**Limitador de torque,
transmisión manual**



Limitador de torque, frenado

Amortiguación Activa Antibalanceo:

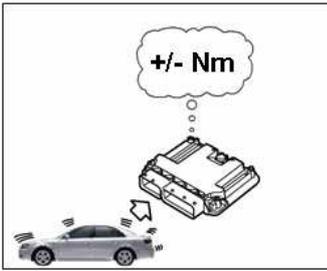
Un cierto balanceo (oscilación) puede producirse durante la aceleración o desaceleración. Esta es causada por el repentino incremento del torque del motor en combinación con cierta elasticidad en la línea de conducción y en los soportes del motor. La función anti balanceo detecta la fluctuaciones en la velocidad del motor y las amortigua mediante los requerimientos de incremento o reducción en el torque. Esto reducirá o eliminará la oscilación.

Fricción interna del motor:

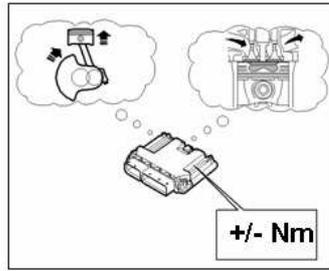
El motor tiene su propio consumo de torque que principalmente depende de su fricción interna y perdida de bombeo. Para compensar esto la función usualmente requerirá de torque. El consumo interno de torque del motor esta principalmente calculado a partir de la temperatura del refrigerante, la temperatura del aceite, la velocidad del motor, la caída de presión a través de la trampa de partículas (sólo en los motores con Filtro Catalizador de Partículas), flujo calculado de masa de escape.

Limitación del Torque desde el TCM:

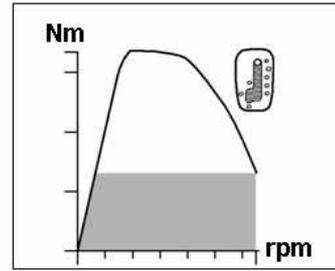
El torque del motor debe limitarse ocasionalmente para asegurar un cambio de marchas suave. En algunos casos el torque debe limitarse por razones de resistencia y seguridad. El TCM determina el máximo torque permitido del motor. Por razones de confort, el torque del motor generalmente se reducirá cuando se realiza el cambio de marcha. La reducción de torque también puede estar limitada por razones de resistencia. Para proteger la caja de cambios cuando se reduce la velocidad, el TCM envía el máximo torque del motor que esta permitido en el bus.



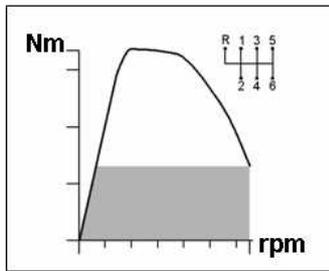
**Amortiguación Activa
Antibalanceo**



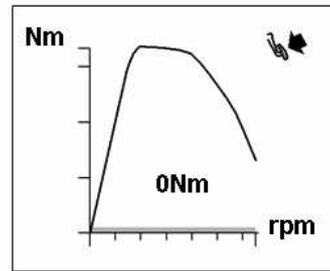
Fricción interna del motor



Limitador de torque desde el TCM



**Limitador de torque,
transmisión manual**



Limitador de torque, frenado

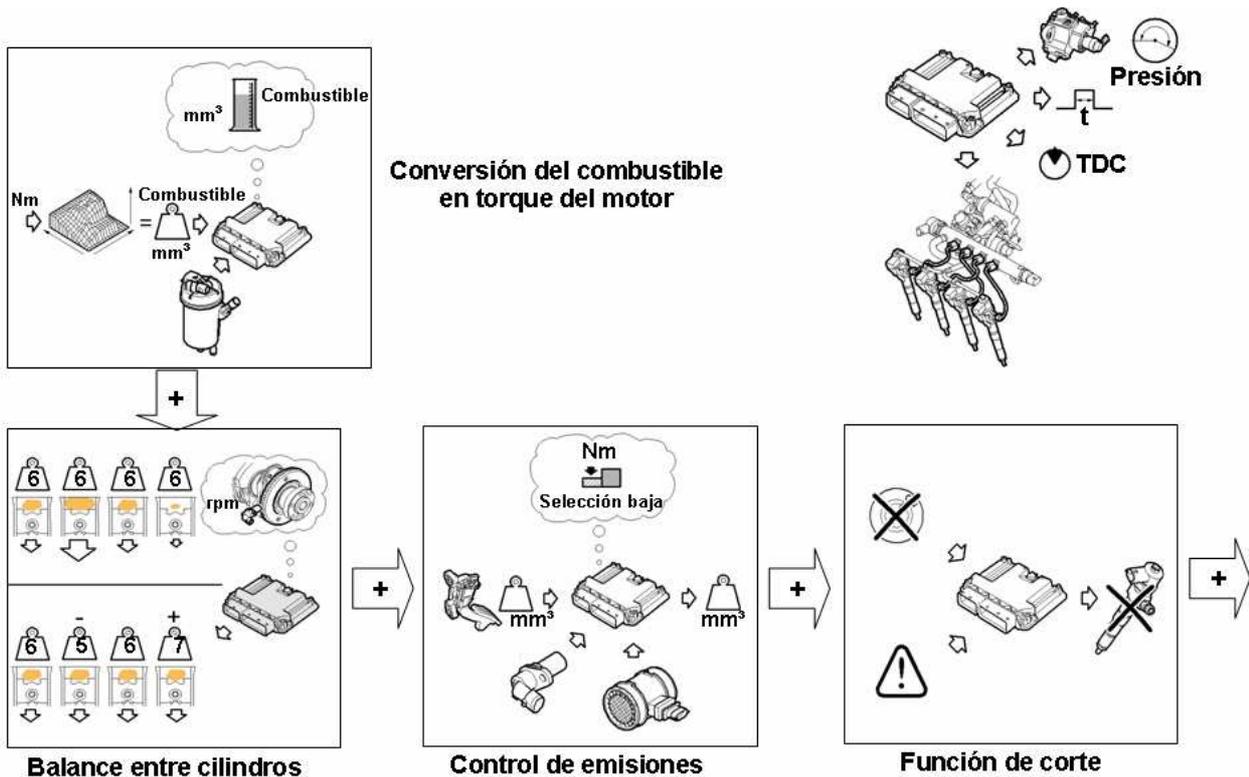
Limitación el torque en la transmisión manual:

El torque del motor se limita cuando se acopla el cambio de reversa.

Limitación del torque durante el frenado:

El torque máximo permitido debe limitarse cuando se presiona el pedal de freno por razones de durabilidad.

Cálculo de Inyección



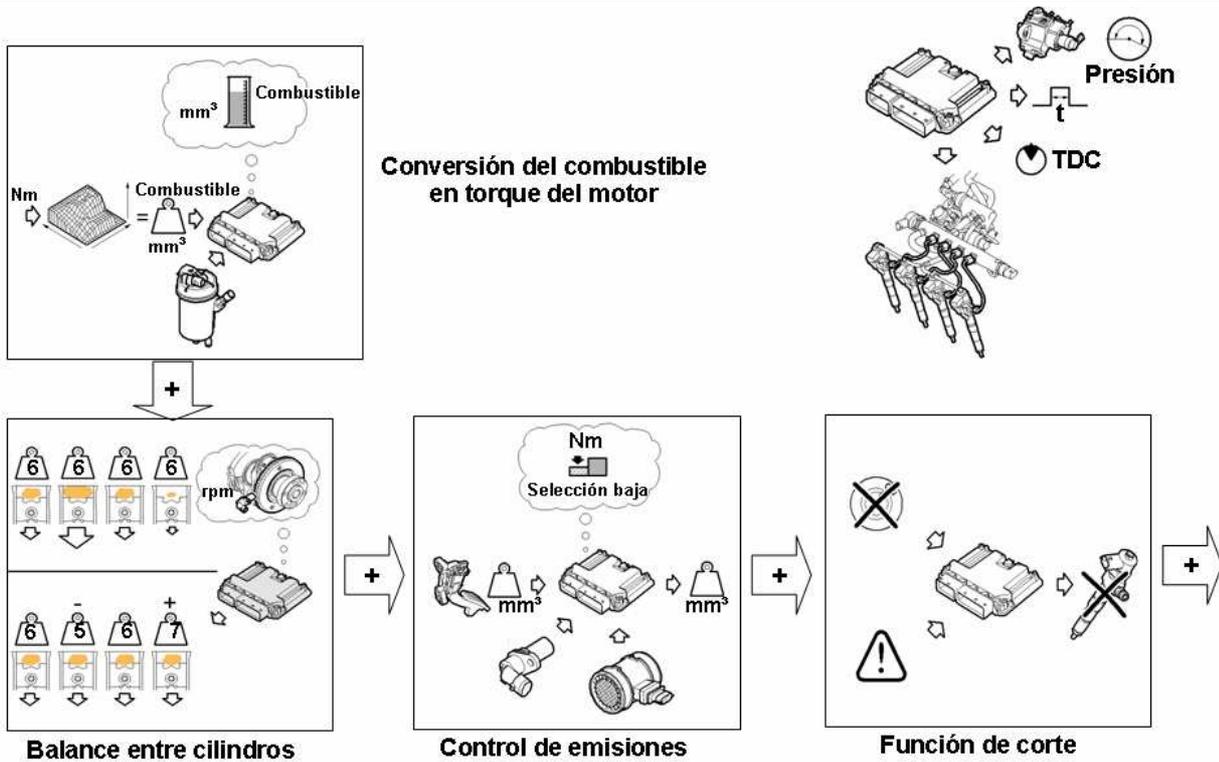
El torque requerido del motor se convierte en un requerimiento de tiempo de inyección, duración de la inyección y presión de combustible para los inyectores. Primero que todo el torque requerido del motor debe ser convertido a masa de combustible.

Convirtiendo el combustible en torque del motor:

El Módulo de Control del Motor (ECM) calcula la masa de combustible correspondiente al torque del motor requerido usando matrices y tablas. Midiendo la temperatura del combustible, el ECM corregirá la diferencia de densidad entre el combustible frío y caliente. El resultado es la masa de combustible que será agregada o reducida al motor para la combustión. El valor es convertido desde masa de combustible a cantidad de combustible (volumen de combustible). Este valor es entonces transferido a la función de equilibrio del cilindro donde es compensada agregando o restando combustible.

Balaneo de Cilindros:

El objetivo de la función de balanceo de cilindros es balancear los pulsos de combustión de cada cilindro de forma que el motor funcione suave y consecuentemente reducir la vibración. Esto se hace mediante la adición o sustracción de combustible. En ralentí, como la cantidad de combustible inyectado es relativamente pequeña, esto se realiza para compensar las diferencias en la cantidad de combustible inyectado en cada cilindro y para compensar las diferencias en la eficiencia de cada cilindro. Cuando el motor funciona sobre la velocidad de ralentí, la compensación se hace principalmente debido a la diferencia en la eficiencia de cada cilindro. Esto se hace calculando y cambiando la cantidad inyectada a cada cilindro individualmente.



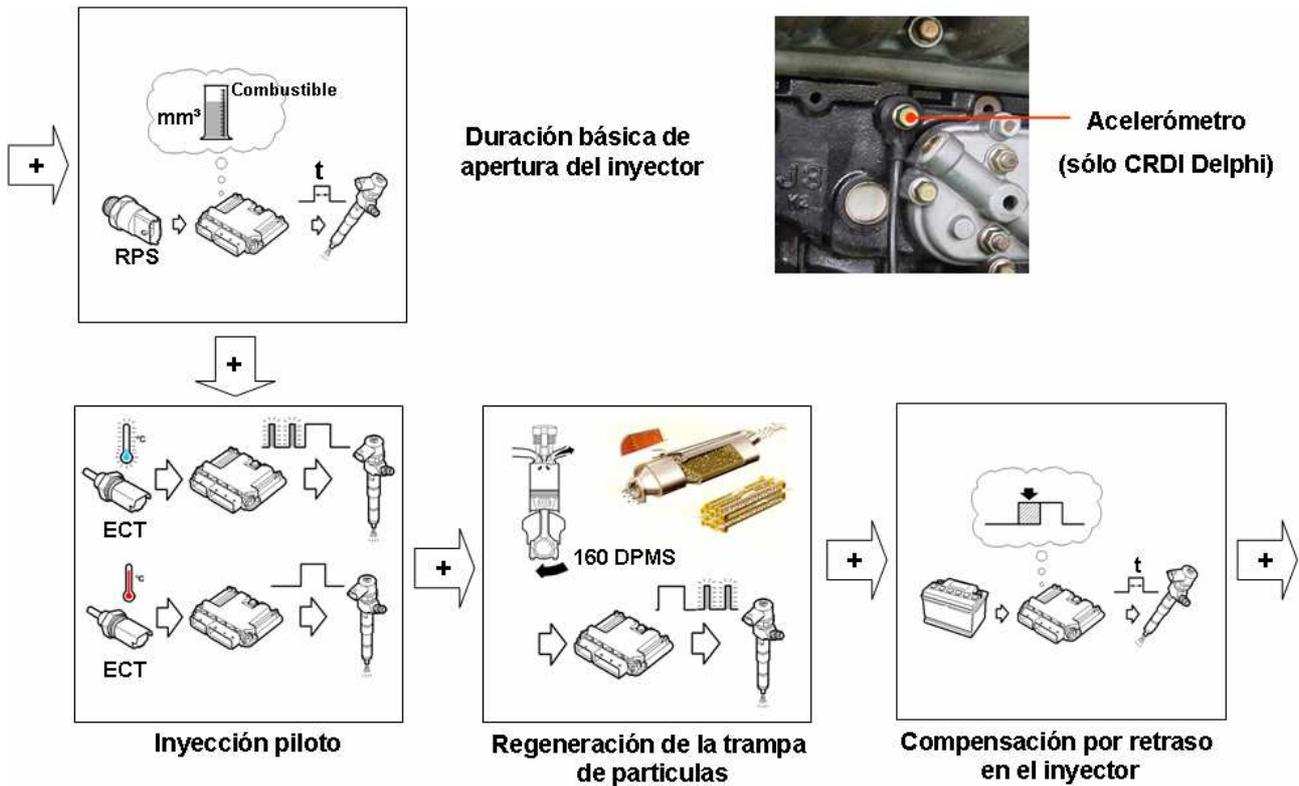
El ECM mide el movimiento del cigüeñal después de cada carrera y si se acelera vigorosamente después de la inyección, por ejemplo en el cilindro 2, la cantidad de combustible en este cilindro necesitará reducirse. Cuando el encendido está por tener lugar nuevamente en este cilindro, el cálculo estará listo para compensar la cantidad de combustible, siendo en este caso negativo. La cantidad de compensación se ajusta de forma que la última combustión suministre el mismo pulso de potencia después de la combustión de los otros cilindros. El valor total es enviado a la función de limitación de humo.

Control de humo:

El objetivo de la función de control de humo es determinar la máxima cantidad de combustible que pueda inyectarse sin exceder el límite de humo. La limitación de humo se inicia cuando no hay masa de aire suficiente para obtener una combustión libre de humo. Basado en la velocidad del motor y la masa de aire por combustión, la cantidad máxima de combustible se calcula de forma que pueda inyectarse sin exceder el límite de humo. Este valor actuará como el límite superior para la cantidad de combustible a inyectar. Si el valor de cantidad de combustible para la conversión de torque del motor es excedido, la función de limitación de humo reducirá la cantidad de combustible. Esto involucra una limitación en el torque del motor. El valor es enviado a la función de corte de combustible.

Función de corte de combustible:

Esta función puede fijar la cantidad de combustible en 0, lo que detiene el motor. Esto se hace si se pierde el encendido (+15) o si se produce una falla crítica de seguridad. Durante el funcionamiento normal, esta función sólo envía el valor para el cálculo normal del tiempo de inyección.

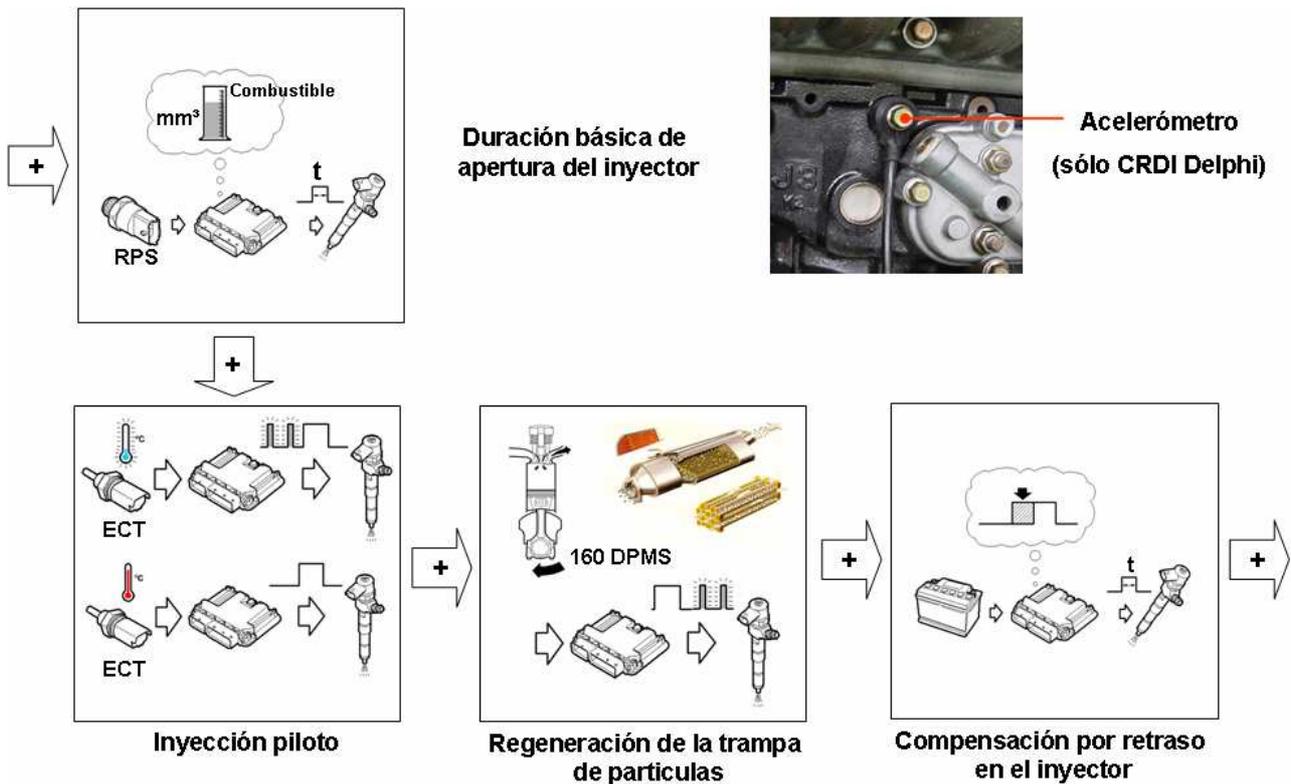


Duración de apertura del inyector, duración básica:

El volumen / combustión del combustible es convertido en tiempo, durante el cual el inyector debe estar abierto dependiendo del flujo del inyector y la presión diferencial predominante. La presión en el riel se mide con el Sensor de Presión del Riel. Un requerimiento también puede provenir de la inyección piloto y la función de regeneración de la trampa de partículas.

Inyección piloto:

Para reducir el ruido de detonación en el motor diesel, a baja temperatura del refrigerante, se usa la función de inyección piloto. Esto significa que una pequeña cantidad de combustible se inyecta justo antes de la combustión principal. También pueden utilizarse dos inyecciones piloto, dependiendo del motor y modelo. Esta función está activa cuando la temperatura del refrigerante está por debajo de +60°C. La función se desactiva a altas velocidades del motor. La detonación diesel aparece cuando el combustible es encendido rápidamente. El tiempo entre la inyección del combustible en la cámara de combustión y el encendido se llama retraso del encendido. En principio, el retraso del encendido puede mantenerse lo más breve posible y depende principalmente del número de cetano del combustible, temperatura en los cilindros y de la distribución eficiente del combustible durante la inyección. Un mayor retraso del encendido significa que una cantidad relativamente grande de combustible debe ser inyectada al cilindro antes del encendido. Esto produce un violento aumento en la presión en el cilindro, resultando en ruido y funcionamiento inestable del motor. El combustible con un alto número de cetano consecuentemente produce un corto retraso de encendido así como altas temperaturas en la cámara de combustión durante la inyección. Una buena distribución de combustible se consigue mediante la combinación del inyector de tipo de tobera y alta presión de combustible.

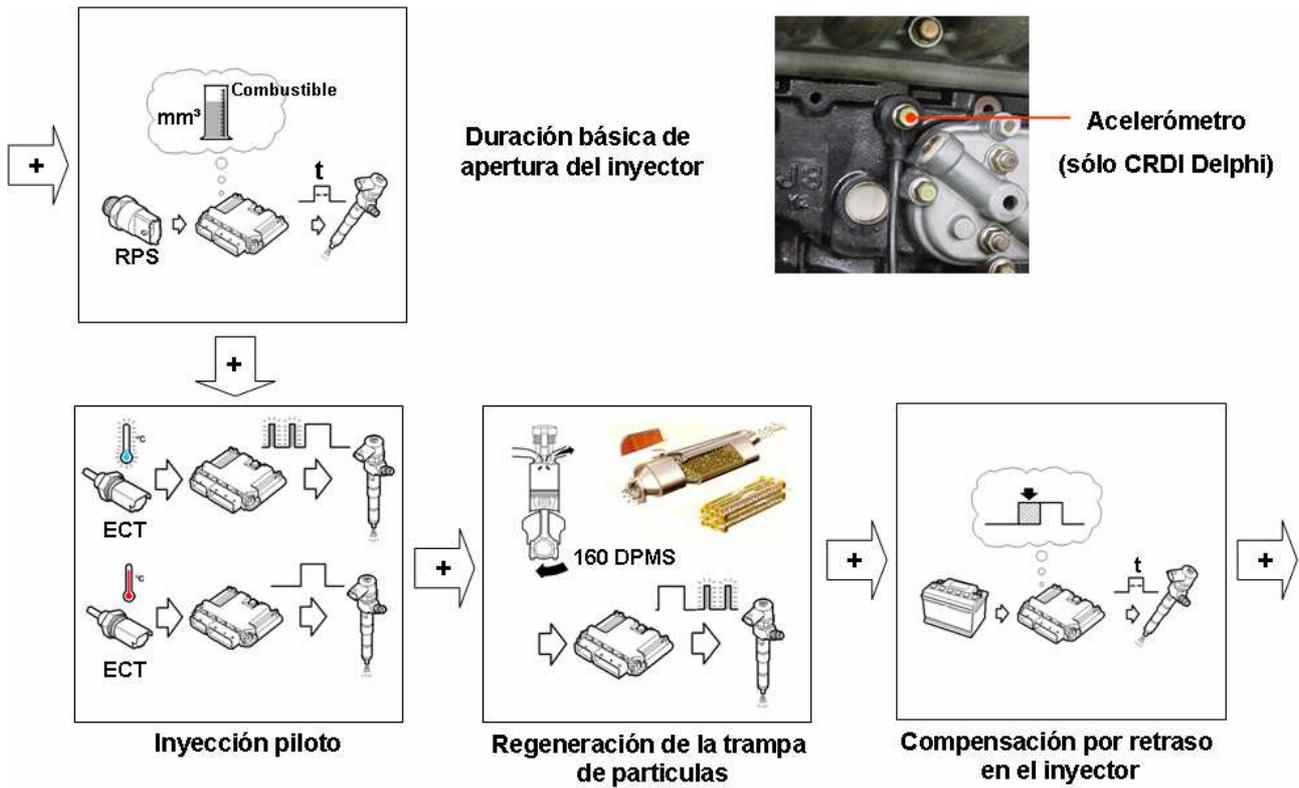


Cuando el motor esta funcionando con el refrigerante a baja temperatura, la perdida de temperatura desde los cilindros hacia el alrededor es alta. Esto significa que la temperatura del aire en el momento de inyección no es alta. El resultado es un retraso más largo del encendido y más “detonación diesel”. Inyectando sólo una pequeña cantidad de combustible que se encienda justo antes de la inyección principal, la temperatura en la cámara de combustión se elevará considerablemente. Por lo que al inicio de la inyección principal, habrá sólo un corto tiempo de retraso. Esto produce menos ruido del motor. El sistema CRDI Delphi utiliza un Acelerómetro (sensor de detonación) para definir el tiempo de la inyección piloto.

Regeneración de la trampa de partículas:

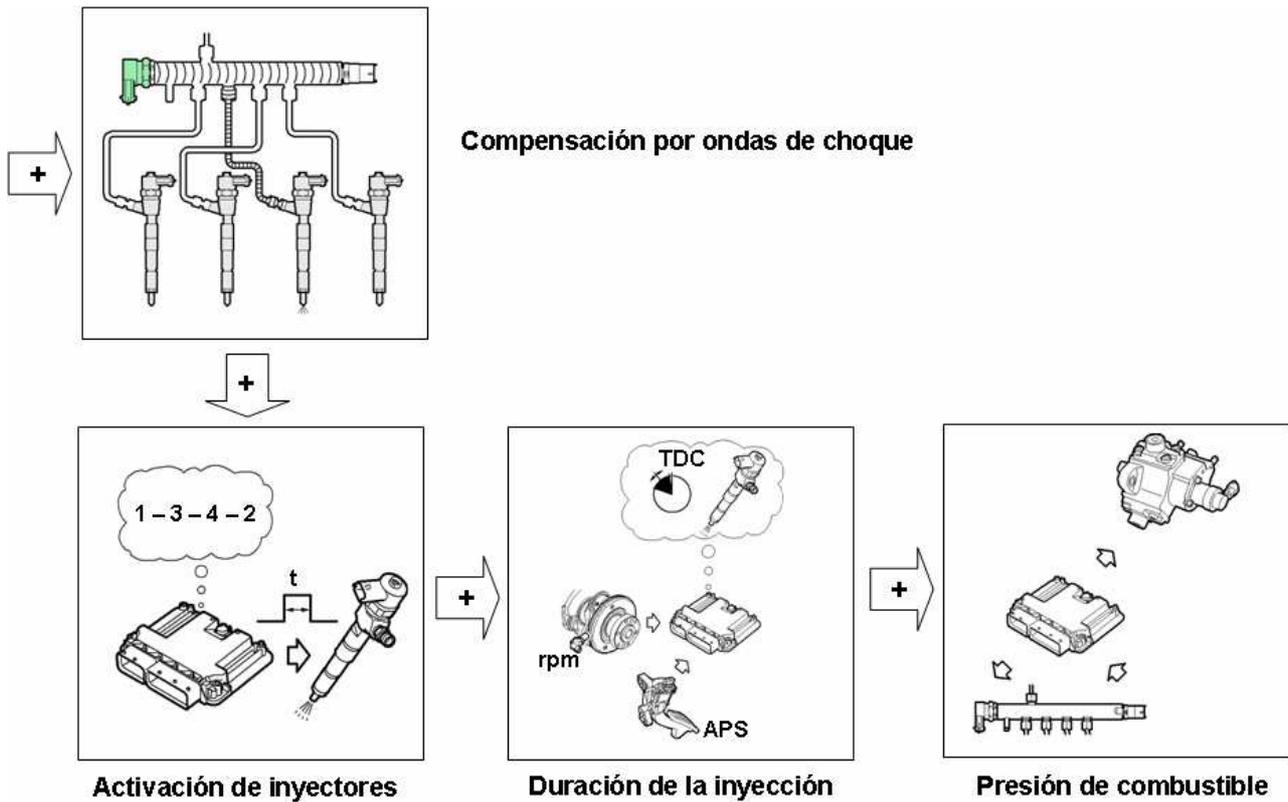
Cuando se regenera la trampa de partículas, la temperatura interna debe elevarse al menos a 550°C para poder quemar el hollín. Alrededor de 160° después del Punto Muerto Superior (PMS), se inyectará una pequeña cantidad de combustible en el cilindro. Si este combustible se inyecta muy tarde (el pistón esta casi en el punto muerto inferior y la válvula de escape esta abierta), este combustible no contribuye al torque. La temperatura de escape no aumentará apreciablemente si esta es simplemente enriquecida con HC (hidrocarburo). Esto iniciará una reacción en el frente del convertidor catalítico de forma que la temperatura se eleva. Una vez que los gases calientes ingresan en la trampa de partículas, estos reaccionan con el convertidor catalítico en la trampa de partículas, donde la temperatura aumentara aún más. Ahora se quema el hollín en la trampa de partículas.

Referirse al material de entrenamiento del Step3 para mayor información.



Compensación por retardo en el inyector:

La compensación debe hacerse por el retraso en la apertura del inyector desde que la etapa de energía se activa en el ECM hasta que el inyector abre y el combustible es inyectado. El tiempo de retardo es un sistema dependiente.



Compensación por ondas de choque:

Al abrir el inyector se forma una onda de choque en la conexión de las tuberías con el riel de combustible. El Módulo de Control del Motor (ECM) debe compensar este fenómeno o se inyectará una cantidad incorrecta de combustible. La compensación es individual para cada cilindro y principalmente tiene en cuenta la presión y la temperatura del combustible.

Activando los inyectores:

El ECM activa el inyector en base al tiempo calculado y lo mantiene abierto por el tiempo determinado de inyección.

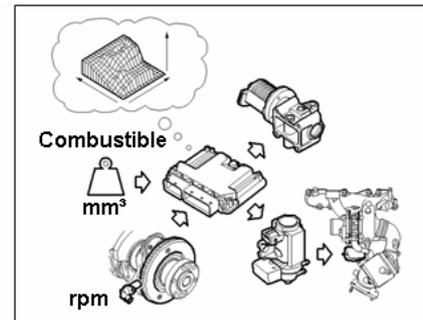
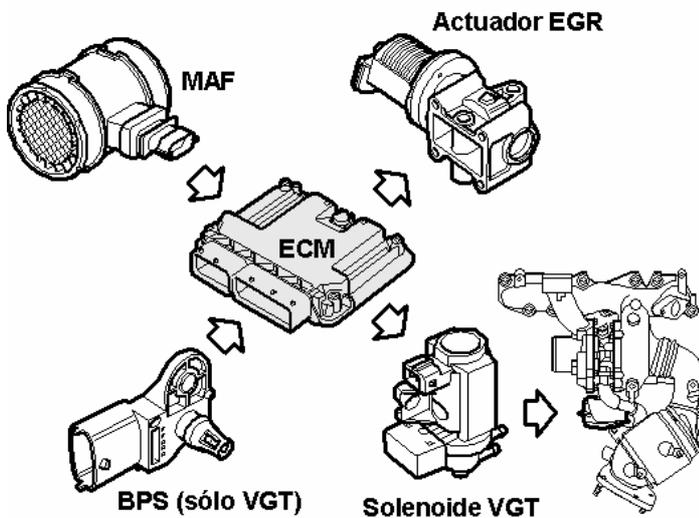
Duración de la inyección:

La duración de la inyección se regula dependiendo de la velocidad y carga del motor. El objetivo de esta regulación es obtener la presión de combustión. La duración de la inyección indica la duración de inyección en grados del cigüeñal, no debe confundirse con el tiempo de inyección.

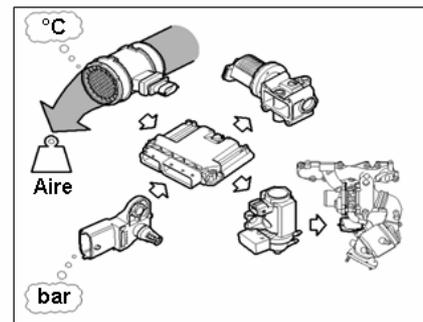
Presión del combustible:

La presión del combustible fluctúa entre 400 – 1600bar dependiendo del sistema y de la condición predominante. La presión es regulada mediante una válvula o dependiendo del sistema, dos válvulas de control de presión. El ECM chequea que esta presión requerida sea alcanzada usando un sensor de presión de combustible montado en el riel de combustible.

Cálculo del Requerimiento de Masa de Aire



Cálculo del Requerimiento de Masa de Aire



Control del Requerimiento de Masa de Aire

Esta función calcula la masa de aire requerida por combustión, para la condición de conducción predominante. Esta basada principalmente en el requerimiento de la masa de combustible y velocidad del motor.

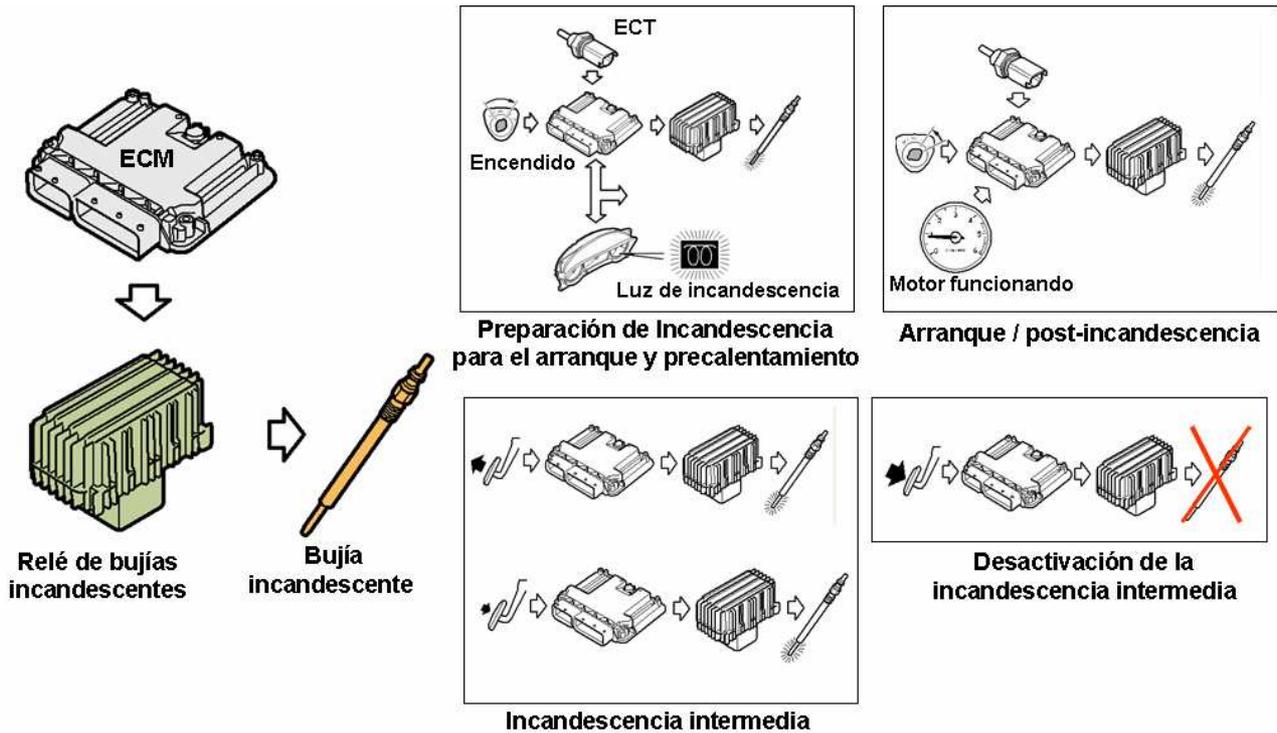
Regulación del requerimiento de masa de aire:

Cuando la masa de aire por combustión requerida para una masa dada de combustible ha sido calculada, el ECM tiene dos modos para ejecutar el requerimiento de masa de aire. Esto se hace con el control de turbo (sólo vehículos con VGT) y/o la regulación EGR. El uso del control de turbo aumentará la aspiración de motor. El incremento de la presión de carga de aire, aumenta la masa de aire que ingresa al motor. La función de EGR trabaja a la inversa; la masa de aire es substituida por el gas de escape. El ECM mide la masa de aire actual usando el sensor de flujo de masa de aire. Esto es convertido a masa de aire por combustión y comparado con un valor requerido. Si los valores son diferentes, el control del turbo y la regulación EGR harán la corrección. El valor desde el sensor de flujo de masa de aire es corregido por la inercia del aire en el sistema de admisión, por ejemplo en los conductos y el intercooler.

Ajuste de la Carga del Turbo (solamente VGT)

La masa de aire requerida por combustión se logra mediante la regulación de presión del turbo. El ECM calcula la presión del turbo requerida (deseada) para alcanzar el requerimiento de masa de aire por combustión. El valor deseado se calcula principalmente usando los siguientes parámetros: velocidad del motor, cantidad de combustible y presión de carga del turbo.

Control de Bujías Incandescentes



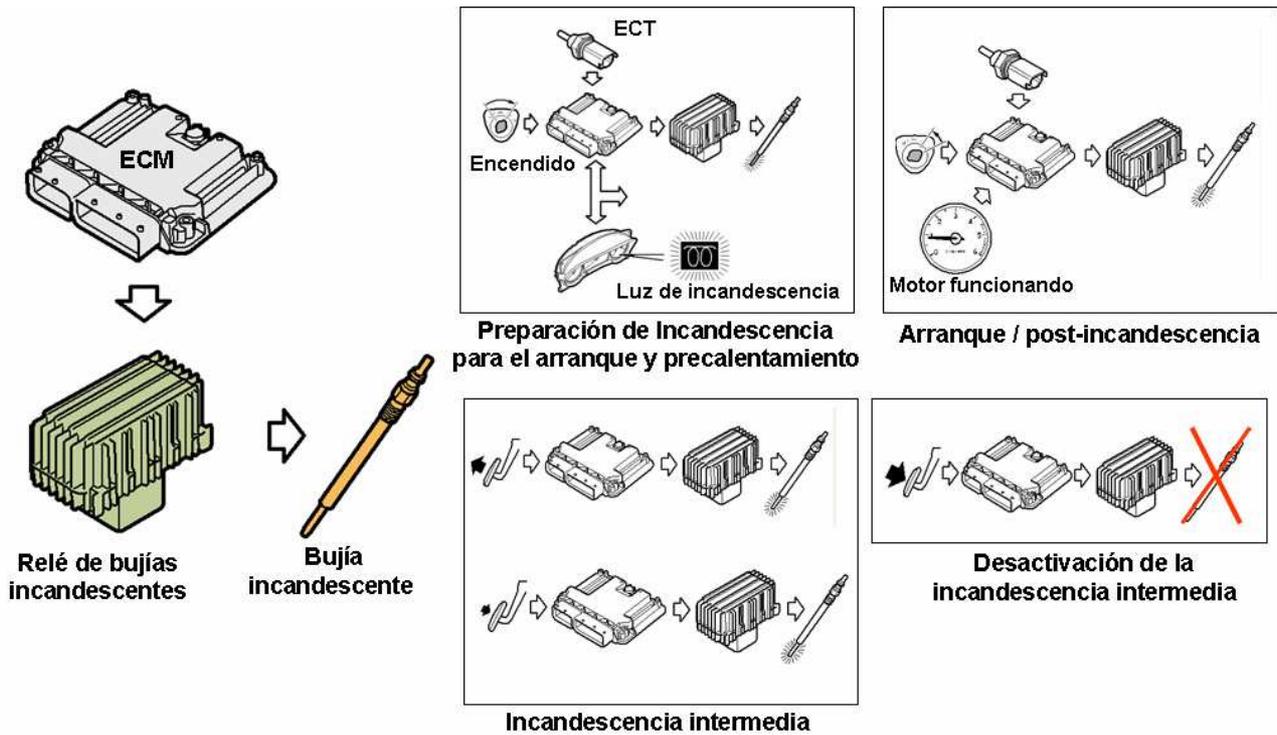
La tarea principal de la función de incandescencia es precalentar la cámara de combustión de manera que se pueda asegurar un arranque rápido y confiable a bajas temperaturas. La incandescencia también puede activarse en conjunto con la regeneración de la trampa de partículas.

La función de incandescencia tiene cinco sub funciones diferentes:

- Precalentamiento
- Incandescencia de preparación para el arranque
- Incandescencia durante el arranque
- Post incandescencia
- Incandescencia intermedia

Precalentamiento

El precalentamiento se inicia una vez que la llave de encendido se activa a ON. La duración de la incandescencia depende de la temperatura del refrigerante y es 0 para un motor caliente.



Incandescencia de Preparación para el Arranque:

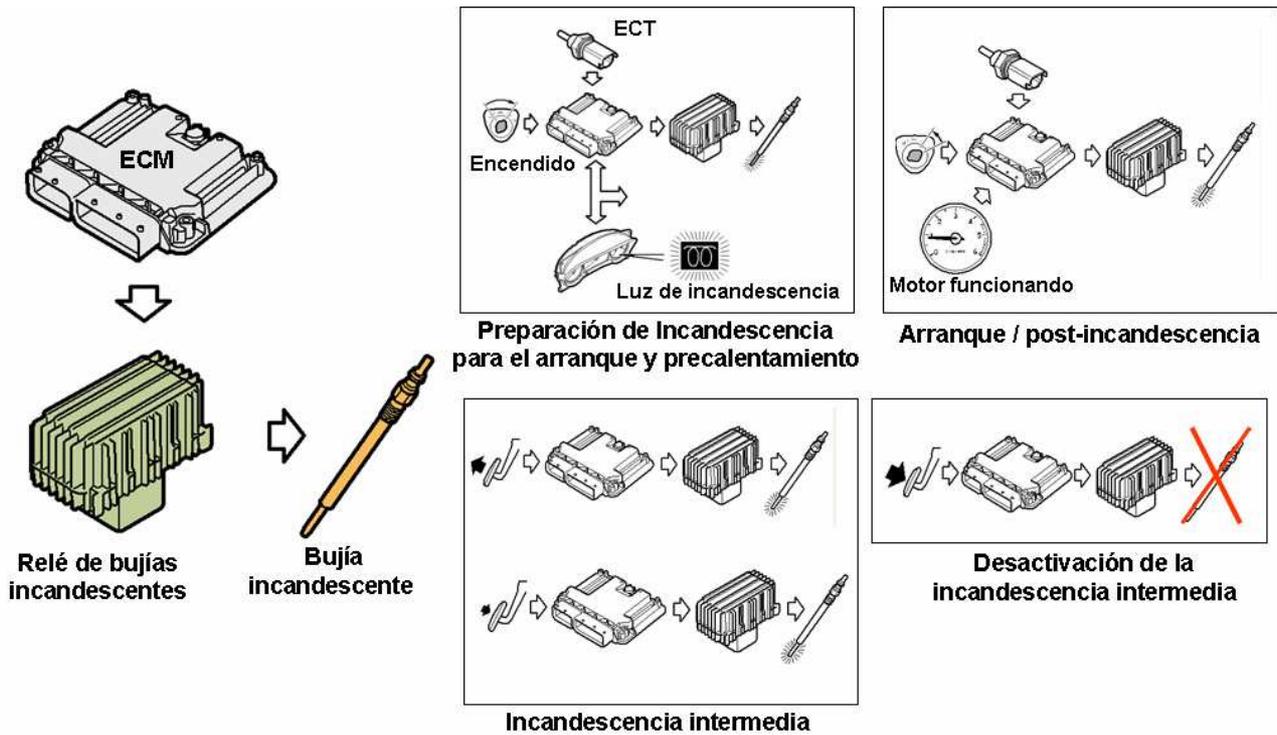
Una vez que se completa el precalentamiento, comienza la incandescencia de preparación para el arranque. Esto se usa para mantener las bujías incandescentes calientes esperando el arranque. La incandescencia de preparación para el arranque se desactiva después de cierto periodo de tiempo. Si el motor arranca es reemplazada por la incandescencia durante el arranque.

Incandescencia durante el Arranque:

La incandescencia durante el arranque se activa una vez que el motor ha arrancado y la temperatura del refrigerante es baja. Esta se desactiva cuando se asume que el motor ya esta funcionando y entonces es reemplazada por la post-incandescencia.

Post Incandescencia:

La post incandescencia tiene lugar después de la incandescencia de arranque y se asume que el motor esta funcionando. Esto es para reducir el mal encendido y proveer un funcionamiento suave asegurando que la cámara de combustión este caliente mientras que la combustión todavía no ha generado suficiente calor para producir un encendido confiable del combustible. La post incandescencia se desactiva después de un periodo de tiempo que depende de la temperatura del refrigerante. También se desactiva cuando la velocidad del motor o la cantidad de combustible inyectado exceden el límite. Si la velocidad del motor o la cantidad de combustible inyectado caen nuevamente bajo los límites, la post incandescencia nuevamente se activará por un periodo que depende de la temperatura del refrigerante.



Incandescencia Intermedia:

Para reducir la refrigeración de la cámara de combustión cuando las cantidades de combustible son bajas o durante el efecto de freno del motor (cantidad de combustible=0), se puede activar la función de incandescencia intermedia. Esto reducirá el humo azul cuando se vuelva a acelerar el motor. La función de incandescencia intermedia también puede activarse cuando se regenera el filtro de partículas y bajo condiciones de conducción cuando la carga del motor es relativamente baja. El alto consumo de energía de las bujías incandescentes aumenta la carga en el generador, lo que a su vez demanda más torque desde el motor para moverlo. El ECM compensará este requerimiento incrementado de torque aumentando la cantidad de combustible inyectado. El resultado es un aumento en la temperatura y un aumento en el flujo de escape en la trampa de partículas. La función de incandescencia intermedia no se desactivará durante la regeneración cuando la carga del motor sea alta.

Desactivación de la Incandescencia Intermedia:

La incandescencia intermedia no se activará cuando la carga del motor sea alta.

Precauciones de Seguridad

- El sistema de combustible esta sujeto a presión extremadamente alta (1600 bar)
- Nunca deben realizarse trabajos en el sistema de inyección con el motor funcionando o dentro de 30 segundos después de haber puesto el motor en OFF.
- Prestar permanente atención a las precauciones de seguridad.
- Asegurar limpieza absoluta.
- Nunca desarmar los inyectores.
- Nunca soltar las tuberías de alta presión mientras funciona el motor (por ejemplo, cuando se realiza un seguimiento para un cilindro con problemas de combustión)
- Referirse siempre al Manual de Servicio antes de comenzar a trabajar en el sistema CRDI



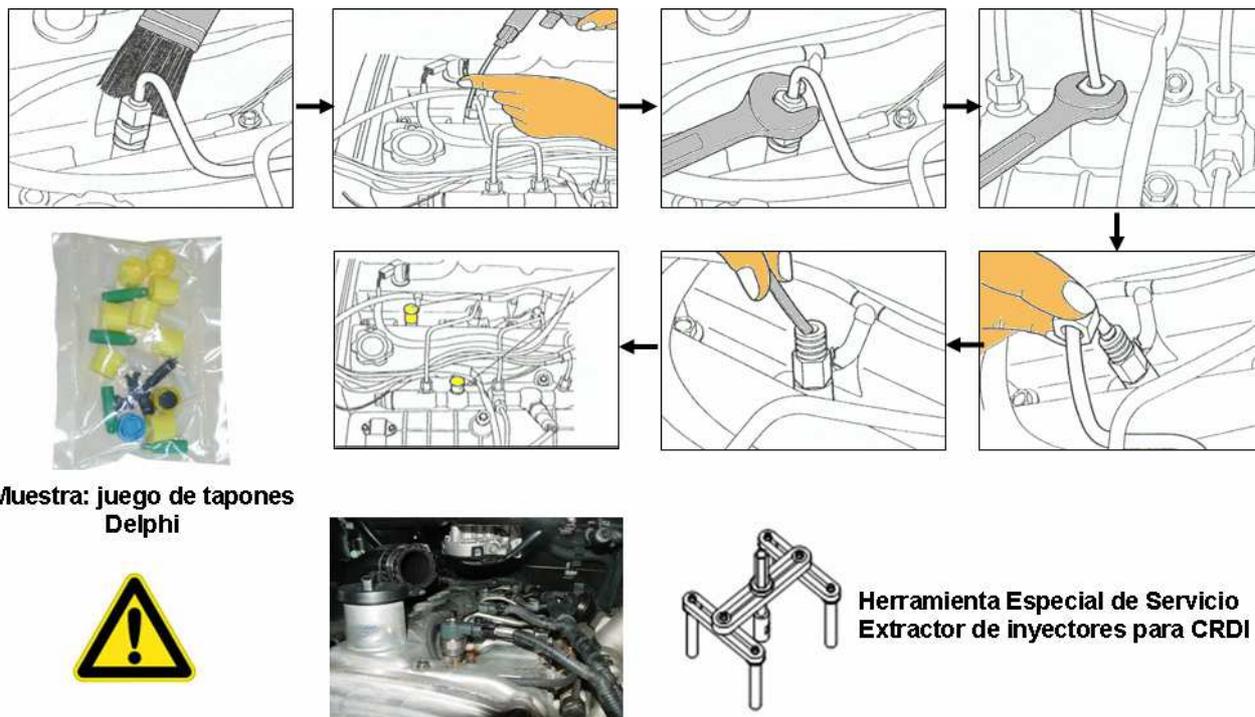
- Esta estrictamente prohibido fumar o comer mientras se trabaja en el sistema de Inyección por Riel Común.
- Es esencial desconectar la batería antes de ejecutar cualquier trabajo en el Sistema de Inyección por Riel Común.
- Esta estrictamente prohibido trabajar en el Sistema de Inyección por Riel Común mientras el motor esta funcionando.
- Es necesario observar el valor de la presión del riel y la temperatura del combustible diesel con el motor funcionando.
- Es necesario observar el valor de la presión del riel y de la temperatura del combustible diesel con la ayuda de una herramienta de diagnóstico antes de ejecutar cualquier trabajo en el sistema de combustible. La apertura del circuito sólo se puede realizar si la temperatura del combustible diesel es menor que 50°C (122°F) y la presión del riel es cercana a 0bar. Si no es posible la comunicación con el computador y antes de comenzar cualquier trabajo en el circuito de combustible, se debe esperar 5 minutos después de detener el motor.
- Esta estrictamente prohibido suministrar energía con una fuente externa a los actuadores
- El inyector no debe desarmarse (CRDI)
- El sensor HP no debe desmontarse del riel. Si el sensor HP falla, es esencial reemplazar el riel completo.
- El IMV, sensor de temperatura del combustible y el venturi no deben desmontarse de la bomba. Si uno de estos componentes falla, debe reemplazarse la bomba.
- Las tuberías de alta presión no son reutilizables: al desmontar una tubería debe ser reemplazada.

- El sistema de combustible esta sujeto a presión extremadamente alta (1600 bar)
- Nunca deben realizarse trabajos en el sistema de inyección con el motor funcionando o dentro de 30 segundos después de haber puesto el motor en OFF.
- Prestar permanente atención a las precauciones de seguridad.
- Asegurar limpieza absoluta.
- Nunca desarmar los inyectores.
- Nunca soltar las tuberías de alta presión mientras funciona el motor (por ejemplo, cuando se realiza un seguimiento para un cilindro con problemas de combustión)
- Referirse siempre al Manual de Servicio antes de comenzar a trabajar en el sistema CRDI



- Esta estrictamente prohibido descarbonizar los inyectores en baño ultrasónico
- ¡Nunca debe usarse el cuerpo metálico del computador como una conexión a tierra!
- Durante trabajos de soldadura (reparación de la carrocería), el ECM debe desmontarse del vehículo.
- Cuando se abre o desconecta el sistema de inyección, esta estrictamente prohibido usar aire comprimido, o escobillas, debido a que estos medios pueden provocar el ingreso de impurezas al sistema.
- Tan pronto como se abre un conducto, es esencial bloquearlo usando el tapón apropiado.
- El empaque de los componentes de reemplazo debe abrirse justo en el momento en que estas van a ser usadas. Aún más, los tapones de sellado no deben removerse hasta que se realice la conexión final.

Desmontaje de los Inyectores (ejemplo CRDI)

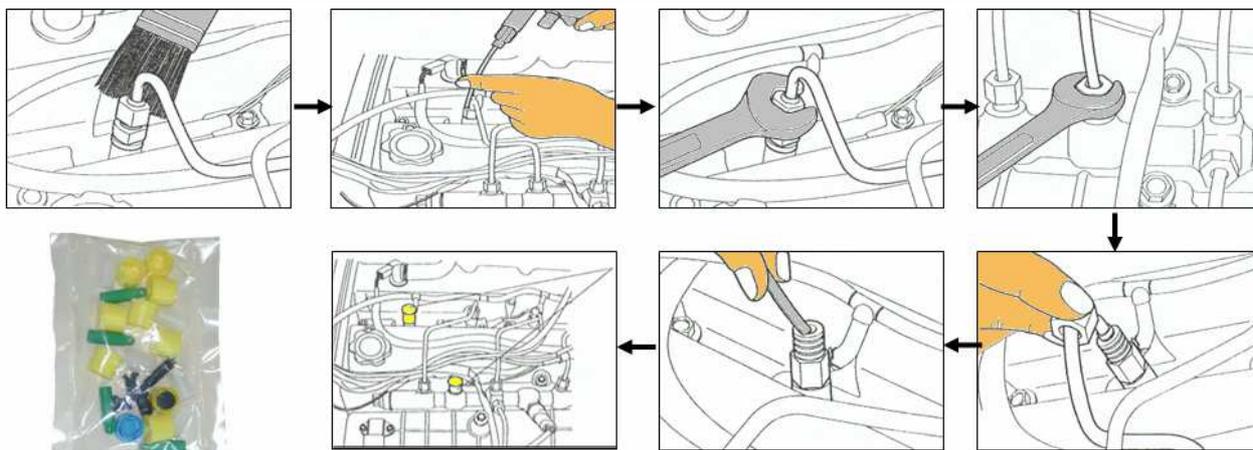


1. Limpiar las tuercas de unión de la bomba de alta presión con un solvente (del tipo CARCLEAN) aplicado con una brocha.
2. Remover las partículas con la ayuda de un dispositivo de succión tipo 'BLOVAC BV11'.
3. Desconectar el inyector con la ayuda de pinzas, aplicando presión a los clips de bloqueo en el lado del conector.
4. Aflojar la tuerca del inyector usando una llave de punta.
5. Aflojar la tuerca del riel usando una llave de punta.

* Nota

Es importante posicionar la llave en el área del extremo sólido de la tuerca, con el fin de aplicar la tensión en la parte más resistente de ésta. Si se aplica torque el extremo abierto de la tuerca, existe el riesgo de deformación cuando se aprieta.

6. Mover la tuerca a través de la tubería, manteniendo el cono de asiento en contacto con el inyector y remover las partículas en el área de contacto del cono con el asiento usando un dispositivo neumático de succión.
7. Ejecutar la misma operación en el lado del riel.
8. Retirar la tubería y remover las partículas dentro del cono del inyector con la ayuda de un dispositivo neumático de succión.



Muestra: juego de tapones Delphi



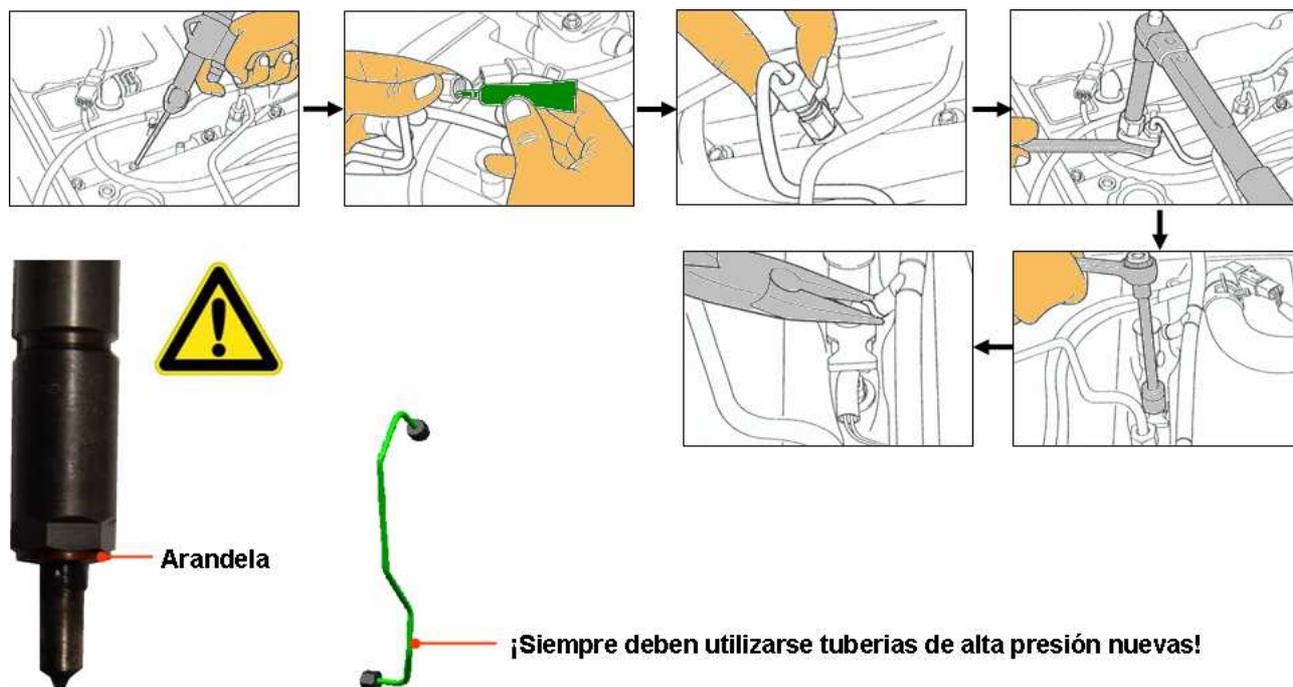
Herramienta Especial de Servicio Extractor de inyectores para CRDI

9. Ejecutar la misma operación en el lado del riel.
10. Inmediatamente sellar las salidas con la ayuda de los tapones recomendados.

En algunos casos se necesita una Herramienta Especial de Servicio para desmontar los inyectores en el sistema CRDI.

Referirse al Manual de Servicio para información más detallada.

Instalación de los Inyectores (ejemplo CRDI)



1. Instalar una arandela de protección para temperatura nueva en el asiento del apoyo del inyector. Advertencia ¡no usar las arandelas de protección usadas!
2. Insertar el inyector en la culata de cilindros
3. Fijar el inyector con su flanche
4. Desempacar la nueva tubería justo al momento de instalarla.
Advertencia: en los sistemas CRDI esta prohibido reutilizar una tubería usada.
5. Remover los tapones insertados en cada extremo de la tubería.
6. Lubricar los hilos de las tuercas con el lubricante suministrado en el kit antes de instalar la tubería.
7. Remover los tapones de protección desde las salidas de el riel y el inyector
8. Ajustar el cono de la tubería en el asiento del inyector y en el asiento del riel. Apretar las tuercas manualmente.
9. Apretar el retenedor del inyector al torque especificado
10. Apretar la tuerca del lado del inyector al torque especificado aplicando torque con la herramienta de soporte para el retenedor del inyector. Nota: al apretar la tuerca, asegurarse que el conector permanezca alineado con el eje del inyector.
11. Apretar la tuerca en el lado del riel al torque especificado
12. Reconectar la manguera de retorno al retenedor del inyector. Reconectar el conector eléctrico del inyector.
13. Reensamblar la tubería de alta presión, refiriéndose al método descrito en la página.