

SISTEMAS DE INYECCION DIRECTA DE COMBUSTIBLE FSI

SISTEMA DE INYECCION DIRECTA DE COMBUSTIBLE FSI. En la actualidad existen diversos sistemas de control de emisiones los cuales tienen como objetivo lograr un menor impacto en esta nueva era del denominado cambio climático , dentro de los diversos sistemas que tratan de disminuir este impacto existe uno que ha logrado imponerse fuertemente en Europa principalmente , es el denominado Sistema de inyección Directa estratificada FSI (Fuel Stratified Injection). Este sistema cuenta con un potencial importante puesto que se ha demostrado que puede lograr muy buenas prestaciones al motor, manejando un margen muy exigente de emisiones al medio ambiente.

En la actualidad los principales fabricantes han optado por

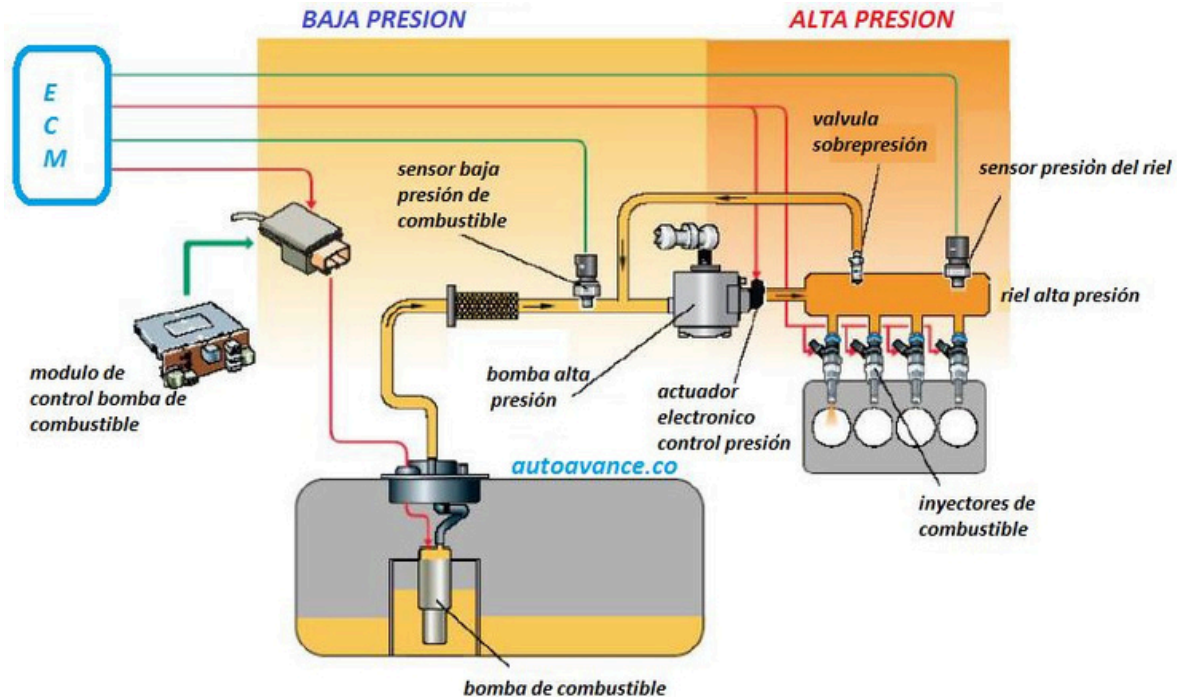
desarrollar

versiones de sus modelos más importantes con este sistema de inyección es por esta razón que el técnico debe actualizar sus conocimientos hacia el análisis de esta tecnología para lograr reparar los diferentes vehículos que incorporan este sistema.

hay que apuntar que en este caso las fallas son mucho más interesantes puesto que el concepto de funcionamiento cambia completamente a lo que se tenía pensado para los diferentes tipos de control electrónico en la inyección de combustible , es muy importante tener en cuenta que la seguridad es un factor que marca una pauta importante en este vehículo , puesto que ya no se habla de baja presión , si no que tenemos sistemas de inyección a gasolina con presiones de hasta 3000 PSI en el inyector lo cual mal manejado por un técnico puede llevar a unas consecuencias lamentables para la persona que manipula de manera no adecuada estos elementos , también existe otro punto de atención y cuidado y es la descarga eléctrica que se maneja en este tipo de sistemas , ya que usualmente los inyectores de combustible convencionales operan a tensiones de 12V este tipo de sistemas pueden manejar descargas eléctricas hasta de 100V , lo cual mal operado por parte del técnico podría llevar a lesiones serias. en el desarrollo de este manual se levaran a cabo diferentes explicaciones que buscan hacer entender cómo funciona desde el punto de vista electrónico este complejo sistema , hay que tener en cuenta que BOSCH es uno de los fabricantes más importantes en esta tecnología por lo tanto algunos ejemplos se realizaran en función de esta marca.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA . El sistema de combustible tiene un diseño sin retorno según la demanda. El sistema de combustible de no-retorno reduce la temperatura interna del tanque de combustible al no permitir el refluo de combustible caliente del motor al tanque de combustible. Reduciendo la temperatura interna del tanque de combustible resulta en una disminución de las emisiones evaporativas.

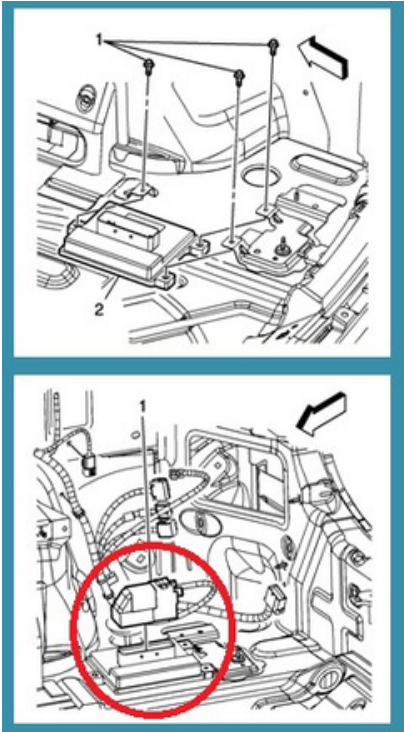
Una bomba de combustible estilo turbina eléctrica se conecta al módulo de la bomba de combustible del tanque de combustible. La bomba de combustible suministra combustible a través del tubo de alimentación de combustible a la bomba de combustible de presión alta. La bomba de combustible de presión alta suministra combustible a un riel de combustible de presión variable. El combustible entra a la cámara de combustión a través de inyectores de combustible de precisión y agujeros múltiples. La bomba de combustible de presión alta, la presión del riel de combustible, la regulación de la inyección del combustible y la duración de la inyección son controlados por el Módulo de control del motor (ECM).



El sistema de combustible sin retorno electrónico es un sistema de suministro de combustible controlado por microprocesador que transporta combustible

desde el tanque al riel de combustible. Funciona como un reemplazo electrónico para un regulador de la presión del combustible mecánico. La válvula del regulador de alivio de presión dentro del tanque de combustible proporciona una medida de sobre protección de presión. El módulo de control del motor (ECM) comanda la presión de combustible deseada, y la transmite al módulo de control de flujo de la bomba de combustible a través de un mensaje de datos de red. Un sensor de presión de combustible ubicado en el Tubo de alimentación de combustible suministra retroalimentación que el módulo de control de flujo de la bomba de combustible requiere para el control de presión de combustible de circuito cerrado.

El módulo de control de flujo de la bomba de combustible es un módulo al que se le puede dar servicio. El módulo de control de flujo de la bomba de combustible recibe el mensaje de presión de combustible deseada desde el módulo de control del motor (ECM) y controla la bomba de combustible que se encuentra dentro del tanque de combustible para lograr la presión de combustible deseada. El módulo de control de flujo de la bomba de combustible envía una señal PWM de 25 KHz a la bomba de combustible, y velocidad de la bomba se cambia al variar el ciclo de trabajo de esta señal. La corriente máxima suministrada a la bomba de combustible es de 15 amps. Un sensor de presión de combustible ubicado en el tubo de alimentación de combustible suministra retroalimentación de la presión de combustible al módulo de control de flujo de la bomba de combustible.



Sensor de presión de combustible de baja.

El sensor de presión de combustible es un dispositivo de 3 clavija de 5 V al que se le puede dar servicio. Se encuentra ubicado en el tubo de alimentación de combustible delantero del tanque de combustible, y recibe alimentación y tierra del módulo de control de flujo de la bomba de combustible a través de un arnés de cableado del vehículo. El sensor proporciona una señal de presión de combustible al módulo de control de flujo de la bomba de combustible, el cual se utiliza para proporcionar el control de presión de combustible de circuito cerrado.

Sensor de combustible Flex (Caso Vehículos con Etanol).

El sensor de combustible flex mide la relación etanol-gasolina del combustible que se usa en un vehículo de combustible flexible. Los vehículos de combustible flexible pueden funcionar con una mezcla de etanol y gasolina de

hasta un 85 por ciento de etanol. A fin de ajustar la distribución del encendido y la cantidad de combustible a inyectar, el sistema de administración del motor requiere información acerca del porcentaje de etanol en el combustible.

El sensor de combustible flexible usa conexiones de combustible de tipo conexión rápida, una conexión de combustible entrante y una conexión de combustible saliente. Todo el combustible pasa por el sensor de combustible flexible antes de continuar por el riel de combustible. El sensor de combustible flexible mide dos parámetros relacionados con el combustible diferentes y envía una señal eléctrica al módulo de control del motor (ECM) para indicar el porcentaje de etanol y la temperatura del combustible.

El sensor de combustible flexible tiene un conector del arnés de cables de tres conductores. Los tres conductores suministran un circuito de tierra, un suministro eléctrico y una salida de señal al ECM. El suministro eléctrico es voltaje positivo de la batería y el circuito de tierra se conecta a una tierra del motor. El circuito de señal transporta el porcentaje de etanol y la temperatura del combustible dentro de la misma señal, por el mismo cable.

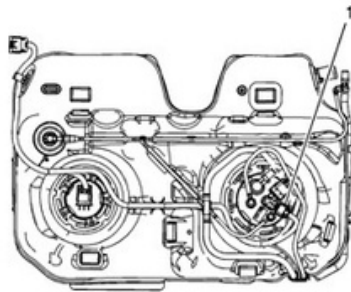
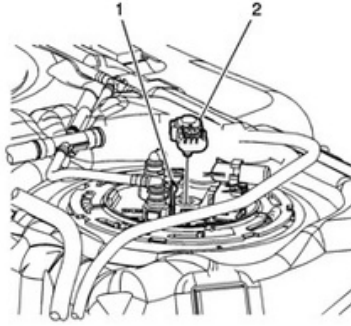
El sensor de combustible flexible utiliza un microprocesador dentro del sensor para medir el porcentaje de etanol y temperatura del combustible y cambia la señal de salida según corresponda. La característica eléctrica del sensor de combustible flexible es una señal digital de onda cuadrada. La señal es tanto de frecuencia variable y de ancho de pulso variable. La frecuencia de la señal indica el porcentaje de etanol y el ancho de pulso la temperatura del combustible. El ECM proporciona un incremento interno de 5 V en el circuito de señal y el sensor de combustible flexible genera los 5 V a tierra en pulsos. La frecuencia de salida es lineal al porcentaje de contenido de etanol del combustible. El rango normal de la frecuencia de funcionamiento es entre 50 y 150 Hz, donde 50 Hz representa el 0 por ciento de etanol y 150 Hz el 100 por ciento de etanol. El rango normal de ancho de pulso de los pulsos digitales está entre 1 y 5 ms, donde 1 ms representa -40°C (-40°F) y 5 ms representa 151.25°C (304.25°F).

El microprocesador interno del sensor es capaz de una cierta cantidad de diagnósticos propios. Una frecuencia de salida de 180 Hz indica ya sea que el combustible está contaminado o que se ha detectado una falla eléctrica interna

del sensor. Ciertas sustancias disueltas en el combustible pueden causar que éste se contamine, elevando la frecuencia de salida a un valor más que el que el porcentaje real de etanol debería indicar. Ejemplos de estas sustancias son el agua, el cloruro de sodio (sal) y el metanol.

Se debe tener en cuenta que es probable que el sensor de combustible flexible indique un porcentaje de etanol ligeramente inferior que el que se indica en la estación de servicio. Esto no es una falla del sensor. La razón tiene que ver con los requisitos gubernamentales en relación con los combustible de motores base alcohol. Las regulaciones gubernamentales requieren que el alcohol previsto para uso en combustible de motores esté desnaturalizado. Esto significa que el 100 por ciento de etanol puro se desnaturaliza primero con aproximadamente 4½ por ciento de gasolina, antes de mezclarlo con cualquier otra cosa. Cuando se anuncia una mezcla de etanol y gasolina como E85, el 85 por ciento de etanol se desnaturalizó antes de mezclarlo con la gasolina, lo que significa que el combustible E85 anunciado contiene sólo alrededor del 81 por ciento de etanol. El sensor de combustible flexible mide el porcentaje real de etanol en el combustible.

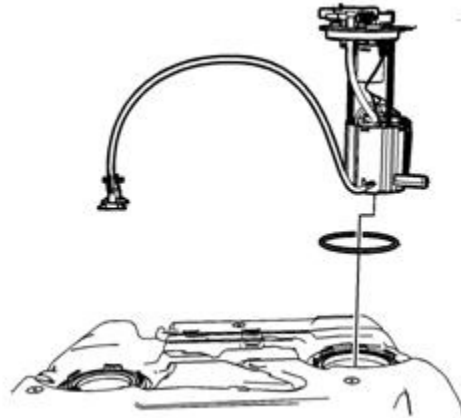
Tanque de combustible.



El tanque de combustible almacena el suministro de combustible. El tanque de combustible se encuentra en la parte trasera del vehículo. El tanque de combustible se sostiene en su lugar por 2 correas metálicas que se unen la parte de abajo de la carrocería del vehículo. El tanque de combustible es moldeado de polietileno de alta densidad.

El tanque de combustible tiene una configuración cóncava para proporcionar espacio para la flecha de impulso a través del área central del tanque. Debido a la forma cóncava del tanque, son necesarios dos módulos de la bomba de combustible del tanque de combustible. El módulo de la bomba de combustible del tanque de combustible primario se encuentra en el lado izquierdo del tanque. El módulo de la bomba de combustible del tanque de combustible secundario se encuentra en el lado derecho del tanque.

Modulo de Bomba de combustible (Conjunto completo).



El módulo de la bomba de combustible del tanque de combustible primario se encuentra en el interior del lado izquierdo del tanque de combustible. El módulo de la bomba de combustible de tanque de combustible primario consta de los siguientes componentes principales:

- El sensor de nivel de combustible
- Ensamble de bomba de combustible y depósito
- La válvula del regulador de alivio de presión
- El filtro de combustible
- La bomba de chorro primaria
- La bomba de chorro secundaria
- La válvula de ventilación del límite de llenado
- El sensor de presión del tanque de combustible (FTP)
- El filtro de combustible
- El tubo de transferencia de combustible

Sensor de nivel de combustible

El sensor del nivel de combustible consta de un flotador, un brazo de flotador de alambre y una tarjeta resistora de cerámica. La posición del brazo del flotador indica el nivel de combustible. El sensor del nivel de combustible contiene un resistor variable que cambia la resistencia de acuerdo con la posición del brazo del flotador. **Bomba de combustible Baja presión.**



La bomba de combustible está montada en el depósito del módulo de la bomba de combustible de tanque de combustible primario. La bomba de combustible es una bomba eléctrica de alta presión. Se bombea combustible al sistema de inyección de combustible a una presión que se basa en la retroalimentación desde el sensor de presión de combustible. La bomba de combustible distribuye un flujo constante de combustible al motor, aún durante condiciones de combustible bajo y maniobras agresivas del vehículo. **Válvula reguladora alivio de presión baja.**

La válvula del regulador de alivio de presión reemplaza el regulador de presión de combustible típico utilizado en un sistema de combustible sin retorno mecánico. La válvula del regulador de alivio de presión está cerrado durante el funcionamiento normal del vehículo. La válvula del regulador de alivio de presión se utiliza para ventilar la presión durante la saturación de calor y también funciona como un regulador de presión de combustible en caso de que el módulo de control de flujo de la bomba de alimentación se predetermine a 100 por ciento de modulación de ancho de pulso (PWM) de la bomba de combustible. Debido a variación en las presiones del sistema de

combustible, la presión de abertura de la válvula del regulador de alivio de presión se establece más alto que la presión que se utiliza en un regulador de presión del sistema de combustible sin retorno mecánica. **Filtro de combustible inferior bomba de baja.**

El colador de combustible se conecta al extremo inferior del módulo de la bomba de combustible del tanque de combustible primario. El filtro de combustible está hecho de plástico tejido. Las funciones del filtro de combustible son filtrar contaminantes y bombear el combustible. El filtro de combustible normalmente no requiere mantenimiento. Una obstrucción de combustible en este punto indica que el tanque de combustible contiene una cantidad anormal de sedimento o contaminación. **Filtro de combustible principal.**



El filtro de combustible está ubicado en el módulo de la bomba de combustible del tanque de combustible primario. El elemento del filtro de papel atrapa las partículas en el combustible que pueden dañar el sistema de inyección de combustible. La caja del filtro está diseñada para soportar la presión máxima del sistema de combustible, la exposición a los aditivos del combustible y los cambios de temperatura. **Tuberías de combustible en Nylon.**

ADVERTENCIA: Con el fin de reducir el riesgo de incendio y lesiones personales obedezca los siguientes puntos:

- Reemplace todas las tuberías de combustible que sean de nylon, que estén dañadas o que se rayen durante la instalación; no intente reparar partes de estas tuberías.
- No golpee directamente con un martillo en los sujetadores del cuerpo del arnés de combustible cuando instale nuevos ductos de combustible. Si daña la tubería de nylon podría provocar una fuga de combustible.
- Siempre cubra las tuberías de nylon para vapor con una toalla húmeda antes de utilizar un mechero cerca de ellas. Además, nunca exponga el vehículo a temperaturas mayores de 115°C (239°F) durante más de una hora o más de 90°C (194°F) durante cualquier período largo.
- Aplique unas cuantas gotas de aceite limpio para motor al extremo macho del tubo de combustible antes de realizar las conexiones de los tubos de combustible. Esto asegurará la reconexión adecuada y prevendrá fugas de combustible. (Durante el funcionamiento normal, los empaques de anillo ubicados en el conector hembra se inflamarán y pueden evitar que se puedan volver a conectar apropiadamente, si no se lubrican.)

Tubos de nylon están contruidos para soportar la presión máxima del sistema de combustible, la exposición a los aditivos del combustible y los cambios de temperatura.

La manguera de caucho resistente al calor o el conducto de plástico corrugado protegen las secciones de los tubos que están expuestas al rozamiento, temperaturas altas o vibración.

Los tubo de combustible de nylon son algo más flexibles y pueden ser formados alrededor de vueltas graduales por debajo del vehículo. Sin embargo, si los tubos de combustible de nilón se doblan con fuerza en curvas agudas, se pueden deformar y obstruir el flujo de combustible. También, una vez expuestos al combustible, los tubos de nylon pueden volverse más rídigos y es más probable que se deformen si se doblan demasiado. Tenga especial cuidado al trabajar en un vehículo con tubos de combustible de nilón.

Conectores de via rápida.

Los conectores de conexión rápida suministran un medio simplificado de instalar y conectar componentes del sistema de combustible. Las conexiones constan de un conector hembra único y un extremo macho compatible de tubería. Los empaques de anillo "O" ubicados dentro del conector hembra, proporcionan el sello de combustible. Las pestañas de aseguramiento integrales dentro del conector hembra mantienen juntas las conexiones.

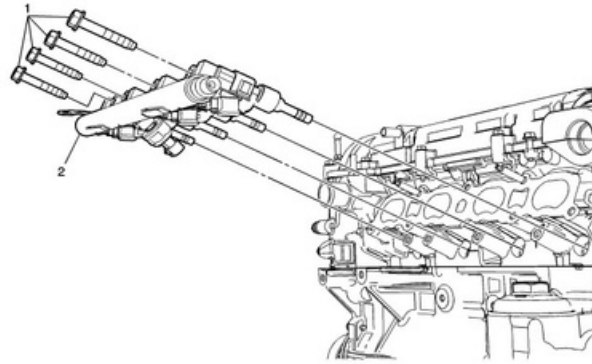
Bomba de combustible alta presión.



La bomba de combustible de presión alta es un diseño mecánico de un cilindro impulsado por una leva de tres lóbulos adicionales en el árbol de levas. El combustible de presión alta lo regula el actuador de la bomba de combustible de presión alta, que es una parte de la bomba de combustible de presión alta. El actuador de la bomba de combustible de presión alta es un actuador magnético que controla la válvula de entrada de la bomba de combustible de presión alta. El ECM proporciona voltaje de la batería en el circuito de control de alta del actuador y la tierra en el circuito de control bajo del actuador. Ambos circuitos son controlados a través de impulsores de salida dentro del

módulo de control del motor (ECM). Al ser desactivado, ambos impulsores son deshabilitados y la presión del resorte mantiene cerrada la válvula de entrada. Cuando se activa, el controlador de circuito de alto control energiza el actuador de alta presión de la bomba de combustible. Y la amplitud de pulso del controlador de circuito de bajo control modula al circuito de bajo control a tierra. El ECM utiliza el árbol de levas y las entradas del sensor de posición del cigüeñal para sincronizar el actuador con la posición de cada uno de los tres lóbulos del árbol de levas. El ECM regula la presión de combustible al ajustar la porción de cada golpe de bomba que proporciona el combustible al riel de combustible. La bomba de combustible de presión alta también contiene una válvula de desahogo de presión integrada. **Riel de combustible.**

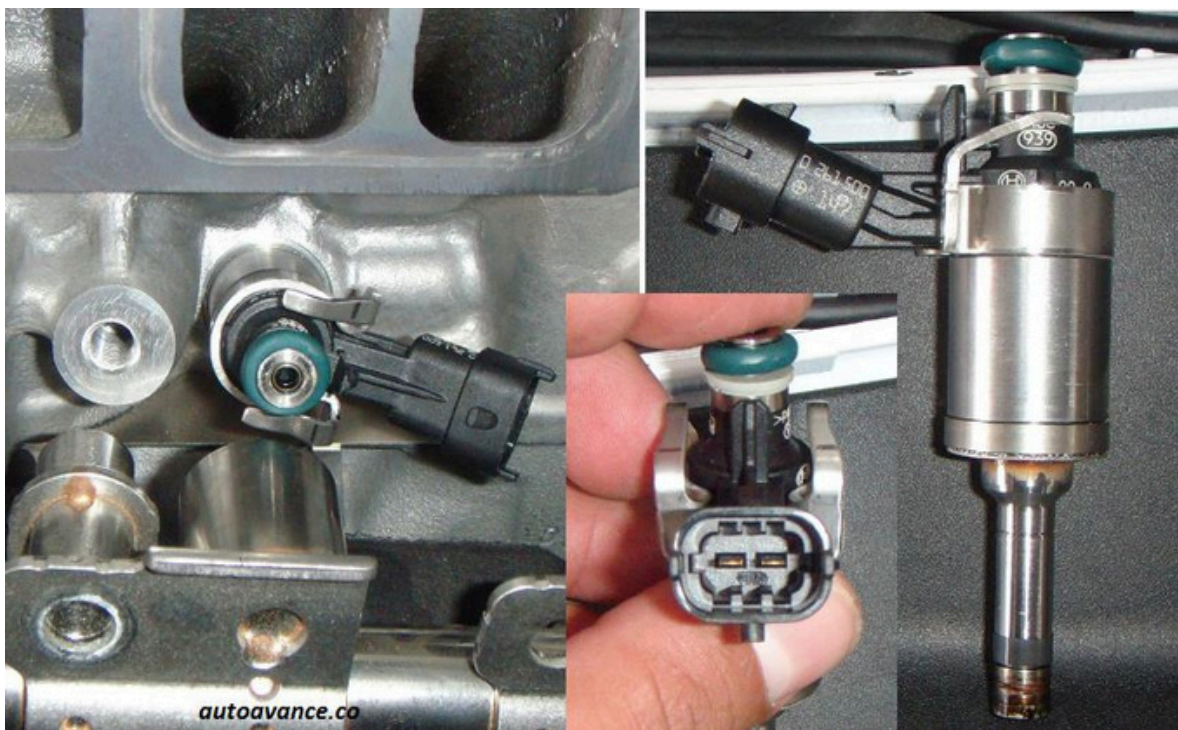




El ensamble del riel de combustible se fija a la cabeza de cilindro y distribuye el combustible de alta presión a los inyectores de combustible. El ensamble del riel de combustible consta de los siguientes componentes:

- Los inyectores de combustible directo
- El sensor de presión del riel de combustible

Inyectores de combustible.

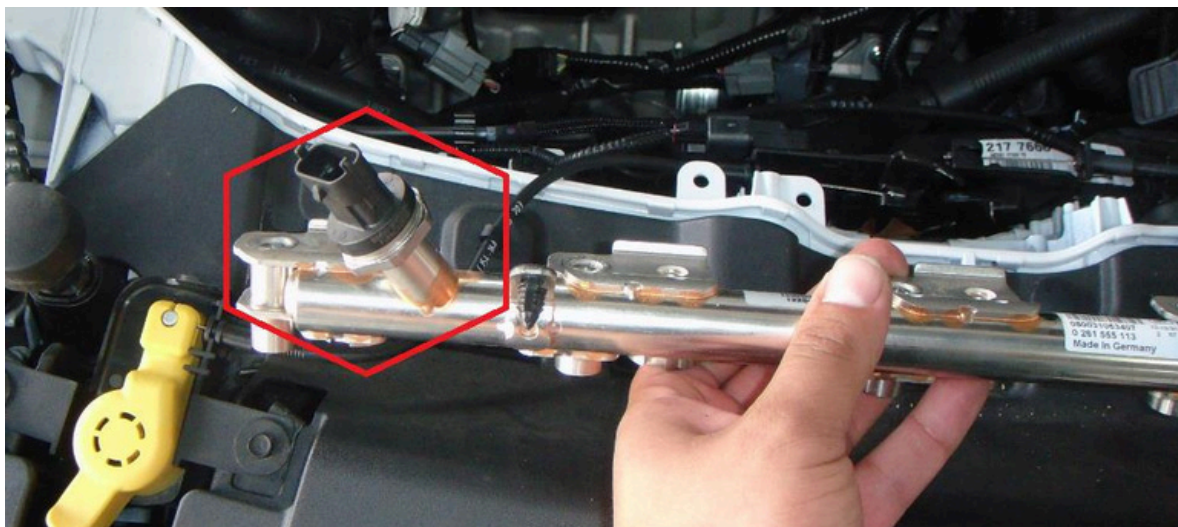


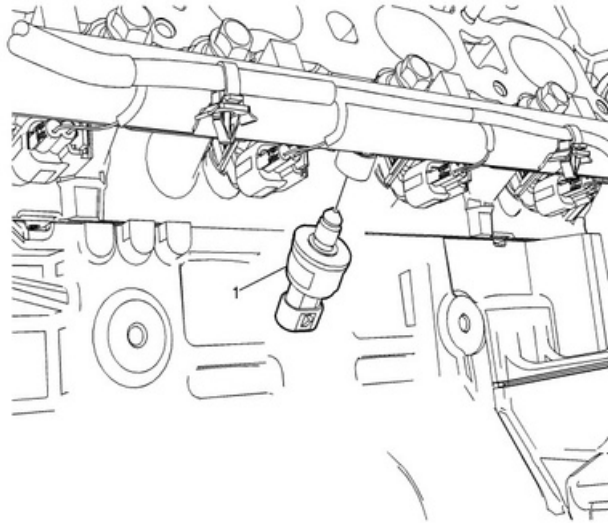
El sistema de inyección de combustible es un diseño sin retorno a demanda, de presión alta e inyección directa. Los inyectores de combustible están

montados en la cabeza de cilindro debajo de los puertos de admisión y entregan combustible directamente en la cámara de combustión. La inyección directa requiere alta presión del combustible debido a la ubicación del inyector de combustible en la cámara de combustión. La presión del combustible debe ser más alta que la presión de compresión que requiere una bomba de combustible de presión alta. Los inyectores de combustible también requieren más energía eléctrica debido a la alta presión del combustible. El ECM suministra un circuito de suministro de alto voltaje y un circuito de control de alto voltaje para cada inyector de combustible. El circuito de suministro de alto voltaje del inyector y el circuito de control de alto voltaje están controlados ambos por el ECM. El ECM energiza cada inyector de combustible poniendo a tierra el circuito de control. El ECM controla cada inyector de combustible con 65 V. Esto es controlado por un condensador de refuerzo en el ECM. Durante la fase de refuerzo de 65 V, el condensador se descarga a través de un inyector, permitiendo la apertura inicial del inyector. Entonces el inyector se mantiene abierto con 12 V.

El ensamble del inyector de combustible es un inyector magnético interno de apertura eléctrica. El inyector tiene seis orificios maquinados con precisión que generan un patrón de rociado de rociado oval en forma de cono. El inyector de combustible tiene una punta extendida delgada a fin de permitir una chaquete de enfriamiento suficiente en la cabeza de cilindro.

Sensor de presión de combustible de alta.





El sensor de presión del riel de combustible detecta que la presión de combustible está dentro del riel de combustible. El módulo de control del motor (ECM) proporciona un voltaje de referencia de 5 V a través del circuito de referencia de 5 V y conexión a tierra a través del circuito de tierra de referencia. El ECM recibe una señal variable de voltaje en el circuito de señales. El ECM supervisa el voltaje en los circuitos del sensor de presión del riel de combustible. Cuando la presión del combustible es alta, el voltaje de la señal es alto. Cuando la presión del combustible es baja, el voltaje de la señal es bajo.

Damper de combustible.

El amortiguador de pulso de combustible forma parte del ensamble de tubo de alimentación del combustible de baja presión. El amortiguador de pulso de combustible es operado por diafragma, con presión de la bomba de combustible en un lado y con presión de resorte en el otro lado. La función del amortiguador es amortiguar las pulsaciones de presión de la bomba de combustible.

Operación de medición sistema de combustible.

El ECM supervisa los voltajes de varios sensores para determinar cuánto combustible dar al motor. El ECM controla la cantidad de combustible entregado al motor cambiando el ancho del pulso del inyector de combustible. El combustible es entregado bajo uno de varios modos.

Modo Start.

El ECM suministra voltaje al módulo de control de la bomba de combustible cuando el ECM detecta que la ignición está encendida. El voltaje del ECM al módulo de control de la bomba de combustible se mantiene activa por 2 s, a menos de que el motor esté arrancado o en marcha. Mientras este voltaje se recibe, el módulo de control de la bomba de combustible cierra el interruptor de tierra de del módulo de la bomba de combustible del tanque de combustible y también suministra un voltaje variable al módulo de la bomba de combustible del tanque de combustible para mantener la presión deseada de la línea de combustible. El ECM calcula la relación aire/combustible en base a las entradas de los sensores de temperatura del refrigerante del motor (ECT), de presión absoluta del múltiple (MAP), de flujo de aire masivo (MAF) y de posición del acelerador. El sistema permanece en el modo de arranque hasta que la velocidad del motor alcanza unas RPM predeterminadas.

Modo liberar combustible de cámara de combustión .

Si el motor se inunda, se puede despejar el motor presionando el pedal del acelerador hasta el piso y luego arrancando el motor. Cuando el sensor de posición del acelerador está en la posición de acelerador abierto (WOT), el ECM reduce el ancho de pulso del inyector de combustible para aumentar la relación de aire a combustible. El ECM mantiene esta relación del inyector durante el tiempo en que el acelerador se mantenga abierto y la velocidad del motor esté por debajo de unas RPM predeterminadas. Si el acelerador no se mantiene abierto, el ECM regresa al modo de arranque. **Modo marcha.**

El modo de funcionamiento tiene 2 condiciones denominadas Circuito Abierto y Circuito Cerrado. Cuando se arranca el motor por primera vez y la velocidad del motor está sobre unas RPM predeterminadas, el sistema empieza el funcionamiento de circuito abierto. El ECM ignora la señal del sensor de oxígeno caliente (HO2S). El ECM calcula la relación aire/combustible en base a las entradas de los sensores de temperatura del refrigerante del motor (ECT), de presión absoluta del múltiple (MAP), de flujo de aire masivo (MAF) y de posición del acelerador. El sistema permanece en Circuito Abierto hasta que se cumplan las siguientes condiciones:

- El HO2S tiene salida de voltaje variable, mostrando que el HO2S está lo suficientemente caliente para operar correctamente.
- SensorECT está por encima de las temperaturas especificadas.
- Ha transcurrido una cantidad de tiempo específica después de arrancar el motor.

Existen valores específicos para las condiciones anteriores para cada motor diferente y son almacenados en la memoria de lectura únicamente programable eléctricamente (EEPROM). El sistema empieza la operación de Circuito Cerrado después de alcanzar estos valores. En circuito cerrado, el ECM calcula la relación de aire/combustible, inyector a tiempo, con base en la señal de varios sensores, pero principalmente del HO2S. Esto permite que la relación de aire/combustible permanezca muy cerca a 14.7:1.

Modo Aceleración.

Cuando el conductor empuja el pedal del acelerador, el flujo de aire a los cilindros aumenta rápidamente. Para prevenir una posible vacilación, el ECM aumenta el ancho de pulso a los Inyectores para suministrar combustible adicional durante la aceleración. Esto también se conoce como enriquecimiento de potencia. El ECM determina la cantidad de combustible que se requiere con base en la posición de la aceleración, la temperatura del

refrigerante del motor (ECT), la presión absoluta del múltiple (MAP), el flujo de aire masivo (MAF) y la velocidad del motor.

Modo deceleración.

Cuando el conductor suelta el pedal del acelerador, se reduce el flujo de aire al motor. El ECM supervisa los cambios correspondientes en la posición del acelerador, el flujo de aire masivo (MAF), y la presión absoluta del múltiple (MAP). El ECM cierra el combustible completamente si la deaceleración es muy rápida, o por largos periodos, tal como velocidad de inercia de aceleración cerrada. Se cierra el combustible para prevenir daños a los convertidores catalíticos. **Modo corrección Tensión de batería.**

Cuando el voltaje de la batería está bajo, el ECM compensa la chispa débil entregada por el sistema de encendido de las siguientes formas:

- Aumentando la cantidad del combustible entregado
- Aumentando las RPM a ralentí
- Aumentando el tiempo de detención del encendido

Modo cierre de combustible.

El ECM corta el combustible de los inyectores de combustible cuando se cumplen las siguientes condiciones para proteger al tren motriz contra daños y mejorar la capacidad de transmisión:

- La ignición está en OFF. Esto previene el autoencendido del motor.
- Encendido se enciende, pero no hay señal de referencia del encendido. Esto

impide la inundación o el encendido prematuro.

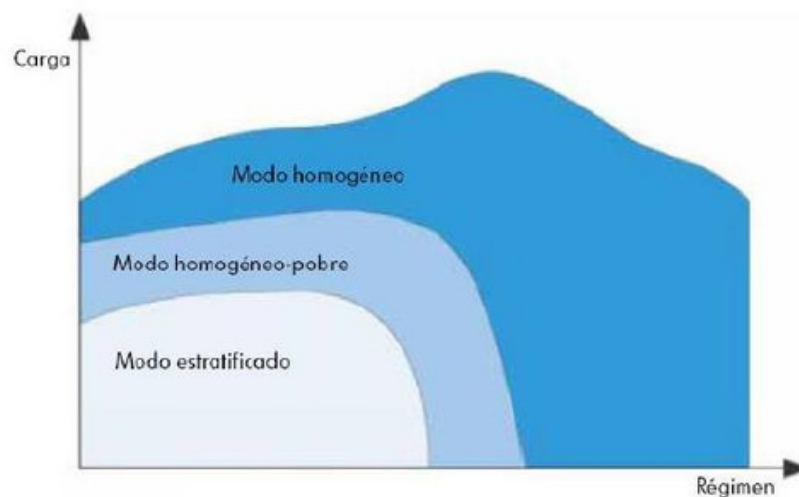
- La velocidad del motor es demasiado alta, por encima de la línea roja.
- La velocidad del motor es demasiado alta, por encima de la velocidad nominal de la llanta.
- Durante una marcha libre del acelerador cerrado de velocidad alta extendida: este reduce las emisiones y aumenta el frenado del motor
- Durante una desaceleración extendida, a fin de prevenir daños a los convertidores catalíticos

Corrección de combustible.

El ECM controla el sistema de medición de aire/combustible a fin de proveer la mejor combinación posible de manejo, economía de combustible y control de emisiones. El ECM supervisa el voltaje de la señal del sensor de oxígeno caliente (HO2S) mientras está en Circuito Cerrado y regula la entrega de combustible ajustando el ancho de pulso de los inyectores con base en esta señal. Los valores ideales de ajuste de combustible se encuentran alrededor del 0 por ciento para ajuste tanto a corto como a largo plazo del combustible. Un valor de ajuste de combustible positivo indica que el ECM está añadiendo combustible a fin de compensar una condición de mezcla pobre aumentando el ancho de pulso. Un valor negativo de ajuste de combustible indica que el ECM está reduciendo la cantidad de combustible para compensar una condición rica disminuyendo el ancho de pulso. Un cambio hecho en la entrega del combustible cambia los valores de ajuste del combustible a largo y corto término. Los valores de ajuste a corto plazo del combustible cambian rápidamente en respuesta al voltaje de señal del HO2S. Estos cambios afinan el llenado de combustible del motor. El ajuste de combustible a largo plazo hace ajustes aproximados a la alimentación de combustible para recentrar y restaurar el control del ajuste de combustible a corto plazo. Se puede usar una herramienta de exploración para supervisar los valores de ajuste de combustible a corto y largo plazo. El diagnóstico del ajuste de combustible a

largo plazo se basa en un promedio de varias de las celdas de aprendizaje de carga de velocidad a largo plazo. El ECM selecciona las celdas con base en la velocidad y carga del motor. Si el ECM detecta una condición excesivamente pobre o rica, el ECM establecerá un código de ajuste de problema (DTC) de ajuste de combustible.

MODOS DE FUNCIONAMIENTO SISTEMAS DE INYECCION DIRECTA.

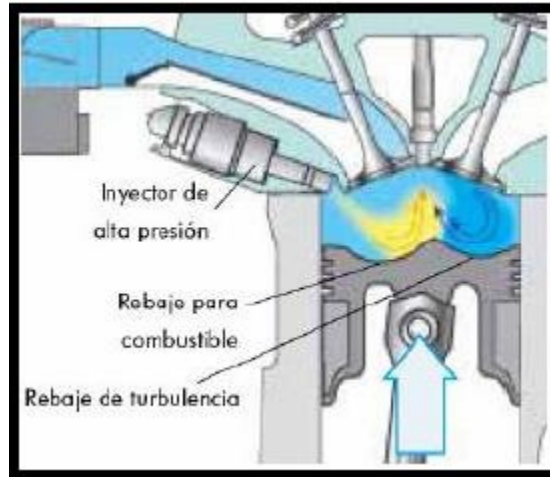


La unidad de control ECM puede gestionar tres modos de operación para el vehículo FSI esto depende de la carga sobre la cual se encuentre trabajando el vehículo , en el caso de MODO HOMOGENEO se brinda la condición menos eficiente respecto al consume de combustible , en el cual se trabaja en relación estequiometria o sea que $\Lambda = 1$.

en MODO HOMOGENEO POBRE se brinda una relación ligeramente pobre en este punto el rendimiento de combustible es mayor y $\Lambda = 1.55$.

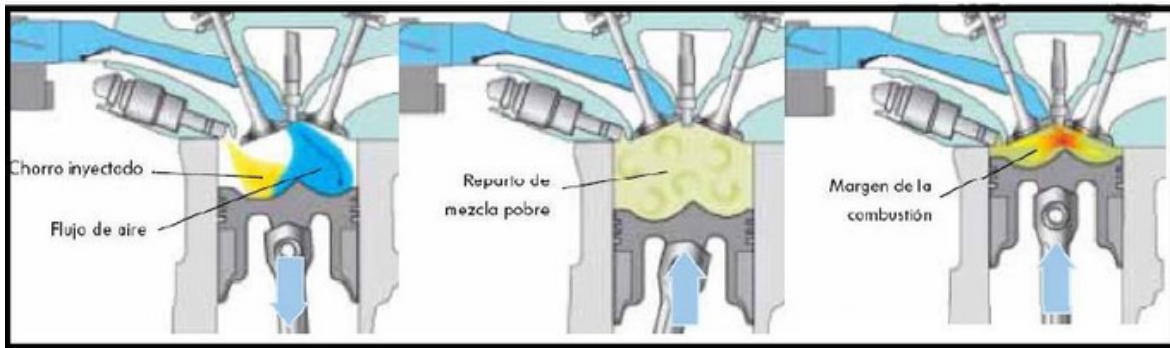
En MODO ESTRATIFICADO se trabaja mezclas muy pobres con lo cual la cantidad de combustible utilizado es baja , esto brinda una eficiencia de combustible muy interesante , esta condición permite tener $\Lambda = 1.6$ hasta 3.

Modo estratificado.



Este modo de funcionamiento es utilizado cuando las prestaciones solicitadas por el conductor son mínimas. La combustión se realiza con exceso de aire (mezcla pobre). La mariposa se abre lo más posible. La chapaleta de admisión cerrada. La inyección del combustible se realiza justo antes del momento de encendido, durante la fase de compresión. El par motor es controlado mediante el tiempo de inyección. Mediante el torbellino de aire creado en la cabeza del pistón se origina una mezcla estratificada (capas sucesivas de combustible y aire en la cámara de combustión). Condiciones para trabajar en estratificado: - el motor se encuentra en régimen de carga y revoluciones correspondiente. - no existe fallo de relevancia para los gases de escape - la temperatura es superior a 50°C. - el sensor de Nox está correcto. - la temperatura del catalizador-acumulador está entre 250°C y 500°C - el depósito de carbón activo tiene una saturación baja.

Modo homogéneo-pobre.



Este modo de funcionamiento es utilizado en la transición del modo estratificado

al modo homogéneo

La mariposa se encuentra lo más abierta posible

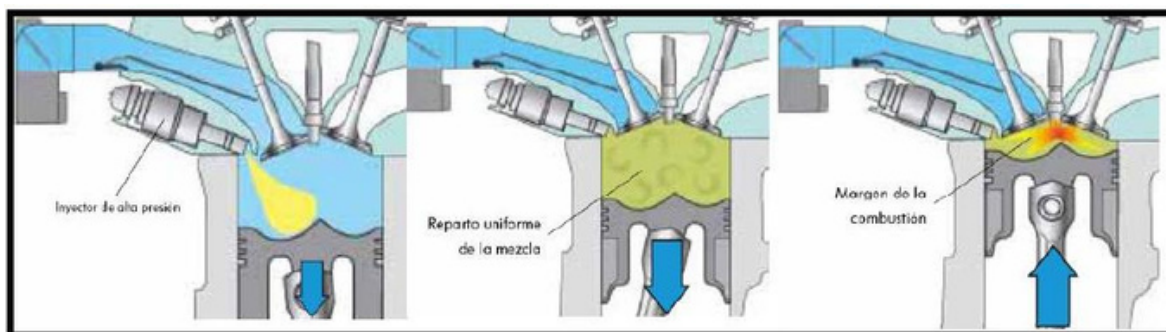
La chapaleta del colector de admisión está cerrada

El combustible se inyecta unos 300° antes del PMS

La unidad de motor regula la cantidad inyectada para un factor lambda 1.55

La formación de la mezcla dispone de más tiempo hasta el momento de encendido produciéndose un reparto homogéneo en la cámara de combustión.

Modo homogéneo

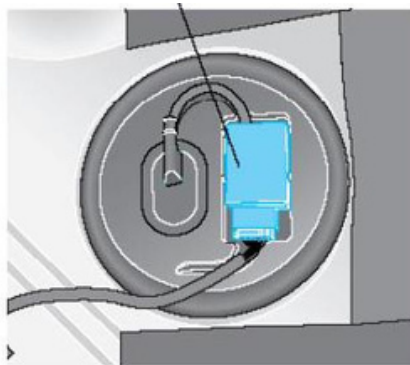


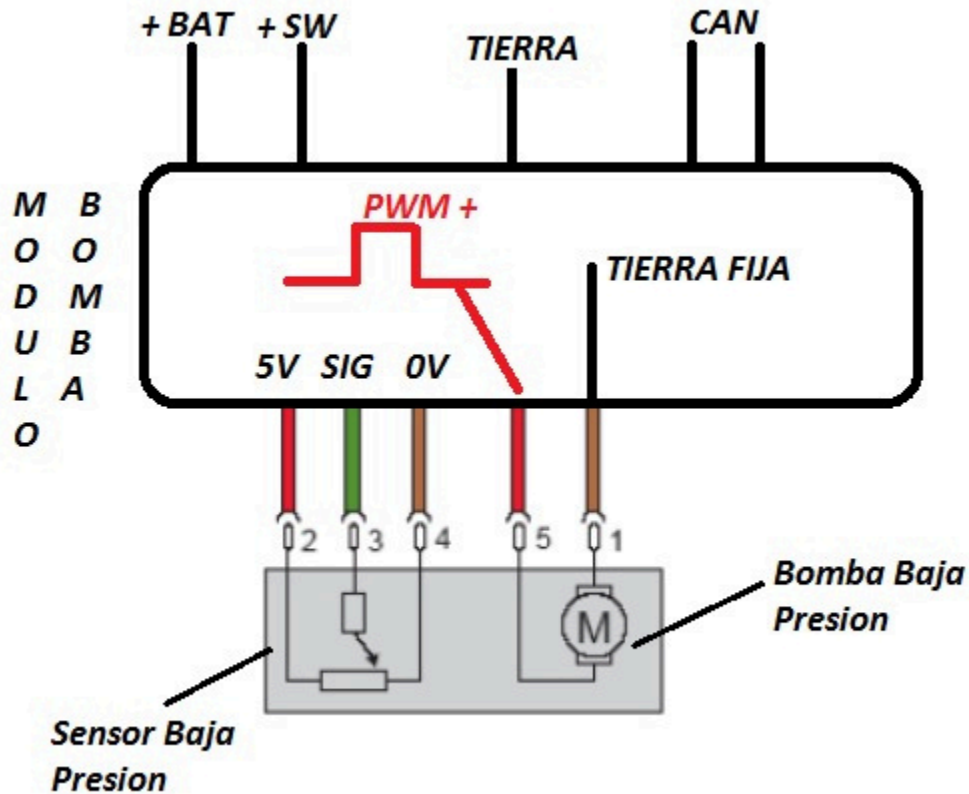
La mariposa se abre en función de la posición del acelerador La chapaleta en el colector está abierta o cerrada según el punto operativo El combustible es inyectado 300° antes del PMS La formación de la mezcla dispone de bastante tiempo, esto hace que la mezcla se reparta de forma uniforme. La unidad de motor regula la cantidad inyectada para un valor λ 1.

FUNCIONAMIENTO Y DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE PRESION.

Baja presión.

La presión de combustible empieza en el tanque de combustible , en donde se encuentra una Bomba de baja presión la cual es controlada a través de modulación por ancho de pulso % este control está dispuesto por medio del modulo de control de bomba de combustible y la tensión que se maneja es de 12 V , el amperaje en este punto puede llegar hasta las 9 ampere , dentro del mismo conjunto de bomba se encuentra un sensor que tiene como función evaluar la presión que maneja esta bomba en la grafica se puede observar un ejemplo de dicho control.



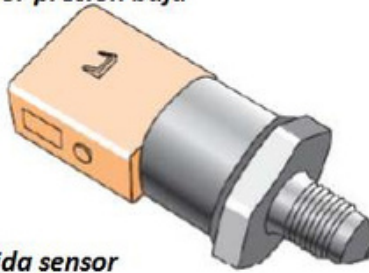


Gestiona el funcionamiento de la bomba de combustible lo que permite modificar la cantidad de combustible impelida en función de la carga y el numero de revoluciones. Además informa al cuadro de instrumentos del nivel de combustible por medio de un cable convencional.

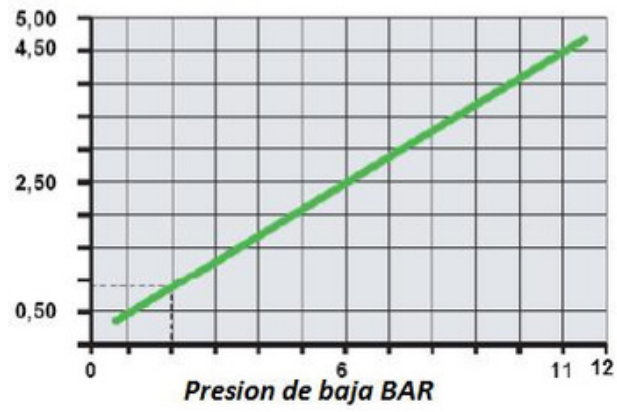
La unidad de control envía una señal de frecuencia fija y ancho de pulso variable para informar a la unidad de la bomba del caudal necesario .

La unidad excita la electrobomba de combustible regulando la tensión de alimentación y ajustando el caudal desde 0.6 l/h hasta 55 l/h (se corresponde con presiones entre 1.5 y 6 bares).

Sensor presión baja



Voltios Salida sensor



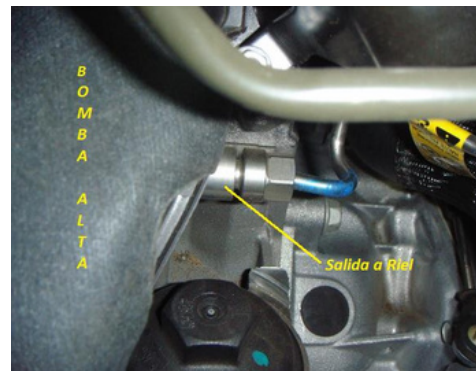
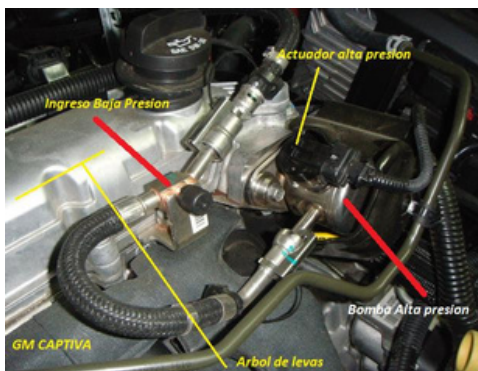
Posición del acelerador	Módulo de control del motor	16	%
Posición del pedal del acelerador	Módulo de control del motor	0	%
Regulación de ignición	Módulo de control del motor	38.5	"
Sensor 1 de IAT	Módulo de control del motor	48	"C
Sensor de ECT	Módulo de control del motor	78	"C
Sensor de posición del pedal del freno	Módulo de control del motor	0	%
<u>Sensor de presión de combustible</u>	Módulo de control del motor	<u>387</u>	<u>kPa</u>
Sensor de presión del rail de combustible	Módulo de control del motor	4.9	MPa
Sensor de presión del tanque de combustible	Módulo de control del motor	0.15	pulg. H ₂ O
Sensor de velocidad del vehículo	Módulo de control del motor	0	km/h
Sensor MAP	Módulo de control del motor	26.0	kPa

Atrás Inicio Menú del vehí... Ingresar

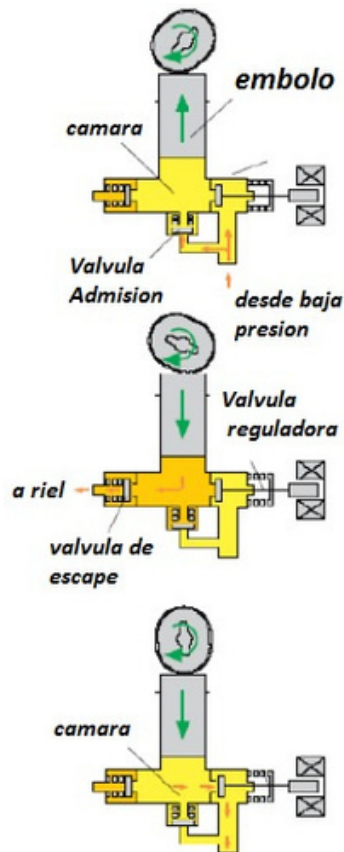
DS 2 v.12.0.00835 GM Global v2014.10.0 VIN: 8Z1PM9DT4DG310666 2013,Chevrolet... 14.8 V

Alta presión.

Bomba de alta presión.

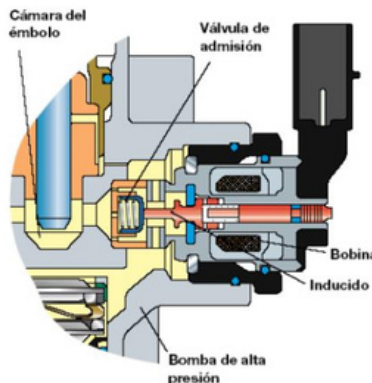


En el circuito de combustible de alta presión se establecen presiones comprendidas entre los 40 bar y 110 bar. Un valor de corrección a tener en cuenta es la temperatura de motor, limitando el valor máximo de presión con bajas temperaturas o en fase de calentamiento de motor.



Durante el moviendo ascendente del émbolo el combustible fluye con una presión de aproximadamente 6 bar desde la bomba de alimentación en el depósito, a través de la válvula de admisión hacia la cámara de la bomba. Una vez alcanzada la presión necesaria en el conducto común, la válvula de control de dosificación se abre y evita así que la presión siga aumentando en el conducto común. Durante el moviendo descendente del émbolo se comprime el combustible y al superarse la presión existente en el conducto común se impulsa el combustible hacia el tubo distribuidor de combustible. Entre la cámara de la bomba y el conducto de alimentación de combustible existe una electroválvula (Válvula de control de dosificación).

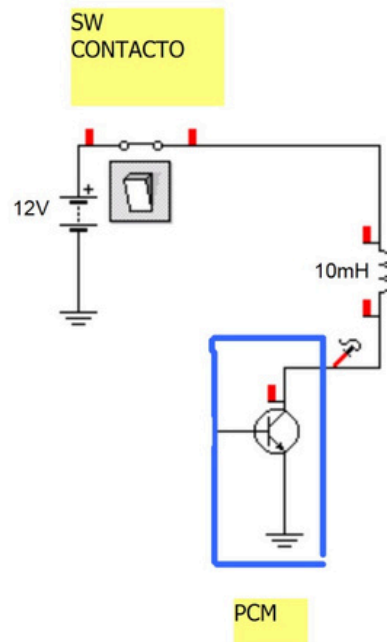
Actuador electrónico de alta presión.

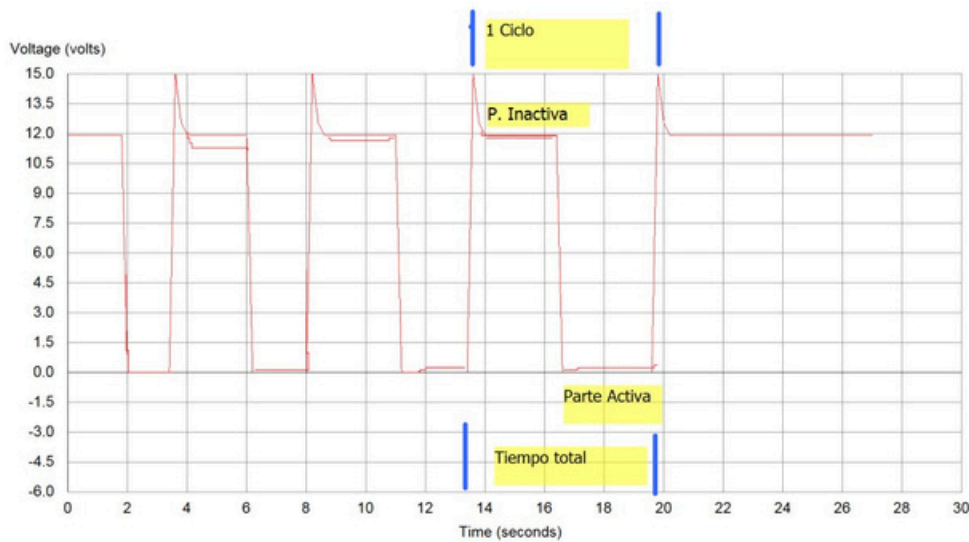


La unidad excita la electroválvula con una señal de proporción y ancho de pulso variable . El ancho de pulso modifica la carrera del émbolo. La frecuencia es la misma que la del régimen del motor. FUNCION SUSTITUYA En caso de derivación a negativo de la señal de excitación , la presión será máxima degradándose por la válvula de descarga (120 bar). En caso de interrupción de la excitación la presión de alta se igualara con la de baja , provocando un empobrecimiento de la mezcla y fallos en el funcionamiento del motor.

Este tipo de control electrónico se hace por modulación ancho de pulso PWM , pero a diferencia de los controles convencionales la unidad de control ECM realiza una medición muy estricta de la corriente que suministra al actuador , a menor corriente mayor presión para lograr la perfección en este tipo de controles la ECM utiliza un control positivo y un control negativo , es decir ambos lados del actuador son manejados por la unidad de control de esta manera no se puede hablar de pulso positivo o pulso negativo , en cambio se debe hablar de control por corriente. en la imagen inferior se puede apreciar este circuito electrónico.

En el control electrónico encontramos varios mecanismos que dispones de una modulación por ciclo de trabajo, entre ellos encontramos las válvulas de marcha mínima y válvulas de EGR y EVAP, para entender un poco este concepto relacionado con el ciclo de trabajo explicaremos el Control de una válvula IAC.





Analizando la grafica mostrada en el Oscilograma encontramos que para el circuito de la IAC , ubicamos la punta de medida del osciloscopio en el cable que viene del PCM , una vez se pone en funcionamiento la marcha lenta se trazara en el osciloscopio una serie de señales en las cuales se debe identificar 1 ciclo de ellas.

Una vez identificado el ciclo, se procede a reconocer la parte Activa y la parte inactiva como el tiempo total.

Entonces si se quiere Calcular el ciclo de trabajo se tendrá:

Parte Activa / Tiempo total x 100 %

En este caso si cada casilla equivale a 2 ms tenemos que la Parte activa es de aprox 2.5 ms.

El tiempo total es aprox 6.3 ms

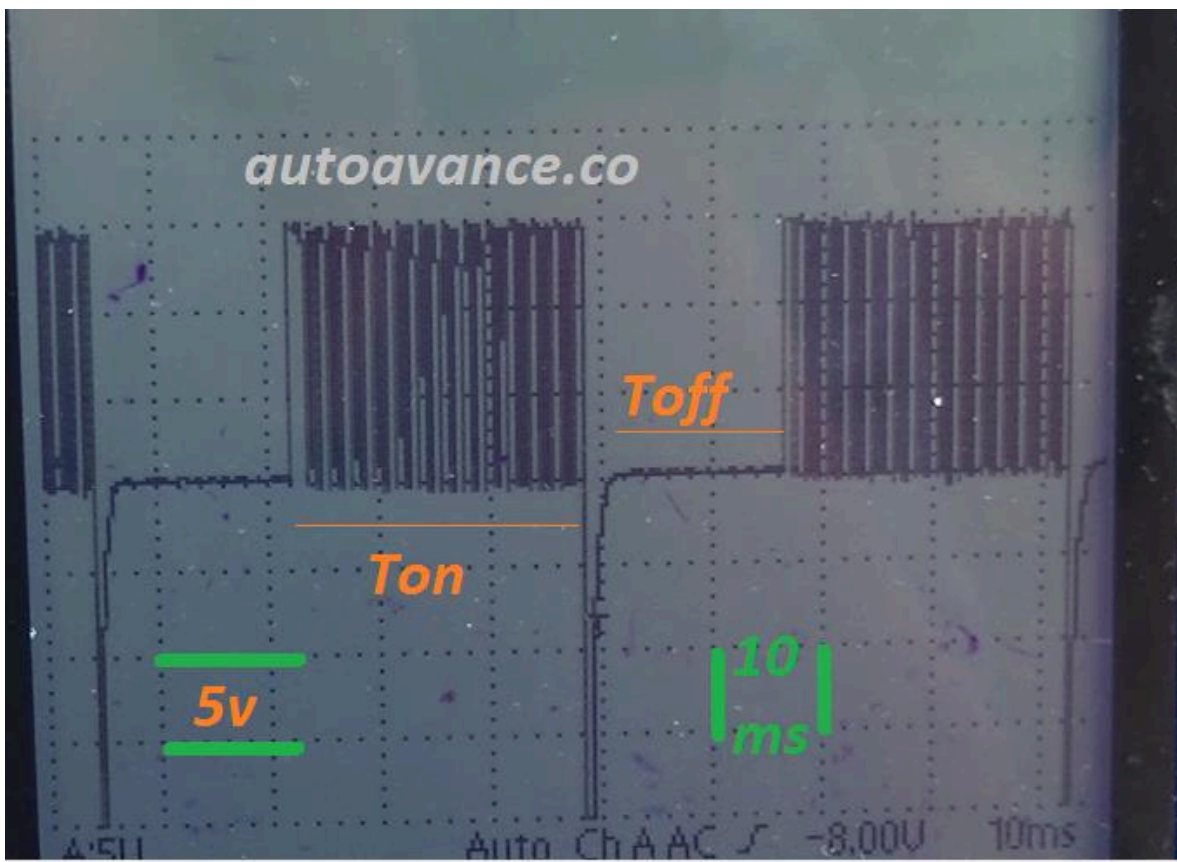
Para esto tenemos un ciclo de trabajo de:

$$2.5 / 6.3 \times 100 = 39.6 \%$$

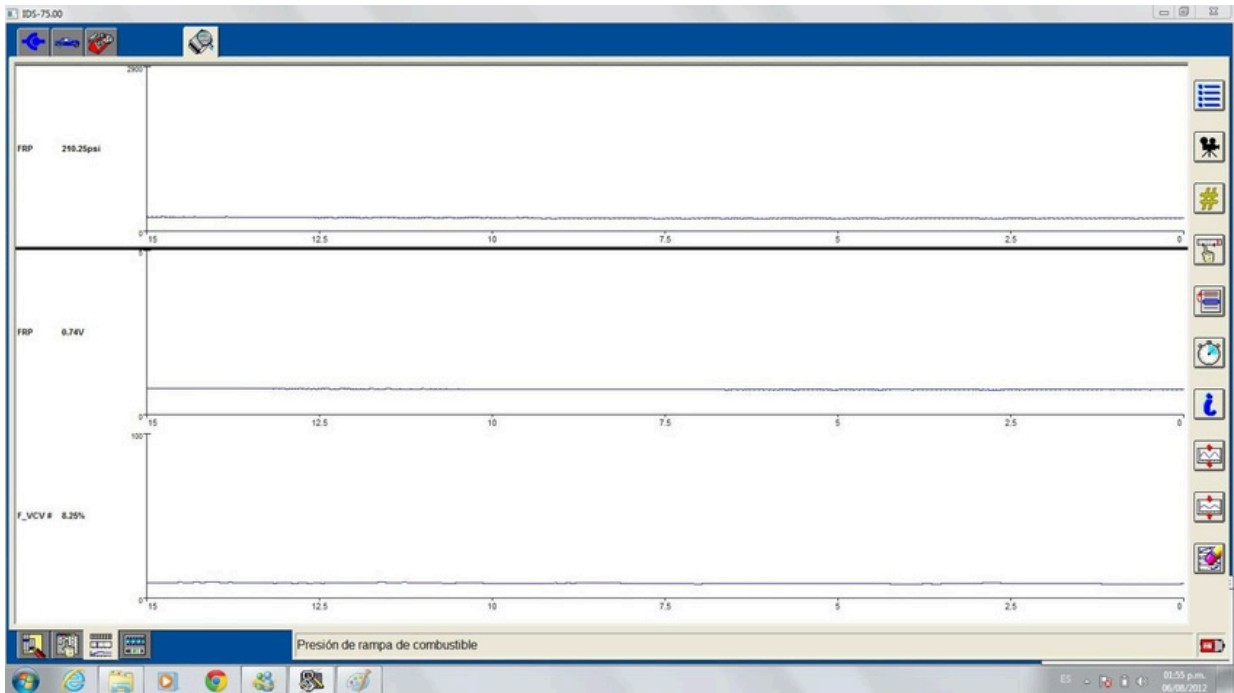
O sea que el ciclo de trabajo es de 39.6 %.

Formas de onda válvula reguladora de presión de alta.





Analisis del trabajo del actuador en el scanner.



Donde

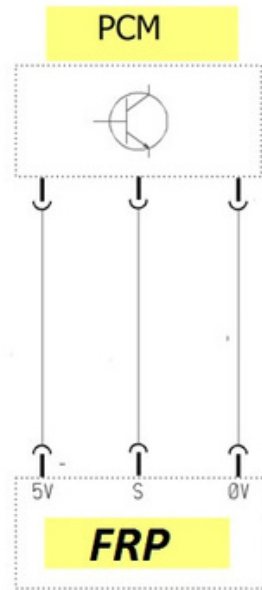
F_VCV es el porcentaje de control del actuador de presión.

FRP Sensor de presión de combustible de alta.

Sensor de presión de combustible FRP.

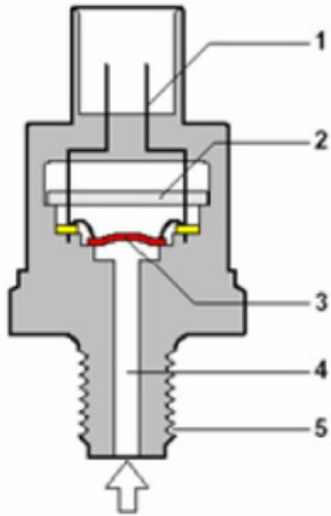
Este sensor determina directamente el nivel de presión de la rampa con lo cual se genera un control a lazo cerrado de la activación y corte de los solenoides que controlan la presión del sistemas, estos solenoides están ubicados generalmente en la bomba y el sensor de presión del riel está colocado en su respectivo riel de inyección.

De acuerdo a estas señales enviadas al PCM se calcula la presión del momento y de acuerdo a eso se controla la presión en una operación que se ajusta en milisegundos.



Además de esto el sistema provee también un control de avance, inicio y dosificación de la inyección.

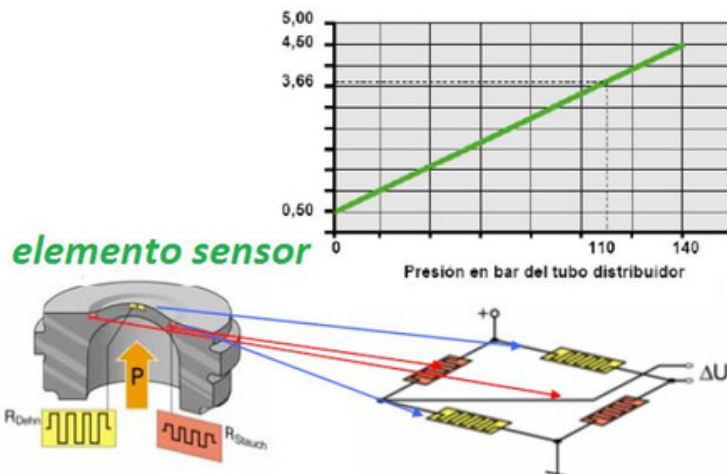
Este tipo de sensores operan a través de un conexionado de tres cables en donde se cuenta con una alimentación una masa y una señal que aumenta en voltaje de acuerdo al aumento de la presión



- 1-Conexión eléctrica
- 2-Circuito de evaluación
- 3-Membrana de acero y elementos piezorresistivos
- 4-Racor de presión
- 5-Rosca de fijación



Tan pronto como la presión a medir atraviesa el racor (4) y actúa sobre un lado de la membrana, el valor de los elementos piezorresistivos varía a causa de la deformación de la membrana



La medición de este componente se puede realizar con el scanner o con un multímetro colocado en su cable de señal, el valor de voltaje varía entre 0.7 V para un vehículo sin presión y 4.6 V para un vehículo en la máxima presión

aproximadamente 3000PSI. el valor de resistencia no es procedimiento de medición en este componente.

La siguiente tabla es para un vehículo GM , en un test de presión para verificar perdidas del sistema.

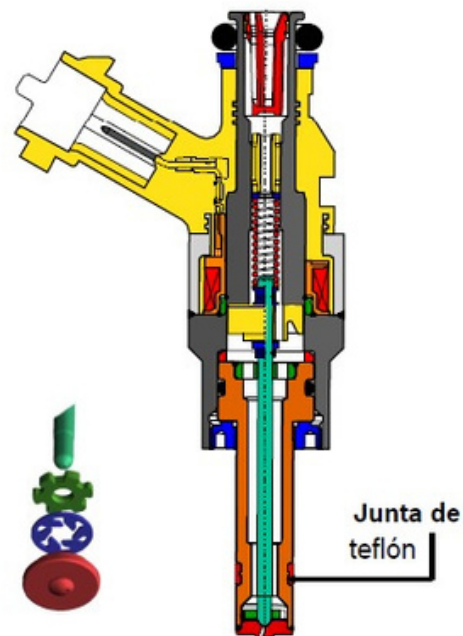
FRP RALENTI			
	Módulo de control	Valor	Unidad
PRESION	Módulo de control del motor	3.2	MPa
VOLTIOS	Módulo de control del motor	1.02	V
	Módulo de control	Valor	Unidad
le	Módulo de control del motor	Encendido	
diagnóstico de la bomba	Módulo de control del motor	Apagado	
presión de combustible			

FRP MEDIA PRESION			
	Módulo de control	Valor	Unidad
PRESION	Módulo de control del motor	11.9	MPa
VOLTIOS	Módulo de control del motor	2.39	V
	Módulo de control	Valor	Unidad
	Módulo de control del motor	Encendido	
la bomba	Módulo de control del motor	Apagado	
combustible			

FRP ALTA PRESION			
Módulo de control	Valor	Unidad	
Módulo de control del motor	16.4	MPa	▲
Módulo de control del motor	3.10	V	▼
Módulo de control	Valor	Unidad	

Sistema de INYECTORES.

En los diferentes sistemas de control de inyectores en electrónica de motores FSI existen dos tipos de activación que se clasifican de acuerdo al sistema de fabricación del inyector , esos dos sistemas son INYECTORES BOBINA e INYECTORES PIEZO ELECTRICO , la base de operación interna es similar , pero lo que cambia notablemente es el control electrónico que se utiliza por parte del ECM o PCM a continuación se desarrollaran las explicaciones de ambos sistemas. **INYECTORES TIPO BOBINA.**



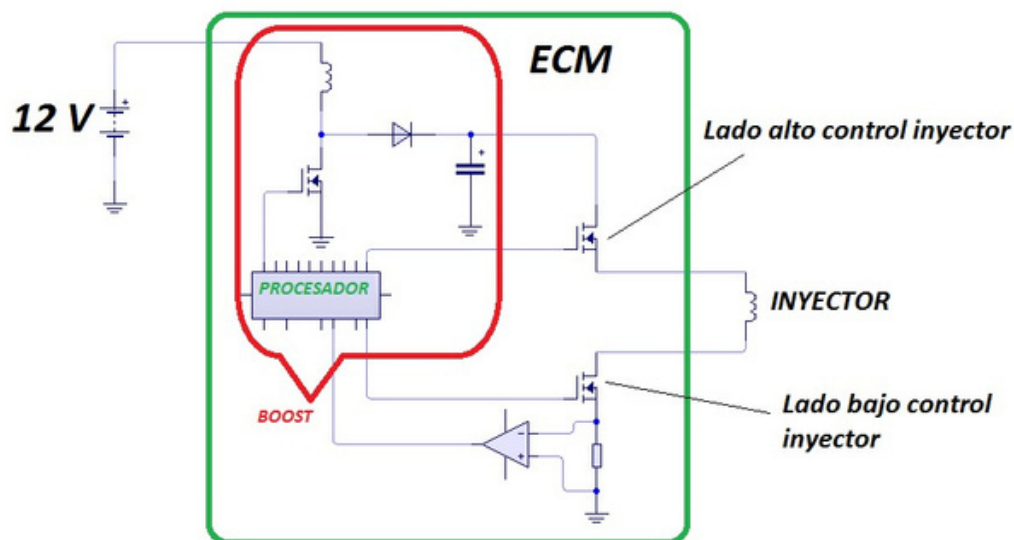
La función del inyector es dosificar el combustible, pulverizándolo para establecer la mezcla específica de aire y combustible en la zona definida de la cámara de combustión.

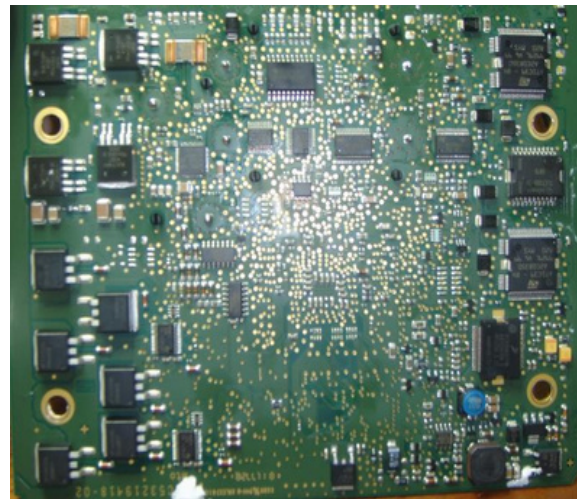
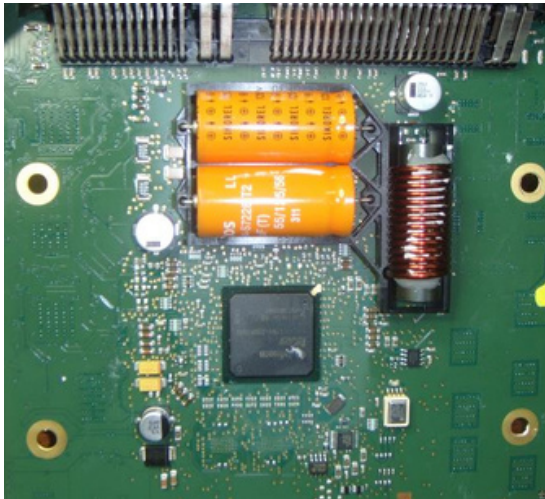
La activación de los inyectores se realiza mediante una fuente conmutada que en dos condensadores, integrados en la unidad de control del motor que generan una tensión de 50 - 90 voltios. Esto permite conseguir tiempos de inyección bastante más cortos que los aplicables a la inyección en colector de admisión.

La presión del sistema también es fundamental para la atomización adecuada.

es algo muy parecido a los motores diesel respecto a la técnica pero de todas maneras existe encendido por chispa en el sistema FSI.

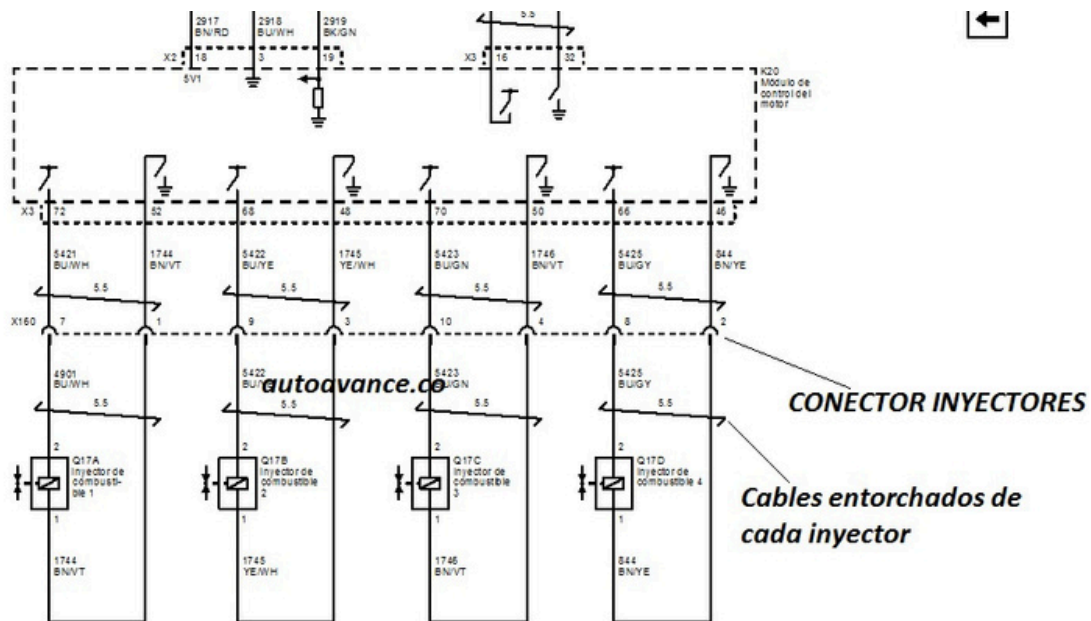
el control de los inyectores se realiza por medio de transistores de alta potencia los cuales utilizan una energía que fue aumentada por un circuito que se denomina BOOST. En el caso de este tipo de inyectores la ECM coloca de manera pulsante cada lado de control de los inyectores , eso quiere decir que ningún inyector tiene ni negativo fijo de positivo permanente, en la siguiente grafica se puede observar un ejemplo de esta aplicación.





ECMBMW FSI

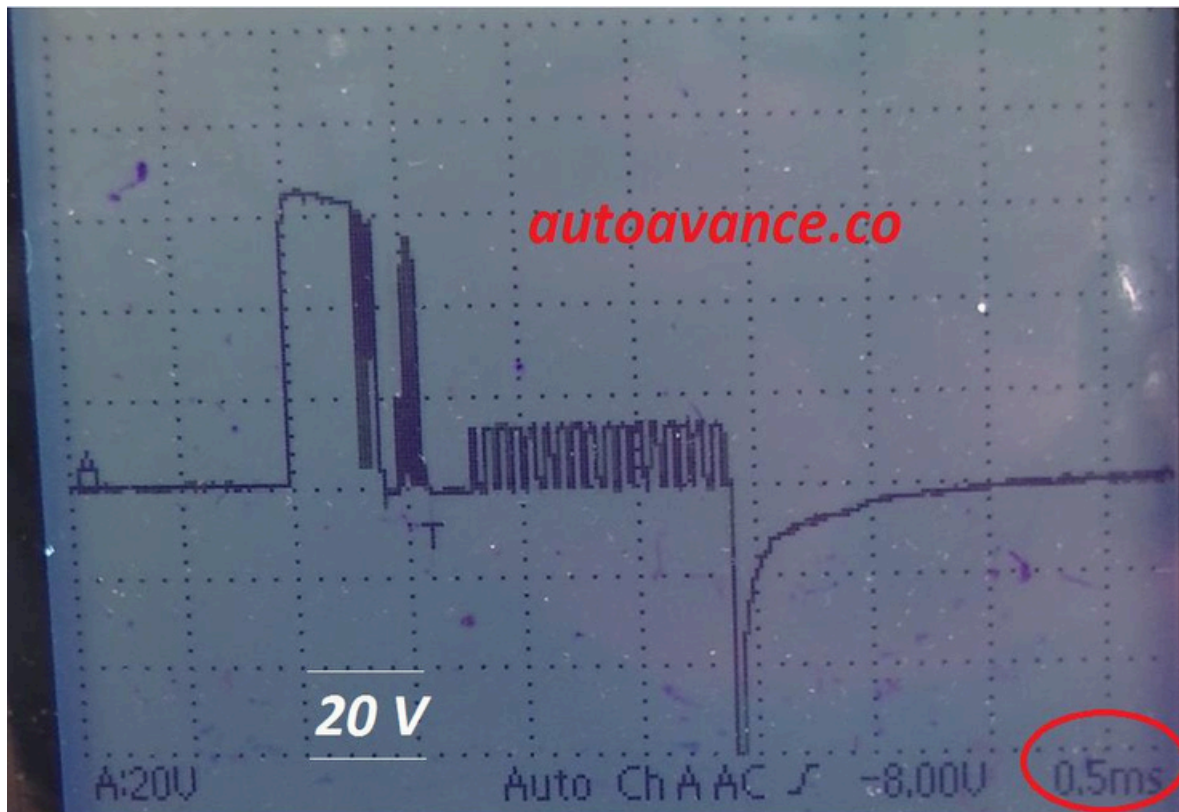
Si se realiza la medición del inyector se obtiene una señal muy estable con un patrón de onda como el mostrado en las imágenes inferiores, estas mediciones se realizan con el equipo Osciloscopio usando además una pinza medidora de amperes especial. Para este ejemplo se utiliza el caso de un vehículo Chevrolet Orlando 2015.



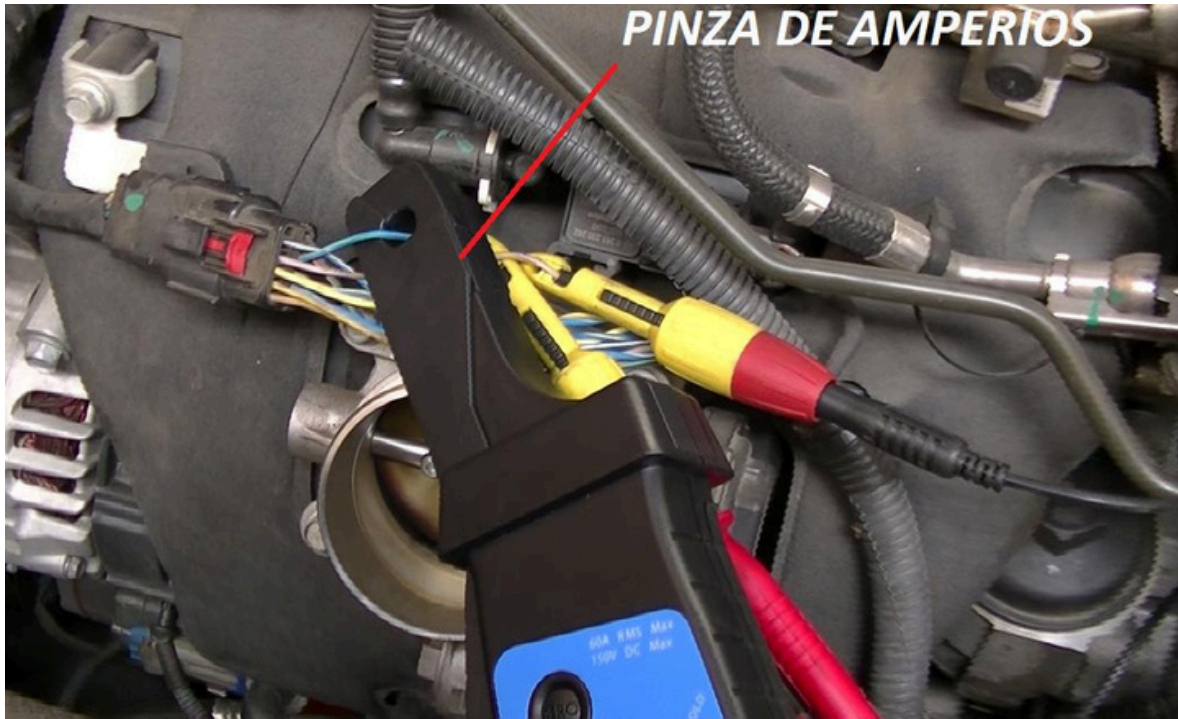
MEDICION DE VOLTIOS



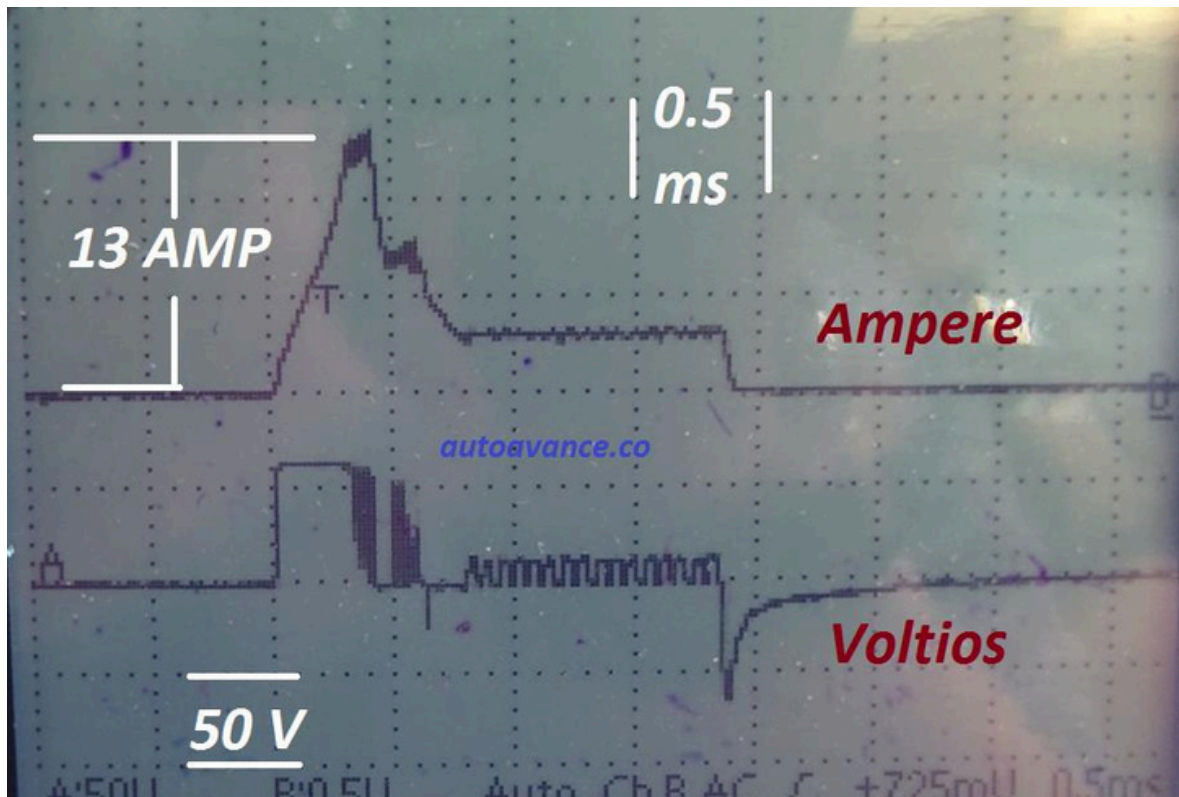
MEDICION DE VOLTIOS.



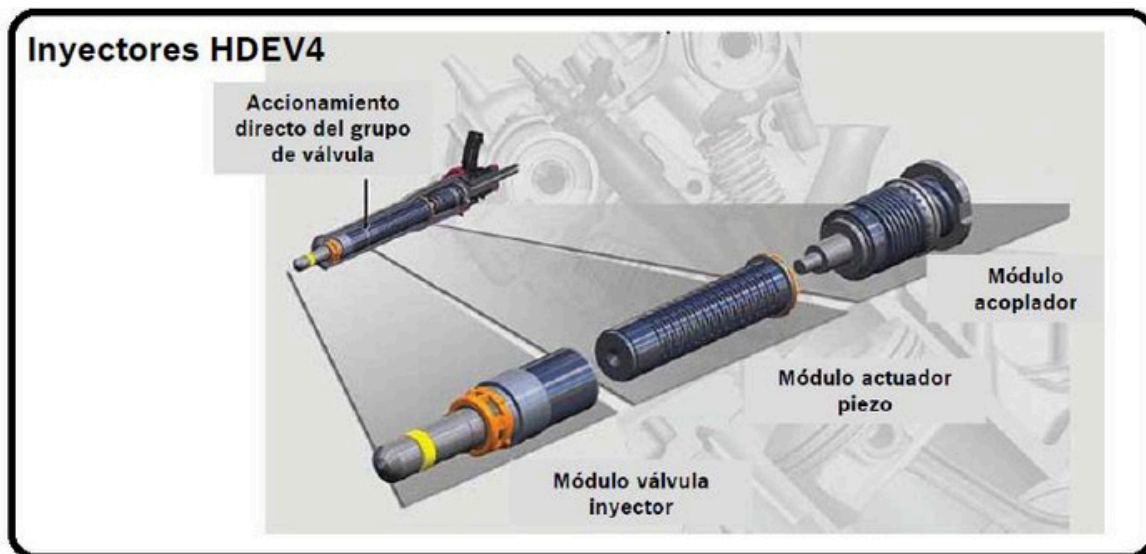
MEDICION DE AMPERIOS Y VOLTIOS AL MISMO TIEMPO



MEDICION DE AMPERIOS Y VOLTIOS AL MISMO TIEMPO



INYECTORES TIPO PIEZO ELECTRICOS.





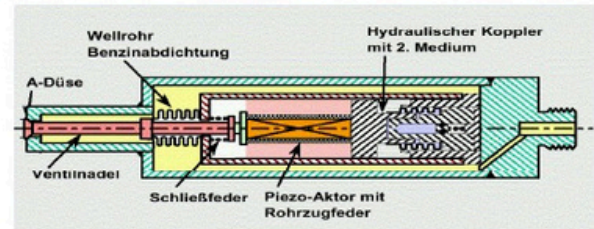
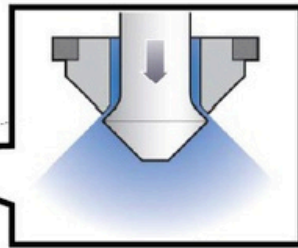
Inyectores de apertura exterior

El módulo acoplador evita que entre el actuador piezoeléctrico y el módulo válvula inyector exista juego longitudinal.

Cuando el inyector recibe el impulso de activación el elemento piezoeléctrico se expande, empujando a la aguja del inyector, esta abre hacia fuera, formando un chorro cónico hueco estable en cualquier condición de funcionamiento.

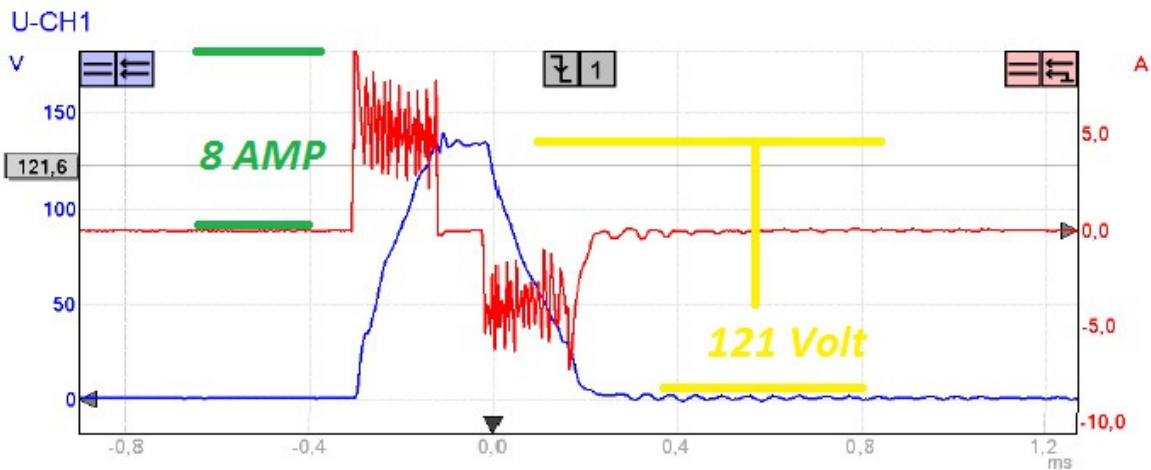
¿Con qué tensión se activan los inyectores?

Con una tensión de entre 125-160v y una corriente máxima de unos 8 A.



Es imperativo después de desmontar el inyector sustituir el anillo de teflón

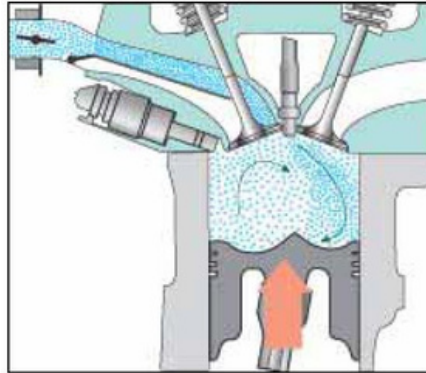
MEDICION DE AMPERIOS Y VOLTIOS AL MISMO TIEMPO



SISTEMAS ADICIONALES DE CONTROL ELECTRONICO

SISTEMA DE ADMISION.

Chapaletas accionadas.

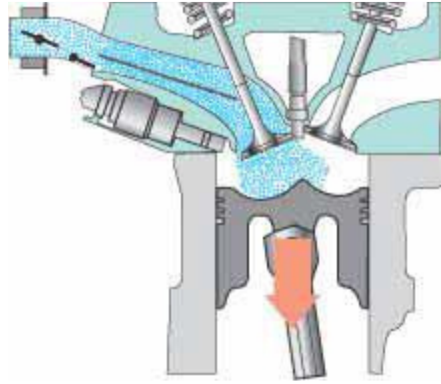


En el modo de carga estratificada y en alguna fase del modo homogéneo se accionan las chapaletas y se cierra el conducto inferior en la

culata. El aire de admisión circula sólo por la estrecha sección superior y aumenta la velocidad de flujo. Además, por la geometría del conducto superior el aire de admisión entra en el cilindro con turbulencia cilíndrica (tumble). Por el efecto del flujo de aire con turbulencia cilíndrica:

- en modo de carga estratificada, el combustible se dirige hacia la bujía, durante lo cual se produce la preparación de la mezcla.
- En alguna fase del modo homogéneo, contribuye también a la preparación de la mezcla. Por el movimiento de la masa se consigue una buena inflamabilidad de la mezcla y una combustión estable.

Chapaletas no accionadas.



En modo homogéneo, a cargas más elevadas, no se accionan las chapaletas y ambos conductos quedan abiertos.

Gracias a la mayor sección del conducto de admisión, el motor puede aspirar la masa de aire necesaria para un alto par motor.

Potenciómetro para chapaletas del colector de admisión.



Va fijado al cuerpo inferior del colector de admisión y está unido al eje de las chapaletas. Detecta la posición de las chapaletas y envía esta información a la unidad de control del motor.

Ello es necesario porque la conmutación de las chapaletas incide en el encendido, el porcentaje de gases residuales y las pulsaciones en el colector de admisión. Por este motivo, la posición de las chapaletas tiene relevancia para las emisiones de escape y debe ser comprobada por medio del auto diagnóstico.

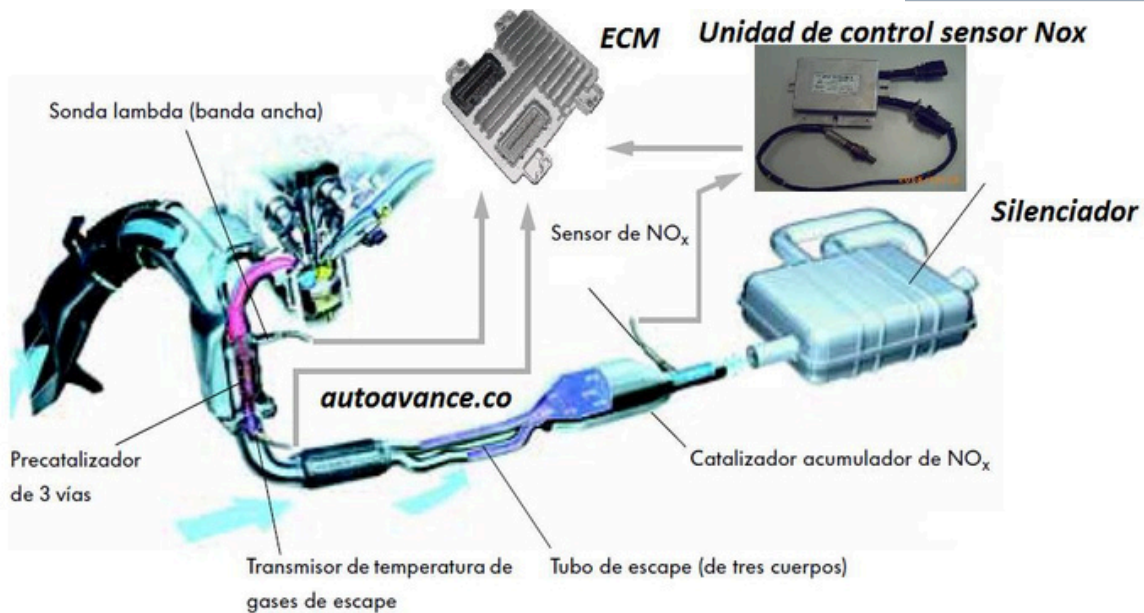
Electroválvula para chapaletas del colector de admisión.



La activa la unidad de control del motor, y abre el paso del depósito de depresión al actuador, con lo que el actuador de depresión acciona las chapaletas.

SISTEMA DE GASES DE ESCAPE.

ha sido adaptado a las necesidades de un motor de inyección directa de gasolina. Hasta ahora, la descontaminación de las emisiones de escape era un gran problema en los motores de inyección directa de gasolina porque con un catalizador de tres vías no se alcanzan los valores límite legales de óxido de nitrógeno cuando el motor funciona en el modo de carga estratificada con mezcla pobre. Por ello, este motor dispone de un catalizador acumulador de NOx que acumula los óxidos de nitrógeno durante el funcionamiento con carga estratificada. Cuando el acumulador está saturado, la unidad de control del motor conmuta al modo homogéneo. Los óxidos de nitrógeno se extraen del catalizador y se convierten en nitrógeno. En modo homogéneo con λ 1, el catalizador acumulador de NOx funciona como un catalizador de 3 vías convencional.



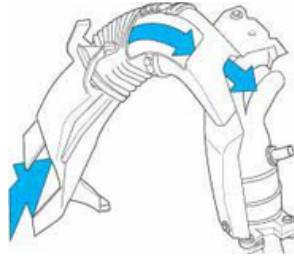
El sistema de escape consta de los siguientes componentes:

- un colector de escape con pre-catalizador de tres vías
- un canalizador de aire sobre el colector de escape
- un tubo de escape de tres cuerpos
- un catalizador acumulador de NOx una sonda lambda de banda ancha
- un transmisor de temperatura de los gases de escape
- un sensor de NOx
- una unidad de control del sensor de NOx
- un silenciador final

La refrigeración de los gases de escape

El catalizador acumulador de NOx sólo puede acumular los óxidos de nitrógeno (NOx) en un margen de temperaturas que va de 250°C a 500°C. Para conseguir que el catalizador se encuentre el mayor tiempo posible con este margen de temperaturas se ha previsto una refrigeración del colector de escape y un tubo de escape de tres cuerpos.

La refrigeración del colector de escape

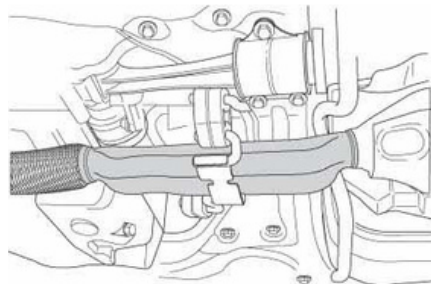


En la parte delantera del coche, el aire fresco se dirige directamente al colector de escape al

objeto de refrigerar los gases.

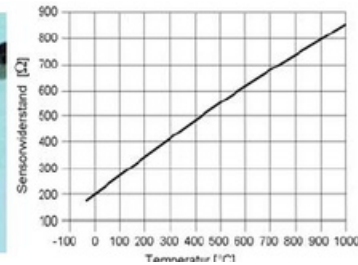
Esto permite conmutar rápidamente al régimen de carga estratificada, con bajo consumo, después de haber circulado con temperaturas altas de los gases de escape.

El tubo de escape de tres cuerpos



Está situado delante del catalizador acumulador de NOx. Es la segunda de las medidas que se han tomado para reducir la temperatura de los gases de escape y, por consiguiente, del catalizador acumulador de NOx. Gracias a la mayor superficie del tubo aumenta la disipación del calor al aire ambiente, disminuyendo la temperatura de los gases de escape.

El sensor de temperatura



El sensor de temperatura está ubicado detrás del precatalizador. Mide la temperatura de los gases de escape y transmite esta información a la unidad de control del motor. A partir de esta información, la unidad de control calcula la temperatura existente en el catalizador acumulador de NO_x. Ello es necesario porque:

- el catalizador acumulador de NO_x sólo puede acumular óxidos de nitrógeno a temperaturas entre 250 °C y 500 °C. Por ello, sólo en este margen de temperaturas se puede conmutar al régimen de carga estratificada.
- el azufre del combustible se acumula también en el catalizador acumulador de NO_x, y para eliminarlo la temperatura del catalizador acumulador tiene que subir a más de 650 °C.

La sonda lambda de banda ancha



(precatalizador) Se halla situada en el colector de escape. Sirve para determinar el contenido de oxígeno de los gases de escape en un amplio margen de medición. Si difiere del valor teórico se corrige el tiempo de inyección.

Sensor de relación aire-combustible, calefaccionado que presenta una respuesta lineal para mezclas con un factor λ entre 0,7 a ∞ (aire).

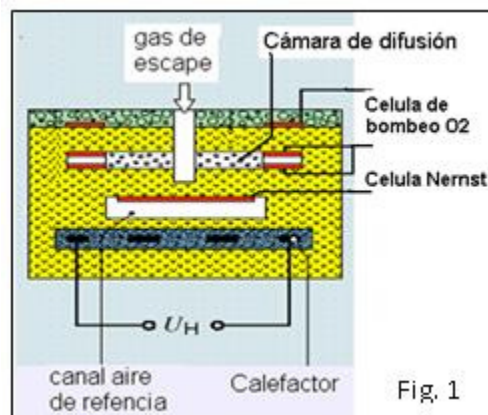
Es utilizado por Honda, Volkswagen (Audi, Seat, Skoda), BMW, etc.

Este tipo de sensor **no presenta** variaciones bruscas de tensión para un factor λ de 1. La salida de tensión es proporcional a la concentración de oxígeno existente.

La utilización de esta sonda permite un control más exacto y más gradual de la mezcla, y una reacción más rápida a los cambios de la misma en cualquier condición de carga. La sonda universal de oxígeno es indispensable para controlar la relación aire-combustible en los motores modernos que funcionan con mezcla pobre, tales como motores Diesel con EDC o inyección directa de gasolina. También se aplica a los motores gasolina con inyección indirecta. El sensor Universal de Oxígeno se compone de dos sensores de oxígeno que trabajan en conjunto.

Se compone de una célula de tensión Nernst y una célula de bombeo de

oxígeno separado por una cámara de difusión que está comunicada con los gases de escape (fig.1).



El electrodo externo de la célula de Nernst está en contacto con la cámara de difusión y el electrodo interno de ese sensor está en contacto con el aire atmosférico de referencia. El electrodo externo de la célula de bombeo de oxígeno está en contacto con los gases de escape y el electrodo interno de este sensor está en contacto con la cámara de difusión.

La unidad de control electrónico puede variar el contenido de oxígeno de la cámara de difusión aplicando tensión a la célula de bombeo de oxígeno (fenómeno inverso a la tensión que aparece debido a una diferencia de concentración de oxígeno)

El sensor Universal de Oxígeno tiene 6 cables conectados a la ECM y 5 cables entre el enchufe y la sonda y están así asignados (fig.2): dos para calefacción de la sonda (pines 3 y 4), uno para recibir tensión de la célula de Nernst (pin 1), otro para aplicar tensión a la célula de bombeo de oxígeno (pin 6), otro para aplicar una tensión de referencia a la cámara de difusión (pin 2). El pin 5 es una conexión de masa “virtual” es decir la unidad de mando eleva el potencial negativo a 1,5 u 2,5 Volt sobre la masa (negativo de la batería) conforme el circuito de control que dispone la ECM.



Fig 2

La unidad de control electrónico monitorea la salida de tensión de la célula de Nernst, que funciona como una sonda lambda de circonio comparando la diferencia de oxígeno entre los gases de la cámara de difusión y el aire atmosférico de referencia y trata de mantener esa tensión en 0,45 volt. Para lograrlo varía la concentración de oxígeno en la cámara de difusión aplicando tensión a la célula de bombeo de oxígeno, que funciona como una sonda lambda de circonio (pero al revés), así se inyecta o retiran moléculas de oxígeno de la cámara de difusión según la tensión recibida a partir de la tensión de referencia aplicada a la cámara de difusión la unidad de control determina la concentración de oxígeno en los gases de escape.

Valores de pruebas: Según la unidad demandando que se utilice, en funcionamiento normal los valores de tensión en los terminales activos medidos con el KTS a través de la ECM son:

Relación de aire	$\lambda=0,8$	$\lambda=1$	$\lambda=1,7$	$\lambda=\infty$ (aire)
ECM tipo A	0,72 V	2,5 V	4,07 V	6,70 V

Resistor precalibrado: 30 a 300 Ohm entre pines 6 y 2.

Resistencia del calefactor: 2,4 a 4,0 Ohm a 20 °C entre los pines 3 y 4

Aplicación: Vehículos Diesel, gasolina

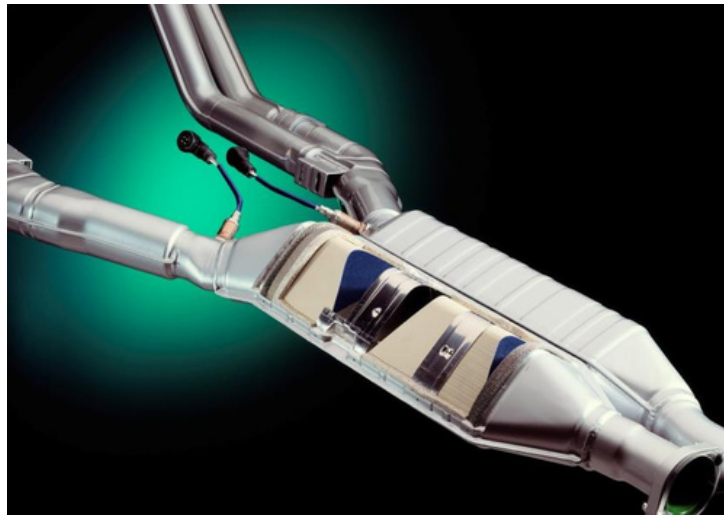
indirecta. Es decir, disponible para todos los vehículos y sistemas de última generación.

El precatalizador



Es un catalizador de tres vías y va ubicado dentro del colector de escape.

Esta ubicación cercana al motor es necesaria para que el catalizador alcance su temperatura de servicio lo más rápidamente posible, que es cuando comienza la descontaminación. Sólo de esta forma es posible respetar los límites establecidos para las emisiones contaminantes. **El catalizador acumulador de NO_x**



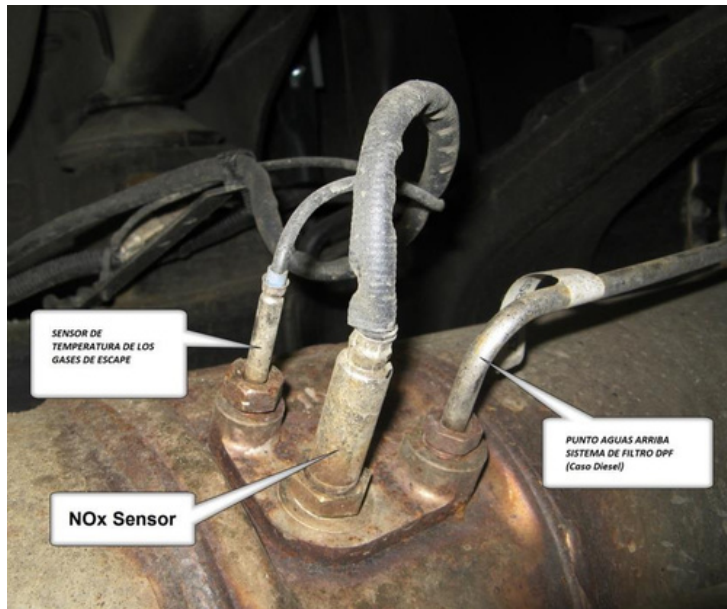
tiene la misma estructura que un catalizador convencional de tres vías. Pero se le ha añadido óxido de bario que acumula óxidos de nitrógeno formando nitrato a temperaturas entre 250°C y 500 °C.

Ello es necesario porque un catalizador de tres vías puede convertir sólo una pequeña parte de los óxidos de nitrógeno en nitrógeno cuando el motor funciona en régimen de carga estratificada con mezcla pobre.

Cuando el acumulador está saturado, la unidad de control del motor lo detecta y conmuta al modo de regeneración.

Sólo así se pueden cumplir las normas sobre emisiones contaminantes.

El sensor de NO_x



Se encuentra detrás del catalizador acumulador de NOx. Funciona como una sonda lambda de banda ancha y sirve para determinar el contenido de óxidos de nitrógeno (NOx) y oxígeno de los gases de escape.

- A partir del contenido de óxidos de nitrógeno

se determina la capacidad disponible del catalizador acumulador de NOx.

- En base al contenido de oxígeno se vigila el funcionamiento del catalizador, adaptando en caso necesario la cantidad inyectada. El sensor de NOx envía las señales a la unidad de control del sensor.

La unidad de control del sensor de NOx



Está situada en los bajos del coche, cerca del sensor de NOx. La ubicación cercana al sensor evita la falsificación de las señales del sensor de

NOx por interferencias externas. La unidad de control del sensor de NOx procesa las señales y las transmite a la unidad de control del motor. La unidad de control del motor cambia al modo de regeneración cuando detecta que el catalizador acumulador de NOx está saturado.

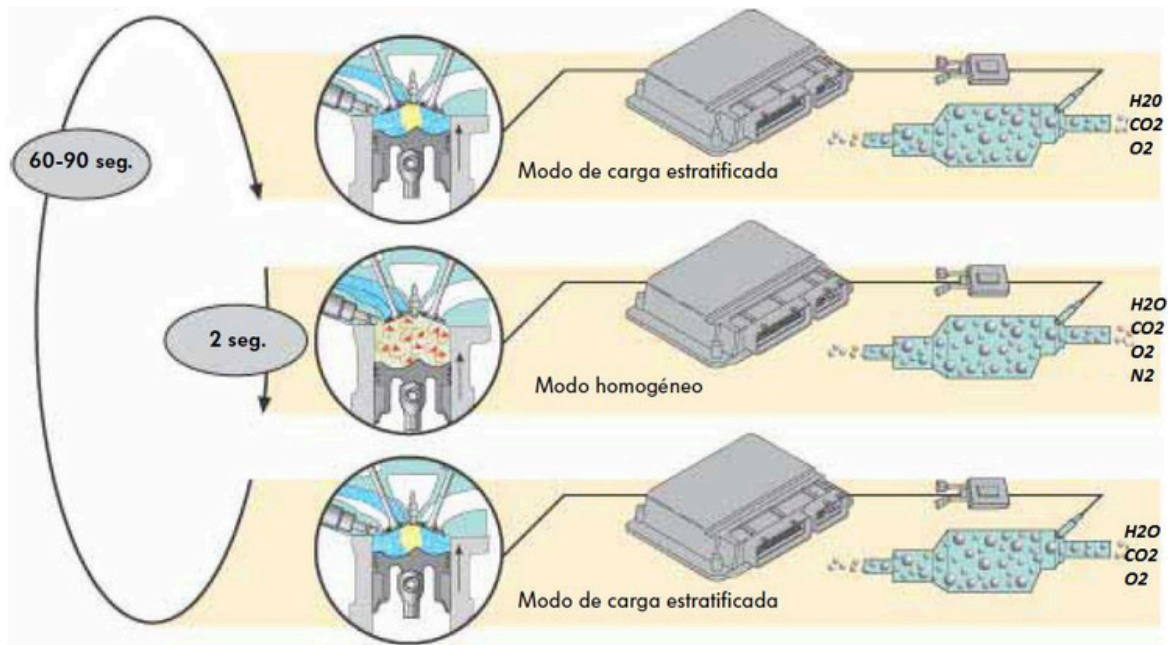
Sistema de REGENERACION. El modo de regeneración

En este modo, los óxidos de nitrógeno retenidos en el catalizador son liberados y se convierten en el inocuo gas de nitrógeno. El azufre acumulado se convierte en dióxido de azufre.

La regeneración de los óxidos de nitrógeno se produce cuando detrás del catalizador acumulador la concentración de óxidos de nitrógeno supera un valor preestablecido. La unidad de control del motor detecta que la

capacidad de acumulación de óxidos de nitrógeno está agotada y cambia al modo de regeneración, conmutando del régimen de carga estratificada, con mezcla poco enriquecida, al modo homogéneo, con lo que aumenta el contenido de hidrocarburos y monóxido de carbono de los gases de escape.

En el catalizador acumulador, ambos se combinan con el oxígeno de los óxidos de nitrógeno y éstos se convierten en nitrógeno.



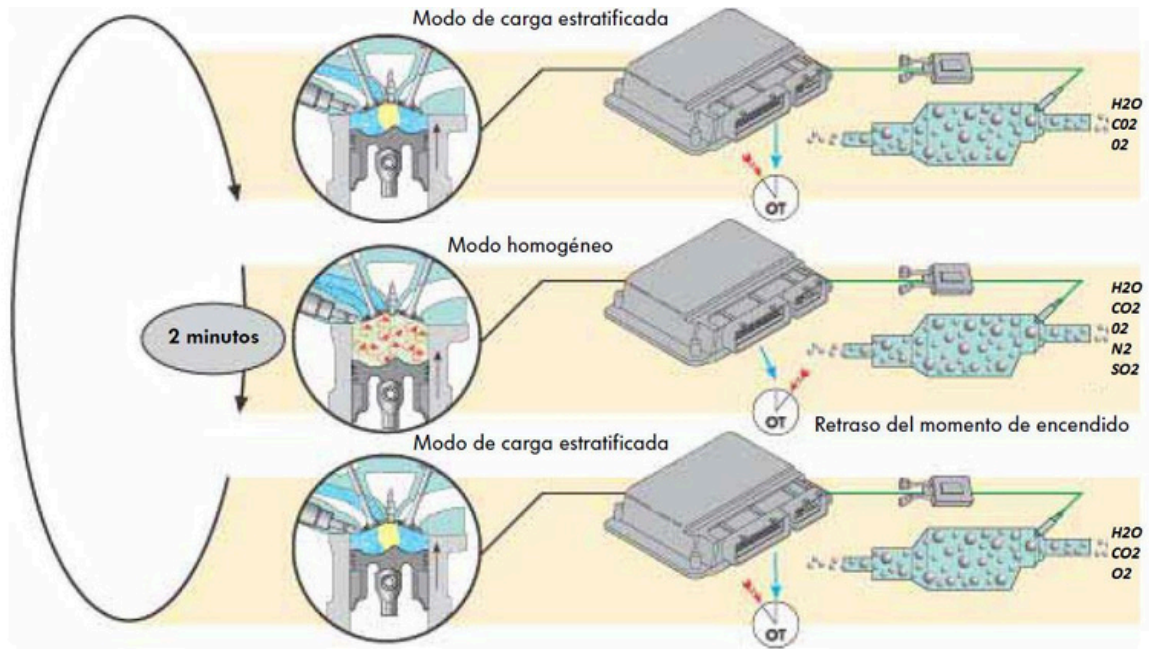
El catalizador acumulador de NO_x puede acumular óxidos de nitrógeno durante 60 a 90 segundos con el motor funcionando con carga estratificada, a lo que sigue una fase de regeneración que dura 2 segundos.

La regeneración del azufre es más complicada porque el azufre resiste a temperaturas más elevadas y permanece retenido en el catalizador al regenerar los óxidos de nitrógeno.

Se procede a la eliminación del azufre cuando la concentración de óxidos de nitrógeno después del catalizador acumulador de NO_x alcanza un valor preestablecido a intervalos cada vez más breves, por lo que la unidad de control del motor interpreta que el azufre ocupa la capacidad del catalizador y que no queda capacidad para acumular los óxidos de nitrógeno. El proceso de eliminación del azufre es el siguiente: Durante unos 2 minutos

- se cambia del modo de carga estratificada al modo homogéneo y
- retrasando el momento de encendido, se aumenta la temperatura del catalizador acumulador por encima de los 650 °C.

En estas condiciones, el azufre acumulado reacciona convirtiéndose en dióxido de azufre SO₂.



Al circular a un alto régimen de carga y revoluciones, el azufre se elimina automáticamente porque el catalizador acumulador de NO_x alcanza la temperatura necesaria.

CUIDADOS NECESARIOS.

Uno de los cuidados más importantes en el trabajo de este vehículo tiene que ver con el de manipulación sistema de presión alta , en la siguiente grafica se muestra un ejemplo del vehículo GM 2.4 LEA caso Captiva y Orlando.

Alivio de presión de combustible (Sin CH 48027-100)

ADVERTENCIA: Retire el tapón del tanque de gasolina y purgue la presión del sistema de combustible antes de dar servicio al sistema de combustible a fin de reducir el riesgo de lesiones personales.

1. Afloje el tapón de llenado de combustible para liberar la presión del vapor del tanque de combustible.
2. Retire la cubierta del motor, si es necesario.
3. Retire la tapa del puerto de servicio del riel de combustible.
4. Envuelva una toalla alrededor del puerto de servicio del riel de combustible y utilice una herramienta plana pequeña para presionar (abrir) la válvula del puerto de prueba del riel de combustible.
5. Retire la toalla que está alrededor del puerto de servicio del riel de combustible y colóquela en un contenedor de gasolina aprobado.
6. Instale la tapa del puerto de servicio del riel de combustible.
7. Instale la cubierta del motor, si es necesario.
8. Apriete la tapa de llenado de combustible.

Gestión electrónica en motores Diesel.

Todas las innovaciones que se realizan a los sistemas de inyección están provistas de mecanismos que permitan alcanzar los altos estándares de control de emisiones , en todo el mundo como estos requerimientos se hacen cada vez más severos la gestión electrónica debe ser modificada continuamente por los fabricantes , por lo tanto en el caso de los sistemas existen varias electrónicas disponibles , pero la raíz de su funcionamiento debe ser el mismo , puesto que están en función de los controles impuestos en las normas de emisiones.

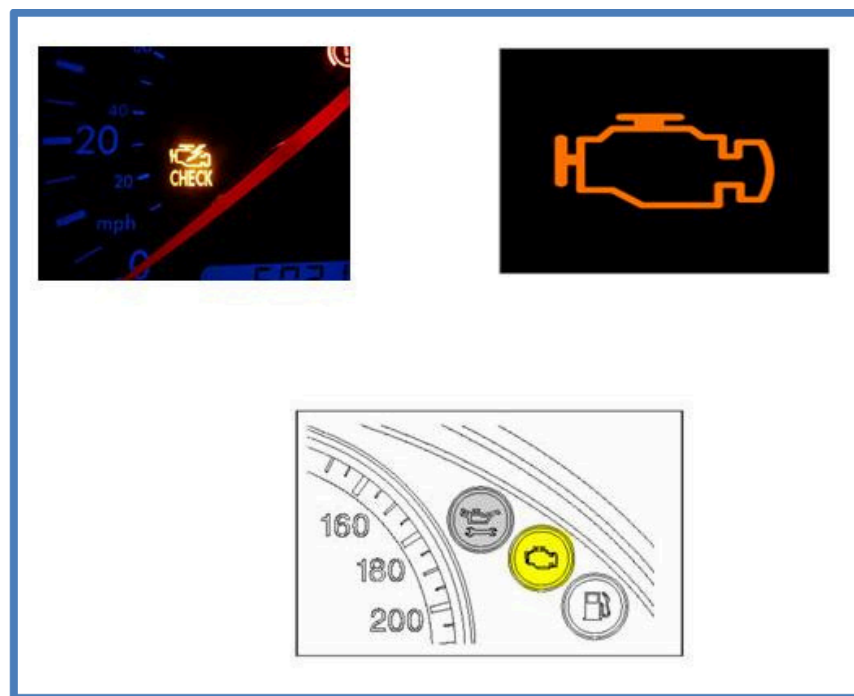
A continuación, se exponen elementos importantes a tener en cuenta impuestos en las normas internacionales más importantes.

El sistema cuenta con una gestión electrónico realizada por un ordenador a bordo (PCM), este elemento recibe señales de componentes llamados sensores , todos estos sensores están ubicados en puntos estratégicos del motor con lo cual se logra tener una lectura muy precisa de los parámetros físicos con los cuales opera el motor dichos sensores se encargan de generar modificar señales eléctricas que el PCM compara con parámetros preestablecidos en una memoria y determina en que condición física se encuentra el motor , una vez realiza esto dispone de un control sobre mecanismos que manipulan los elementos que hacen parte de la entrega de combustible , como electro válvulas encargadas de elevar la presión y los inyectores de combustible que permiten el ingreso del gasoil a la cámara de combustión.

Aeste tipo de gestión electrónica se le conoce como Diagnostico a bordo OBD en el caso de los sistemas de inyección Diesel ubicados en modelos de modernos este diagnóstico se basa en normas Europeas básicamente con lo que se denomina EOBD.

La gestión se basa en que el PCM no solamente tiene la propiedad de analizar señales físicas del motor y actuar sobre el mismo con los actuadores , sino que está en la capacidad de determinar cuando el sistema está operando mal , cada vez que un sensor o un actuador está funcionando mal el vehículo emite más contenidos contaminantes a la atmósfera por eso en este caso de malfuncionamiento el sistema es capaz de detectar esta anomalía y almacenarla en el ordenador a bordo PCM , pero el tema no queda ahí , es posible que el conductor del vehículo no note ese malfuncionamiento que aumenta la contaminación y recorra muchos kilómetros con el auto en mal

estado por este motivo se ideó una alarma ante este evento dicha alarma se llama luz de malfuncionamiento MIL, ahora cada vez que el ordenador detecta una anomalía genera un código y le indica al cliente en el panel que algo no anda bien, en algunos casos es tanta la restricción a las emisiones que el sistema está tan perfeccionado y no solo enciende la luz si no que limita la potencia del motor colocándolo en una estrategia de emergencia en la siguiente imagen se puede ver esta luz de malfuncionamiento ubicada en el panel.



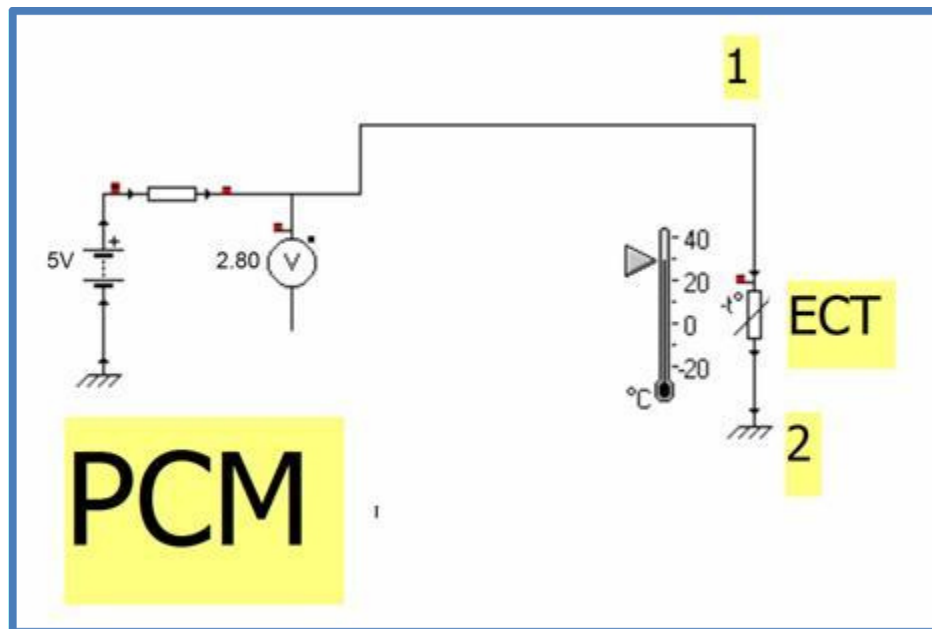
La norma Internacionales Anti contaminación apuntan a permitir que esta luz cada vez se ilumine mas rápido para que se ilumine la luz se tiene que completar unos requisitos bien importantes.

El sistema está provisto de formas de prueba con los cuales permanente está revisando que todos los componentes tanto sensores y actuadores anden bien este mecanismo de prueba se llama monitoreo el monitoreo está establecido para que se realice a ciertas condiciones dentro de lo que se llama monitoreo podemos considerar dos formas un MONITOREO CONTINUO y un MONITOREO NO CONTINUO.

EL MONITOREO CONTINUO está pensado para realizarse permanentemente es decir que en cualquier momento que se genere una falla la luz MIL se ilumina de una vez a este tipo de monitoreos se les conoce como CCM (Compressive Components Monitor) por su siglas en inglés, ahora este monitoreo de componentes permite una revisión permanente de las tolerancias de funcionamiento de sensores y actuadores dentro de este monitoreo existen dos posibilidades una verificación eléctrica de cada uno de los componente y una prueba racional de los mismos.

Verificación eléctrica.

Para analizar este caso tomamos un ejemplo real, un auto al cual se le desconecto la ficha del sensor de temperatura ECT, en este momento no es necesario que el motor encienda para cargar el código y fijar la MIL permanentemente.



En este ejemplo se aprecia el circuito de un sensor de temperatura del motor ECT internamente el PCM a través del monitoreo CCM está revisando el voltaje si la ficha se suelta el voltaje en este punto será 5V y si se va el cable 1 a corto con cable 2 el voltaje en ese caso sería 0 V o sea que el PCM nunca debe tener en esa línea ni 5 ni 0 V, en cualquier momento que perciba ese nivel de tensión en la línea genera un código de falla por eso es que no necesita que el motor este frío o caliente solo que se encuentre conectada la ficha.

Ahora si estudiamos una prueba racional, podríamos ver que a medida que el motor funcione la lectura del ECT debe ser cambiante, puesto que existe un Termostato en el circuito de enfriamiento del motor en caso dado de verificar una lectura demasiado fija dentro de un rango de valores se puede generar ahora un código de Termostato, pero ya sería una prueba racional de componentes.

MONITOREOS NO CONTINUOS.

Ahora el PCM dispone de una serie de pruebas las cuales no reportan un código que pueda iluminar la MIL inmediatamente, si no que el sistema realiza segundas verificaciones para confirmar la falla, como debe existir un conteo lógico entre una falla y otra OBD dispone de algo llamado CICLO DE CONDUCCION.

El CICLO DE CONDUCCION es una forma de determinar un recorrido realizado por el vehiculo para ello se basa en los cambios de temperatura del motor reportados por el ECT de frío a caliente y Luego el motor apagado , es de esta forma como un vehiculo puede recorrer 300 Km y realizar un ciclo de conducción o recorrer solo 10 Km parar enfriar el motor y luego andar nuevamente y completar dos ciclos , el ciclo de conducción es una forma de contar eventos para poder probar componentes , es así que cada vez que se detecta una falla en un monitoreo NO CONTINUO el PCM espera varios ciclos de conducción consecutivos reportando la misma falla y si el problema continua genera el DTC y enciende la MIL.

Para esta estrategia de diagnóstico se debe tener claro que se considera como calentamiento del motor (WARM UP CYCLE) una elevación de la temperatura desde un nivel menor a 22 °C y cambiar hasta un nivel superior a 70 °C y es así como el sistema comenzara a calcular sus respectivos ciclos de conducción.

Para evidenciar un ejemplo muy común de monitoreo no continuos podemos analizar el testeo al sistema EGR (Recirculación de Gases de Escape), si se corta algún cableado no existe problema porque el monitoreo es continuo y eléctrico genera un DTC en el acto y enciende la mil , ahora si el problema es que la EGR esta tan sucia que se queda fija en una posición el PCM va a verificar que la posición de la EGR (Sensor de Posición EGR) no coincide con la activación que el PCM quiere hacer, pero antes que se genere el código va a necesitar probarlo por lo menos dos veces y además antes de probarlo (Apertura y cierre continuo de la EGR) necesitara que el vehículo se encuentre en condiciones óptimas para eso como son temperatura normal (Superior a 70 °C condición superior a marcha mínima y velocidad del vehiculo optimas , lo cual puede tomar más de dos ciclos de conducción para lograrlo.

En condiciones normales la luz MIL se enciende por las siguientes razones:

Monitoreo continuo (es necesario un solo ciclo de conducción)

Monitoreo no continuo (es necesario por lo menos 2 ciclos de conducción consecutivos con la falla presente.

Una vez que la mil se enciende se hace necesario tres ciclos de conducción consecutivos sin falla para borrarla del panel de instrumentos, pero en este caso se genera un código pendiente que en cualquier condición que se vuelva

a reportar la misma falla enciende inmediatamente la MIL, ahora si transcurren 40 ciclos de conducción consecutivos sin fallar se borra completamente el código de la memoria.

En el caso de los vehículos DIESEL, el siguiente recuadro muestra un ejemplo de los valores maximos de contaminación antes que se encienda la MIL.

	CO (g/km)	HC (g/km)	NOX (g/km)	HC + NOX	Partículas de hollín (PM = materia de partículas) (g/km)
Fase III de la normativa sobre emisiones	0,64	-	0,50	0,56	0,05
Fase IV de la normativa sobre emisiones	0,50	-	0,25	0,30	0,025
Valores límite EOBD	3,20	0,40	1,20	-	0,18

Valores límite de emisiones en gramos por kilómetro (g/km) de turismos

SISTEMAS DE INYECCION UTILIZADOS.

Se encuentran varias gestiones electrónicas colocadas en sus varios motores, dentro de las gestiones utilizadas se tiene las siguientes:

- **Sistema Common Rail de Delphi.**
- **Sistema Common Rail de Bosch.**
- **Sistema Common Rail de Siemens.**
- **Sistema Common Rail de Denso.**

En todos estos sistemas las diferentes gestiones electrónicas hacen uso de componentes que son muy similares respecto al funcionamiento como es el caso de sensores y actuadores por esta razón se explican a continuación diferentes elementos y luego se analizara los sistemas individualmente.

SENSORES DE GIRO DEL MOTOR SEÑALES CARACTERISTICAS.

Existen 2 tipos bien definidos de sensores de giro de uso común en el campo automotriz.

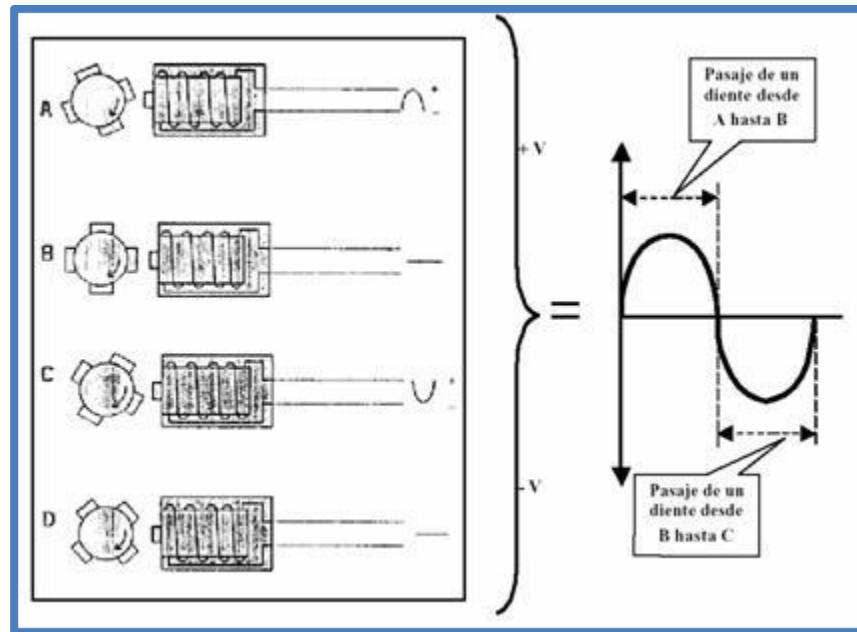
Sensores de Efecto Hall	Sensores por reluctancia variable	

Dentro de los tres tipos de sensores de giro, vamos a encontrar 2, tipos de onda característica, una onda alterna y una señal pulsante.

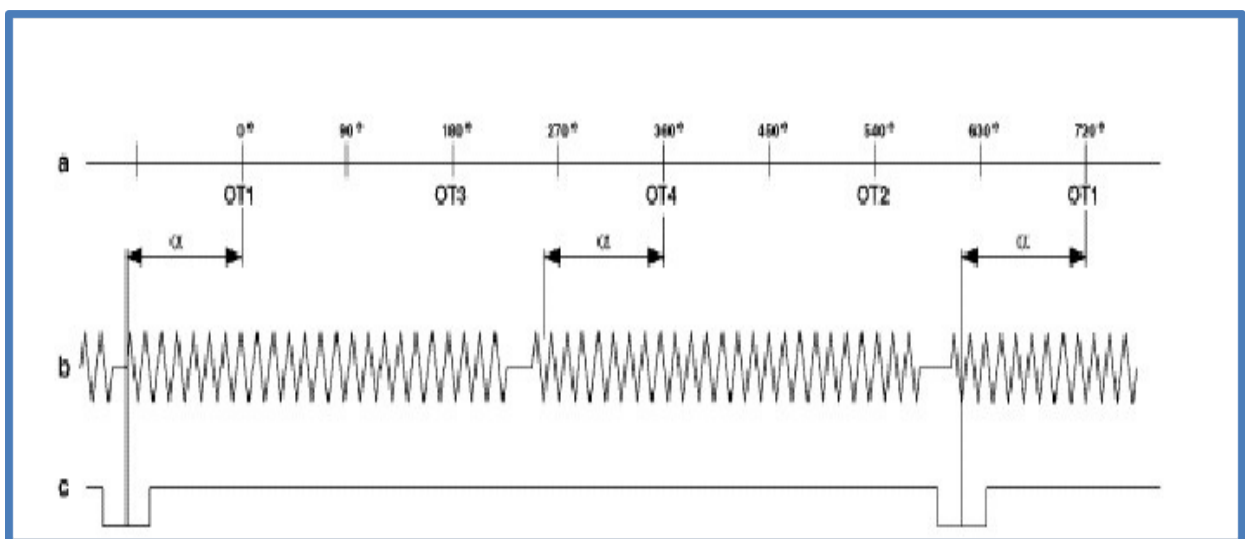
Esto aplica tanto para sensores CKP y CMP, como también, para los sensores VSS.

Sensores inductivos.

En este tipo de sensores, debemos encontrar una señal alterna, esta señal alterna depende de una rueda fónica, el número de ondas que espera ver el PCM, depende de cuantos dientes tenga la rueda fónica.



En la gráfica se puede apreciar la relación que existe entre un sensor CKP y un sensor CMP de un sistema BOSCH.





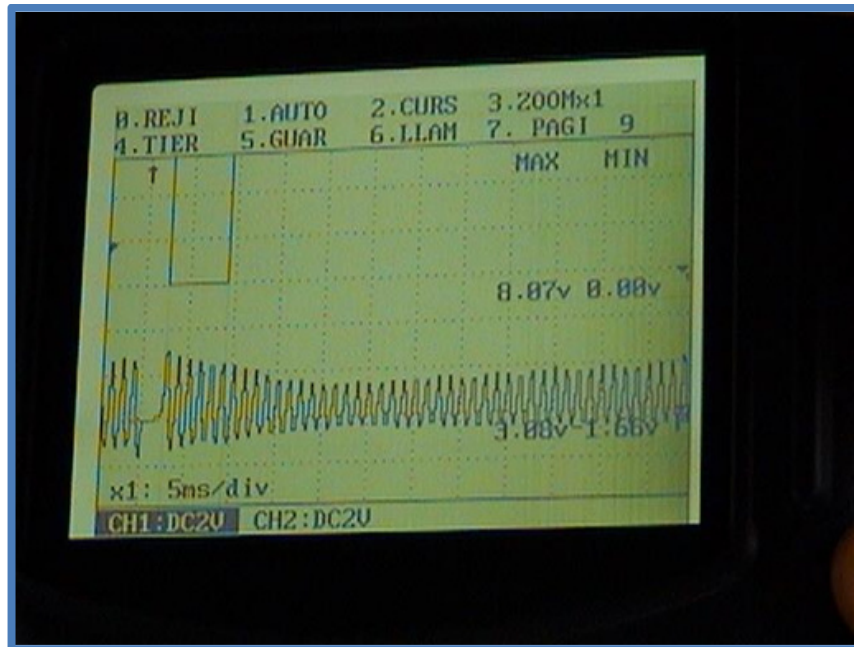
Ubicación CKP

Para una marcha mínima vamos a encontrar, que el sensor, debe presentar un voltaje pico, pico de aproximadamente 15 voltios.

En el momento de encontrar interferencias o malfuncionamiento de la señal el PCM, detectará una señal errática y no podrá funcionar todas sus operaciones, lo que puede llevar a la parada del motor.

Una característica en esta señal del CKP, es que uno de los dientes, es diferente, esto le sirve al PCM, para determinar, correctamente, el primer cilindro, y así calcular el encendido.

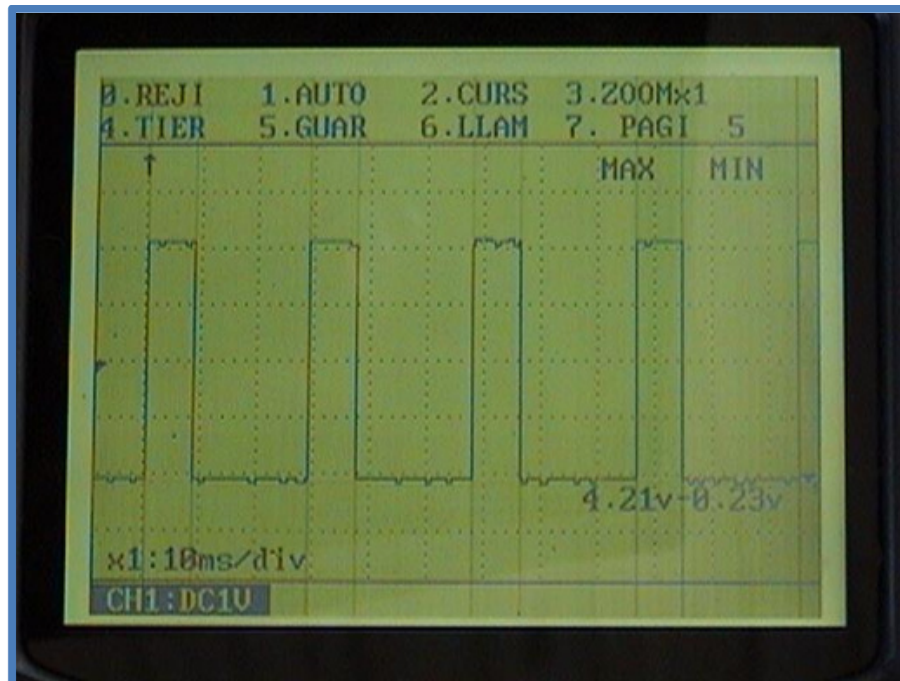
En la gráfica inferior, podemos observar ese cambio en la señal.



En el momento que el PCM, no sea capaz de leer esta señal, no podrá calcular a que cilindro le corresponde encendido, por lo tanto, coexiste en el vehículo, ni chispa, ni inyección.

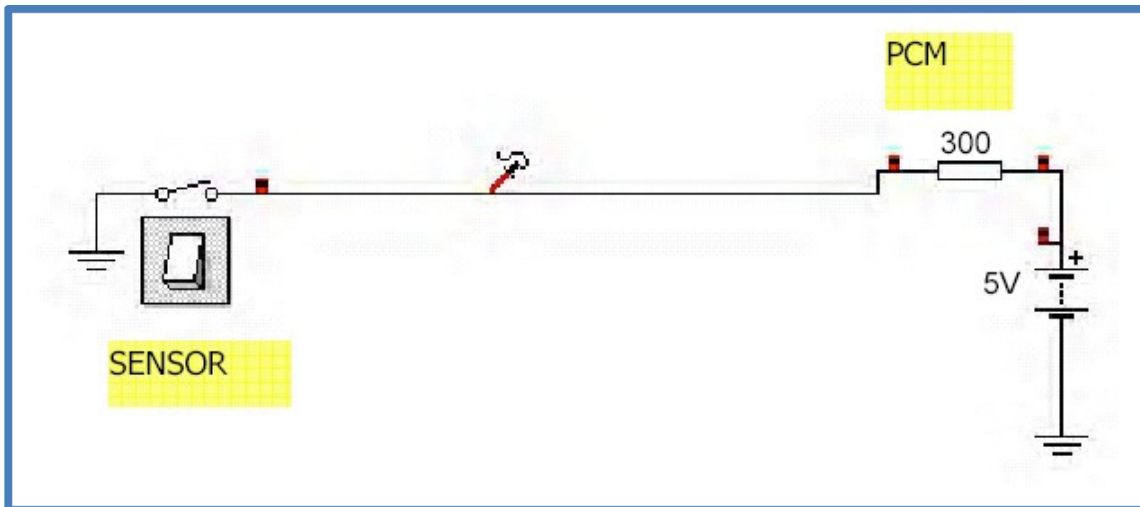
SENSORES DE GIRO SEÑAL PULSANTE.

El sensor de giro de señal, pulsante, tiene unas características completamente diferentes a la alterna, en el caso del sensor de efecto hall, la señal, cambia a dos posiciones finas que son 5 voltios o 0 voltios, en la gráfica inferior, se muestra una gráfica de un sensor de giro efecto hall.

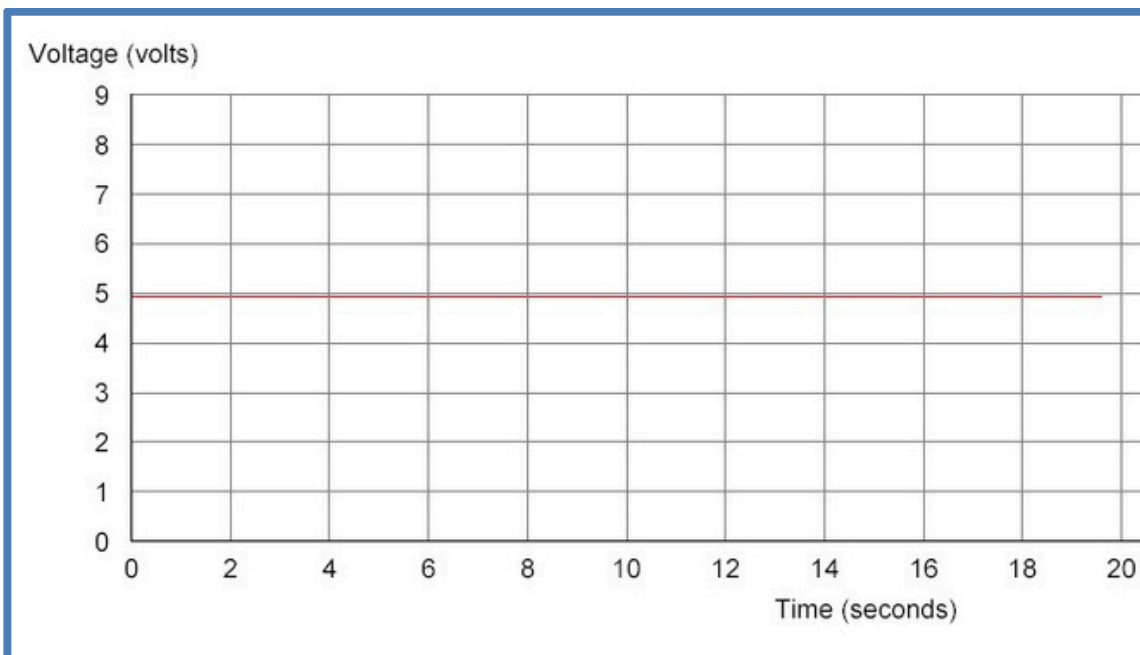


El mecanismo, por el cual el sensor de efecto hall, genera la señal pulsante, fue explicado anteriormente, lo importante en este punto es interpretar que el PCM, coloca al sensor una señal de referencia, la cual es colocada a masa, de acuerdo al giro del cigüeñal o el eje de levas.

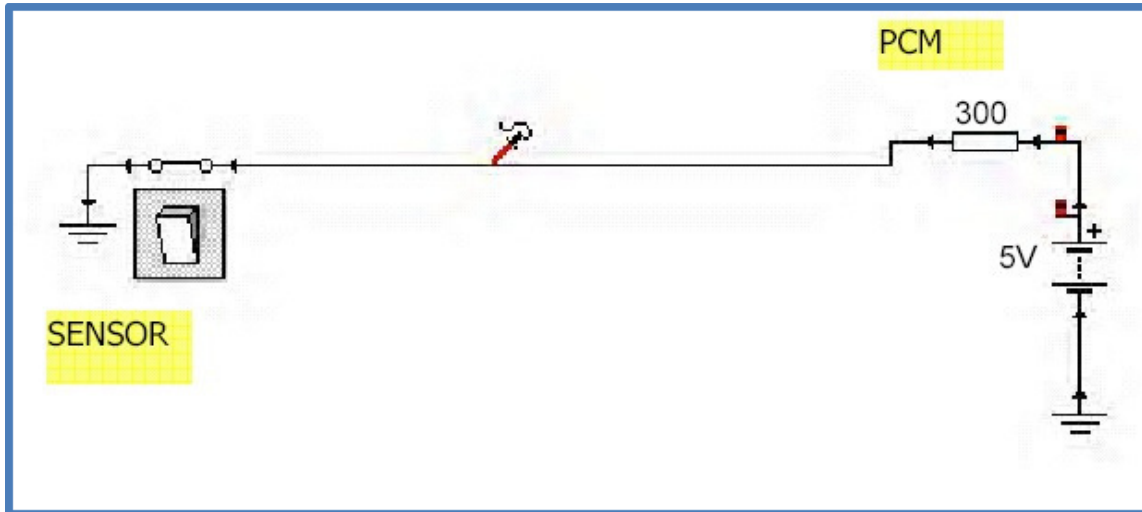
En el siguiente cuadro se puede ver la forma en la cual se genera esta señal.



Inicialmente el PCM, coloca al sensor un voltaje de referencia de 5 voltios, este voltaje viaja a través de uno de sus cables, en la figura inferior, se muestra esta señal en el osciloscopio.

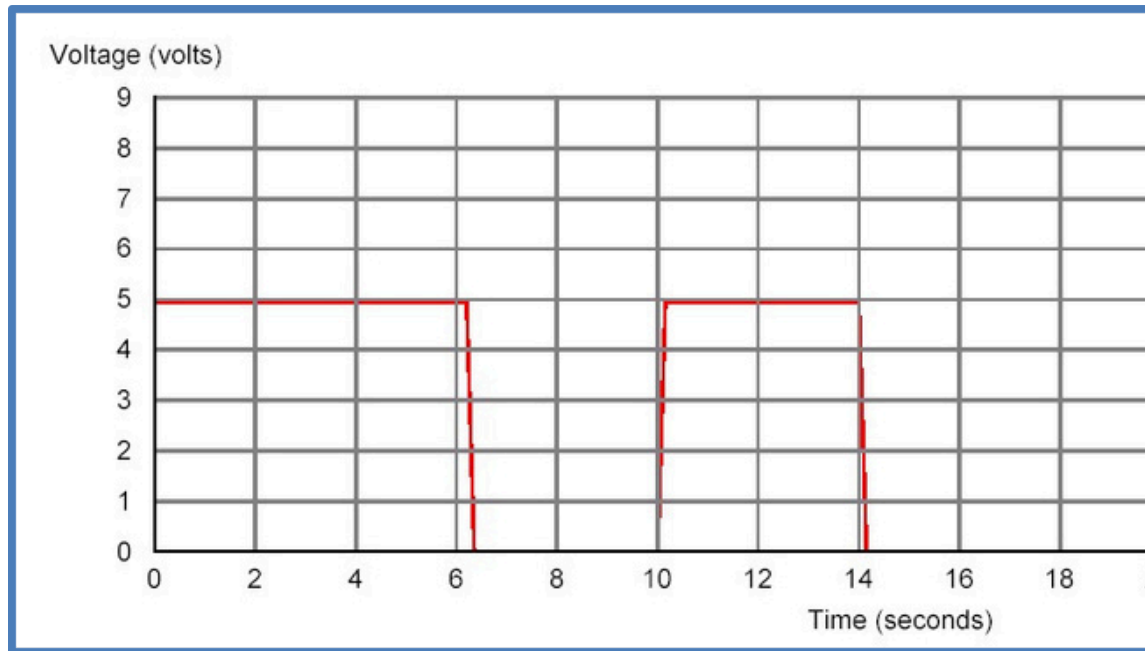


Una vez que el mecanismo del sensor efecto hall, recibe un cambio de posición del eje, se genera dentro del sensor, un cierre de esta señal de referencia a masa, lo cual, hace que en el oscilograma, la línea del voltaje viaje a 0, en la figura inferior, se representa este cambio.

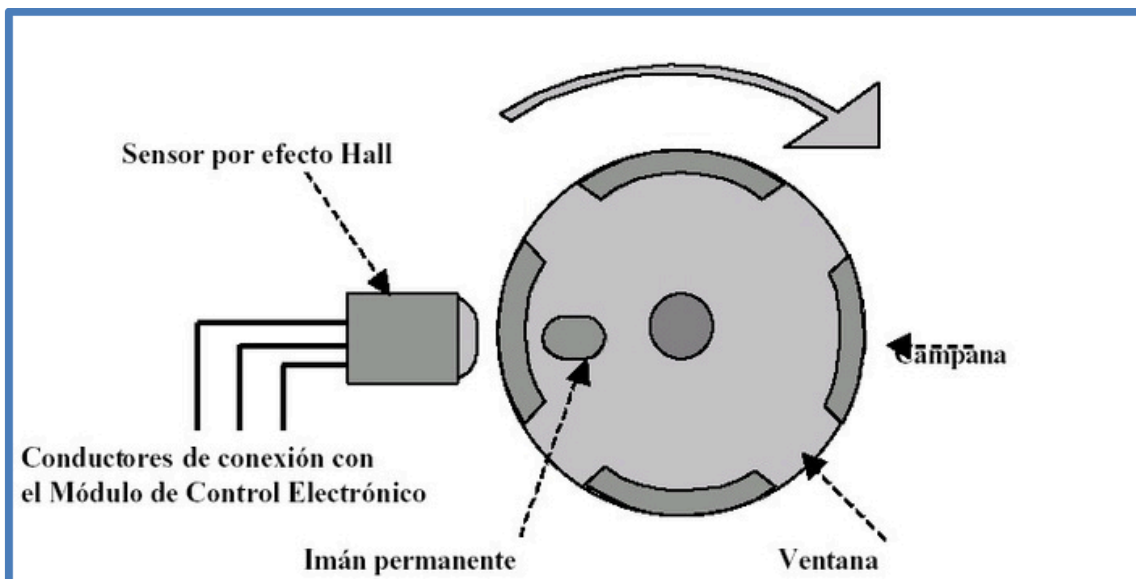


En esta imagen se puede apreciar que el sensor tuvo un cambio interno, lo cual, actúa como un interruptor que envía la señal de referencia a masa, este cambio lo observamos, en el osciloscopio, como una señal cuadrada, que depende de las veces que el sensor coloca masa a la señal de referencia.

En esta grafica siguiente, se puede observar este cambio en el osciloscopio.



El mecanismo, por medio el cual funciona el sensor, se muestra en la siguiente figura.



Cada vez, que el sensor enfrenta, el imán permanente, dentro, del sensor se genera un mecanismo, que aterriza la señal a masa, una vez que es separada nuevamente el sensor del imán esta señal vuelve a subir al voltaje de referencia, de acuerdo a la velocidad de giro del motor, se tendrán números de señales cuadradas por unidad de tiempo.

Este sensor presenta un conexionado, en el cual, se encuentra la siguiente disposición:

1. Cable de alimentación del circuito del sensor, esto puede ser 5 o 12 voltios, de acuerdo el sistema de inyección.
2. Un cable de masa, esta masa es la que utiliza, el sensor para aterrizar la señal en este cable encontramos un voltaje de máximo 30mv.
3. El cable de señal en este cable encontramos una señal que cambia de acuerdo a la velocidad del eje en el cual este montado el sensor, esta señal cambiara de 0 – 5 voltios de forma cuadrada, lo cual representa una señal pulsante.

SENSOR FLUJO DE AIRE.

El sensor MAF o sensor del flujo de aire mide directamente el aire que ingresa por el ducto de admisión. Se encuentra colocado entre el filtro de aire y el cuerpo de la mariposa de aceleración.

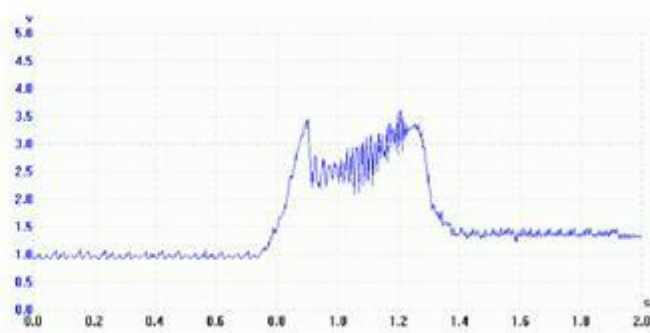
La salida de la señal del MAF debe ser proporcional a la cantidad de aire ingresada. En el oscilograma se observa la forma de onda correspondiente a una aceleración brusca. El

voltaje de la señal en ralentí debe ser de alrededor de 1V mientras que en una aceleración brusca la señal del MAF crecerá hasta 3V o más.

Foto sensor MAF.

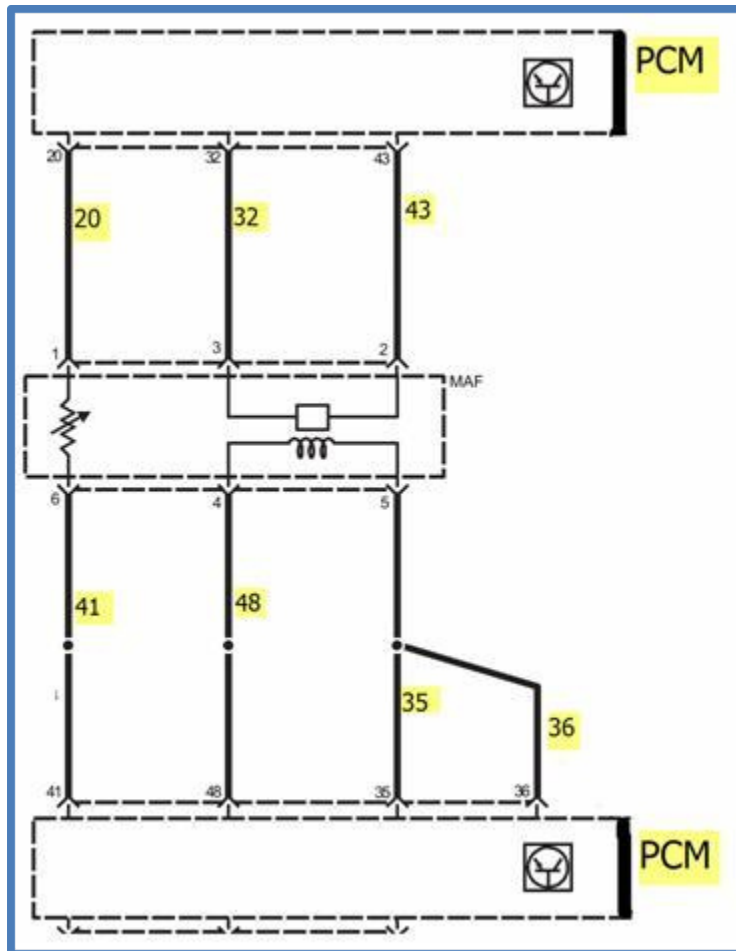


Señal medida con un osciloscopio.



La conexión eléctrica del sensor MAF puede tener varios tipos de conexión la más común en todos los modelos, es una en la cual está compuesto dentro del mismo sensor de flujo, el sensor de temperatura del aire IAT, este se llama sensor de flujo TOTAL.

Para la explicación de esta conexión analizaremos el circuito de un motor DIESEL.

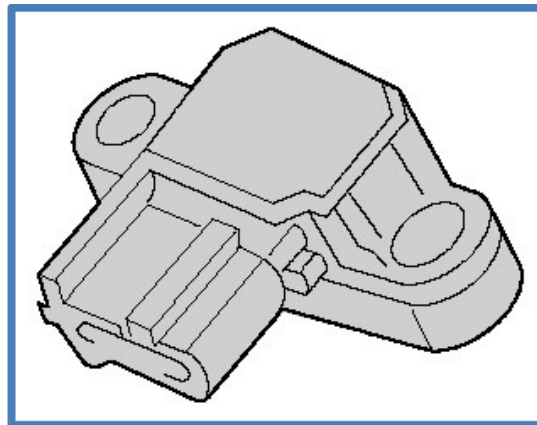


En este esquema se puede apreciar la conexión del sensor deflujo total, a través de los pines 20 y 41 del PCM, los cuales están marcados en las líneas del esquema se aprecia la conexión del sensor de temperatura del aire IAT, esta conexión que fue explicada anteriormente presenta por el pin 20 positivo del sensor y por el pin 41 masa del mismo IAT.

Como el sensor MAF funciona a través de un hilo caliente el cual es enfriado por la carga de aire que ingresa al motor el necesita tener un buen positivo y una buena masa, esta se tiene por el pin 48 Positivo y por el pin 35 y 36 Masa , ahora vendrán dos cables en los cuales se tiene una masa fija para el circuito electrónico dentro del sensor la cual está prevista en el pin 43 , esta masa también se conoce como MAF RTN , y además se necesita una señal que viaje desde el MAF hacia el PCM está en el pin 32 , en ella estará el

valor de voltaje cambiante del aire de acuerdo a la entrada de aire, entre más flujo se genere en el sensor mayor es el voltaje que este puede emitir hacia el PCM.

SENSOR MAP.



EL sensor MAP mide la cantidad de presión que existe en el múltiple de admisión de acuerdo al incremento de presión registrada por el PCM determina que la carga del motor está en aumento y de esa forma coloca un mayor grado de inyección , además de esto el MAP es usado para determinar la operación del TURBO puesto que este también en muchos modelos es usado por el PCM , de acuerdo a la señal del MAP se generan estrategias en sistemas de control de emisiones , como es el sistema EGR en el caso que el MAP contenga el sensor IAT en su interior se le llama T – MAP.

El sensor MAP genera una señal de voltaje que aumenta con relación a la presión del colector es por eso que cada MAP viene dispuesto solo para un modelo determinado puesto que un sensor de un motor aspirado natural operaría completamente erróneo en un sistema con turbo.

SENSOR BARO.

Los sensores BARO pueden contener la misma disposición que un sensor MAP solo que la medida está libre a la atmósfera, el PCM usa esta señal para ajustar varios parámetros como los avances de inyección, pre e inyección principal de acuerdo a los cambios de altura, en la mayoría de sistemas el sensor BARO está ubicado en un circuito al interior del PCM.

SENSORES DE TEMPERATURA DEL MOTOR Y AIRE ECT - IAT

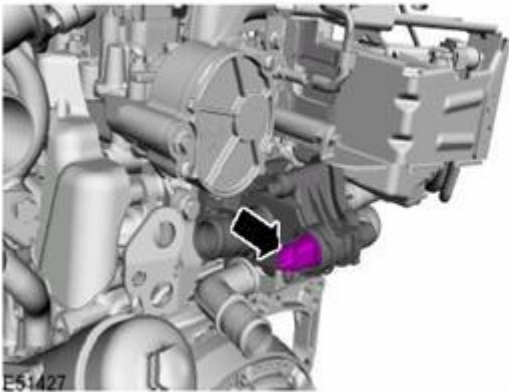
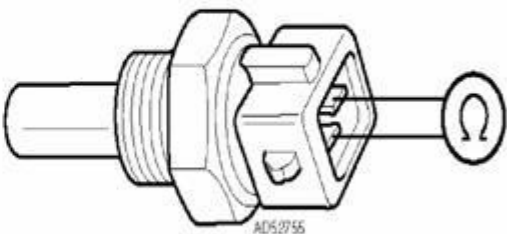
Esta señal informa a la computadora la temperatura del refrigerante del motor, para que la misma enriquezca automáticamente la mezcla aire- combustible cuando el motor esta frío y la vaya empobreciendo paulatinamente con el incremento de la temperatura, hasta llegar a la temperatura ideal de trabajo, en cuyo momento se inyectar la mezcla

Ideal.

Para ello se utiliza en el Sensor una resistencia NTC (NEGATIVE TEMPERATURE COEFFICIENT), que como su nombre lo indica, es una resistencia que tiene un coeficiente negativo de temperatura. Esto quiere decir que la resistencia del sensor ir· disminuyendo con el incremento de la temperatura medida, o lo que significa también que su conductibilidad ir aumentando con el incremento de temperatura, ya que cuando este frío el

sensor, su conductibilidad es mala y aumenta con el temperatura.

incremento de

Funcionamiento ECT	Prueba sensor de temperatura Ford focus.
 E51427	 AD59755

Sensor de temperatura en Cabeza de Cilindro CHT

Este sensor está instalado en la cabeza de cilindros y está directamente sobre el metal, su función es medir continuamente la temperatura de la cabeza de cilindros para identificar cuando el motor se encuentra en una eventual sobre temperatura.

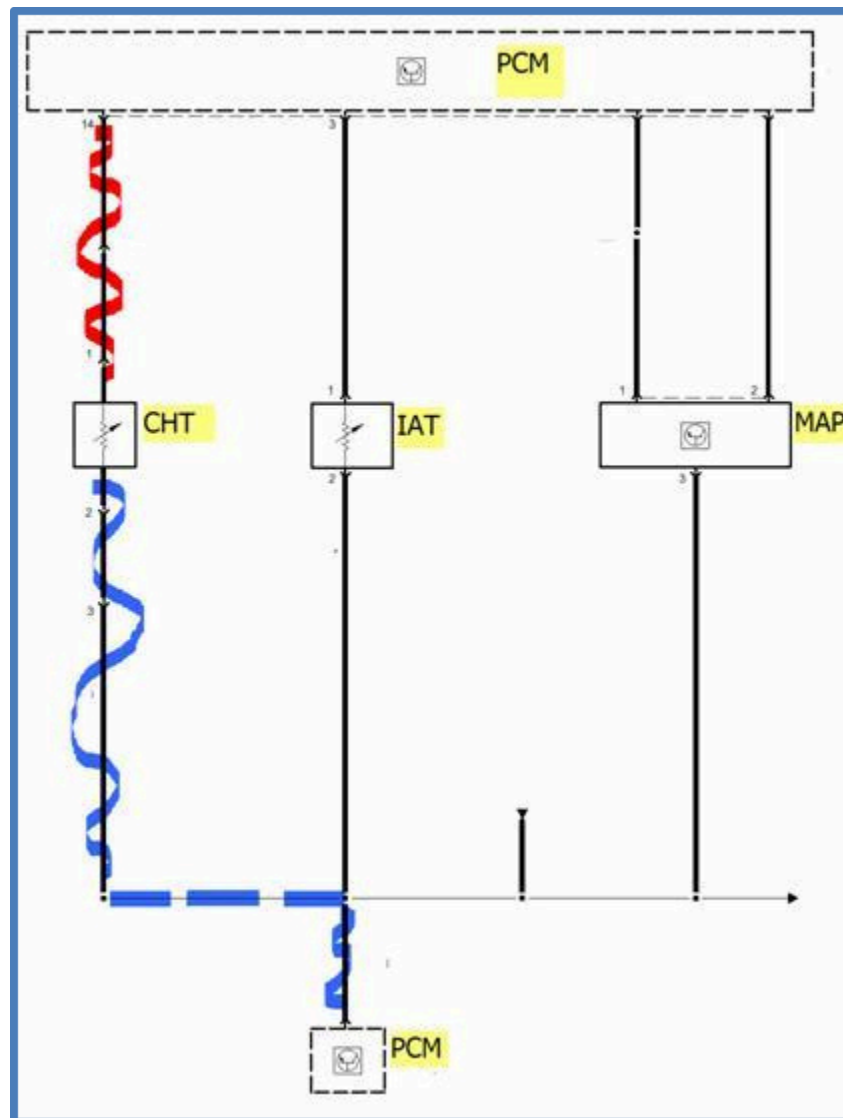
El diseño de este sensor es igual al ECT, es una resistencia variable del tipo NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura), los valores exactos de cada sensor están provistos por cada manual de servicio.

En ningún momento este sensor dispone de un reemplazo del ECT, el CHT está diseñado para gestionar una estrategia llamada ESTRATEGIA DE ENFRIAMIENTO SALVA FALLAS. En esta estrategia el PCM determina de acuerdo a la señal del CHT cuando la temperatura del conjunto excede los parámetros de funcionamiento seguro, en caso de sobrepasar dichos valores el motor adopta la estrategia , con lo que básicamente fija el trabajo de los electro ventiladores en la posición de velocidad más alta , y desconecta cilindros en el motor , para esto corta el funcionamiento de uno o varios inyectores , al realizar esta operario , los cilindros operan como una bomba de aire bajando la carga térmica del motor, esto lo realiza hasta llegar a una temperatura segura , y corta la estrategia fijando un código de falla P1285 Motor extremada temperatura.

Si la condición persiste en el tiempo y el motor continua con extremada temperatura, el PCM, enciende la lámpara de WARNING y fija un nuevo DTC CONTINUO P1299, y puede desactivar más inyectores, luego de esto si percibe lata temperatura en el CHT, desconecta completamente los inyectores en todos los cilindros y el motor queda deshabilitado.

La conexión eléctrica en este sensor esta provista por 2 cables en los cuales se encuentra uno con masa directa del PCM y en el otro un voltaje que proviene de una fuente pasando por una resistencia de valor fijo (Dentro del PCM), llamado circuito divisor de voltaje, en el siguiente esquema SE

MUESTRA LA CONEXIÓN TÍPICA DE ESTE SENSOR EN UN FORD DURATORQ TDCI.



En este caso se observa que la alimentación del sensor sombreado con rojo proviene del PCM, y la masa que también proviene del PCM, esta sombreada con azul y es común para el sensor de temperatura del aire y el map.

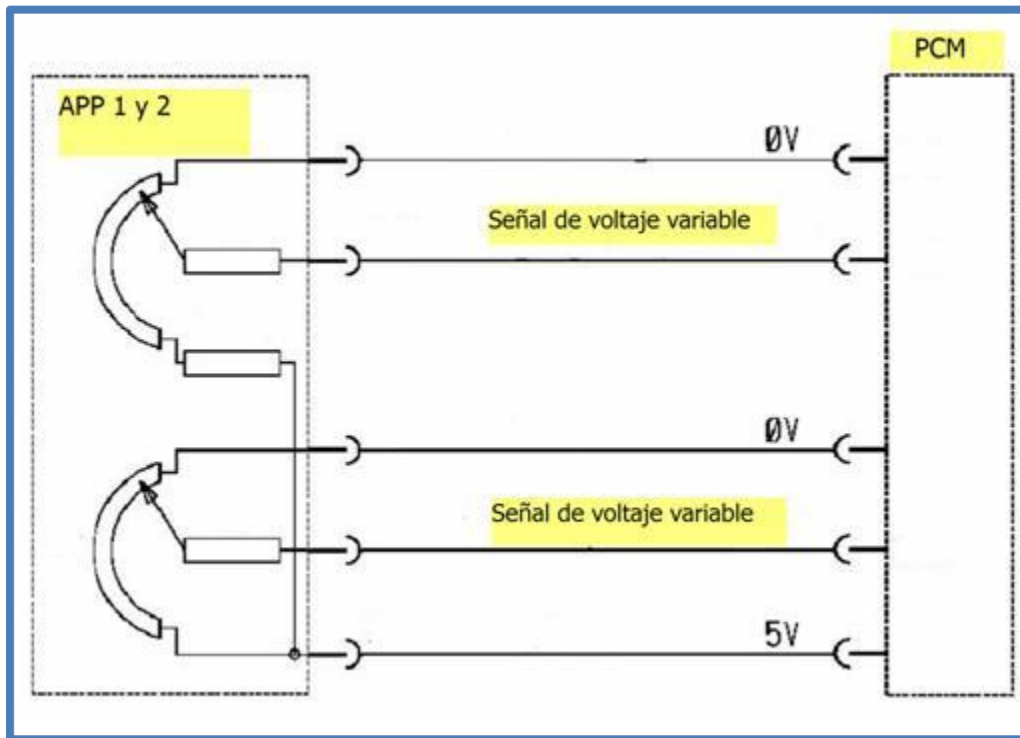
En el cable rojo del sensor se encuentra la señal del sensor ECT, en esta línea se puede medir un voltaje que disminuye de acuerdo al calentamiento de la cabeza de cilindros el máximo voltaje que se puede encontrar en esta línea son 5 V provenientes del PCM, este valor se puede encontrar cuando se desconecte el sensor. El manual específico provee un valor exacto de acuerdo a cada temperatura registrada por el motor.

SENSORES DE POSICION DEL ACELERADOR APP.

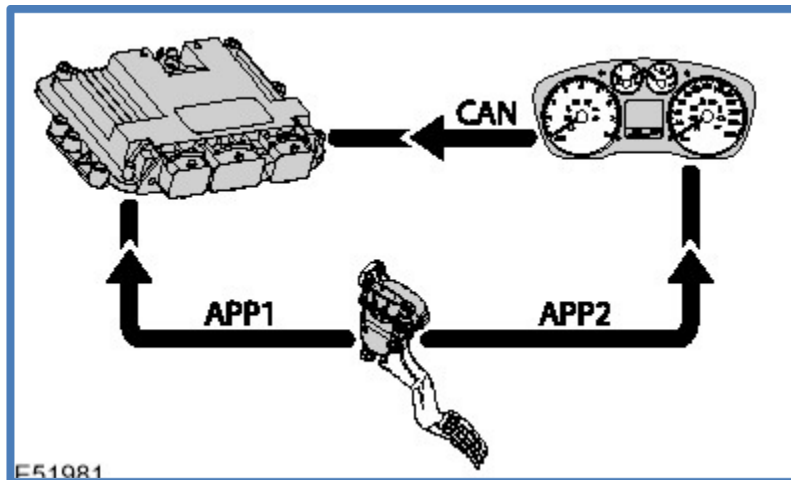
Todos los sistemas incorporan sensores de posición del pedal del acelerador, la mayoría de electrónicas disponen de mecanismos con potenciómetros los cuales van cambiando señales de voltaje de acuerdo a la posición debido a que la única conexión que existe entre la máquina y el conductor es este elemento la seguridad juega un papel fundamental para eso el pedal incorpora 2 y hasta 3 sensores que se mueven al mismo tiempo con solo oprimir el pedal , en la figura inferior se aprecia un sensor de posición del acelerador APP.



En este ejemplo se tiene un APP condossensores el PCM, dispone en este caso de una alimentación común de 5Vylas masas y las señales se llevan por cableados independientes, en el primermomento que el PCM detecta una variación fuera de unos límites muyestrictos establecidos (Tolerancia), se genera el respectivo código de falla(DTC) y el PCM limita el número de revoluciones.



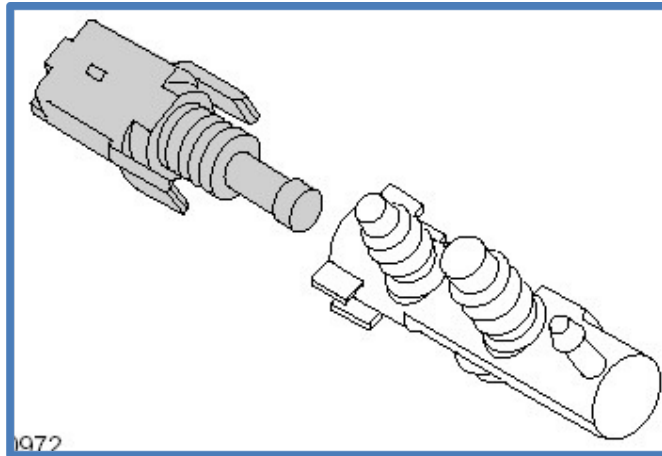
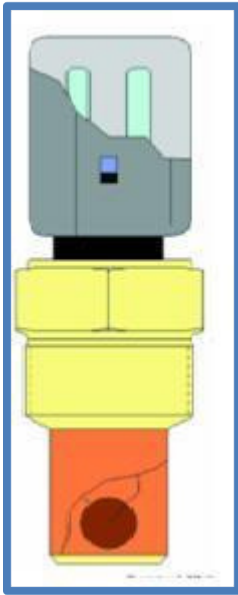
En algunos sistemas se incorpora un APP que cuenta con un método de trabajo un poco diferente, en este caso el pedal cuenta con dos sensores en su interior la diferencia es que ahora uno de los sensores genera una señal modulada PWM y el otro APP genera una señal analógica convencional pero esta no va al PCM como la anterior sino que ahora está llegando hasta algún módulo diferente al PCM y por red CAN viaja al PCM, este mecanismo busca tener una mayor seguridad, puesto que puede fallar alguna de las dos pero la otra funciona como una señal espejo de comprobación, en la siguiente gráfica se ve este sistema, el APP1 llega al PCM como una señal cuadrada y el APP2 va al IPC (Módulo de control del panel) y luego va por red CAN hasta el PCM quien es quien realmente utiliza esta señal.



SENSOR DE TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE.

El sensor de temperatura de combustible puede estar ubicado en el lugar de alta o de baja presión su función principal es monitorear un estado seguro de temperatura de combustible y ayudar al PCM a ajustar la inyección en compensación de los cambios de densidad del mismo.

El sensor funciona bajo el principio de la resistencia variable coeficiente NTC, en la figura se muestra una imagen de este.



El conector de este compuesto por dos conductores que van al PCM uno de ellos masa y otro un voltaje que cambia de acuerdo a la resistencia del sensor.

SENSOR DE PRESION DEL COMBUSTIBLE.

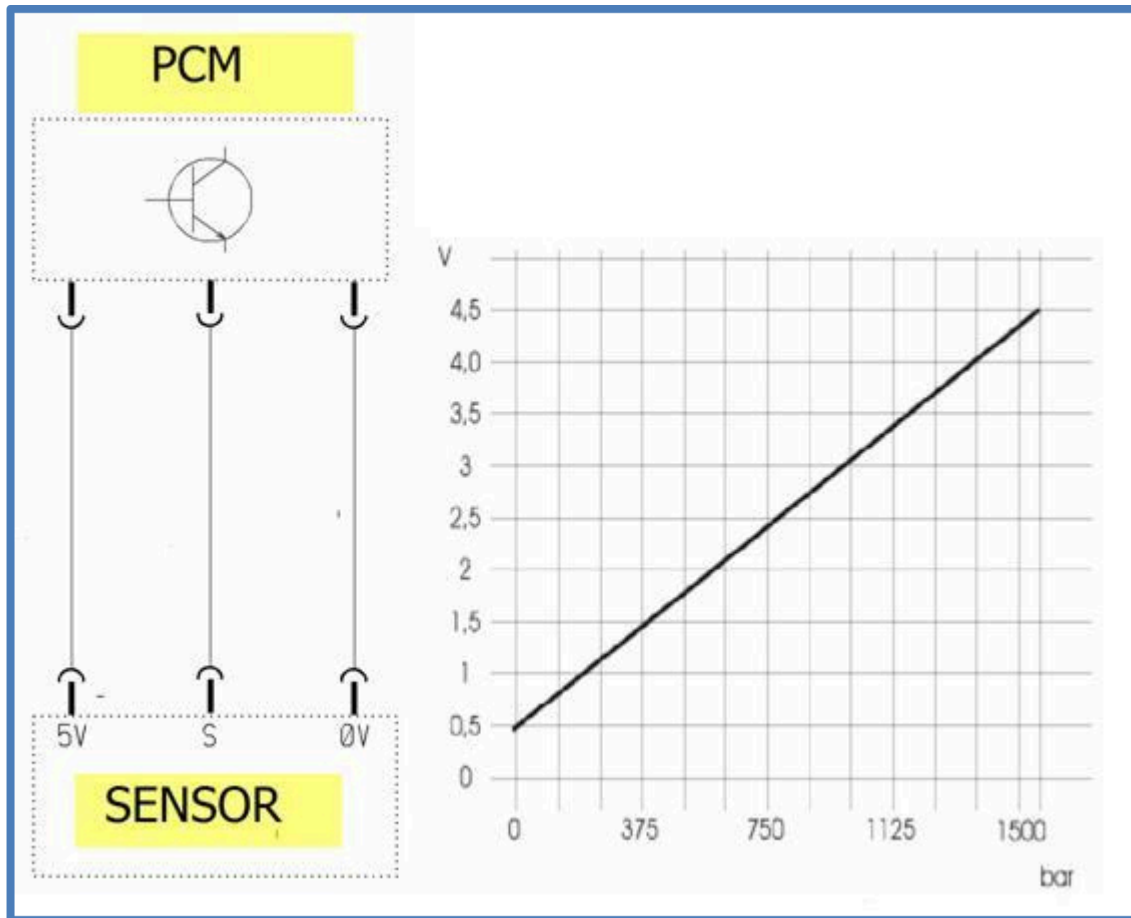
El sensor de presión de combustible evalúa permanentemente el estado de presión del riel de inyección para que luego el PCM trabaje ajustando la presión, dicho ajuste se logra modulando la activación de solenoides reguladores de presión que encuentran generalmente en la misma bomba, este control lo ejecuta el PCM trabajando en lazo cerrado, cada vez que determina que la presión excede un valor para una condición permite una determinada modulación del regulador y la presión baja o en el caso de muy baja presión modulara en sentido de aumento de presión si en algún

momento no se tiene la señal del sensor o el PCM detecta mediante su respectivo monitoreo que algo anda mal en el sensor simplemente por seguridad puede cortar cualquier funcionamiento del motor.

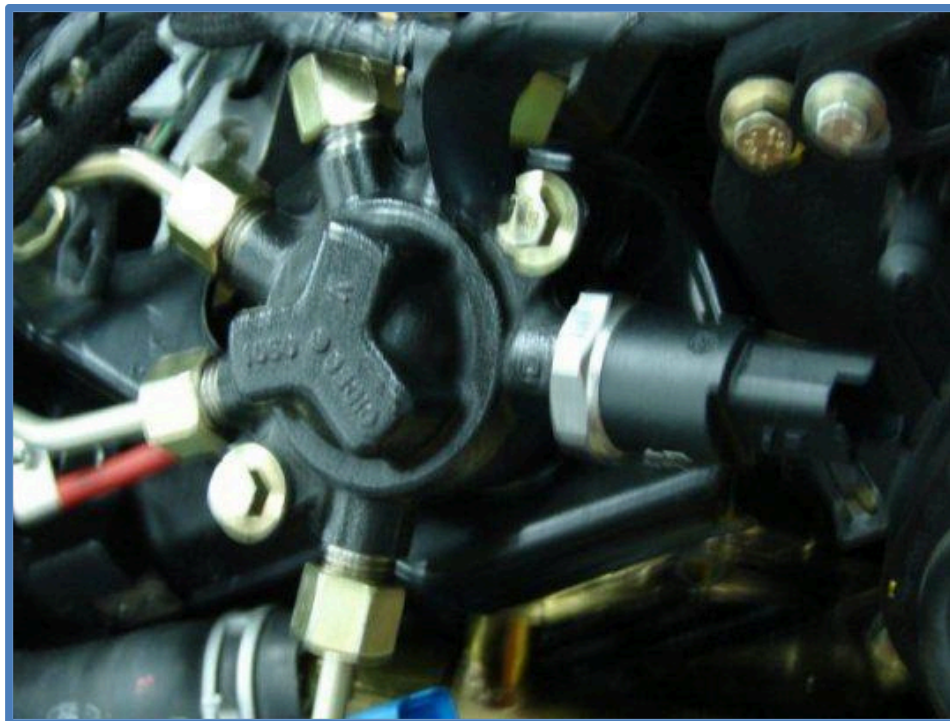
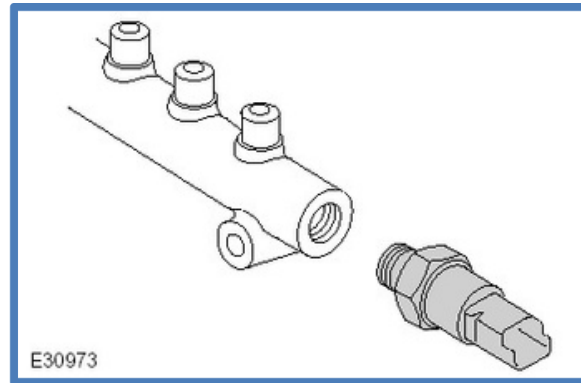
El PCM también utiliza la señal de este sensor para calcular la cantidad de inyección, determinar el inicio de la inyección.

El diagnostico que realiza el PCM sobre este sensor es muy preciso, porque no solamente analiza cortos circuitos y circuitos abiertos además permanentemente analiza de forma racional la correcta operación del mismo, por ejemplo, evalúa un extremado descenso de la presión, lo que podría llevar a una fuga o un problema en algún inyector, esta causa monitoreada generara un DTC correspondiente.

El siguiente es el cableado usual de un sensor de presión, el sensor aumenta una cantidad de voltaje de acuerdo al incremento de la presión respectiva.



El sensor va montado generalmente en el mismo riel de inyección como lo muestra la siguiente imagen.



Sensor de presión del combustible DEPHI

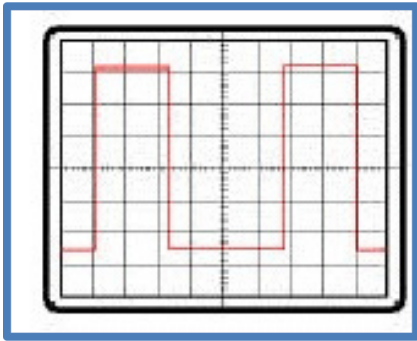
SENSORES DE VELOCIDAD.

El sensor VSS reporta la velocidad a la cual se desplaza el vehículo esta información la utiliza el PCM para controlar estrategias de velocidad constantes o también para empezar las estrategias de marcha mínima luego de una deceleración en otros casos como vehículos con transmisión automática se utiliza para gestionar las diferentes marchas además el VSS reporta por bus de datos las informaciones para que el odómetro reporte al conductor la misma.

El sensor de velocidad VSS más utilizado es efecto HALL como el mostrado en la siguiente imagen.

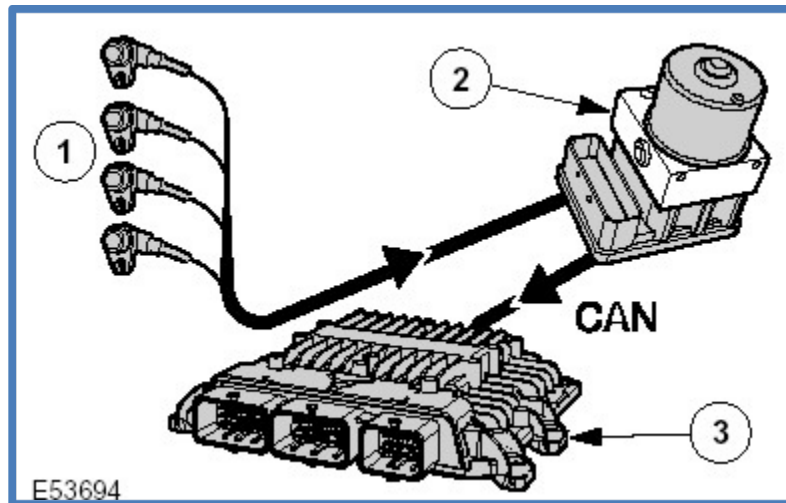


Este tipo de sensores pueden estar ubicados en la misma transmisión y su señal será cuadrada y cambiara de alto a bajo de acuerdo al movimiento, en caso de aumentar la velocidad aumentara la frecuencia de la misma y el PCM la utilizara para sus diferentes estrategias.



En el caso del sensor efecto hall la conexión electro estará dispuesta con tres cables en los cuales se encontrará 5V una Masa y la respectiva señal.

Existe otra forma de obtener la señal de velocidad del automóvil , la cual utiliza la información del sistema de frenos ABS , y en este caso el PCM recibe la velocidad no como señal directa del sensor si no como mensaje a través del bus de datos , como por ejemplo la red CAN (Control Area Network) en este caso también existen sensores pero estos van ubicados en las ruedas y el modulo del ABS la utilizara para su propia estrategia y además se la comunicara al PCM y cuantos módulos la puedan utilizar como por ejemplo el modulo del panel (IPC) para reportar la velocidad en el Odometro la siguiente imagen muestra este sistema.



1. Captores de giro de ruedas
2. Modulo ABS
3. PCM

En estos sistemas generalmente los sensores de velocidad de las ruedas son del tipo inductivo y van ubicados en cada una de las ruedas.



Y la señal correspondiente será del tipo análoga.

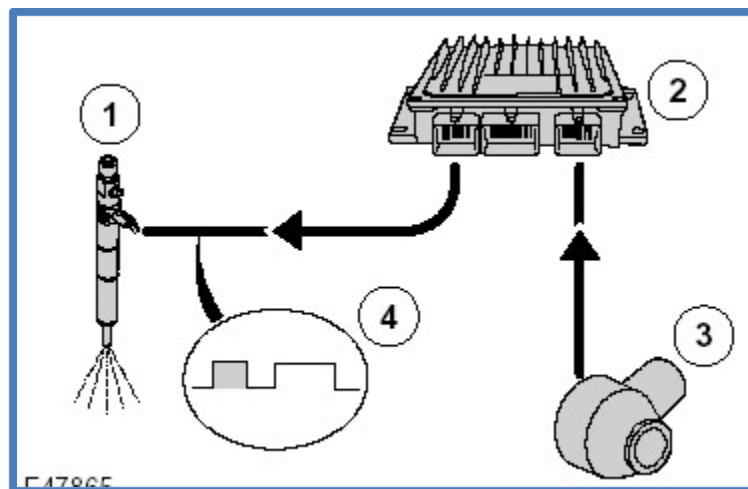


SENSORES DE DETONACION KS.

Los sensores de detonación en los motores DIESEL son utilizados para medir la vibración excesiva del motor causada por el ruido de la combustión, el PCM o el IDM utilizan esta señal para ajustar de mejor forma el avance de la inyección y también para calcular los valores adaptativos tanto de pre inyección como de inyección principal.

Esto trae un gran beneficio porque se reduce el sonido del motor y además la vibración en el mismo, lo cual puede alargar la vida de diversos componentes.

El PCM espera recibir una señal de carácter alterna en una alta frecuencia de acuerdo a la vibración del caso y de esa forma ajustara la pre e inyección principal.

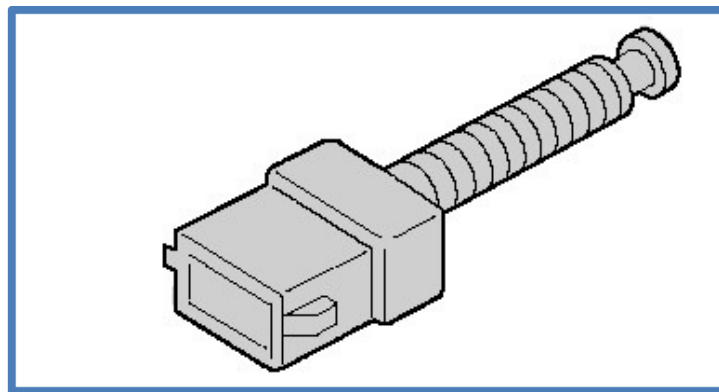


1. Inyector

2. PCM o IDM
3. Captor de detonación KS en bloque motor.
4. Adaptación Pre e Inyección principal.

SENSORES DE FRENADO BPP (Brake Pedal Position) o BOO (Brake On – Off)

Este sensor es simplemente un interruptor ubicado en el pedal del freno con el cual existe un cambio eléctrico 12 V o 0 V, de acuerdo al pisado del pedal, esta señal es usada como referencia para el control de una estrategia de marcha mínima y en la Transmisión Automática como requisito previo para modular la válvula TCC.



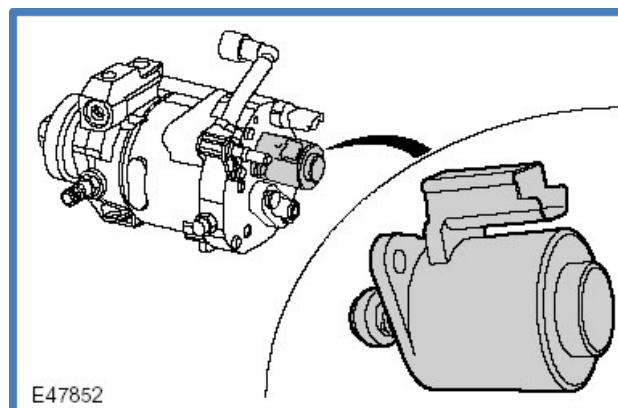
SENSORES DE EMBRAGUE. CPP (Clutch Pedal Position). Al igual que los sensores de frenado estos interruptores están ubicados ahora el embrague del vehículo esta señal la utiliza el PCM para ajustar de forma especial la inyección de combustible entre cambios de marcha y evitar los tirones del motor.

La conexión eléctrica de este tipo de sensores es muy sencilla, generalmente es un interruptor que toma alimentación de contacto y cada vez que se cierra el circuito en su interior (Pedal a fondo) manda un voltaje a un circuito al interior del PCM o el IDM.

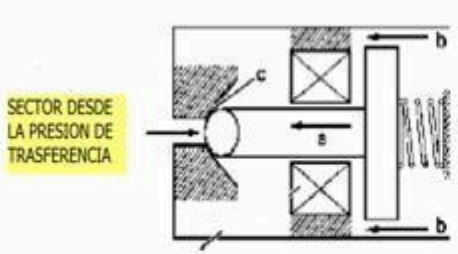
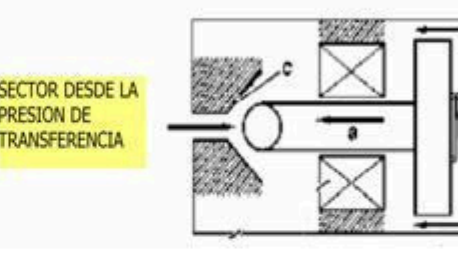
VALVULA REGULADORA DE PRESION DE COMBUSTIBLE.

Este tipo de componentes son solenoides, los cuales tienen como función mantener un nivel de presión en el sistema de acuerdo a la indicación del sensor de la presión de combustible, el PCM determina la modulación requerida para cada condición y esta válvula simplemente corta o abre el paso de la presión de transferencia hasta el mecanismo de generación de alta presión al interior de la bomba.

La ubicación es entonces justo en la bomba de alta presión, esta válvula es la que de acuerdo a su modulación permite que el vehículo encienda o no, por lo tanto, por seguridad será una válvula que en su posición de no activación corta el paso o permite un retorno directo desde la bomba de transferencia hasta el depósito.

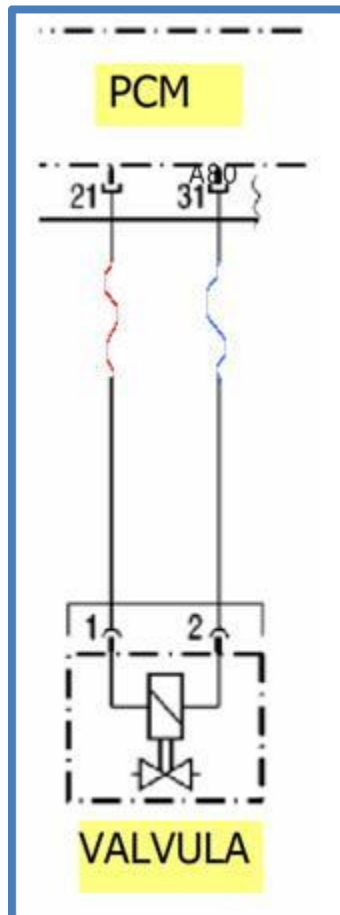


La válvula actúa como un alivio de presión para que simplemente el combustible pase o no pase al lugar de generación de alta presión, en el caso del motor apagado el resorte hala el pistón y dispone de la válvula a una posición normalmente abierta, pero en el caso de alimentar eléctricamente las bobinas el campo magnético permite vencer esa tensión del resorte y permite desplazar el pistón y cerrar el orificio, con lo cual se consigue cero retorno y se eleva la presión puesto que todo el combustible proveniente de una presión de transferencia pasa al mecanismo de generación de alta presión al interior de la bomba para evidenciar esto se muestran las siguientes dos imágenes.

CASO BAJA PRESION MEDIDA EN EL SENSOR	CASO ALTA PRESION MEDIDA EN EL SENSOR
 SECTOR DESDE LA PRESION DE TRANSFERENCIA	 SECTOR DESDE LA PRESION DE TRANSFERENCIA
El sensor de presión indica al PCM que existe baja presión en el riel de esta forma el PCM modula la válvula para que este mas tiempo cerrada y de esta forma no retorne mucho combustible con lo cual se aumenta la presión.	Si el PCM detecta alta presión en el riel de inyección mantiene mas tiempo la válvula abierta y así el combustible retorna al deposito permitiendo que la presión de transferencia no llegue al mecanismo de generación de alta presión al interior de la bomba, así bajara la presión, si el PCM no quisiera encender el motor simplemente no activa la válvula y no existe de esta forma alta presión en el riel.

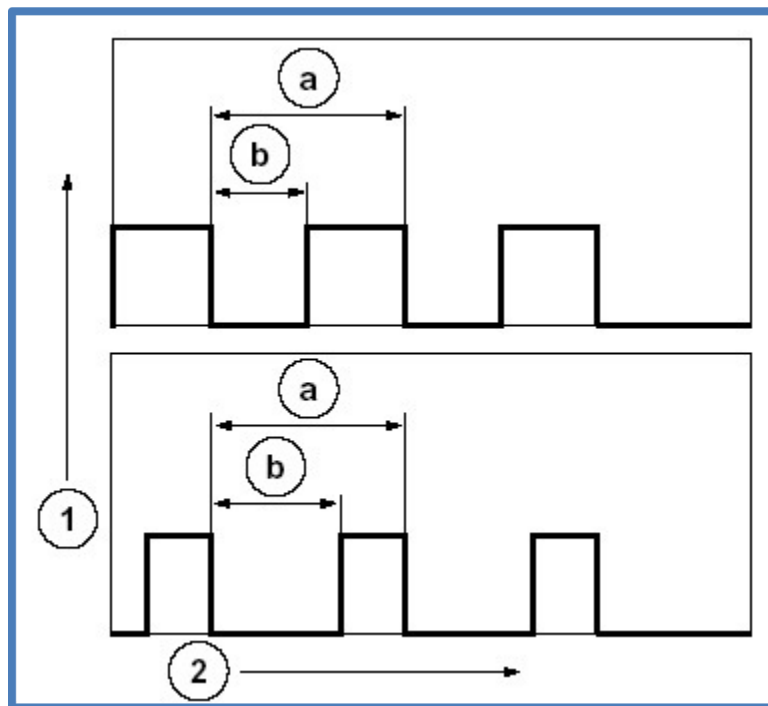
Este tipo de electro válvulas están controladas por modulación del ancho de pulso (PWM), con lo cual se puede considerar que permanentemente están en activación y desactivación y si se quisiera aumentar o disminuir la presión solo se tendría que modificar el tiempo en el cual es colocada como activa.

En la siguiente grafica se puede observar una conexión usual de este tipo de electro válvulas.



La válvula está dispuesta en todos los casos por dos conectores y el PCM o el IDM la puede modular variando el tiempo activo , esta activación será por mas o por positivo , independientemente de esa disposición es necesario analizar el ciclo de trabajo para saber cuánto más o menos la está activando el PCM.

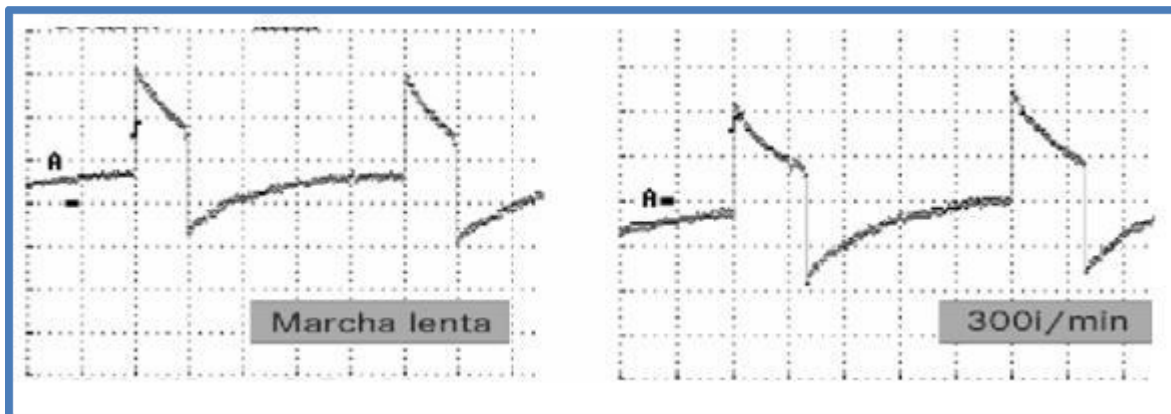
Por ejemplo, si la válvula es activada por masa y colocada permanente a positivo, podríamos tener la siguiente imagen.



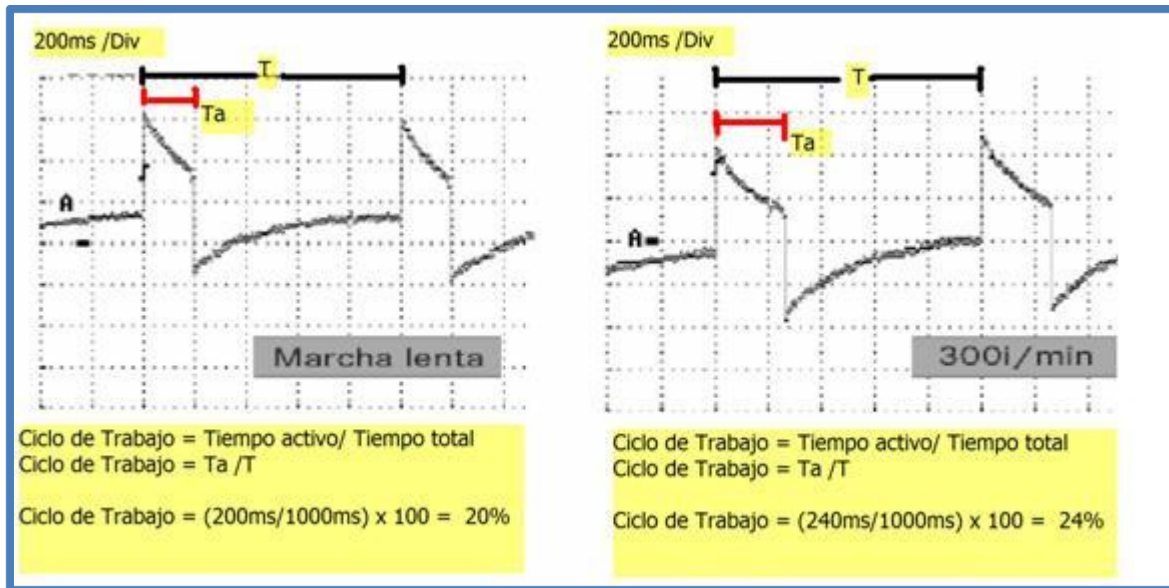
En la gráfica superior tenemos que el tiempo que está activa la válvula es b y el ciclo es a en el caso de querer aumentar un poco la presión simplemente el PCM tendría que aumentar el tiempo activo de la válvula como vemos en la señal inferior en el cual el tiempo activo b aumenta, pero el tiempo del ciclo permanece igual.

En este caso aumenta ese ciclo de trabajo.

Otra disposición podríamos encontrar si la válvula es comandada ahora por positivo en este caso podríamos observar también un cambio, pero ahora la imagen será un poco diferente.



En la gráfica se puede observar que la parte que varía ahora es la superior o sea la válvula está colocada permanentemente a masa y es controlada por positivo, si se tiene una condición de marcha lenta el ciclo de trabajo será bajo, pero si se lleva a 3000 RPM el ciclo de trabajo aumentará. En todos los casos el tiempo de un ciclo sigue siempre constante.



VALVULA DOSIFICADORA DE COMBUSTIBLE.

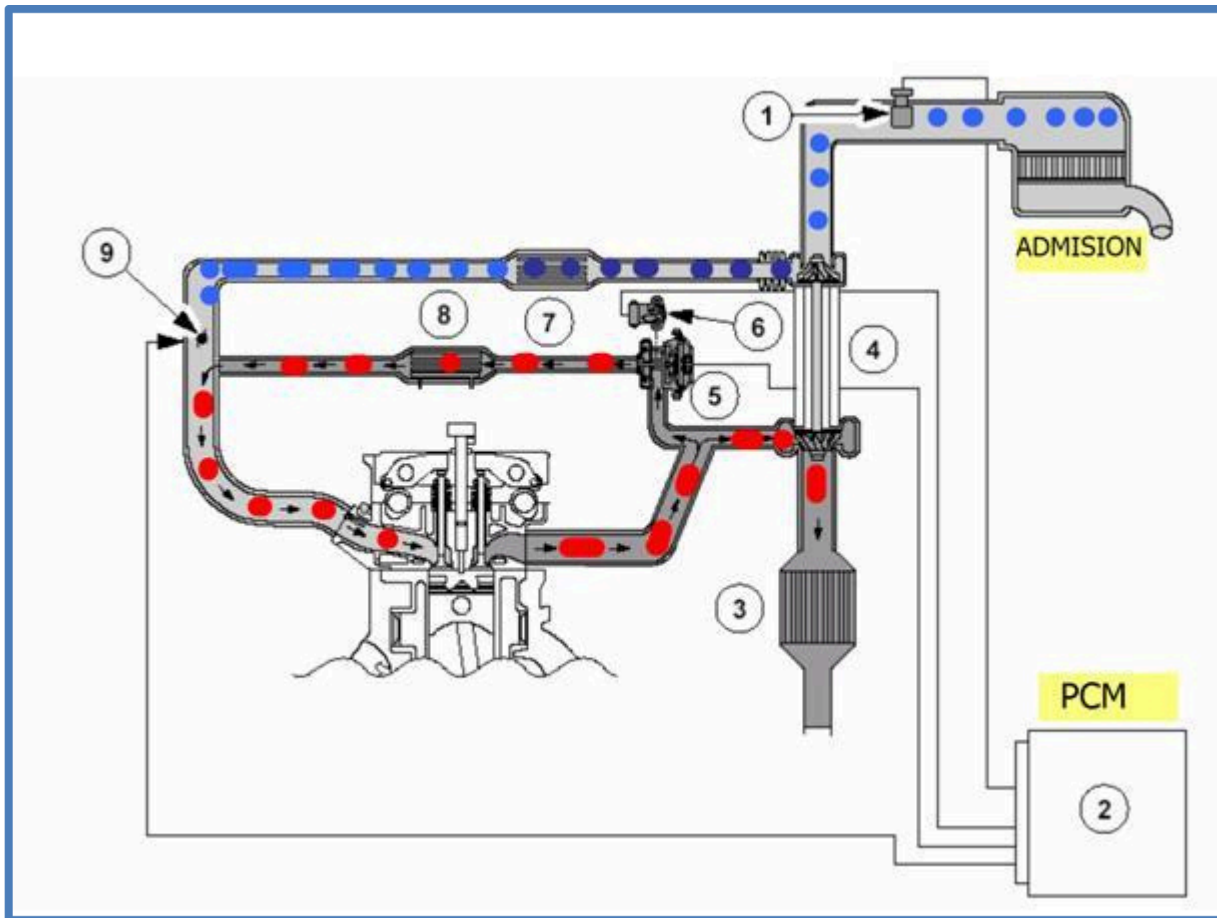
La válvula dosificadora de combustible está dispuesta en algunos modelos y actúa en conjunto con la válvula reguladora de presión y el sensor de presión de combustible en un lazo cerrado, en este caso se encarga de permitir el paso de más o menos flujo en la bomba en una cavidad especial diseñada para este fin, el método de activación es por Modulación de ancho de pulso (PWM).

La válvula dosificadora permite regular el flujo de alimentación a la bomba con lo cual se consigue generar menos consumo de potencia de la bomba en ciertas condiciones, eso quiere decir que la presión y el caudal se regulan de forma independiente.

SISTEMAS EGR.

Los sistemas EGR están diseñados para controlar la formación de NoX estos componentes se forman por la oxidación del Nitrogeno que existe en el ambiente , este componente en teoría no reacciona con el oxígeno , pero a las condiciones de presión y temperaturas existentes en la cámara de combustión se generan condiciones óptimas para este efecto , el sistema EGR persigue básicamente bajar la temperatura de la cámara de combustión en ciertas condiciones en las cual el efecto de formación de NoX es máximo para lograr esta reducción de temperatura el sistema permite un pequeño paso de gases de escape a la admisión con lo cual ingresan a la cámara de combustión gases de escape que no reaccionaran por ningún motivo puesto que ya entregaron su energía en este momento se forma al interior de la cámara un efecto anticombustionante y el calor generado en la combustión baja , lógicamente este proceso solo se puede realizar en momentos precisos puesto que no sería tolerable en muchos casos por ejemplo marcha mínima en donde una pequeña cantidad de gases de escape lograría que el motor se detuviese o simplemente fallara.

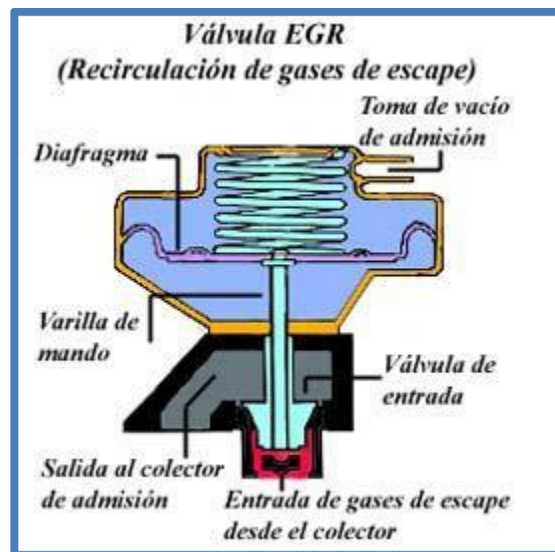
El siguiente es un ejemplo de un sistema en particular, existen varios sistemas para permitir el paso de gases de escape a la cámara de combustión.



En el esquema se puede apreciar uno de los sistemas de EGR, los gases de escapes salen por el ducto correspondiente de la derecha de la imagen camino a Turbo en donde encuentran una derivación camino a la válvula la cual está controlada por el PCM y es ahí cuando se dejan pasar gases al múltiple de admisión los cuales en este esquema pasan a través de un enfriador 8 y llegan a un punto en donde existe otra válvula controlada por el PCM la cual cierra un poco el flujo de aire para crear un efecto de vacío más

efectivo puesto que el turbo que maneja los frescos sombreados en azul sin esta válvula nunca dejarían pasar los gases puesto que la presión es mayor.

Válvulas EGR accionadas por vacío.

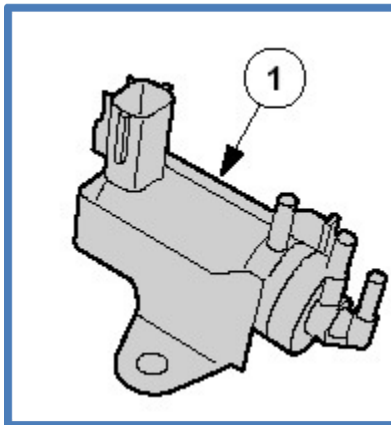


Este tipo de válvulas son controladas por vacío en la parte superior tiene una toma de vacío y esta toma comanda el movimiento del diafragma este

diafragma permite el paso de los gases de escape al múltiple de admisión , como en los motores diésel no existe vacío en el múltiple de admisión , se hace necesario operar una pequeña bomba de vacío que se encarga de tener disponible el vacío para que ahora un solenoide comandado por el PCM le coloque y le quite vacío al diafragma mostrado en la figura superior.

En algunos casos el sistema EGR está provisto por un sensor de posición del vástago, el cual el PCM utiliza para determinar la posición del mismo y poder crear códigos de válvulas trabadas.

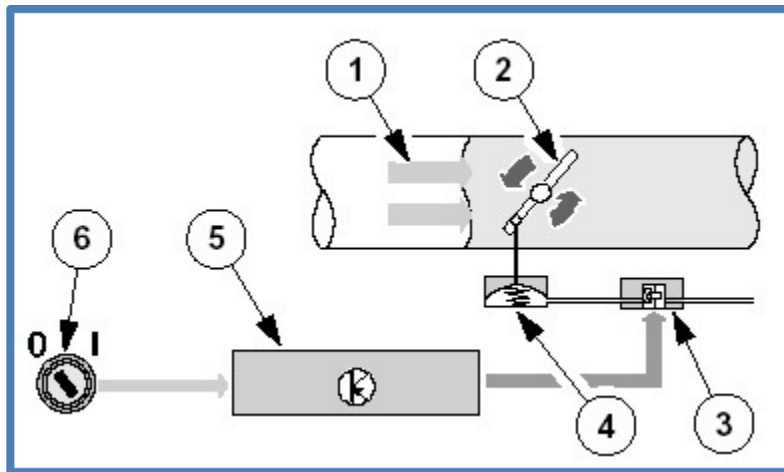
En la siguiente imagen se muestra un solenoide de estas características.



1 solenoide de la EGR.

El mecanismo encargado de crear el vacío en el múltiple de admisión es controlado también por el PCM, y la finalidad es permitir un nivel de vacío entre el múltiple y los frescos provenientes del turbo para que se a posible el

paso de los gases de escape por succión, puesto que de otra manera la alta presión no permitiría el paso.

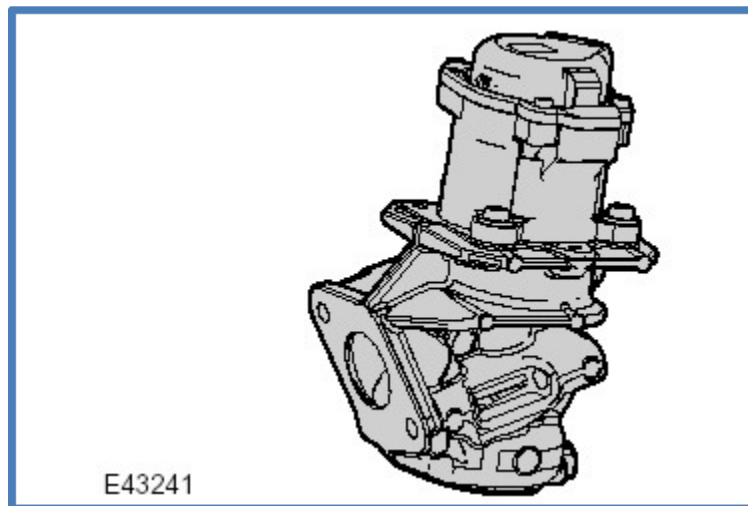


Del lado 1 se encuentra el lado del múltiple de admisión cuando el PCM 5 determina que debe operar la EGR comanda el solenoide 3 quien por un lado toma vacío de la bomba de vacío y lo pasa a la capsula 4 la cual por medio de un diafragma hala la mariposa creando una restricción al flujo y por lo tanto generando vacío del lado 1.

Todo esto se realiza con una estrategia operada por el PCM el cual esta alimentado por el interruptor 6 (contacto) si el motor se encuentra detenido KOEO el PCM opera el solenoide 3 y así quita el posible vacío que pudo quedar en la capsula 4 permitiendo que se coloque en disposición abierta nuevamente.

Válvula EGR controlada eletricamente caso bosch.

En este caso la recirculación se da simplemente porque un pasaje muy similar al caso del vacío se abre o se cierra la diferencia está radicada en que no se utiliza el vacío para esta operación si no que un motor eléctrico es accionado y permite el paso o no para tener un control mucho más efectivo este motor contiene un sensor de posición así el PCM conoce la condición exacta de abertura en la cual se encuentra la válvula y podrá determinar qué características de control eléctrico ejerce sobre sus conexiones.



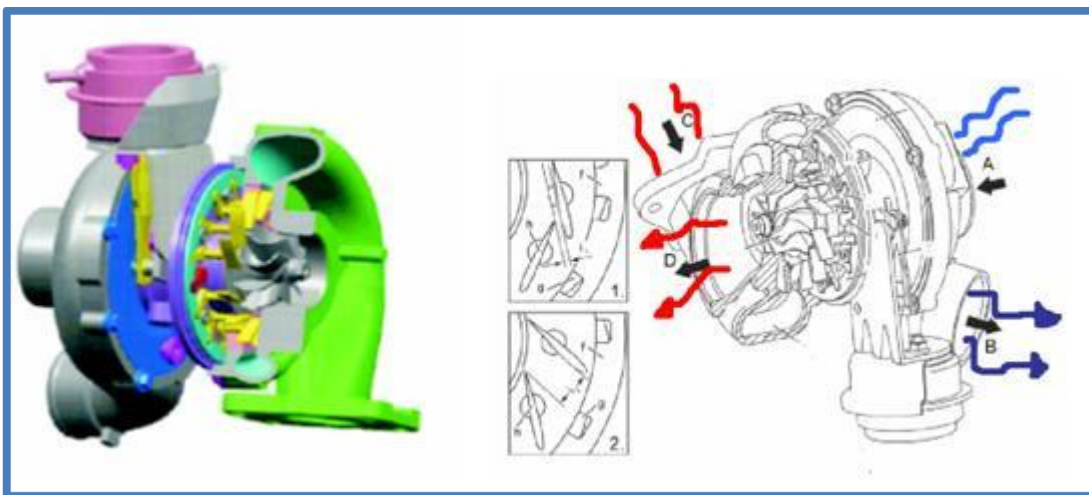
Ahora todo el control depende de la posición en la cual se encuentra el motor el siguiente es el arreglo eléctrico para este dispositivo.

El motor 2 esta dispuesto directamente a positivo y controlado por masa como muestra la figura, el control es realizado por el PCM 1 y la señal respectiva será PWM por otro lado el sensor de posición 4 esta alimentado con 5V y anclado a masa del PCM y genera una señal de voltaje variable de acuerdo ala la posición del motor como muestra la figura con verde esta señal va por supuesto al PCM y es usada para el control preciso y el monitoreo.

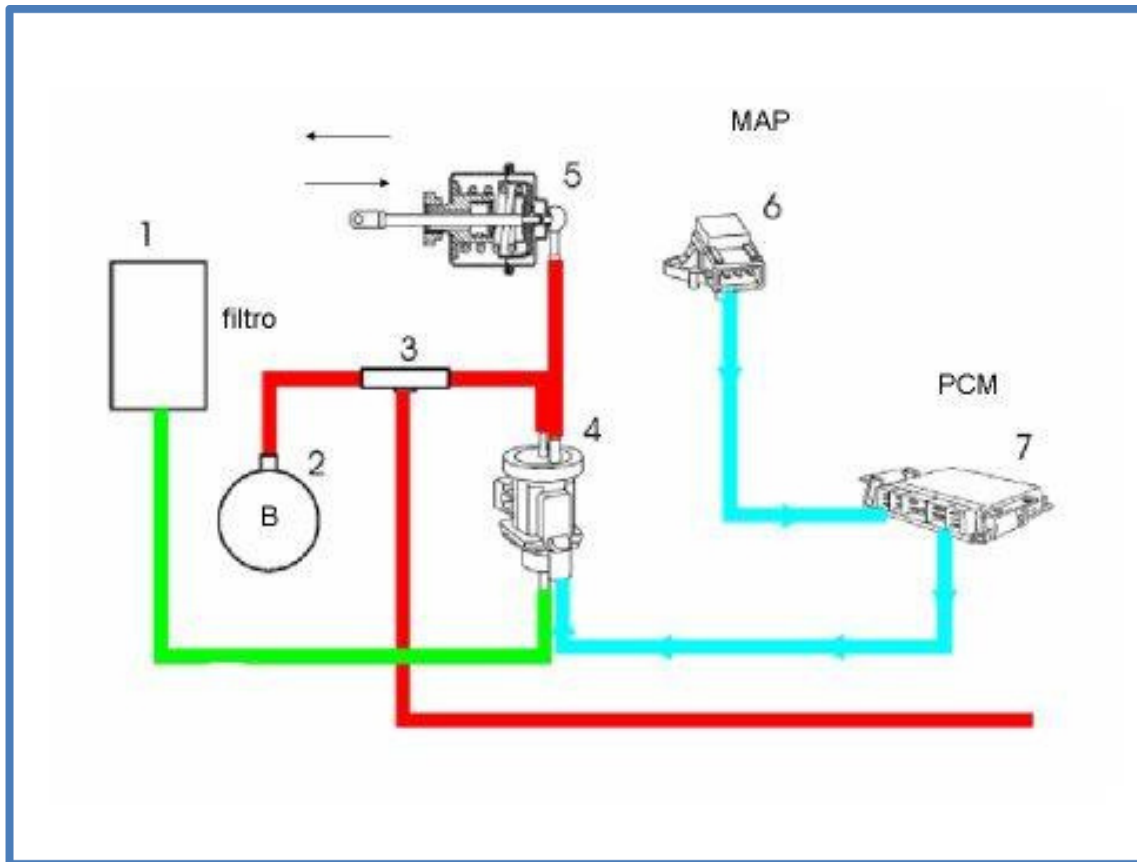
CONTROLES SOBRE EL TURBO.

El turbo compresor es un elemento encargado de elevar la presión del múltiple de admisión para elevar de esa forma la eficiencia del motor y en casos de extrema altura compensa un poco el efecto de pérdida de eficiencia por baja presión Atmosférica.

Los nuevos sistemas incorporan turbos capaces de modificar la posición de su alavés y de esta forma tener mayor control de la presión del múltiple de admisión a diferentes cargas del motor, es así como en una condición de marcha mínima no es necesaria la máxima carga generada por el turbo y se puede disponer de una condición de menos generación de presión.

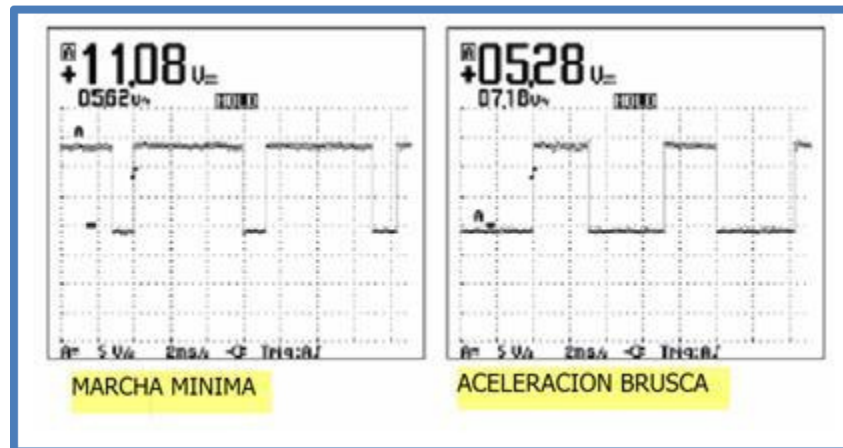


El sistema logra incorporar un mecanismo que actúa sobre los gases de escape que entran a la turbina variando así su ángulo de accionamiento sobre las aspas de la turbina y por lo tanto controla de forma directa la presión que esta es capaz de generar al otro lado en el compresor toda la estrategia se basa en accionar un vástago que mueve el juego de alavés en el turbo el final control de estos alavés está dispuesto por el PCM en el esquema se puede apreciar que los gases de escape están sombreados con rojo entrando por C y saliendo por D y el aire ingresa en baja presión en A y sale por B a una presión ahora regulada por el mecanismo variable del turbo, todo se basa ahora en hacer mover los alavés esto se logra con un vástago como se muestra en la figura inferior



En el esquema se puede apreciar que el PCM 7 toma la lectura del MAP para conocer la presión del múltiple ahora en el caso de querer disponer de un control sobre esa presión solo tendría que activar por PWM el solenoide 4 quien coloca vacío al diafragma 5 este vacío lo toma de la línea 3 la cual está colocada a una bomba de vacío que permanentemente está en movimiento por el mismo motor del vehículo al tener vacío el diafragma logra mover hacia un lado y otro el vástago indicado por flechas y estos modificaran la condición de los alavés en la parte de la turbina del turbo.

Todo el control electrónico es realizado por el PCM sobre el solenoide en el oscilograma inferior se aprecia el caso de un solenoide de este tipo activado por masa.



A medida que es requerido mayor grado de presión se aumenta el ciclo de trabajo como lo muestra el oscilograma.

En la siguiente imagen se puede observar dos vistas de un turbo controlado electrónicamente por el PCM



Los gases de escape se disponen a accionar la turbina como se muestra, pero en la siguiente vista se aprecia el mecanismo que accionado por el vacío y

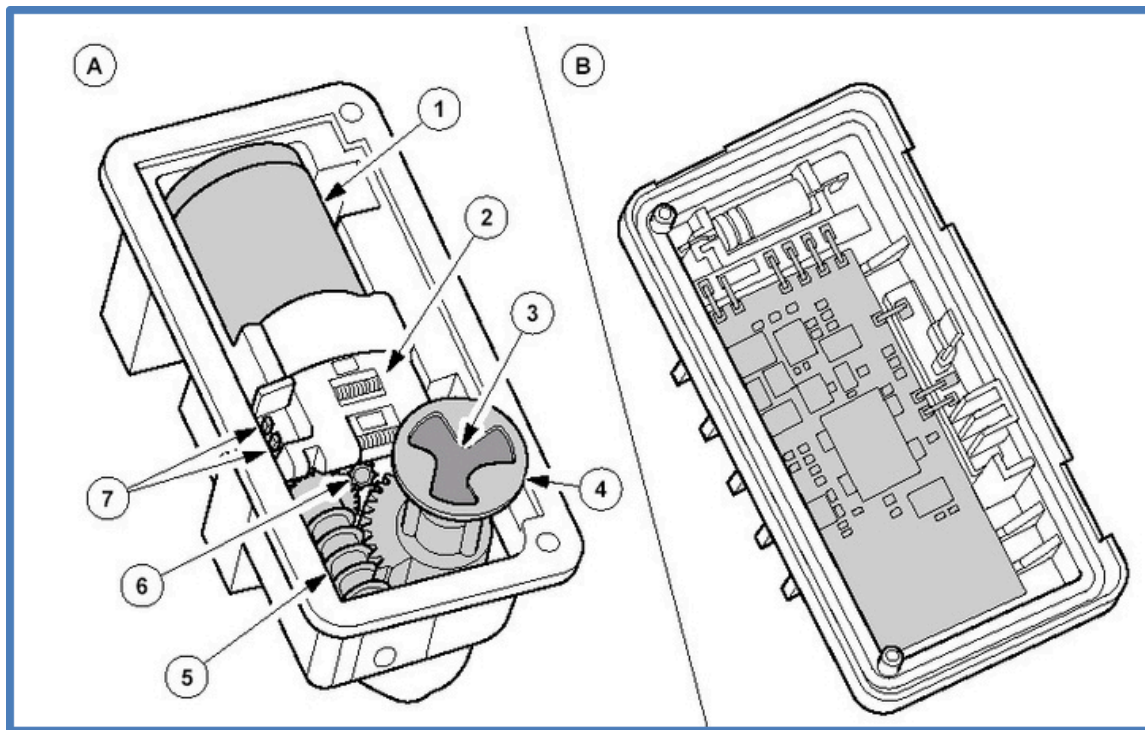
controlado por el PCM permite el movimiento del alavés que luego direccional el flujo y varían la carga de acuerdo a las condiciones del motor.



Control electrónico del turbo caso DELPHI.

En este caso el ajuste de los alavés del turbo es similar la diferencia en este caso es que el movimiento de los alavés no es activado por vacío si no que un mecanismo eléctrico dispone de este movimiento para esto una unidad electrónica montada en la misma estructura de todo el mecanismo se comunica permanentemente con el PCM por red CAN y conoce de esta forma los niveles de ajuste requeridos, este control se hace muy preciso puesto que el control incorpora sensores que indican la posición exacta del motor que mueve los alavés y así se hace mucho más eficiente.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de este mecanismo.



El sistema opera accionando el motor DC 1 el cual mueve el tornillo sin fin 5 por medio del piñón de ataque 6 hacia un lado y hacia el otro lo que quiere decir que el modulo le invierte la polaridad al motor para operarlo eficientemente debe conocer su posición exacta y eso lo logra con el sensor 3 el cual es un sensor inductivo una vez logrado este accionamiento el eje 4 modifica las condiciones de posición de los alavés del turbo en el lado B se puede apreciar la unidad electrónica que hace parte del mismo conjuntó y se une al sistema mediante los contactos del motor 7 esta unidad presenta permanente comunicación con el PCM por medio de red CAN el sistema también incorpora un sensor de temperatura al interior del mecanismo el cual operara el sistema hasta una temperatura segura de 160 grados celcios

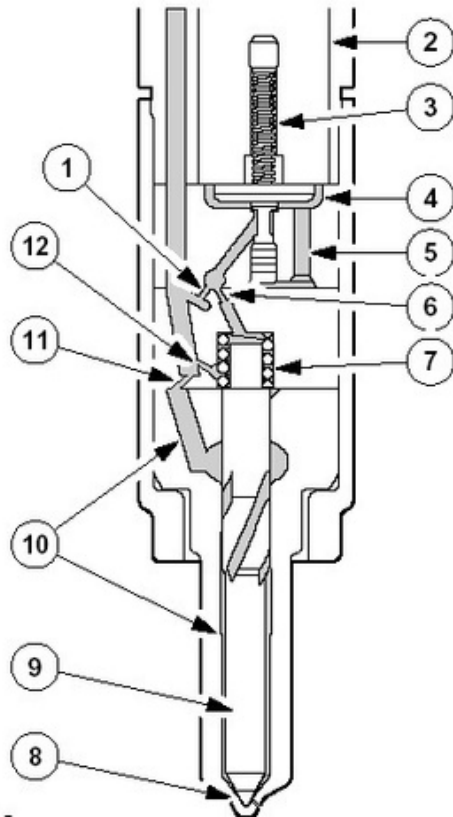
en el caso de superarla limita las revoluciones del motor para prevenir un agarrotamiento de los alavés.

CONTROL ELECTRONICO DE LOS INYECTORES.

Para el control electrónico de los inyectores se analizará el funcionamiento de forma individual de acuerdo a cada Marca.

Inyectores Delphi.

El inyector cuenta con los siguientes componentes.



1.Paso superior de alimentación de la cámara recontrol

2.Solenoid

3.Muelle del solenoide

4.Aguja de válvula

5.Orificio de salida

6.Paso de salida de la cámara de control 6

7.Cámara de control

8.Orificios del inyector

9.Aguja del inyector

10.Precámara del inyector

11.Paso de alimentación de la

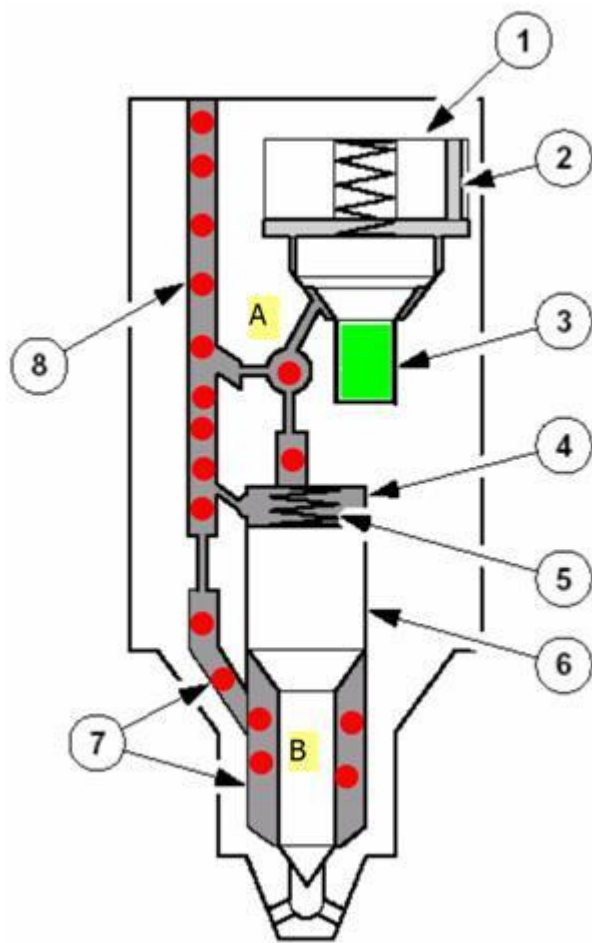
	precámara del inyector 12.Paso inferior de alimentación de la cámara de control
--	--

Bueno en la entrada de combustible del inyector se encuentra disponible en todo momento alta presión la cual está regulada por el sistema de la bomba que será explicada posteriormente.

El funcionamiento del inyector está provisto de una reacción tan rápida que alcanza activaciones a los 0.3 ms.

Inicialmente el inyector se encuentra cerrado, aunque se tenga la presión máxima en la rampa si no circula corriente por el inyector no existirá inyección, en la gráfica inferior se puede observar una gráfica con esta disposición.

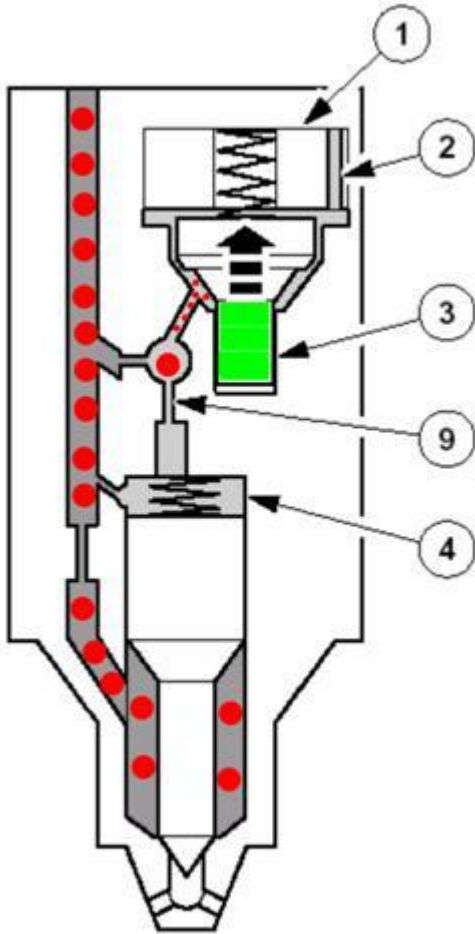
<i> inyector cerrado</i>	El inyector se encuentra cerrado tanto en el punto A como en el punto B la presión es igual y con la ayuda del resorte 5 se mantiene cerrado el vástago 6 sobre la tobera, el color rojo representa la presión alta, y la válvula verde en esta condición se encuentra también cerrada
	1.Solenoide 2.Retorno de combustible 3.Aguja de válvula 4.Cámara de control 5.Muelle del inyector



6.Aguja del inyector

7.Precámara del inyector

8.Alimentación de combustible 8

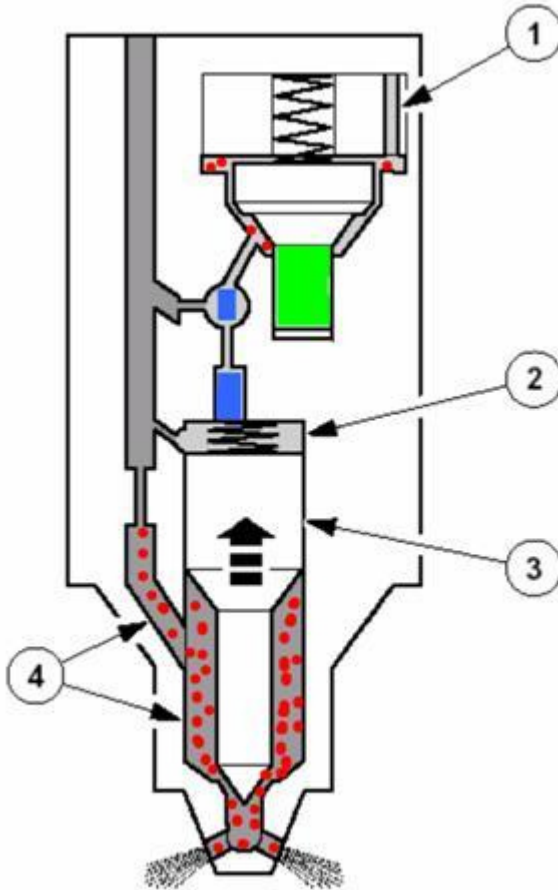


En este momento comienza a circular corriente por la bobina del inyector la válvula 3 sombreada con verde comienza a desplazarse puesto que el solenoide alivia la presión del resorte con el campo electromagnético, pero en estas condiciones todavía se encuentra la tobera en condición cerrada, esta activación se puede realizar por parte del PCM o puede ser como es el caso de DELPHI se utiliza un módulo Driver llamado IDM (Injector Driver Module).

Una vez que se logra una apertura del pasaje de descarga sombreado con verde existe una diferencia de presiones entre la parte inferior del vástago y la

inyector Abierto

cámara superior sombreada con azul con lo cual se vence la tensión del resorte y de esta forma la presión inferior logra desplazar el vástago y el combustible sale por el orificio de la tobera ahora descubierto, en este momento el control del inyector que necesito 12 A para mover la bobina puede permitir mantenerla abierta con una corriente cercana a los 6 A, esta estrategia la hace directamente el módulo de control que puede ser el PCM o el IDM. El tiempo que permanece el inyector abierto es el tiempo que ingresa combustible a la cámara de combustión.



1. Retorno de combustible

2. Cámara de control

3. Aguja del inyector

4. Precámara del inyector

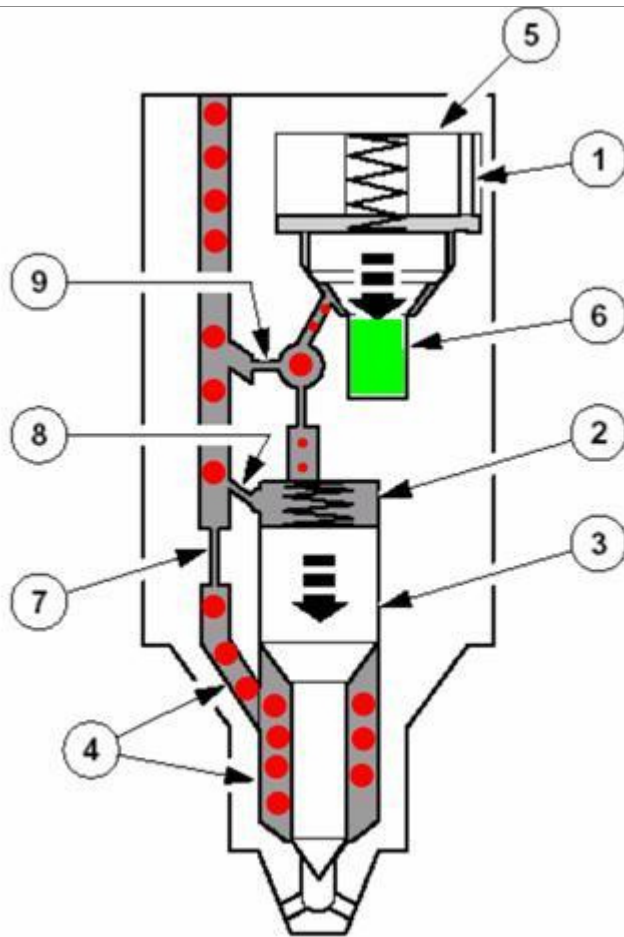
5. Solenoide

6. Aguja de válvula

7. Paso de alimentación de la precámara del Inyector

	8.Paso inferior de alimentación de la cámara de control 9.Paso superior de alimentación de la cámara de control
--	---

<i> inyector cerrado fin de inyección.</i>	En este momento solo es necesario cortar el suministro de corriente al inyector, para que el pasaje sombreado con verde se cierre y de esta manera ahora las dos cámaras tanto la superior como la inferior quedan al mismo nivel de presión y sobre el vástago queda ahora la presión adicional del resorte que lo coloca en una disposición de cerrado obturando la tobera y no permitiendo la salida de combustible.
--	--



1. Retorno de combustible

2. Cámara de control

3. Aguja del inyector

4. Precámara del inyector

5. Solenoide

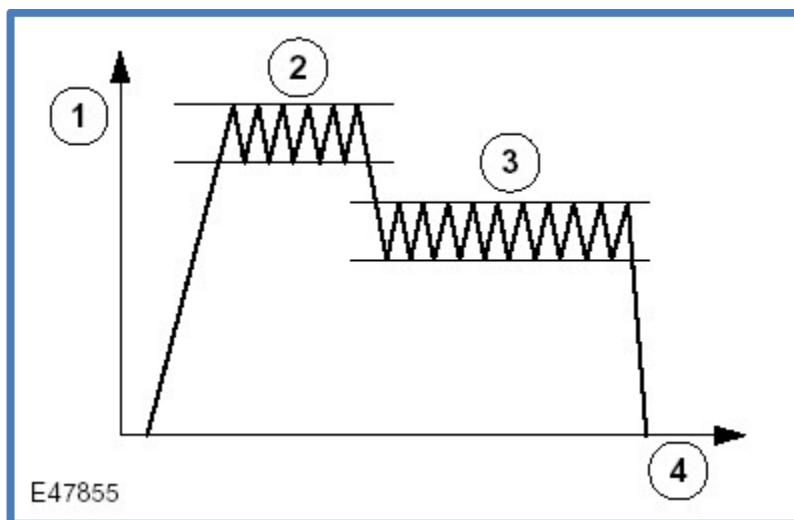
6. Aguja de válvula

7. Paso de alimentación de la precámara del Inyector

8. Paso inferior de alimentación de la cámara de

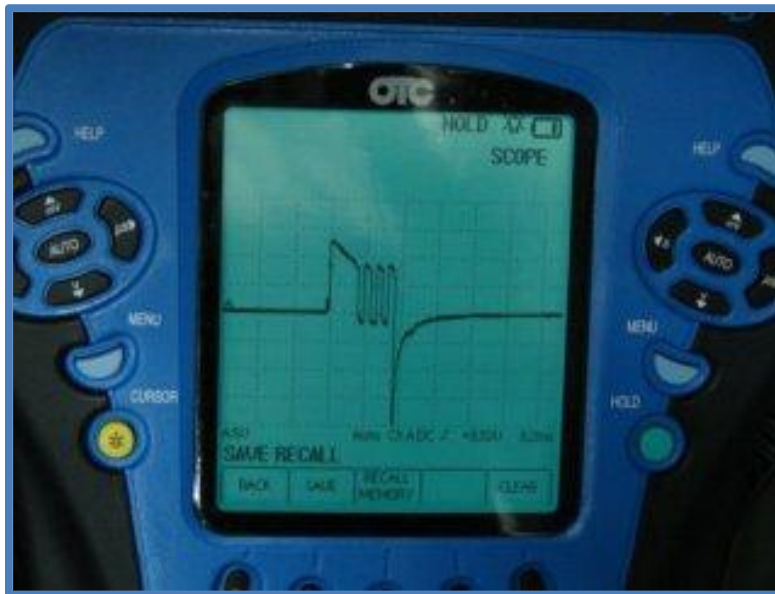
	control
	9. Paso superior de alimentación de la cámara de control

Este tipo de inyectores es activado por medio de un conexionado de dos cables con los cuales se logra colocar la corriente requerida para la apertura de cada uno de los inyectores es así como la inyección se da en varias fases en donde se coloca inicialmente una corriente aproximada de 12 A y luego se mantiene abierto con una corriente inferior en la gráfica siguiente se muestra una gráfica explicando las diferentes fases.

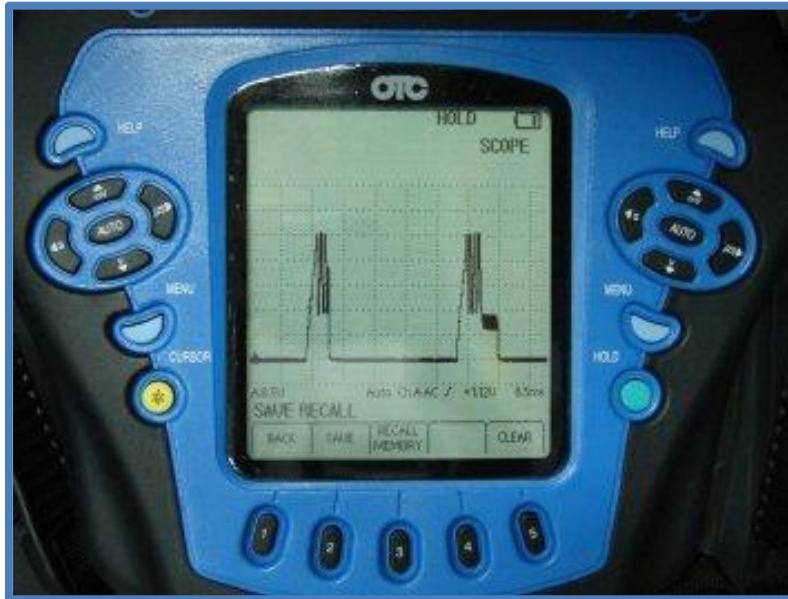


1. Corriente (en A)

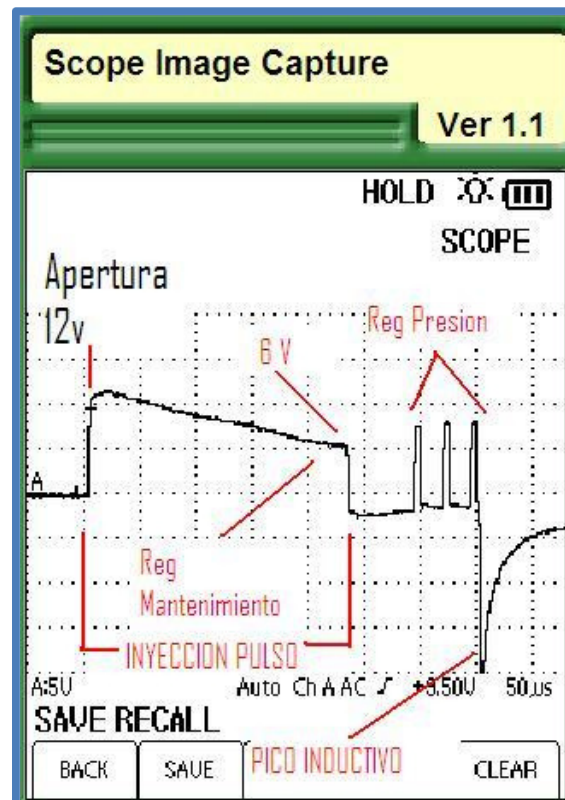
2. Corriente de excitación
3. Corriente de mantenimiento
4. Tiempo 4



Modulación del Voltaje.

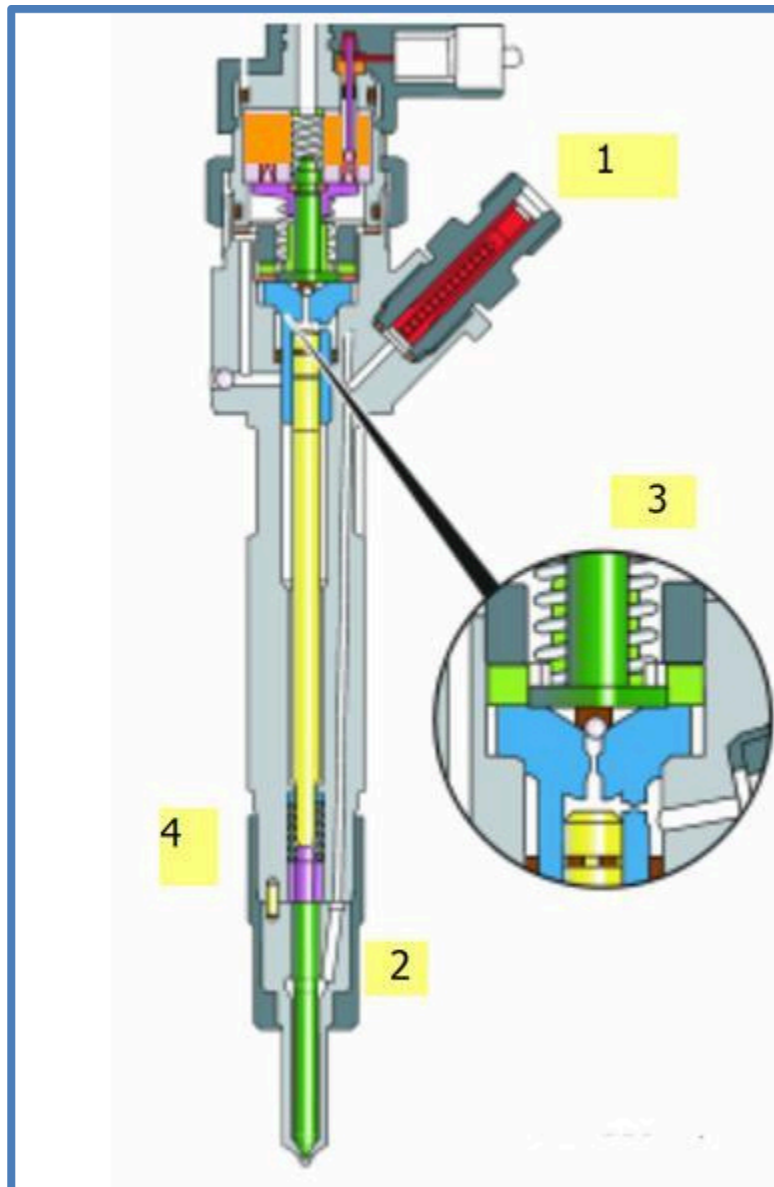


Limitación de la corriente.



Como todos los inyectores tienen condiciones mecánicas diferentes y su vida útil va cambiando existe un proceso de adaptación que realiza el IDM el cual tarda cerca de 900 seg. en donde de acuerdo al orden de encendido analiza la corriente que circula por las bobinas y así corrige los valores de tiempo en este momento se suspende la pre inyección para realizar esta adaptación el IDM debe reportar unas condiciones estable en las cuales el motor debe estar cercano a 3500 RPM la velocidad del vehículo debe ser cercana a los 50 Km/h y una temperatura adecuada DE 70 C , el IDM compara el tema de la corriente con la señal enviada del KS y de esta forma adapta valores para un buen funcionamiento si en algún momento se suspende la adaptación el IDM debe esperar hasta una próxima oportunidad donde pueda realizar el proceso completo.

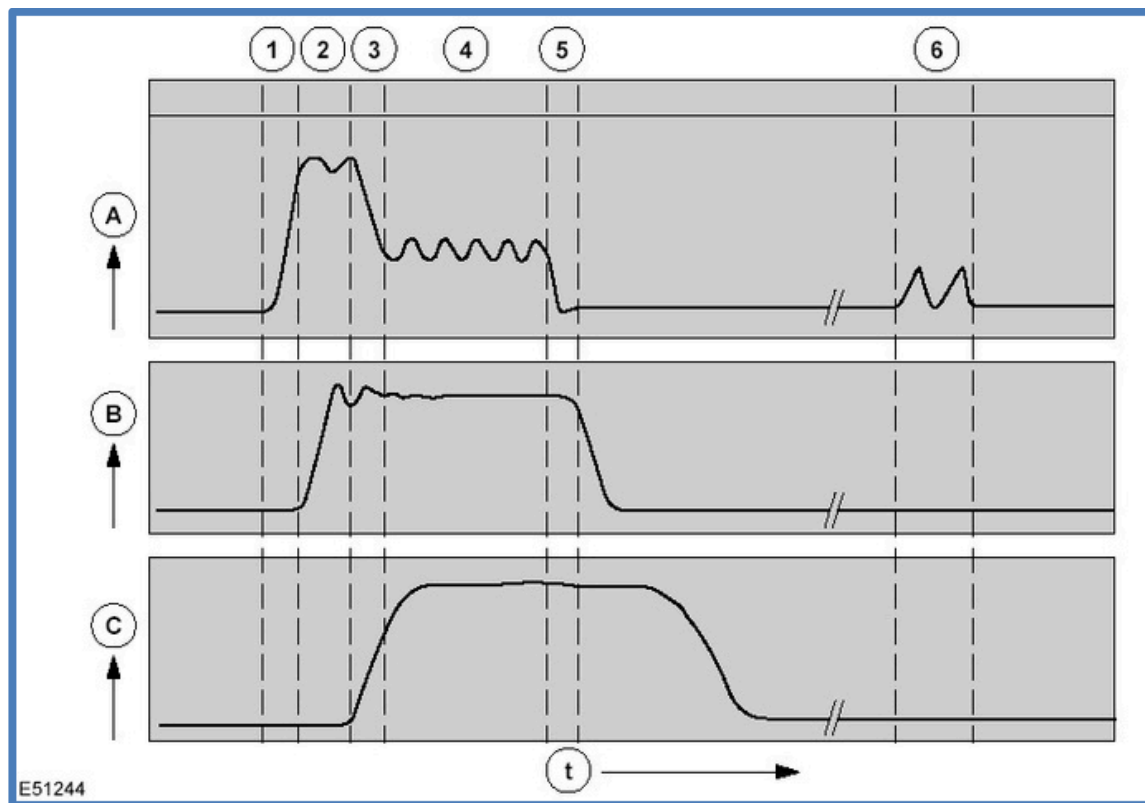
Inyectores BOSCH.



En el inyector existen dos cámaras mostradas en la imagen superior 2 y 3 el combustible proveniente del sistema de alta presión (Bomba) ingresa por 1 y toma dos caminos uno hacia la cámara inferior 2 y la cámara superior 3 como en este momento las presiones son iguales sobre el vástago que tapa la tobera existe la presión del resorte 4 , ahora todo el tema es permitir una caída de presión en la cámara superior 3 esta caída de presión se logra accionando un solenoide que retrae el resorte mostrado en el detalle 3 y así ese balín permite el paso del combustible que se encuentra en esa cámara a

un paso de retorno al depósito con esto la presión alta queda enfrentada a la presión que ejerce el resorte 4 logrando vencer el resorte desplazando la tobera y permitiendo el paso del combustible al interior a la cámara de combustión.

El comando del inyector se realiza en varias fases mostradas en la siguiente gráfica.



En la fase 1 se denomina **FASE DE APERTURA** existe una corriente inicial que el PCM coloca sobre el solenoide de 20 A esto lo hace a un voltaje de 100 V aprox que el PCM coloca en un circuito de amplificación y es ayudada por un condensador al interior se realiza a este voltaje para lograr una rápida activación.

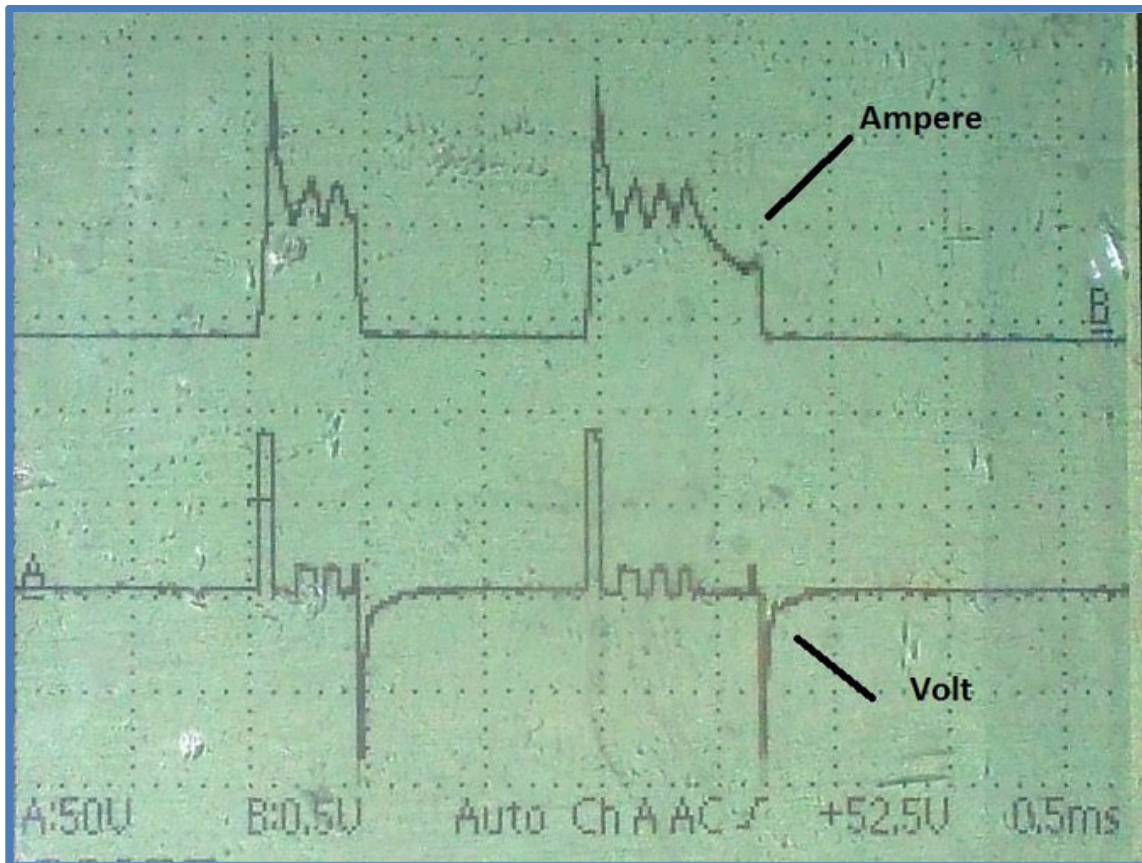
En la fase **2 CORRIENTE DE ATRACCION**, el PCM vuelve a la alimentación de la batería y mantiene los 20 A de suministro con esto evita el sobrecalentamiento por potencia eléctrica. Luego se aprecia la fase 3 TRANSICION A RETENCION.

En la fase **4 CORRIENTE DE RETENCION**, el PCM mantiene el voltaje de 12V, pero reduce la corriente sobre el solenoide a aproximadamente 12 A así contribuye a evitar el sobrecalentamiento del PCM, en esa reducción de corriente se libera energía la cual es enviada al condensador y almacenada para ser usada después.

En la fase **5 DESCONEXION**, el PCM corta toda la corriente al solenoide en este momento toda la energía liberada va al condensador para una fase de recarga 6 eso quiere decir que entre cada inyección existe un periodo en el cual se sigue cargando el condensador, esto ayuda a mantenerlo cargado para el siguiente ciclo.

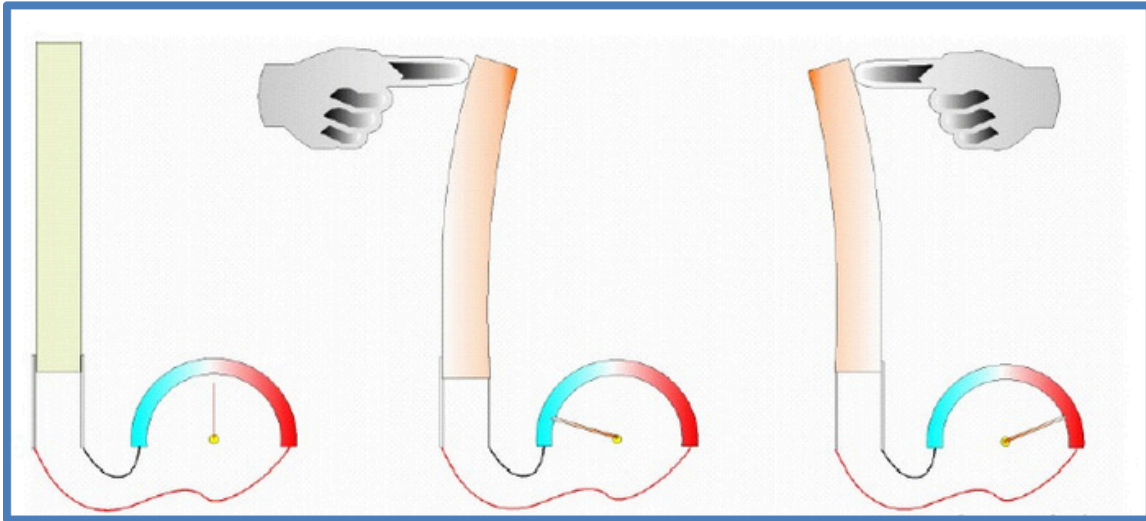
En la gráfica **B** se aprecia la carrera de la aguja y en la **C** la cantidad de combustible, es interesante analizar que aunque se realicen todos los ajustes de corriente y voltaje la cantidad de combustible entregado conserva una curva muy estable.

Para el diagnostico el PCM utiliza el análisis de la corriente y la compara con un tiempo lógico así puede diagnosticar inyectores fuera de tolerancias.



Inyectores SIEMENS- CONTINENTAL.

La operación de estos inyectores trabaja con un electro llamado piezo eléctrico, el piezo eléctrico es un cristal que cambia de tamaño cuando se somete a un impulso eléctrico y es capaz de generar un impulso eléctrico si se fuerza a cambiar deformándolo en la siguiente grafica se muestra un ejemplo de esta afirmación.



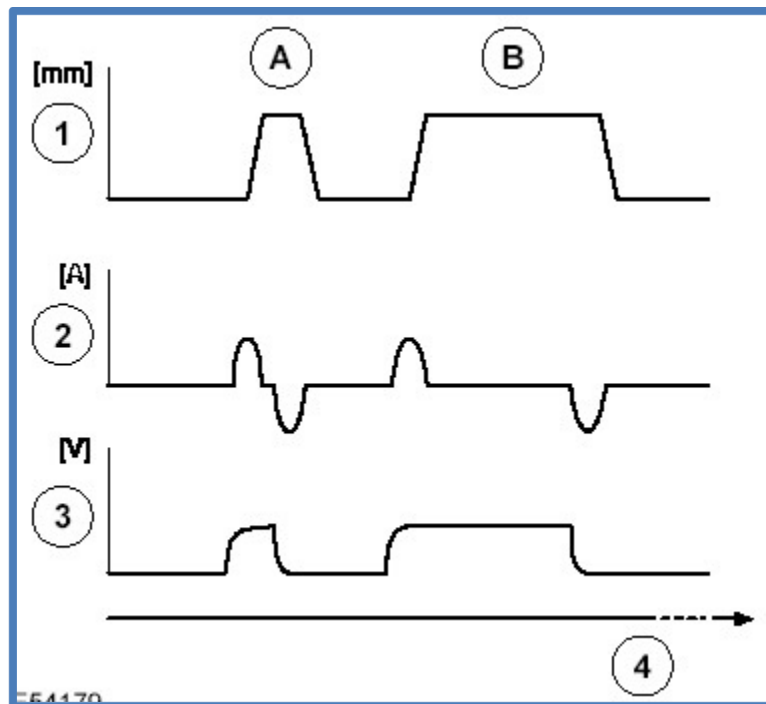
Ahora el solenoide es remplazado por un elemento Piezoelectrico, con el cual el PCM dispone del mecanismo al interior del inyector que realiza las diferencias de presiones y permite el desplazamiento del vástago y la salida de combustible al cilindro para este fin el PCM dispone sobre el piezoelectrico una tensión inicial de unos 70 V por un tiempo de 0,2ms al interior los cristales logran elevar este voltaje a unos 140 V esto toma otros 0,2 ms esto lo logra con una corriente de aprox. 7ª a este proceso se le llama TENSION DE CARGA y CORRIENTE DE CARGA.

El aumento de tensión se logra gracias al contacto entre los mismos cristales los cuales logran multiplicar el efecto de voltaje.

Para terminar el proceso de inyección es necesario colocar otro impulso de tensión final llamado TIEMPO DE DESCARGA esto toma alrededor de 0,2 ms.

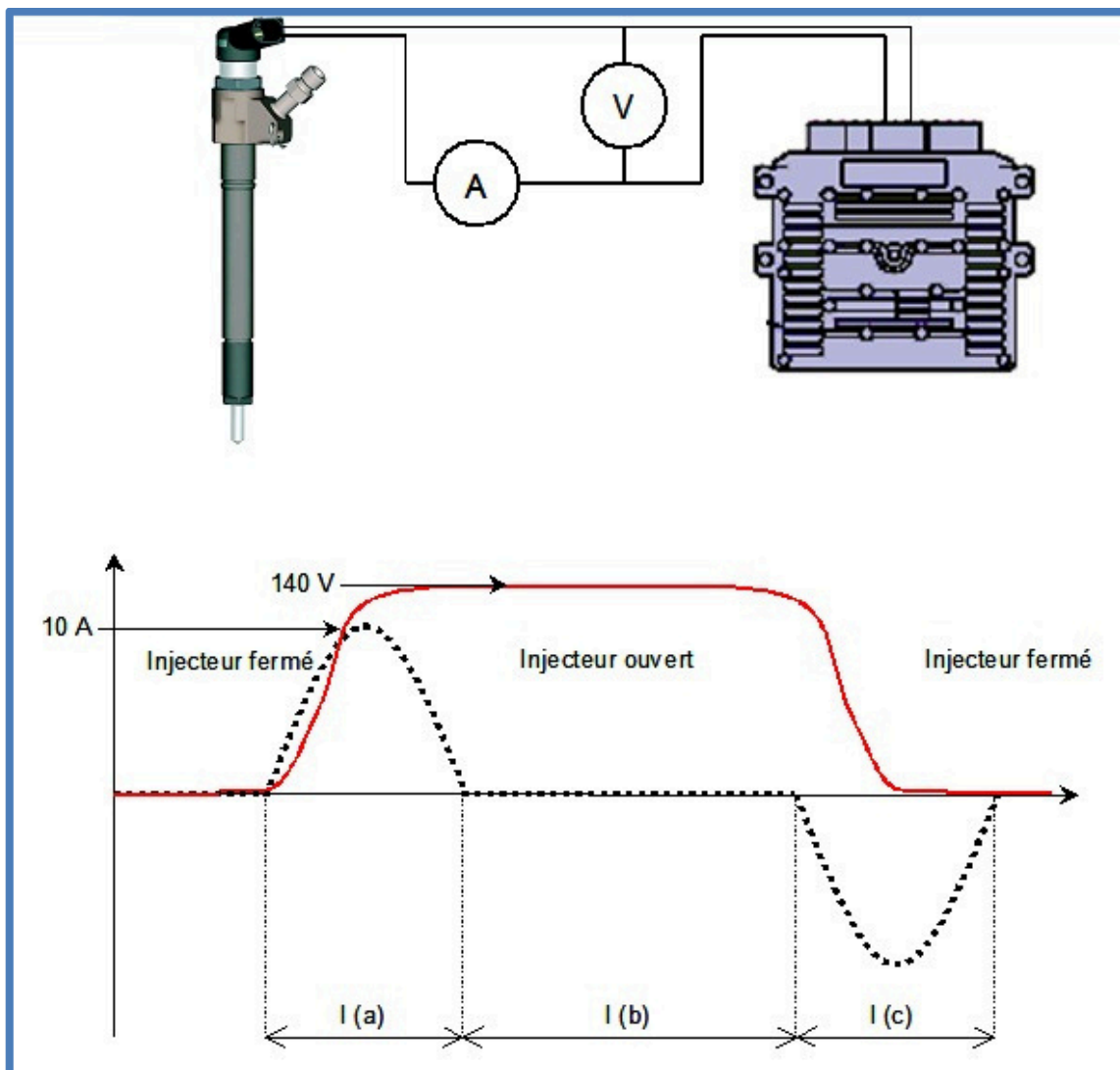
En la siguiente grafica se aprecia la relación de corriente, desplazamiento de la aguja del inyector.

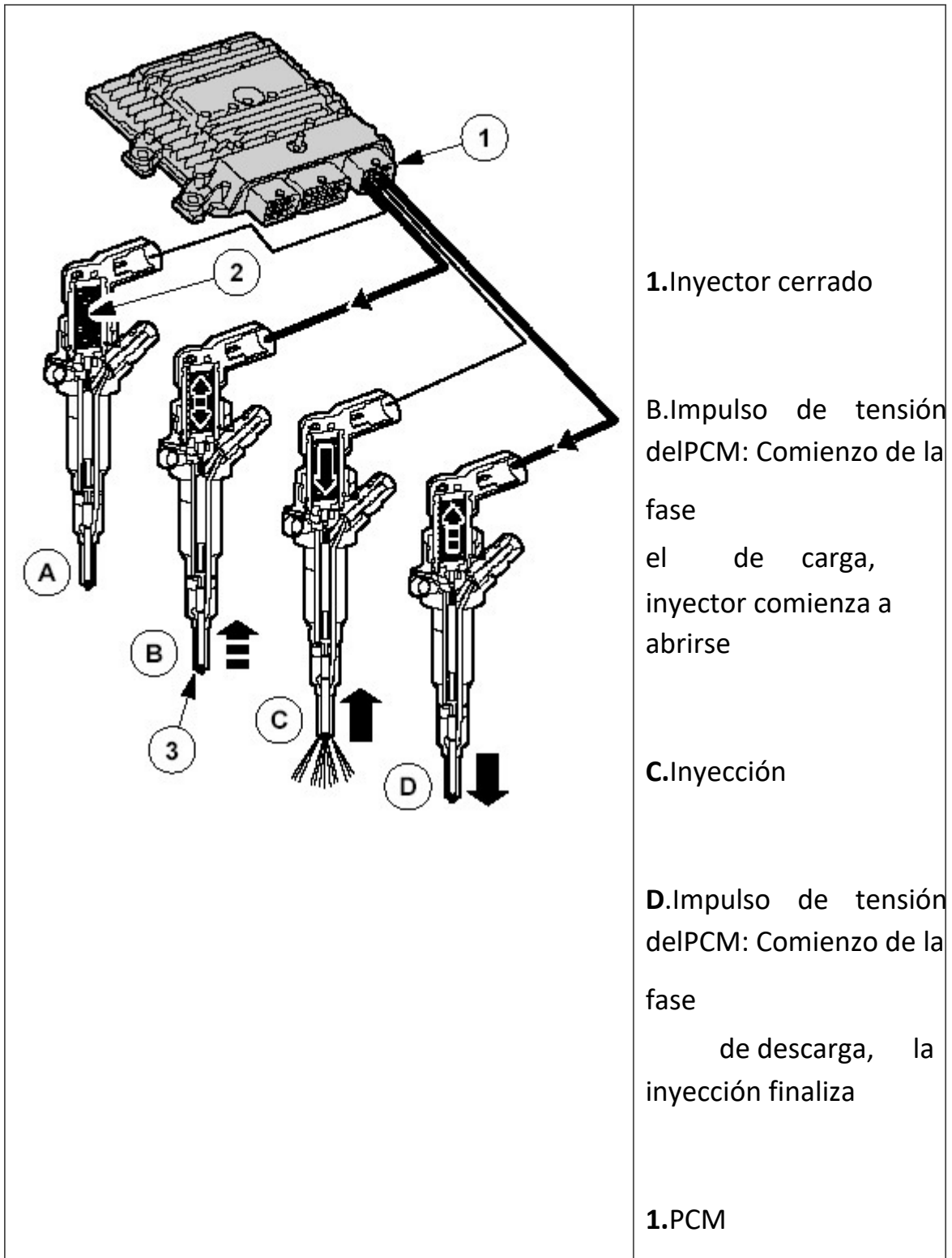
voltaje y



- A.** Cantidad de preinyección
- B.** Cantidad de inyección principal
- 1.** Carrera de la aguja del inyector (mm)
- 2.** Corriente de activación (amperios)
- 3.** Tensión (voltios)
- 4.** Ángulo del cigüeñal (grados del cigüeñal)

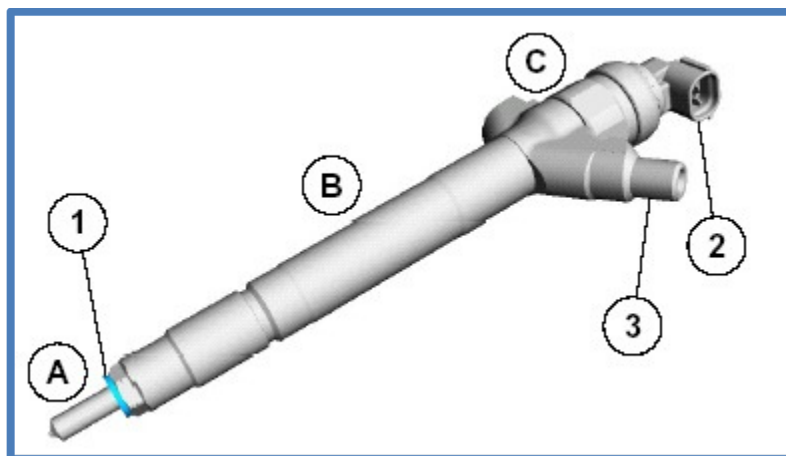
En la gráfica se puede apreciar que existe una pre inyección y una inyección principal si se analiza la gráfica de corriente se identifica que es necesario realizar una inversión de polaridad para lograr que el piezoelectrico invierta si sentido y pare la inyección, en el caso de desenchufar el inyector justo cuando está inyectando se genera una condición de apertura permanente lo que arruinaría el motor en cuestión de minutos puesto que el cilindro se llenaría de combustible (TRAVADO ABIERTO).





	2. Actuador piezoeléctrico 3. Aguja del inyector
--	--

Inyectores DENSO.



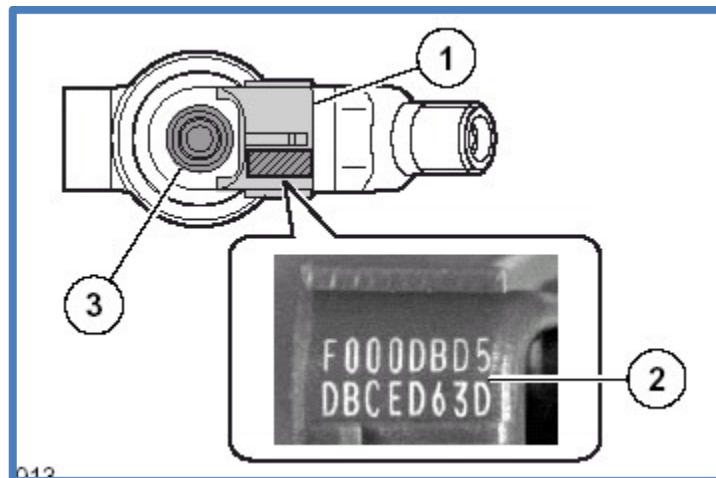
A. Tobera de inyección

B. Servo sistema hidráulico

C. Solenoide

1. Junta de la cámara de combustión
2. Conexión eléctrica del solenoide.
3. Conexión para la tubería de alta presión.

Para el caso DENSO los inyectores tienen el mismo funcionamiento que los inyectores tipo BOSCH pero hay que tener en cuenta que en el caso denso los inyectores presentan una distinción especial por cilindro y se hace necesario una programación con la herramienta de diagnóstico en la cual se introducen una serie de números colocados en la parte superior del inyector en la figura se muestra un ejemplo de esto.



1. Conexión eléctrica del solenoide

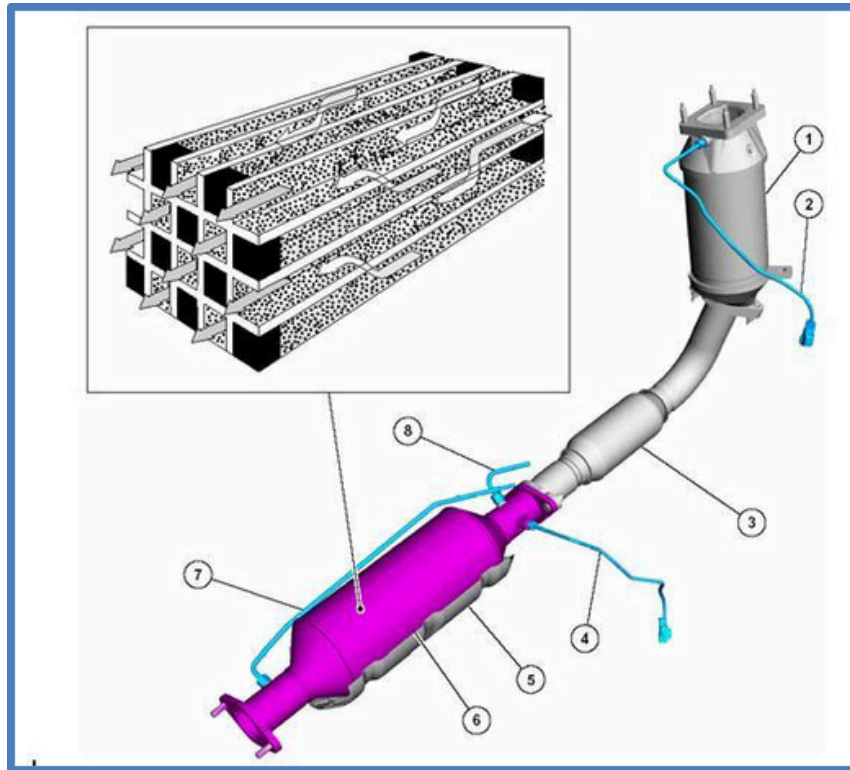
2. Número de identificación de 16 caracteres
3. Conexión de la tubería de combustible de fuga

En el caso de no introducir en la reprogramación estos 16 dígitos pueden existir diversas fallas en la correcta operación.

FILTROS DE PARTICULAS.

Para poder cumplir con los estrictos controles de emisiones es necesario ubicar sistemas de control sobre los gases de escape este se logra con la ubicación de filtros atrapa partículas los cuales tienen diferentes tipos de funcionamiento e intervención por parte del PCM.

Filtro de Partículas con revestimiento DELPHI.



1. Catalizador de oxidación
2. Sensor de temperatura de los gases de escape del catalizador
3. Sección flexible
4. Sensor de temperatura de los gases de escape del filtro de partículas Diésel
5. Pantalla térmica del filtro de partículas Diésel
6. Filtro de partículas Diésel
7. Tubería trasera del sensor de presión diferencial del filtro de partículas Diésel
8. Tubería delantera del sensor de presión diferencial del filtro de partículas Diésel

Este tipo de filtros están diseñado de materiales especiales como carburo de silicio, estos paneles tienen un revestimiento de platino y oxido de cerio, estos materiales logran que a temperaturas cercanas a los 300C se logre una regeneración de los productos de la combustión para logran un mejor resultado.

Aeste tipo de regeneración se le conoce como PASIVA dentro de os compuestos que se regeneran se tienen los siguientes.

Los HC (Hidrocarburos no quemados) y CO (Monóxidos de Carbono) se oxidan con el oxígeno de los gases de escape.

Por otro lado, el sistema trabaja descomponiendo los NO_x (Óxidos de Nitrógeno) en N_2 y llevando los CO a unirse con mas O_2 para formar CO_2 (Dióxido de Carbono el cual aceptable.

Esto se logra a niveles de temperatura entre 350 y 450 C, como no siempre se logran estas temperaturas en el motor se hace necesario que el motor intervenga en lo que se conoce REGENERACION ACTIVA.

En los casos en los que el vehículo realiza frecuentemente trayectos cortos es necesario que tenga lugar con intervalos definidos una regeneración **activa**.

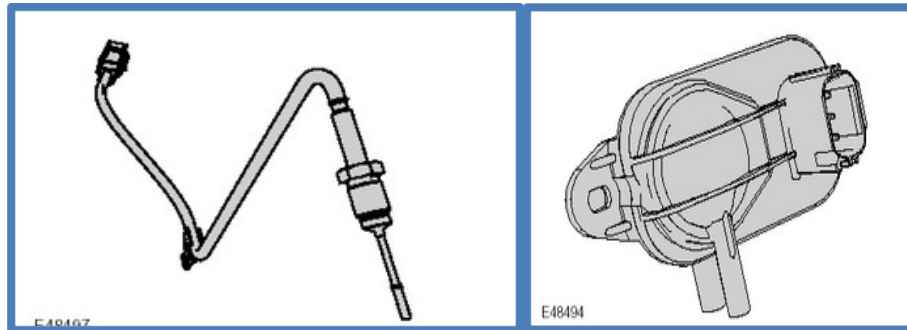
El PCM registra los datos de funcionamiento del motor e inicia la regeneración activa tras evaluar los datos del sensor de presión diferencial del filtro de partículas.

El motor intenta alcanzar entonces una temperatura de 600C variando un poco las estrategias de inyección dentro del parámetro variados se tienen los siguientes.

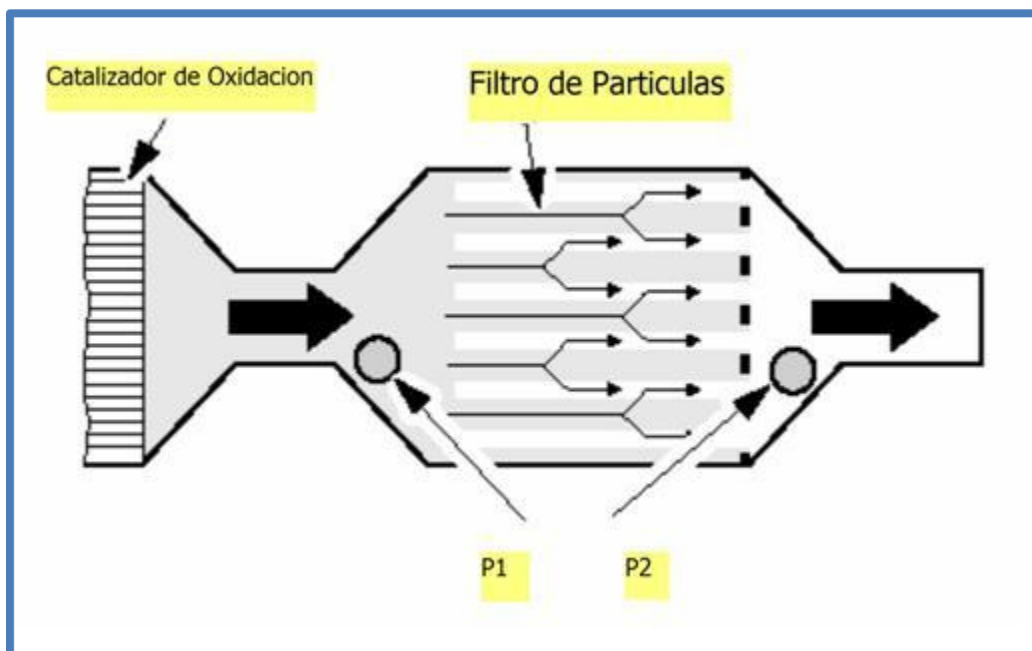
- Post inyección próxima a la inyección principal,
- Aumento de la cantidad de inyección,
- Inyección principal retrasada,
- Estrangulamiento del aire de admisión mediante la válvula de corte del colector de admisión,
- Una segunda post inyección más retrasada con respecto a la inyección principal (en caso necesario).

El PCM ubica sensores de Temperatura para los gases y un sensor de Presión diferencial así detecta cuando se encuentra demasiado obstruido el filtro y realiza la respectiva regeneración Activa.

La imagen muestra los dos sensores y la ubicación en el filtro

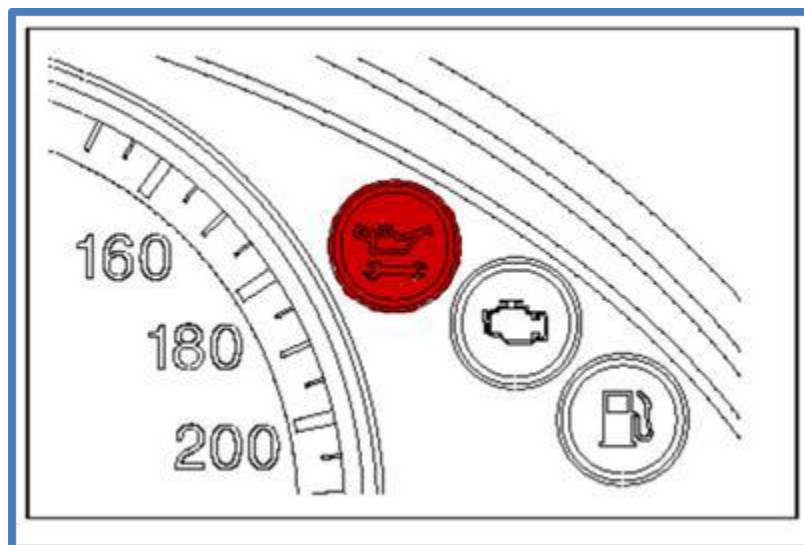


El sensor de temperatura trabaja por resistencia variable y el sensor de presión diferencial trabaja alimentado por 5V con masa y genera una señal de voltaje ascendente de acuerdo a la diferencia de presión presentada.



El sensor de presión está ubicado entre los puntos P1 y P2 si el filtro no está tapado la presión P1 es muy parecida a P2 si el filtro esta llenos de Partículas (PM) la presión P1 es mayor a P2 y el sensor aumenta su voltaje es así como el PCM espera las condiciones propicias y gestiona las estrategias de **REGENERACION ACTIVA**, generando la oxidación respectiva en el catalizador y de esta forma se eleva tanto la temperatura que se queman todas las partículas atrapadas en el filtro.

Como es posible que se realice esta estrategia de forma exagerada, podría ocurrir algún tipo de dilución del aceite en este caso el sistema cuenta con un muy preciso control electrónico del estado del aceite, para esto el PCM calcula cuantas veces fue necesaria la activación de la REGENERACION ACTIVA y de acuerdo a un límite establecido en el PCM automáticamente activara una luz de cambio del mismo, el limite supuesto por el PCM para encender la luz es un 7%.



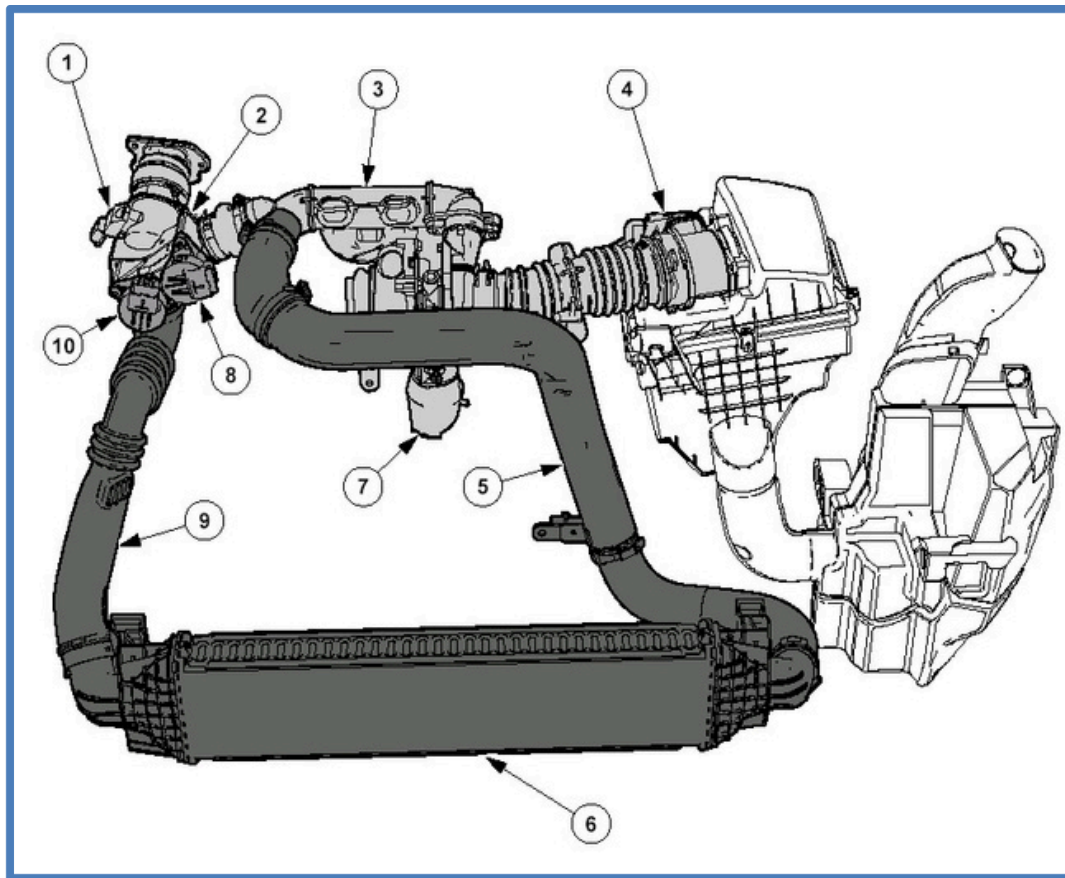
Filtro de partículas con aditivo BOSCH.

Este sistema adopta una estrategia similar a la utilizada en el caso anterior respecto al tema de la regeneración, la diferencia es que incorpora un mecanismo que coloca un aditivo en el combustible para realizar de mejor forma todos los procesos de regeneración comentados.

La primera parte de la estrategia incorpora un mecanismo que corta el paso del aire por el intercambiador de calor que usualmente enfría el mismo y coloca un pasaje directo del turbo al múltiple de admisión esto lo logra con un motor que direcciona el flujo del aire ahora se baja la carga de masa de aire, pero se mantiene la temperatura constante en el múltiple de admisión la gráfica inferior muestra estos componentes.

Todo esto lo realiza el PCM teniendo en cuenta las condiciones de presión y temperatura del múltiple.

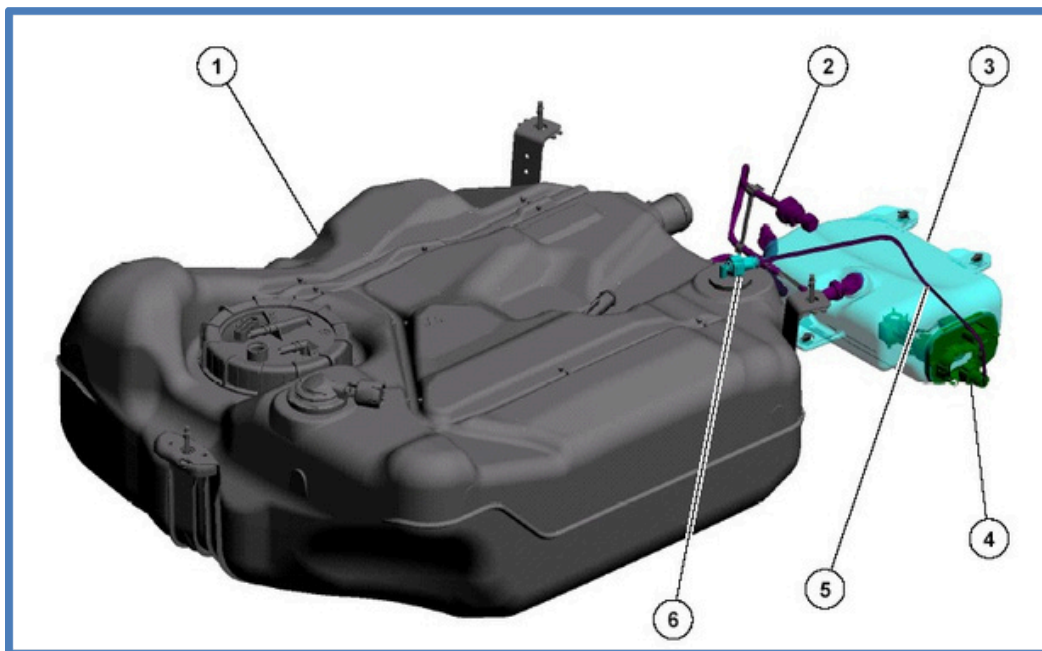
Esta estrategia también involucra a la válvula de corte del colector de admisión quien modifica el paso del aire enfriado y la admisión del motor, logrando cerrarlo en el caso requerido.



1. Sensor MAP 1
2. Cuerpo de la válvula de corte del colector de admisión
3. Derivación del intercambiador de calor 3
4. Sensor MAF con sensor IAT integrado 4
5. Pieza de conexión entre el turbocompresor y el intercambiador de calor
6. Intercambiador de calor 6
7. Cápsula de vacío del turbocompresor 7
8. Motor pasó a paso de la válvula de derivación del intercambiador de calor
9. Tubo de conexión entre el intercambiador de calor y la válvula de corte del colector de admisión

10. Motor pasó a paso de la válvula de corte del colector de admisión

La segunda parte la relaciona con la entrega de un aditivo el cual contiene catalizadores metálicos de hierro y cerio este aditivo permite acelerar el proceso de la combustión de las partículas de hollín y que estas se generen a bajas temperaturas este aditivo se encuentra en un tanque auxiliar justo al lado del depósito principal de combustible este ingresa al depósito mediante un inyector que con la ayuda de una bomba de embolo lo succiona y expulsan hacia el DIESEL este aditivo está permanentemente medido con un sensor piezo eléctrico que mide su viscosidad y nivel así de esta forma el PCM puede ajustar las cantidades de forma precisa este aditivo funciona a razón de 1.8 Litros por 60000 Km, en caso de reportarse alguna anomalía con este sistema el PCM genera los respectivos códigos de falla y corta las estrategias de modificación de entrada de aire frío y caliente.



1. Depósito de combustible 1
2. Tubos flexibles para el aditivo del combustible (reposición y purga)
3. Depósito del aditivo del combustible 3
4. Unidad de bombeo del aditivo del combustible 4
5. Tubería de aditivo del combustible hacia el inyector
6. Inyector

Sistema de tratamiento de los gases de escape SCR. Tipo FORD El propósito

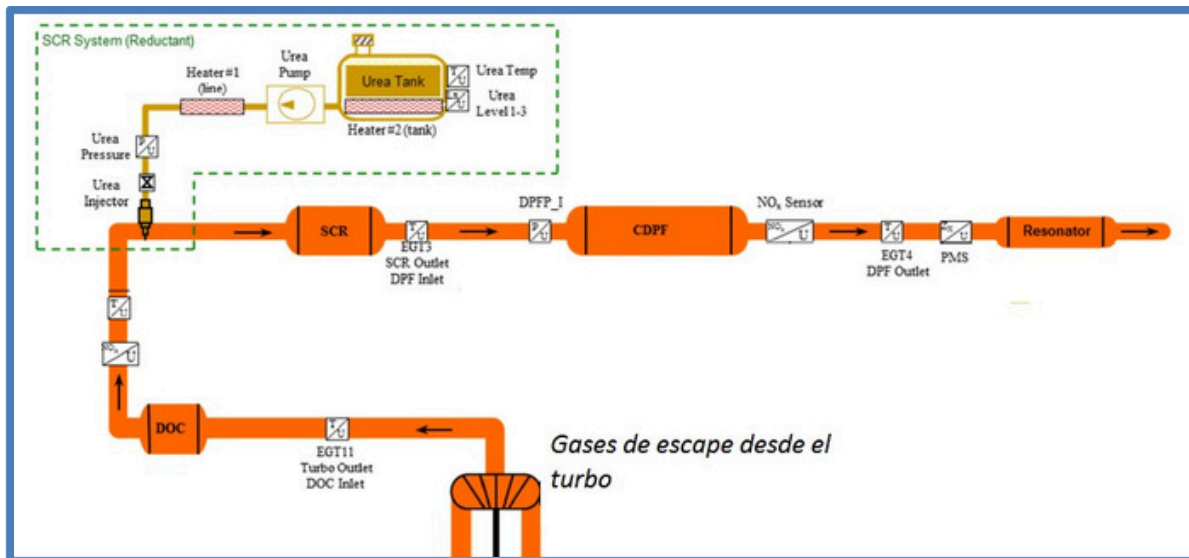
del convertidor catalítico del escape y el sistema de escape es transportar los gases de escape desde el motor a la atmósfera y reducir las emisiones del tubo de cola de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas Diésel. Las partículas Diésel, el hollín y las cenizas son capturados y reducidos periódicamente mediante el ciclo de regeneración del filtro de partículas Diésel.

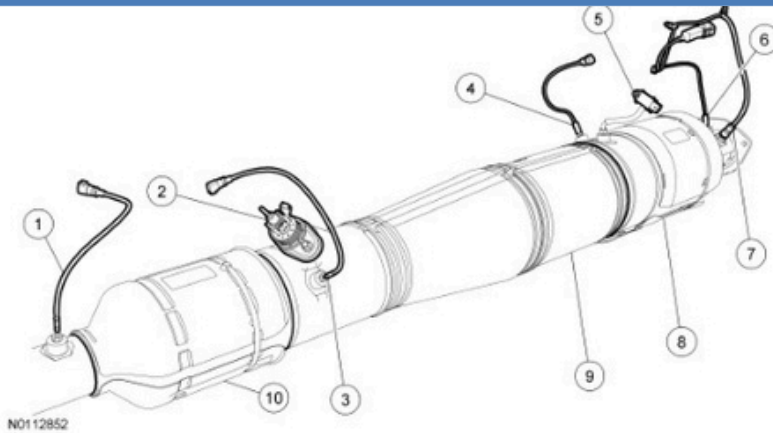
Los gases de escape y las partículas son dirigidos fuera del motor a través del múltiple de escape. Las concentraciones de gases de escape se reducen entonces a niveles aceptables según los gases de escape pasan a través del convertidor catalítico de oxidación (OC). Debido a que las partículas son componentes de los gases de escape, es posible que se depositen algunas partículas de hollín en el OC. Estas partículas se eliminan durante la regeneración. Las partículas y gases de escape de emisiones reducidos pasan

al convertidor catalítico de reducción catalítica selectiva (SCR). Debido a que los gases de escape entran en el catalizador SCR, el fluido de escape Diésel (DEF) se mezcla en el flujo y se descompone térmicamente en amoníaco y dióxido de carbono. El amoníaco y el componente NO_x de los gases de escape se reducen químicamente en nitrógeno y agua y los gases de escape y las partículas continúan al filtro de partículas Diésel. En el filtro de partículas Diésel, los gases de escape y las partículas fluyen a través de los canales del filtro de sustratos. Los canales del filtro de sustratos se bloquean de forma alterna de modo que los gases de escape y las partículas deban pasar a través del elemento del filtro y a los canales adyacentes para salir del filtro. Debido a que los gases de escape pasan a través del elemento del filtro, las partículas que sean más grandes que los poros del filtro son eliminados del flujo de los gases de escape y quedan atrapadas para la regeneración del filtro de partículas Diésel. Los gases de escape de emisiones reducidas y las partículas restantes fluyen a través del silenciador y el tubo de cola a la atmósfera.

El sistema de tratamiento de los gases de escape consta de los siguientes componentes.

- Cuatro sensores de temperatura de los gases de escape (EGT) que miden la temperatura de los gases de escape.
- Un convertidor catalítico de oxidación (OC) que reduce las emisiones y ayuda en la regeneración del filtro de partículas Diésel.
- Un convertidor catalítico de reducción catalítica selectiva (SCR) que reduce químicamente los óxidos de nitrógeno (NO_x) a nitrógeno (N₂) y agua (H₂O).
- Un inyector del agente que rocía fluido de escape Diésel (DEF) al sistema de escape como un componente de la reacción de reducción de los NO_x.
- Un sensor de presión del filtro de partículas Diésel que mide la presión de los gases de escape delante del filtro de partículas Diésel.
- Un filtro de partículas Diésel que atrapa partículas de hollín y cenizas.

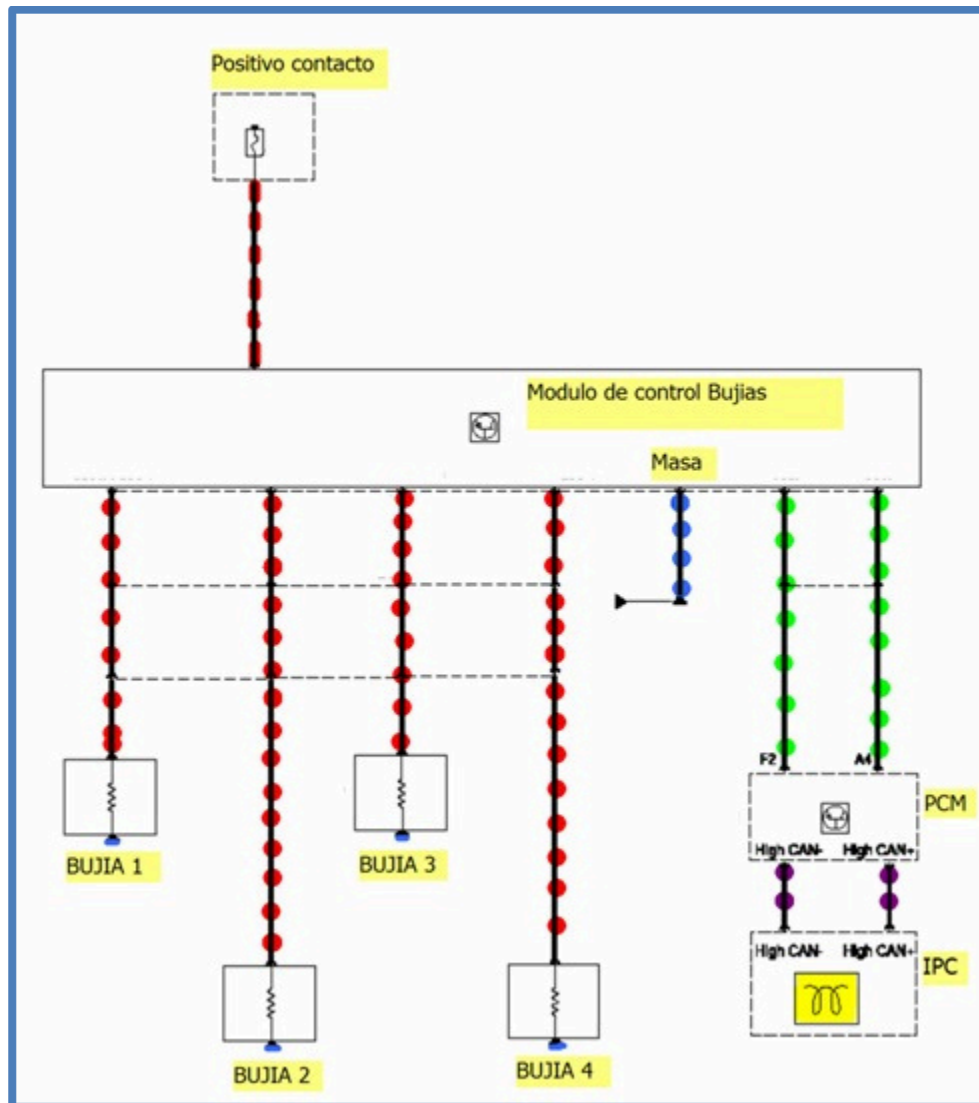




Ref.	Número	Descripción
1	—	Temperatura de los gases de escape, banco 1, sensor 1 (EGT11)
2	—	Inyector del agente reductor
3	—	Banco 1, sensor 2 de temperatura de gases de escape (EGT12)
4	—	Banco 1, sensor 3 de temperatura de gases de escape (EGT13)
5	—	Sensor de presión del filtro de partículas Diesel
6	—	Banco 1, sensor 4 de temperatura de gases de escape (EGT14)
7	—	Sensor NOx
8	—	Filtro de partículas Diesel
9	—	Convertidor catalítico de reducción catalítica selectiva (SCR)
10	—	Convertidor catalítico de oxidación (OC)

CONTROL ELECTRONICO SOBRE LAS BUJIAS PRECALENTADORAS. Las bujías de precalentamiento del motor pueden estar activadas de forma indirecta por el PCM o IDM o pueden estar controladas por un módulo directamente, en el caso no estar activadas de forma directa la conexión es muy sencilla e involucra la actuación de un relevador que si sería comandado por el PCM , pero si se quiere un control más preciso del sistema se hace necesario ubicar un módulo de control que las active directamente con esto el modulo puede medir directamente la corriente que circulo por ellas y además reduce recorrido de cableado puesto que puede estar ubicado más cerca de las bujías y este se comunicara por RED con el modulo que le

coloque el respectivo mensaje de activación este el caso de la activación del modelo BOSCH en el esquema inferior podemos apreciar este arreglo.



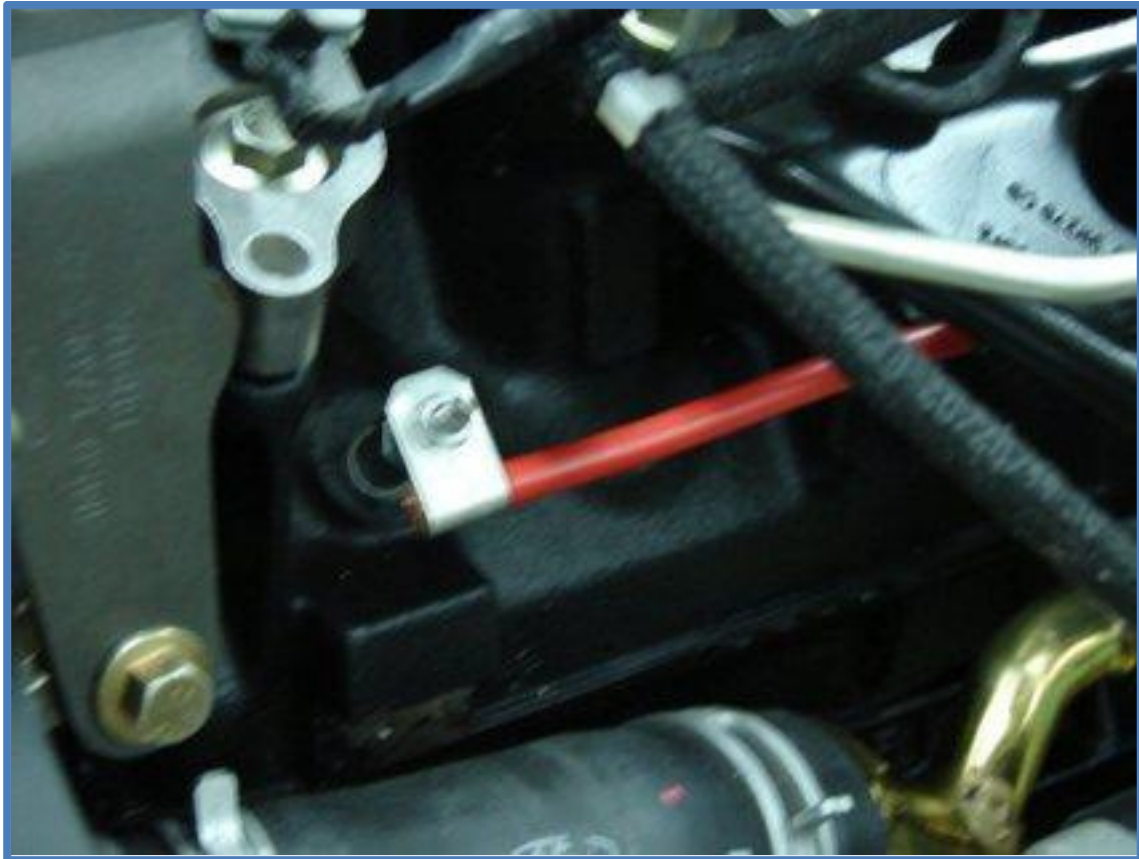
En el esquema podemos apreciar que el módulo de control de las bujías y el PCM se comunican mediante un conexionado de dos cables los cuales están colocados con resalte verde, por estos dos conductores circulan pulsos lógicos , por lo tanto el tema de las caídas de tensión no es importante el

PCM colocara el requerimiento de activación de las bujías por mensaje al módulo de bujías y a su vez el PCM también indicara por bus de datos pero ahora red CAN el momento de activación para que la computadora del panel encienda la indicación de bujías y el cliente este enterado que el motor está en condiciones de encendido o arranque en frío, si se perdiera la comunicación entre el IPC y el PCM es posible que el panel las indicación este siempre activa pero el sistema continué funcionando perfectamente , en este caso se crearía un código de comunicación.

El calentamiento por parte de las resistencias también llamadas bujías de calentamiento cumple dos etapas una inicial que se encarga de preparar la cámara en el arranqué llamada PRECALENTAMIENTO y una segunda que se encarga de continuar calentando la cámara de combustión una vez el motor fue puesto en marcha llamada POSCALENTAMIENTO las dos estrategias se basan en condiciones de temperatura del motor reportadas por el ECT y condiciones de presión Atmosférica indicadas por el BARO.

Para un arranque efectivo el PCM gestiona el tiempo de calentamiento de acuerdo a la temperatura del motor entre más baja sea la condición de temperatura mayor será el tiempo de activación de los calentadores ahora un factor además de la temperatura es la presión Atmosférica a la cual se encuentre encendiendo el vehículo , por ejemplo un motor que se encuentre a 60C y 0.95Bares mantiene desactivados los calentadores, pero si por ejemplo a esa misma temperatura la presión baja a 0.9 Bares inmediatamente se activan como una estrategia para generar mejor combustión a medida que la altura aumenta recordemos que a mayor Altura menor Presión Atmosférica y a menor presión Atmosférica las condiciones de combustión se ven desmejoradas.

Ahora una vez que el motor ha encendido se utilizan las RPM sumadas a la anterior estrategia para fijar ciclos de calentamiento según el respectivo mapa programado en el PCM.

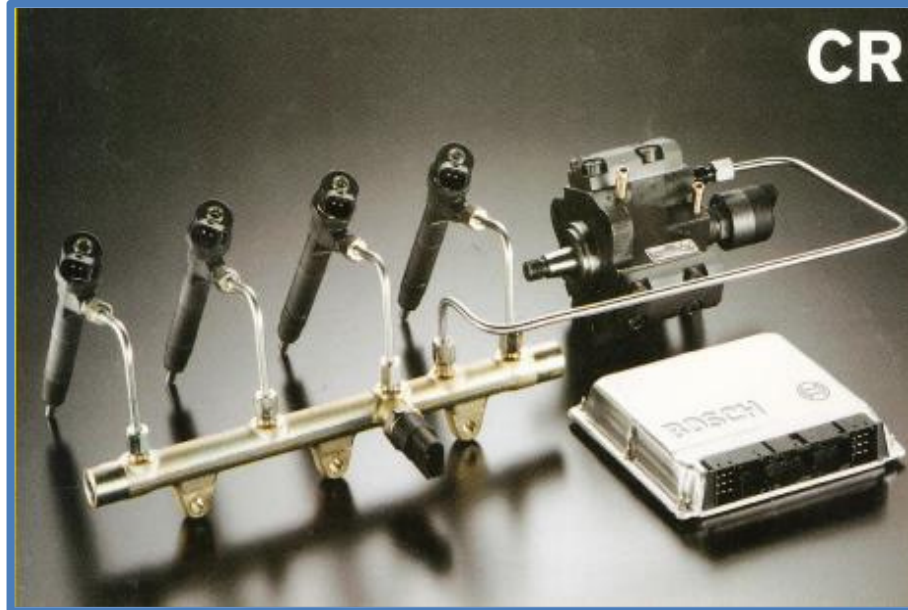


Conexión típica de bujías de precalentamiento caso delphi.

SISTEMAS DE INYECCION VISTA DE CONJUNTO.

Mecánicamente todos los sistemas trabajan de forma muy similar, lo que buscan es mediante todos los controles electrónicos mantener un nivel de presión regulada en un riel común sobre el cual se encuentran colocados todos los inyectores, y el combustible ingresara al cilindro solo cuando el respectivo módulo de control lo requiera.

La bomba tendrá en su interior un mecanismo propio para generar esa elevación de presión pasando de presiones de transferencia de el orden de 100PSI a presiones en el riel de hasta 17000 PSI es importante tener en cuenta que en todo momento la consecución de la estrategia de generar la presión está controlada y modulada por el PCM para llevar el encendido de tal forma que los vehículos contaminen lo menos posible.

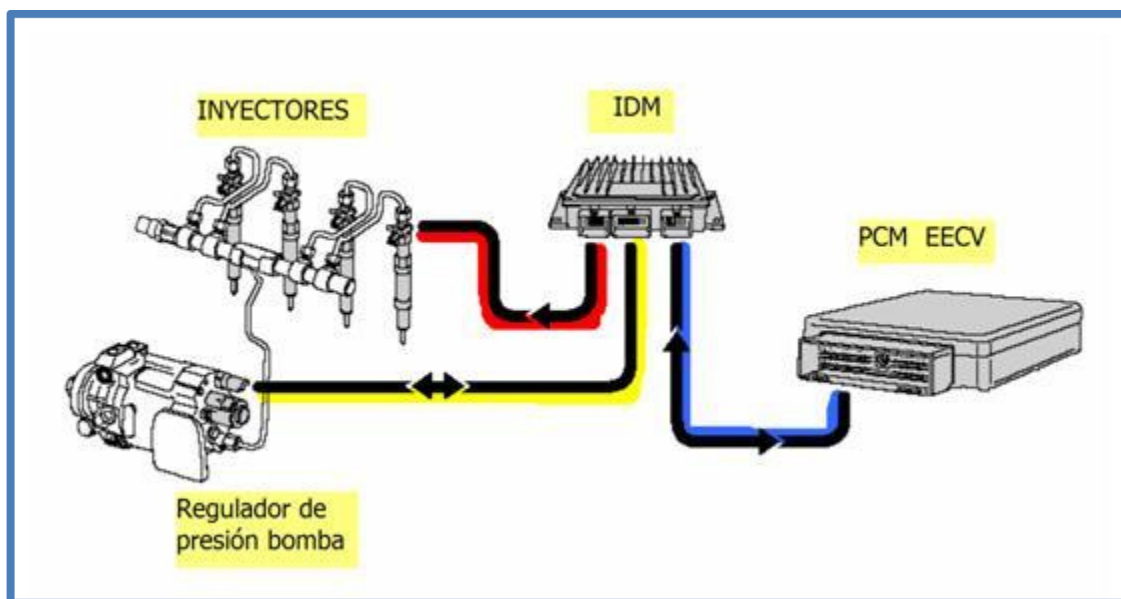


La bomba está permanentemente enviando la presión y el caudal hacia el riel de Inyección el cual alimenta a cada uno de los inyectores de forma común y este riel incorpora su respectivo sensor para que el PCM calcule la activación del regulador en la bomba mediante un ciclo cerrado.

INYECCION DEPHI.

En el caso de Delphi se pueden encontrar dos tipos uno en el cual el PCM controla directamente los inyectores y otro en el cual existe un módulo el cual se comunica con el PCM y controla este a los inyectores llamado IDM (Injector Drive Module) este módulo actúa como un amplificador del PCM dados los requerimientos de potencia que se requieren para operar este tipo de inyectores.

En la figura inferior se aprecia el primer arreglo de Delphi el cual involucra un módulo IDM.

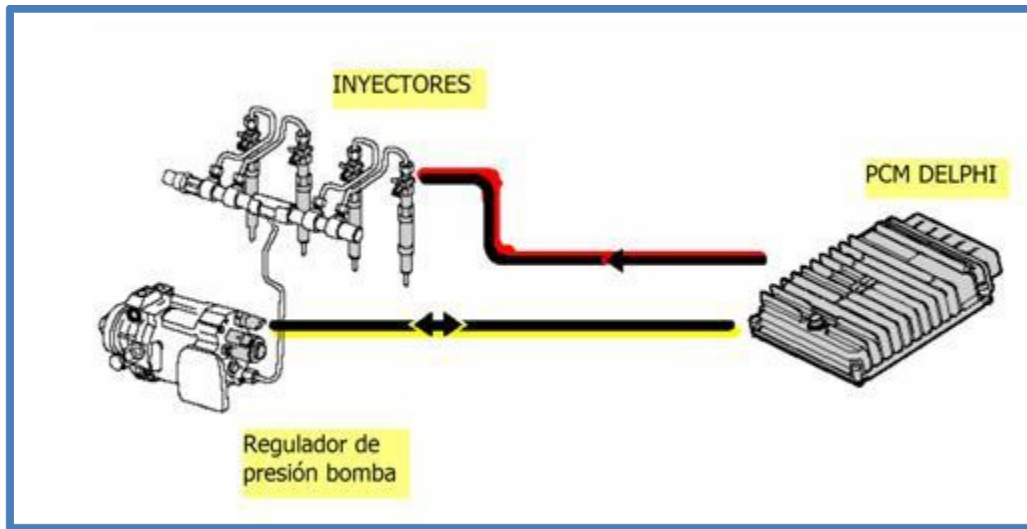


En este esquema se puede apreciar el PCM, este recibe todas las informaciones necesarias para operar el motor como son sensores , monitoreos , requerimientos de arranque estado seguro , inmovilizador entre otros , una vez desea operar el motor se comunica con el IDM como se observa en la línea con trazado azul en este momento el IDM actúa inicialmente sobre la electro válvula de generación de presión de la bomba la cual lograra que se eleve la presión al interior de sus cámaras si por cualquier motivo el PCM no quisiera encender el motor simplemente no activa el solenoide y la bomba por más que gire no sería capaz de elevar la presión.

La línea de activación se observa sombreada con la línea amarilla, esta activación se realiza por modulación de ancho de pulso.

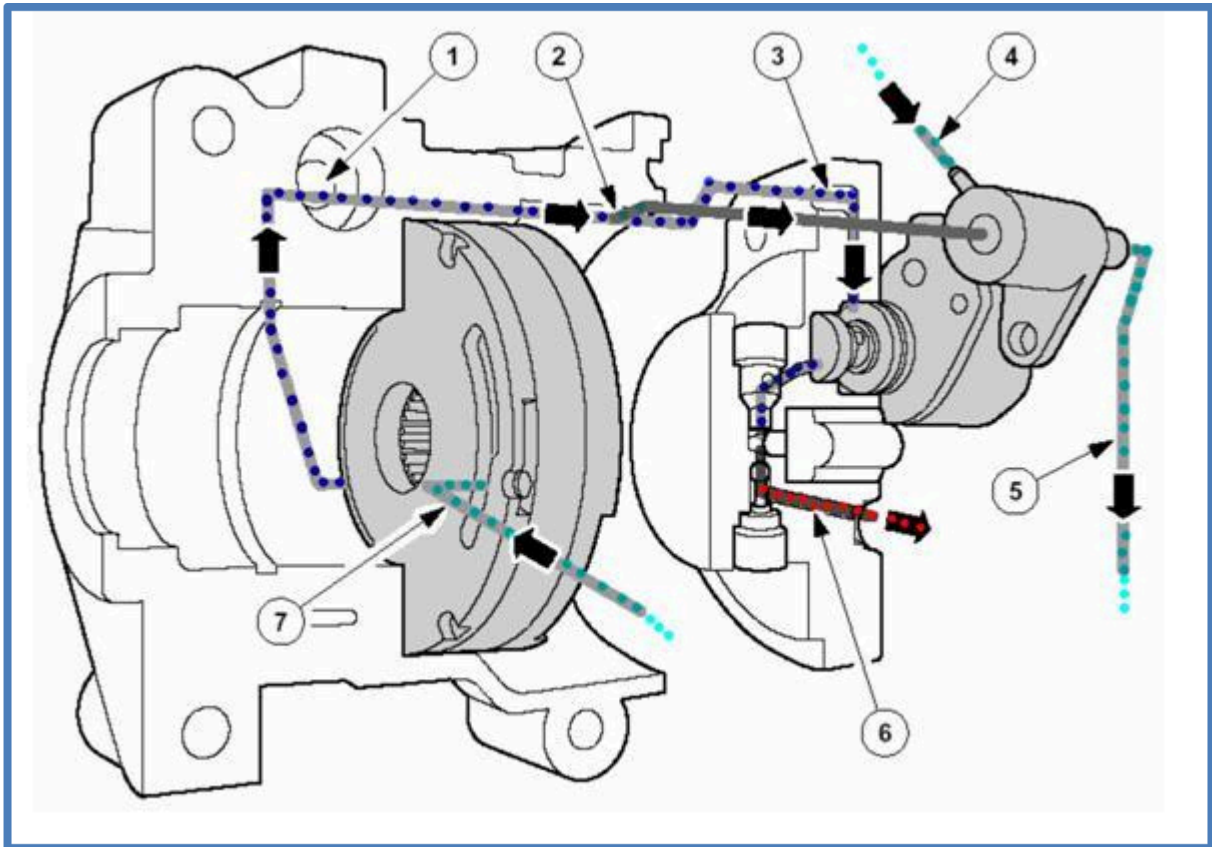
Al unísono de activar la bomba el IDM gestiona la activación de los inyectores de acuerdo a su respectivo orden de encendido logrando de esta forma encender el motor y accionarlo de acuerdo a las diferentes condiciones requeridas para cada una de las condiciones solicitadas o exigidas para el motor debe existir una respectiva señal de un sensor para de esta forma el PCM la compare con un valor previamente almacenado y así logre un perfecto funcionamiento.

el otro arreglo para el caso de Delphi es tener un solo modulo como control del sistema es así como el PCM se encargará directamente de operar los inyectores y obtener las señales requeridas por parte de los sensores en el esquema inferior se puede analizar este sistema.



En el esquema se puede observar que la gestión del PCM se basa en recibir las señales importantes por parte de los sensores y en el momento de tener el requerimiento de encendido actuar con la respectiva modulación PWM sobre la válvula reguladora de presión que se encuentra en la bomba, de no actuar sobre esta simplemente no se lograría la presión en las cámaras al interior de la bomba y esta no podría llegar al riel común, luego se puede apreciar que el PCM controla los inyectores de acuerdo al respectivo orden de encendido del motor.

La generación de presión se logra mediante el esquema mostrado en la gráfica inferior.

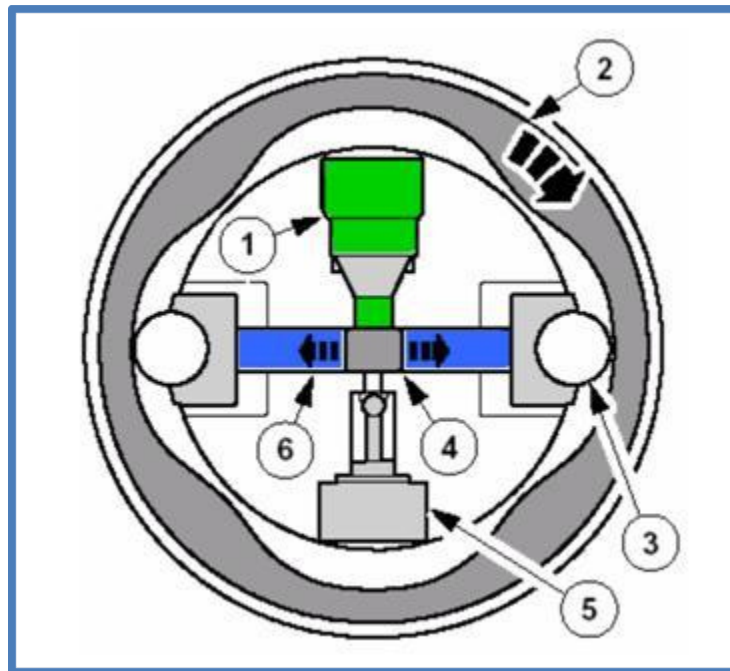


La presión proveniente del depósito y que previamente paso por sus respectivos filtros de combustibles llega a la bomba de transferencia 7 por la línea punteada con verde, esta bomba de transferencia se encuentra al interior del conjunto bomba, luego de esto es enviada a través de una válvula controladora de presión 1 que regula por baja la presión final generada en alta , en ese momento envía el remanente de combustible a la misma bomba de transferencia luego este combustible pasa por el orificio 2 en donde existe un orificio de retorno, el combustible que va a la cámara de alta presión va por la línea 3 y pasa por el dosificador de combustible y llega a la cámara de alta presión con salida de alta por el ducto 3 en 5 se tiene el retorno de

combustible que va de nuevo a tanque acá también llega el remanente de combustible que queda en la operación de los inyectores.

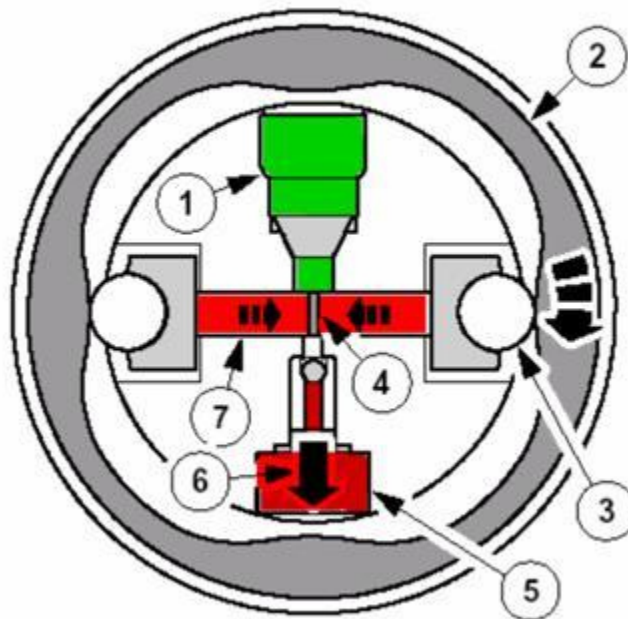
El pasaje 2 funciona de forma estratégica puesto que sirve en parte para lubricar y refrigerar los mismos componentes de la bomba, y en altas RPM se genera un efecto venturo en la descarga lo que posibilidad un mejor drenaje.

La cámara de alta presión funciona con una serie de levas que al rotar generan un efecto cuña el cual logra elevar la presión hacia la rampa de los inyectores.



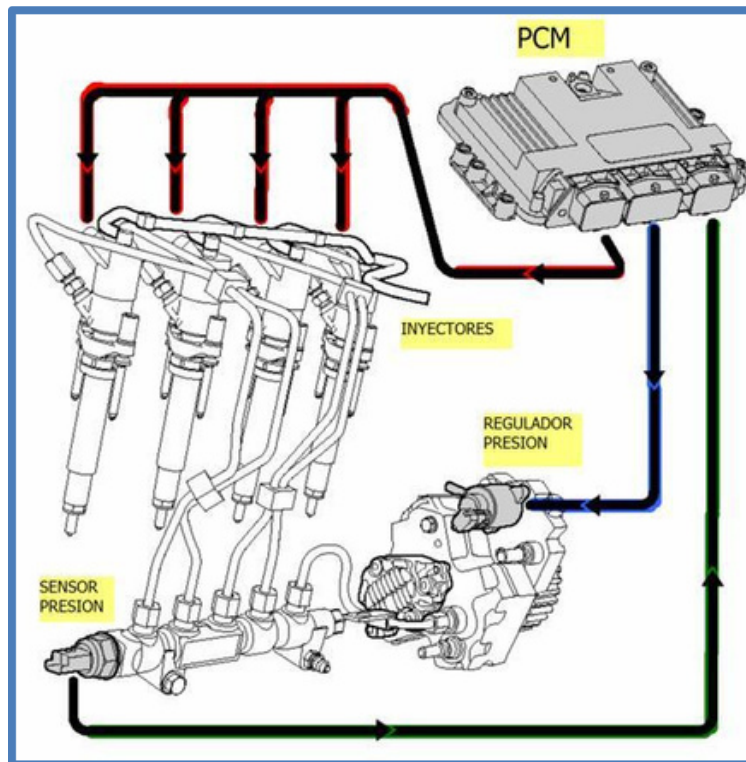
Inicialmente a la cámara de presión ingresa el combustible a la presión de transferencia por la válvula 1 llenando todas las cámaras que inician por los ductos mostrados con azul 6 esa presión permite que los balines 3 se coloquen a presión contra las paredes del contorno que tienen configuración

de levas en este momento la presión que existe en la cámara es la presión de transferencia ,en el movimiento del conjunto el balón toma la parte de alza y es impulsado hacia atrás elevando la presión del fluido que se encuentra en el ducto azul como lo muestra la imagen inferior



Ahora la misma presión generada y mostrada con rojo 7 se forzó en la cámara de presión 4 y dispone su salida con lo que anteriormente era el combustible a baja presión 6 logrando así un constante caudal con elevada presión, es importante analizar que la presión final depende de la presión de entrada la cual fue controlada inicialmente el mismo efecto de descarga permite que la válvula de ingreso de baja 1 retraiga un resorte y ayude al ingreso de más combustible al interior.

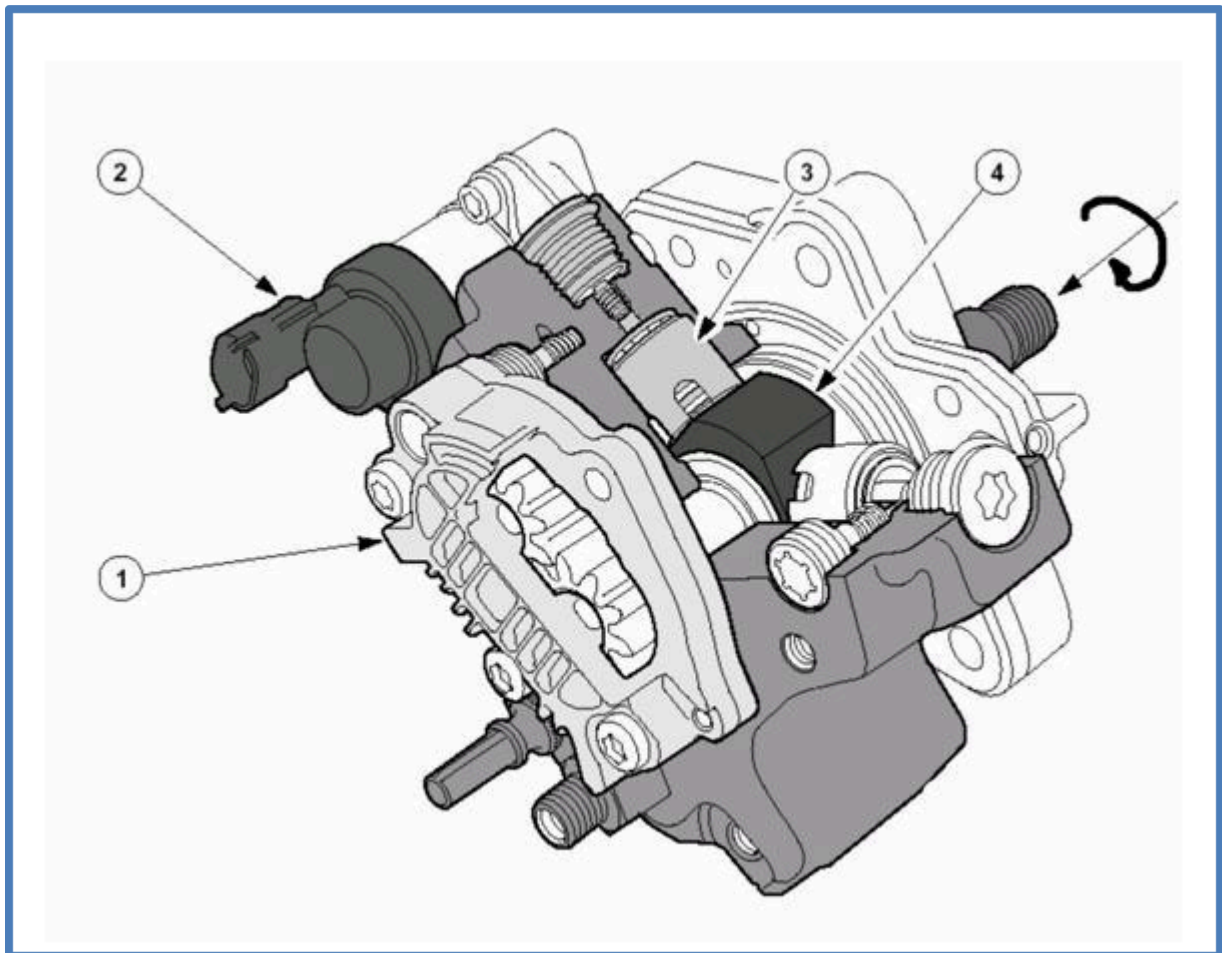
INYECCION BOSCH.



En el esquema se puede apreciar que el control de los inyectores es realizado directamente por el PCM el cual se encuentra recibiendo información de cada uno de los sensores y los requerimientos de actividad del motor como el encendido y los cambios de carga con la línea verde se puede apreciar la conexión con el sensor de presión del riel el cual trabaja en un lazo cerrado con la válvula reguladora de presión sombreada en azul , manteniendo permanentemente un estricto control de la presión elevando así el rendimiento de la inyección.

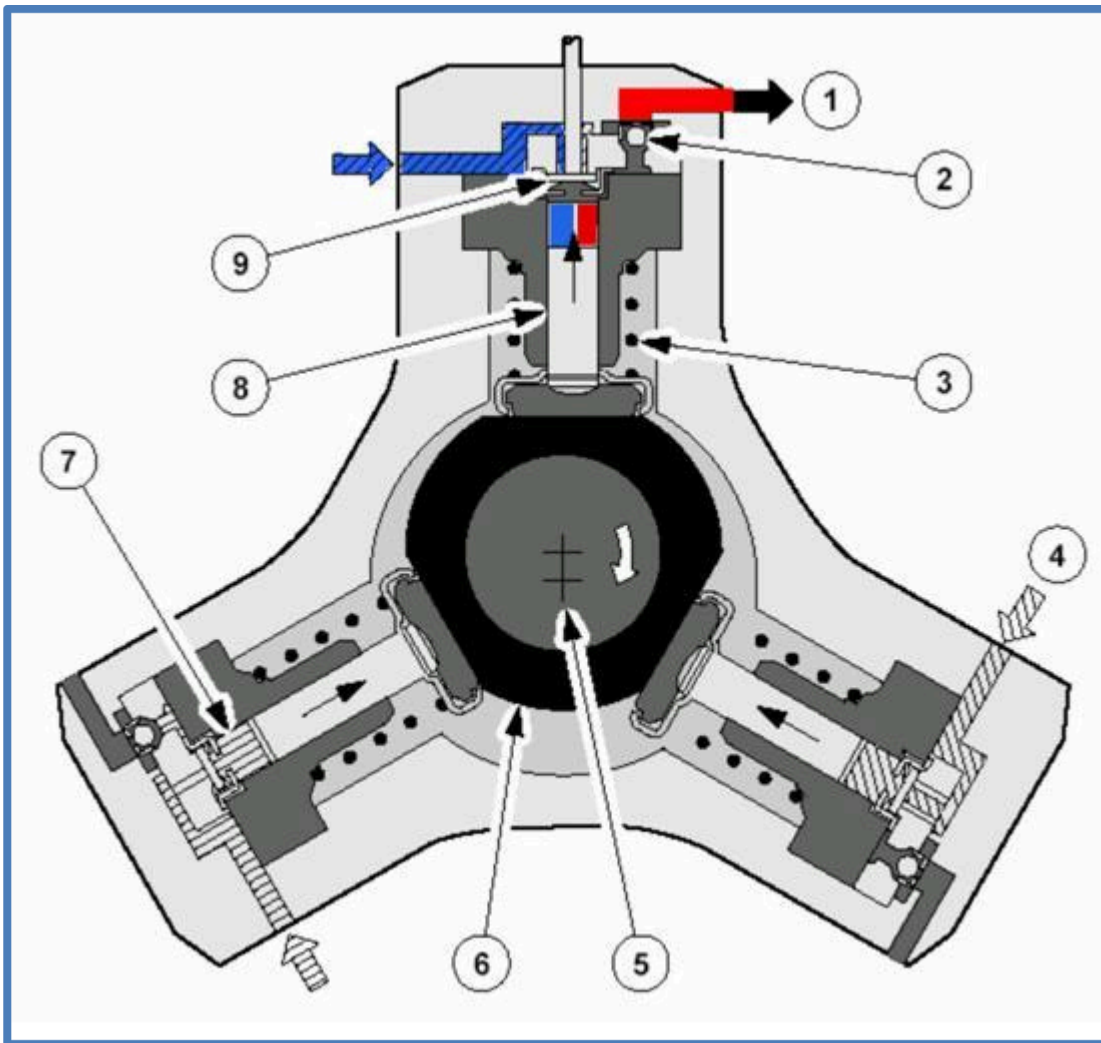
La presión del riel se mantiene estable de acuerdo a cada consideración del PCM esta presión llega por medio de la bomba de combustible por unas tuberías especiales para este fin las cuales deben trabajarse con la máxima

seguridad posible la bomba de combustible está compuesta por los siguientes elementos.



La presión se genera al interior de la bomba de acuerdo al movimiento del eje como lo muestra la flecha en torsión de la figura , cada vez que se mueve el eje de la bomba se acciona una bomba de transferencia 1 luego este combustible ingresa a unos cilindros de presión 3 en los cuales una excéntrica 4 está permanentemente creándoles un movimiento alternativo , la presión depende de que la válvula 2 permita que se genere , esta válvula simplemente abre y cierra un pasaje para este fin y es controlada por PWM de

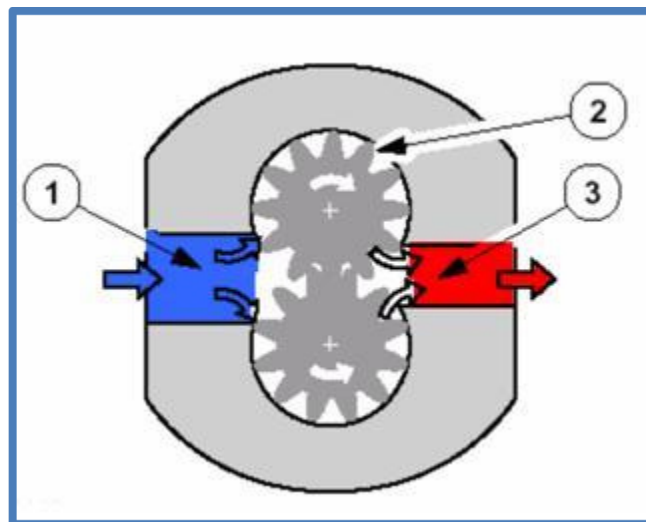
parte del PCM en el esquema inferior se ve a detalle el funcionamiento de los pistones generadores de presión.



El combustible ingresa por el conducto sombreado en azul proveniente de la bomba de transferencia y se ubica en el conducto de baja presión una vez que el eje de la bomba está en movimiento el eje impulsor 5 el cual está agarrado a la leva excéntrica 6 permite que en cada una de las cámaras se genere un efecto de compresión de combustible, para esto hay que vencer la

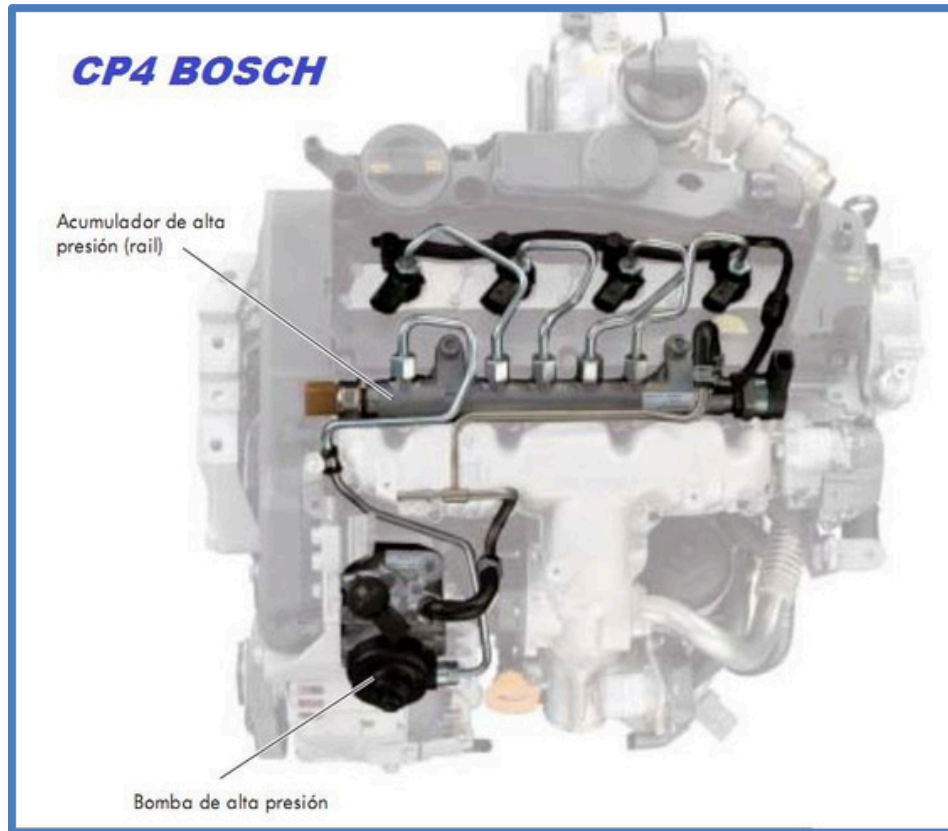
tensión del resorte 3 es así como cuando el embolo de bombeo 8 cumple su carrera descendente succiona al interior de la cámara 7 el combustible de baja presión permitiendo la apertura de la válvula de entrada 9 una vez que la excéntrica vuelve a permitir el ascenso del embolo se comprime el combustible hasta el nivel de vencer la válvula de salida 2 y llevando el combustible presurizado hacia la rampa de inyección.

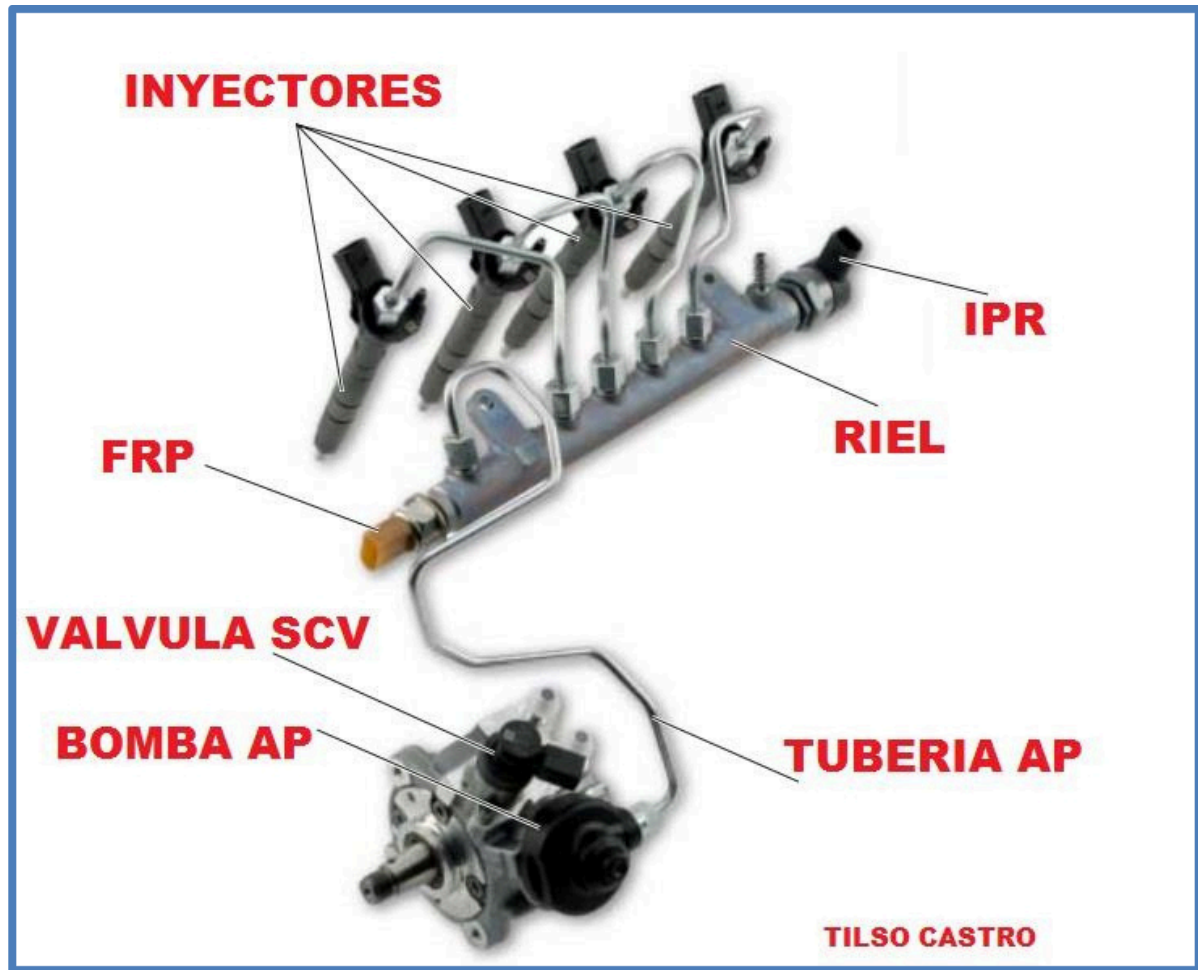
La presión de baja está dispuesta por una bomba de transferencia de engranes la cual está colocada en el mismo cuerpo del conjunto de la bomba la imagen de esta se muestra a continuación.



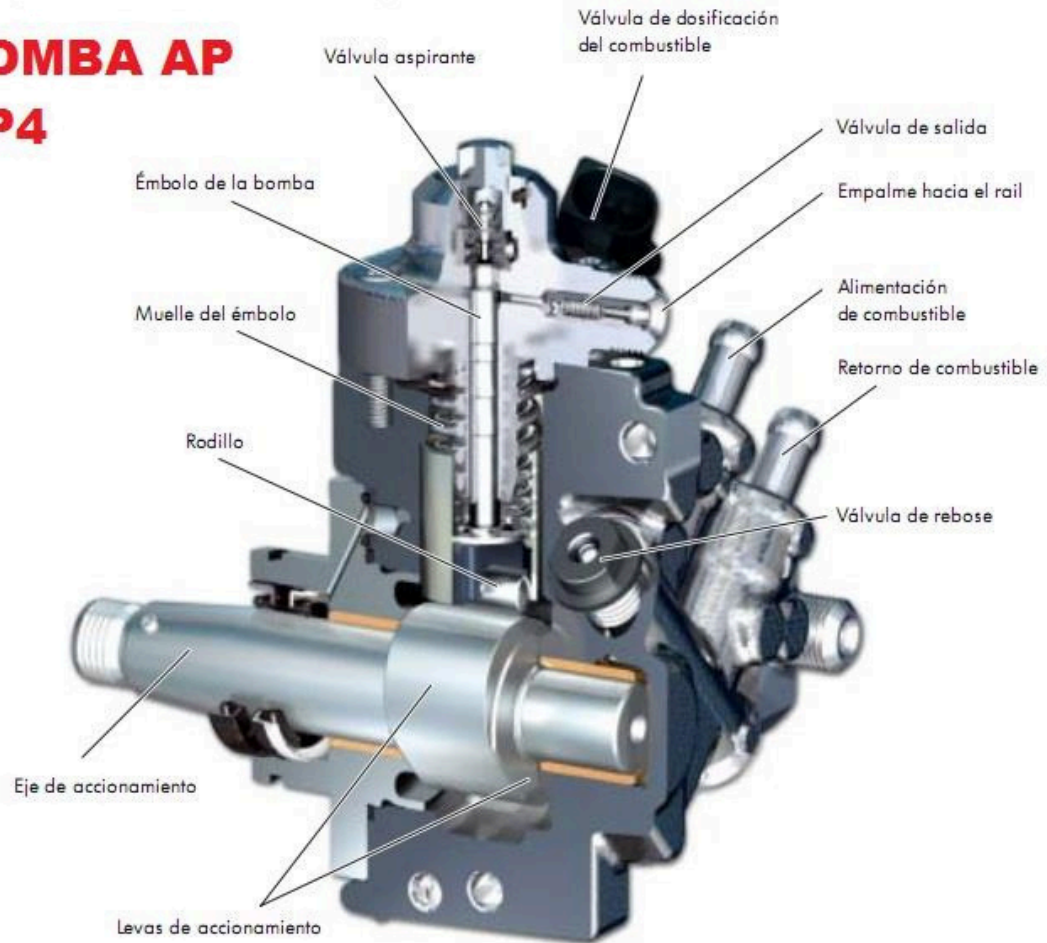
En la bomba se muestra el ingreso de combustible 1 del depósito a través de los respectivos filtros los respectivos engranes 2 y la línea de salida de presión 3 hacia las cámaras de alta presión, en este conjunto existe una válvula reguladora de descarga que se modifica de acuerdo a la presión de la bomba de transferencia para permitir una condición segura de lubricación en todas las condiciones de exigencia.

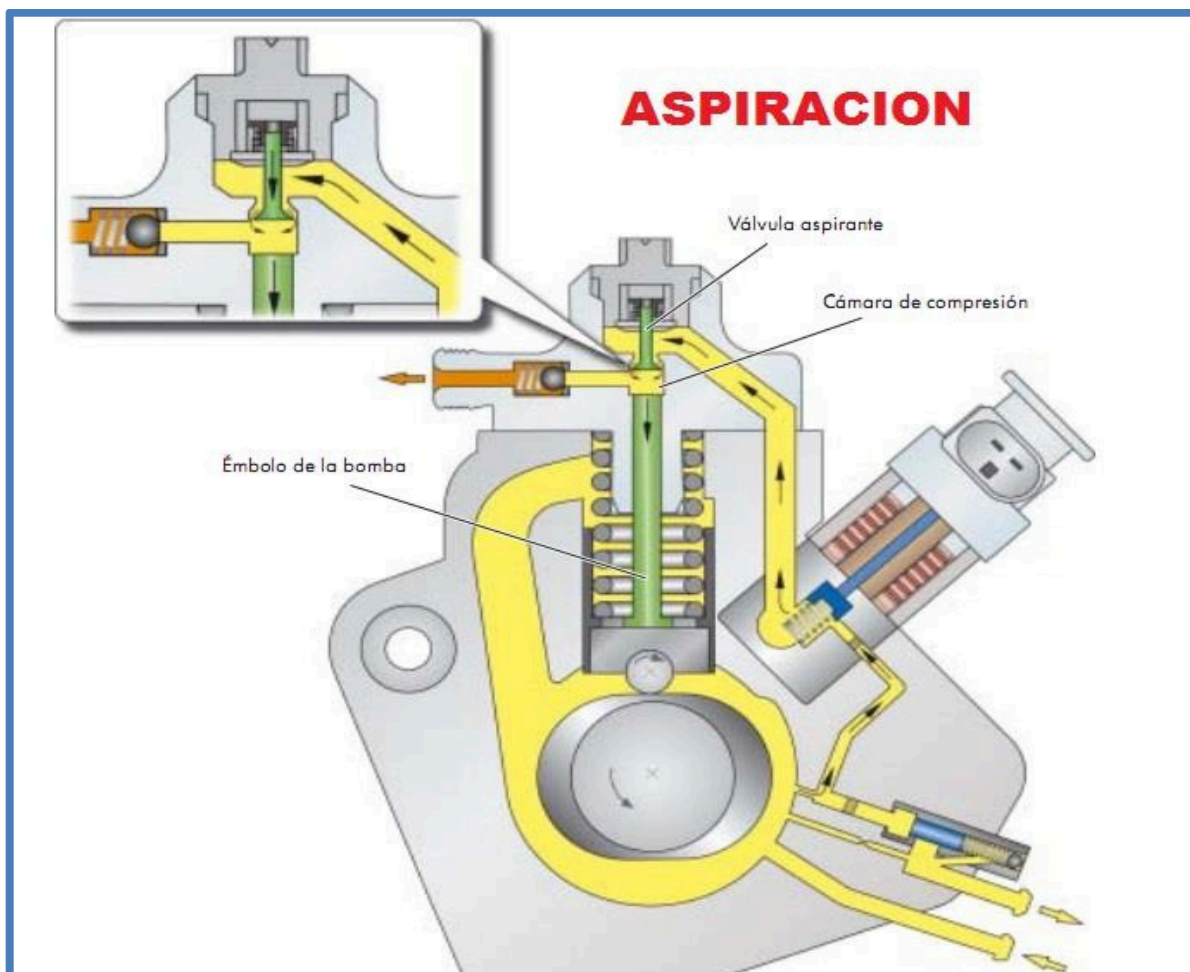
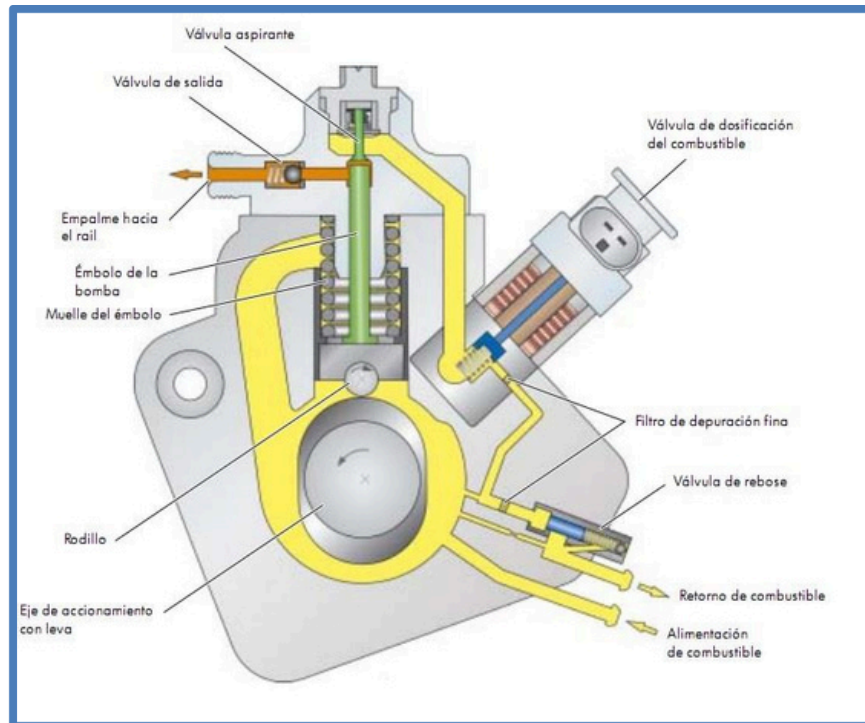
Bosch CP4

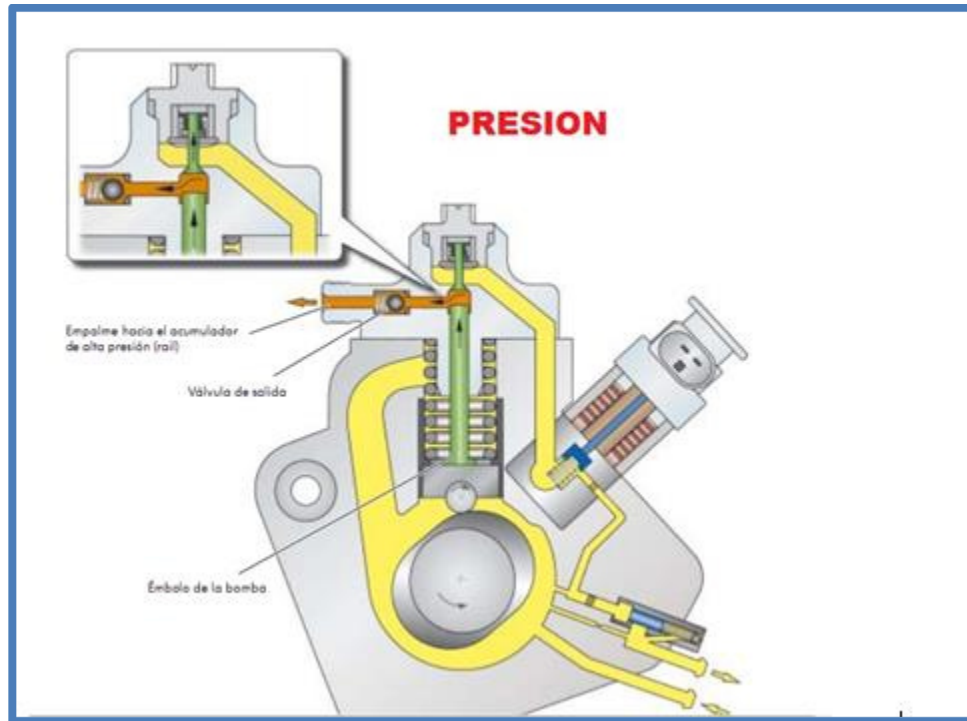




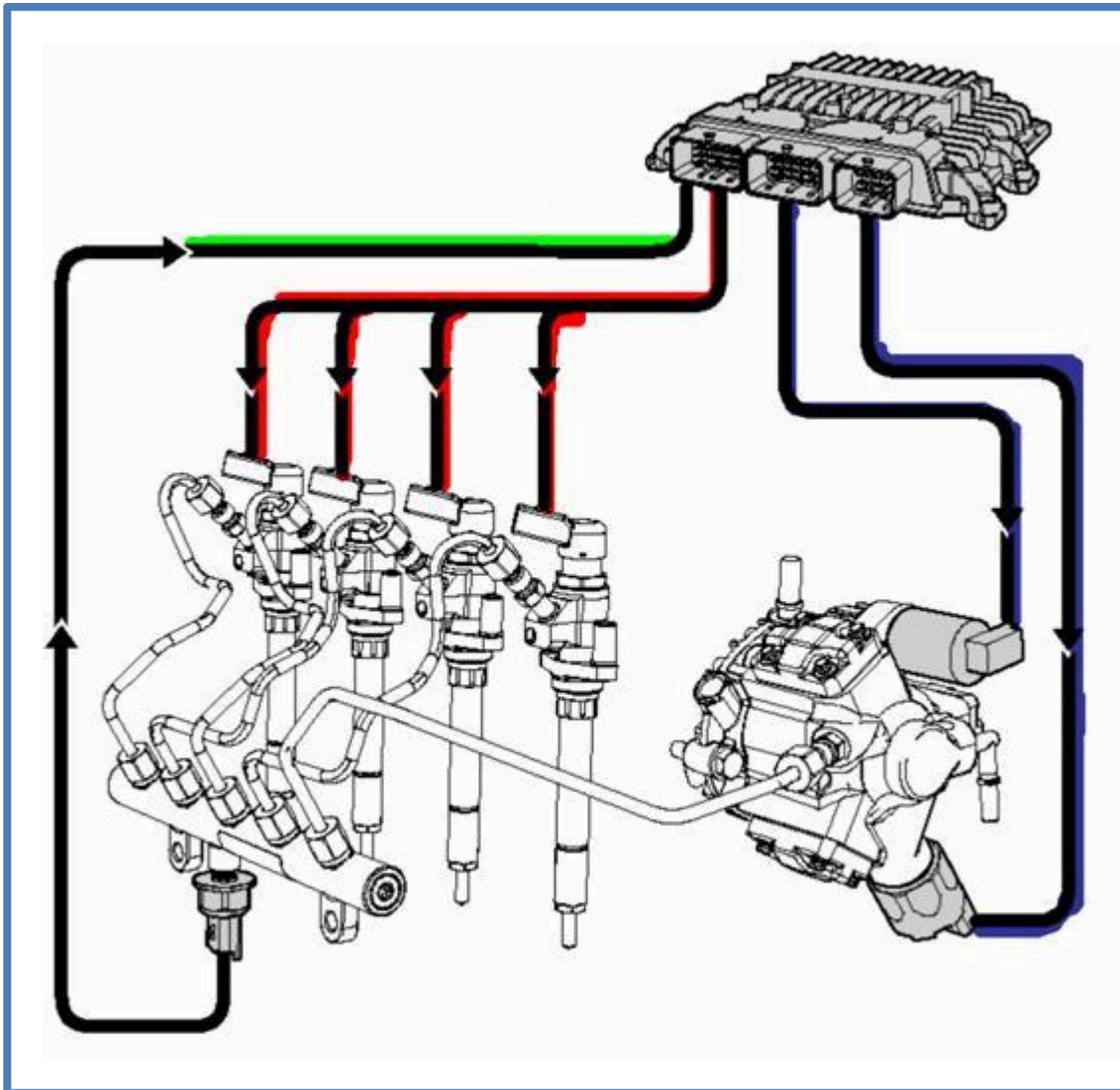
BOMBA AP CP4







INYECCION SIEMENS.



En este sistema se puede apreciar que el PCM controla los inyectores directamente , también ejerce un control por modulación de ancho de pulso sobre una válvula reguladora de presión y una válvula dosificadora de flujo , estos controles los podemos ver en color azul para las válvulas y rojo para los inyectores , en este sistema las dos válvulas trabajan en función de la señal

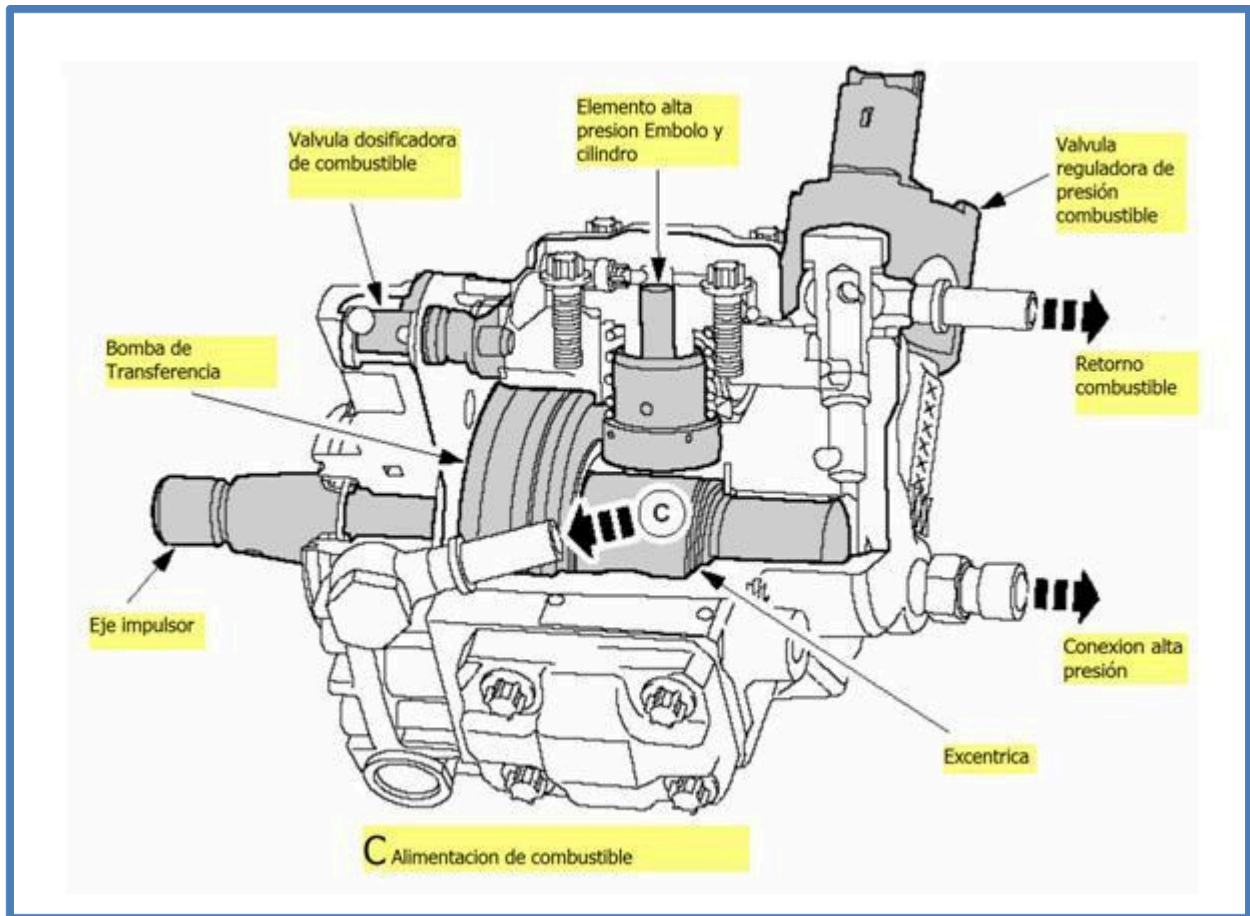
emitida por el sensor de presión del riel de inyección el cual está en el gráfico con línea verde la gestión se realiza en un control de lazo cerrado.

La bomba de alta presión constituye el punto de intersección entre los sistemas de baja y alta presión.

Su función es suministrar siempre el combustible lo suficientemente comprimido en todos los estados de funcionamiento y durante toda la vida útil del vehículo.

Primeramente, la bomba de transferencia aspira el combustible del depósito y lo envía a la bomba de alta presión. La bomba de alta presión genera **permanentemente la alta presión del sistema** para la rampa de combustible. Por esa razón, el combustible comprimido ya no debe someterse a alta presión de forma puntual para cada fase de inyección, tal y como sucede en los sistemas con bomba rotativa de inyección.

Las cámaras de alta presión constituyen tres elementos de alta presión (conjuntos de émbolo y cilindro) desalineados 120 grados entre sí. La válvula dosificadora de combustible y la válvula reguladora de presión del combustible van atornilladas y embridadas a la carcasa de la bomba de alta presión. De este modo se regula de forma óptima la alta presión del sistema. Gracias a la alta presión permanente se optimiza la calidad de la inyección para todos los regímenes



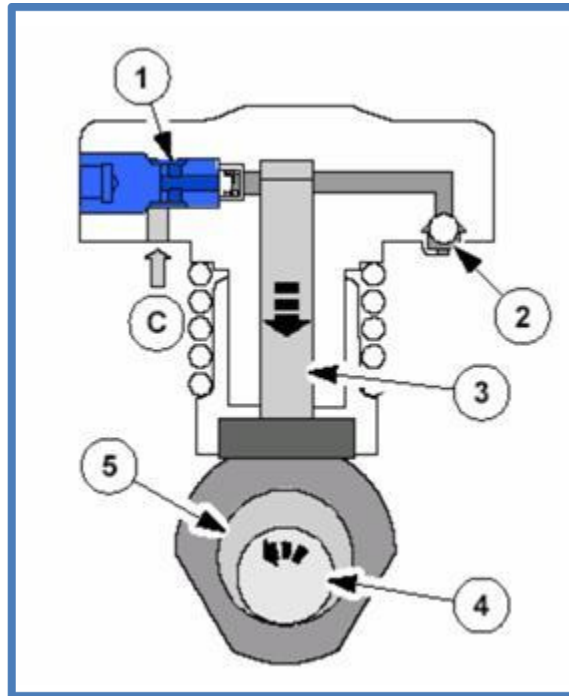
La bomba de transferencia integrada en la bomba de alta presión aspira el combustible del depósito de combustible a través del filtro de combustible.

La bomba de transferencia envía el combustible a la válvula dosificadora de combustible y a la válvula de lubricación. Si la válvula dosificadora de combustible está cerrada, se abre la válvula reguladora de presión primaria y envía de nuevo el combustible de alimentación sobrante al lado de admisión de la bomba de transferencia.

La válvula de lubricación está calibrada de modo que siempre están garantizadas una lubricación y una refrigeración suficientes de la cámara interior de la bomba.

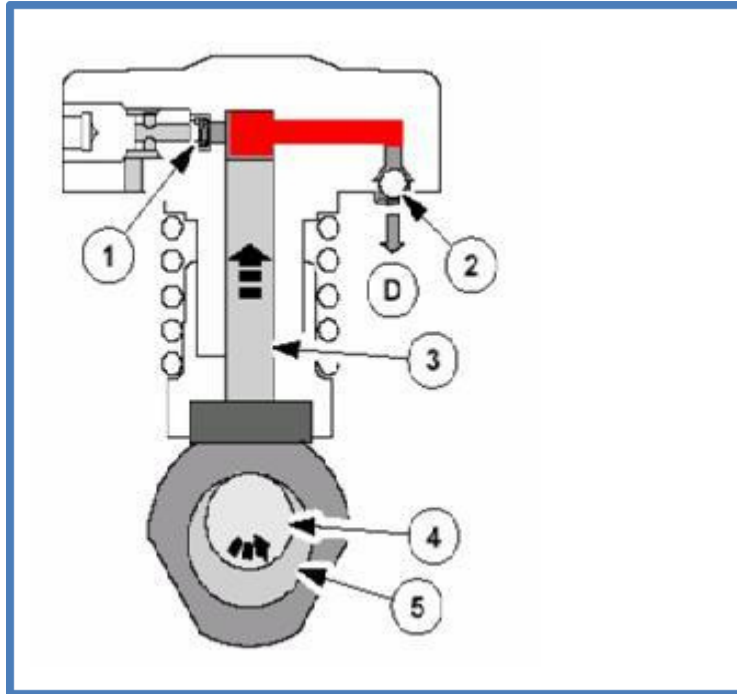
Por medio de la válvula dosificadora de combustible electromagnética (controlada por el PCM) se determina la cantidad de combustible que llega a las cámaras de alta presión (elementos de la bomba). En el conducto de alta presión, entre las cámaras de alta presión y la salida de alta presión hacia la rampa de combustible, se encuentra la válvula reguladora de presión del combustible. Esta válvula electromagnética controlada por el PCM regula la presión del combustible, que finalmente entra a la rampa de combustible a través de la salida de alta presión. La válvula reguladora de presión del combustible conduce el combustible de alimentación sobrante al retorno de combustible, y por tanto, al depósito de combustible.

La generación de presión al interior de las cámaras se da en dos etapas las cuales se muestran a continuación.



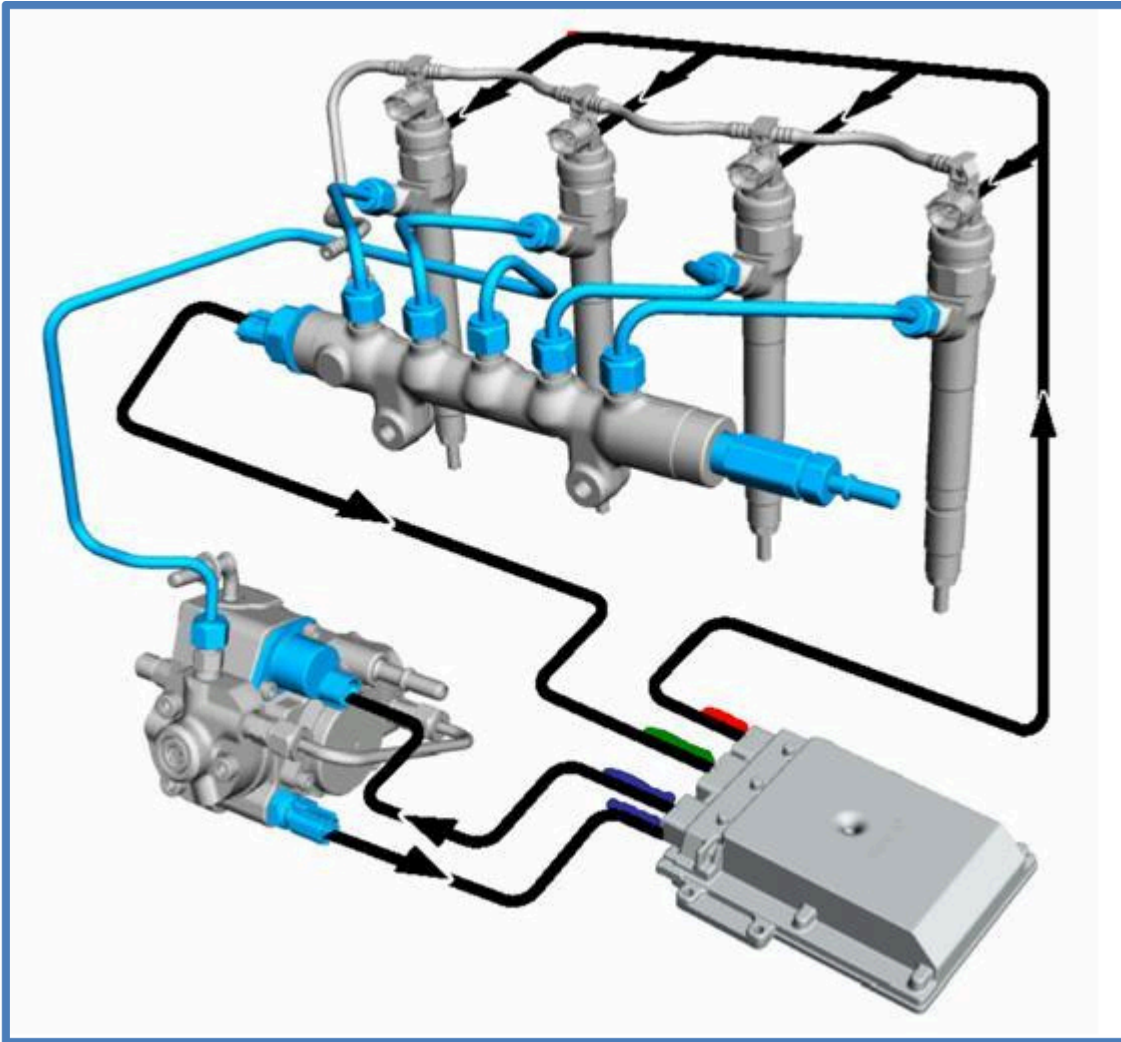
Inicialmente el combustible a la presión de transferencia C ingresa por la válvula de entrada 1 esto en la carrera descendente del embolo 3 este embolo es movido por la excéntrica 5 que a su vez es impulsada por el eje 4.

Una vez que el combustible ingresa a la respectiva cámara sigue una carrera ascendente del pistón esto hace que se comprima y luego salga por la válvula de salida 2 como lo muestra la gráfica inferior.

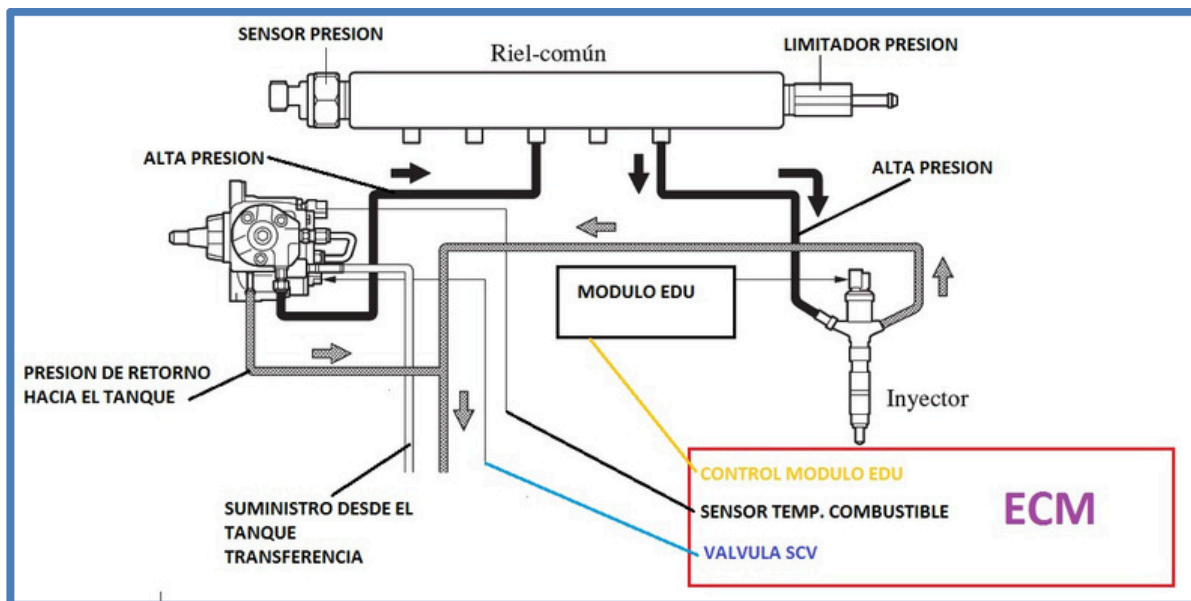
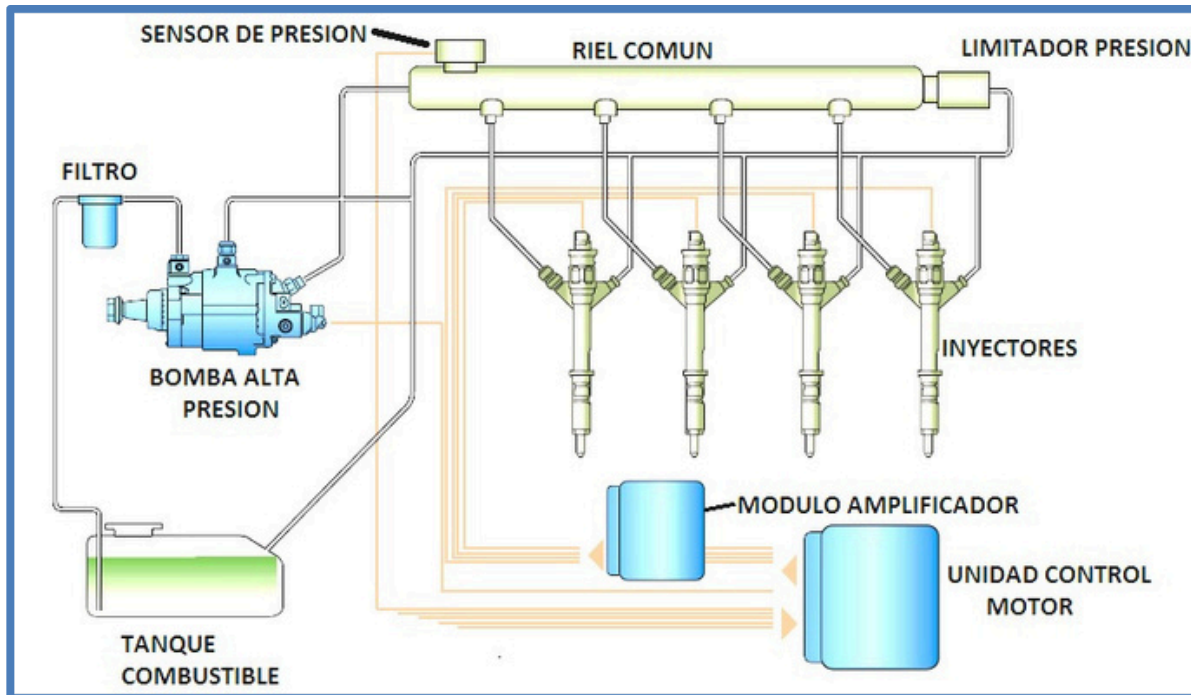


Ya en este caso el combustible sale por el conducto D hacia las líneas que conducen luego al respectivo riel de inyección.

INYECCION DENSO.



SISTEMA CONTROL ELECTRONICO DENSO



Control de Presión del Combustible

La ECU del motor calcula la presión deseada de inyección basándose en el estado del motor, es decir las señales del sensor de posición del pedal del acelerador y del sensor de posición del cigüeñal.

Para controlar la presión del combustible, las señales enviadas al SCV (Control de la Válvula de Succión) de la bomba de suministro regulan el volumen de bombeo de tal manera que la presión detectada por el sensor de presión iguala la presión de inyección deseada.

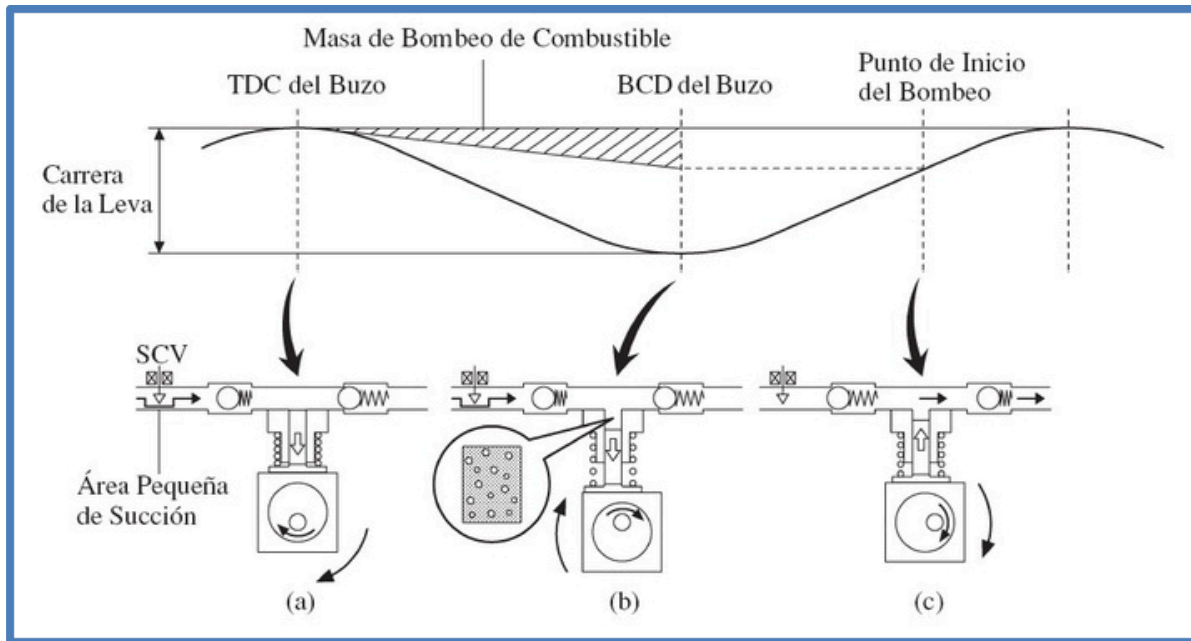
La ECU del motor controla la abertura del SCV para regular el volumen de combustible que bombea la bomba de suministro al riel-común. Como consecuencia, la presión de combustible del riel-común es controlada hacia la presión de inyección deseada.

Abertura Pequeña de la SCV

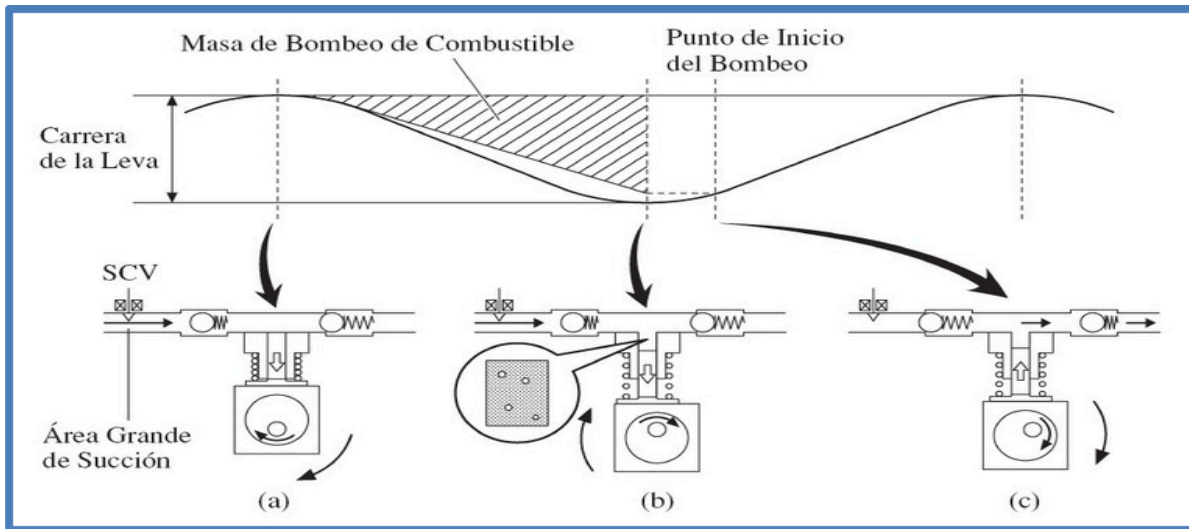
(a) Cuando la abertura de la SCV es pequeña, el área de succión de combustible se mantiene pequeña, lo cual disminuye la cantidad transferible de combustible.

(b) El buzo hace una carrera completa, sin embargo, el volumen de succión se reduce debido al área de succión pequeña. Por lo tanto, la diferencia de volumen entre el volumen de geometría y el volumen de succión está en el estado del vacío.

(c) El bombeo comenzará en el momento en que la presión de combustible he haga mayor que la presión del riel-común.



Abertura Grande de la SCV (a) Cuando la abertura de la SCV es grande el área de succión del combustible se mantiene grande, lo cual incrementa la cantidad transferible de combustible. (b) Si el buzo hace la carrera completa, el volumen de succión aumentará porque el área de succión es grande. (c) El bombeo comenzará en el momento en que la presión de combustible he haga mayor que la presión del riel-común



Control de Inyección Piloto

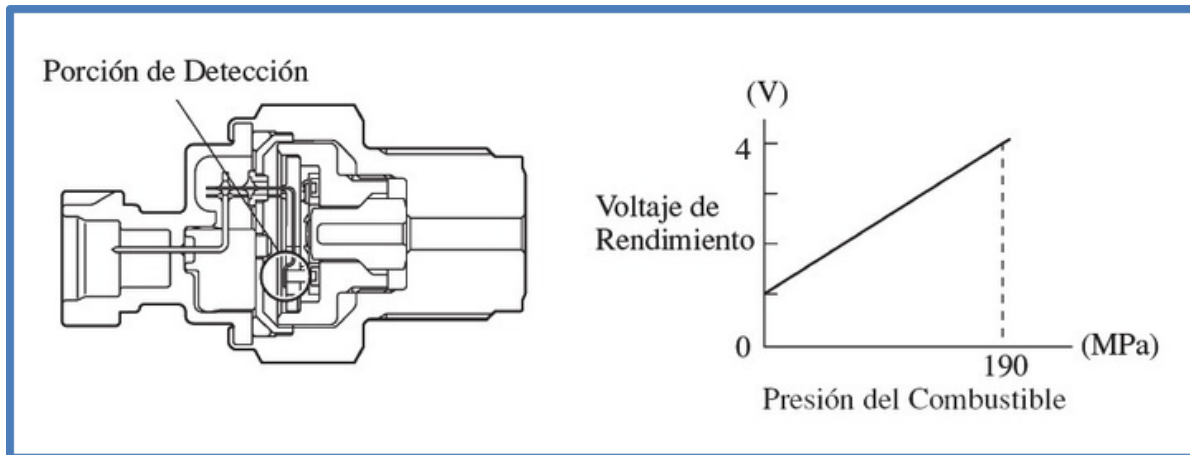
La inyección piloto es un método que provee una inyección auxiliar de combustible antes de que se lleve a cabo la inyección principal de combustible. El propósito de la inyección piloto es iniciar suavemente la combustión de combustible de la inyección principal para reducir el ruido de combustión.

Estado	Inyección Piloto	Inyección Ordinaria
Inyección de Combustible		
Presión de Combustión		

Sensor de Presión del Combustible El sensor de presión de combustible consiste en un semiconductor que utiliza las características de un circuito integrado de silicio que cambia su resistencia eléctrica cuando se le aplica presión. Este sensor está montado en el riel-

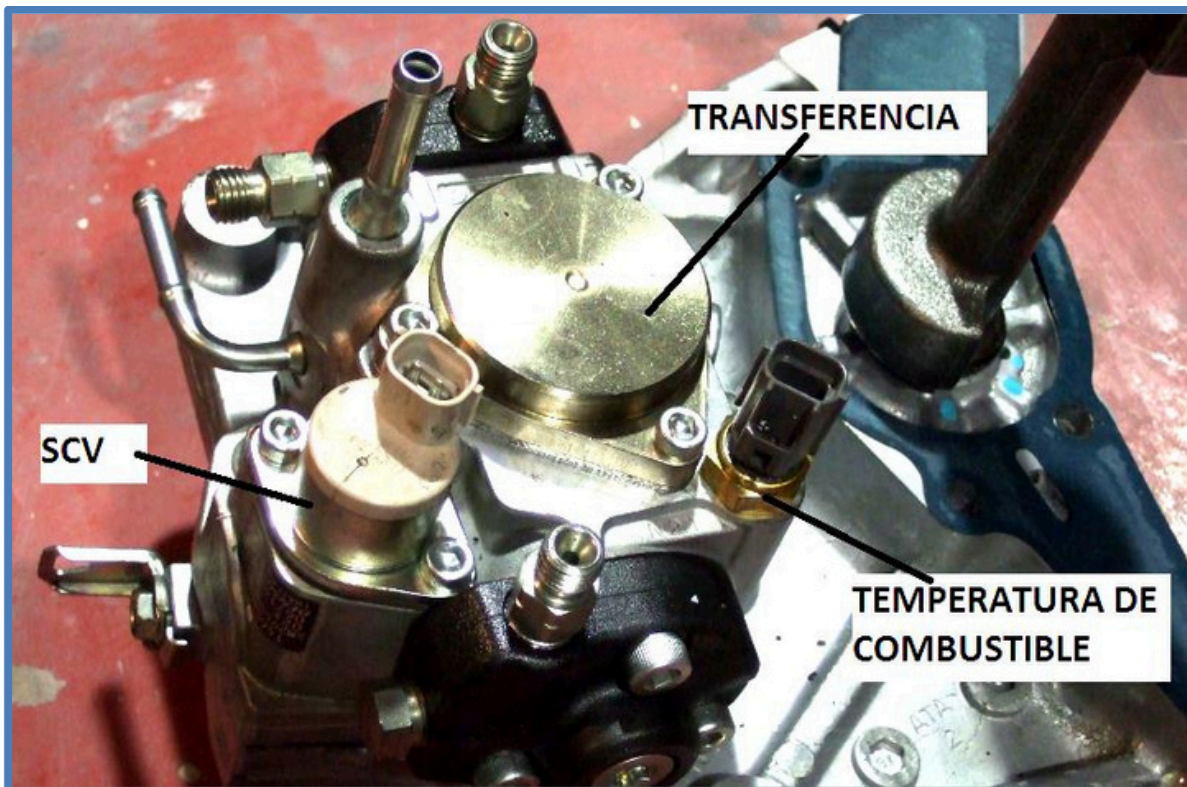
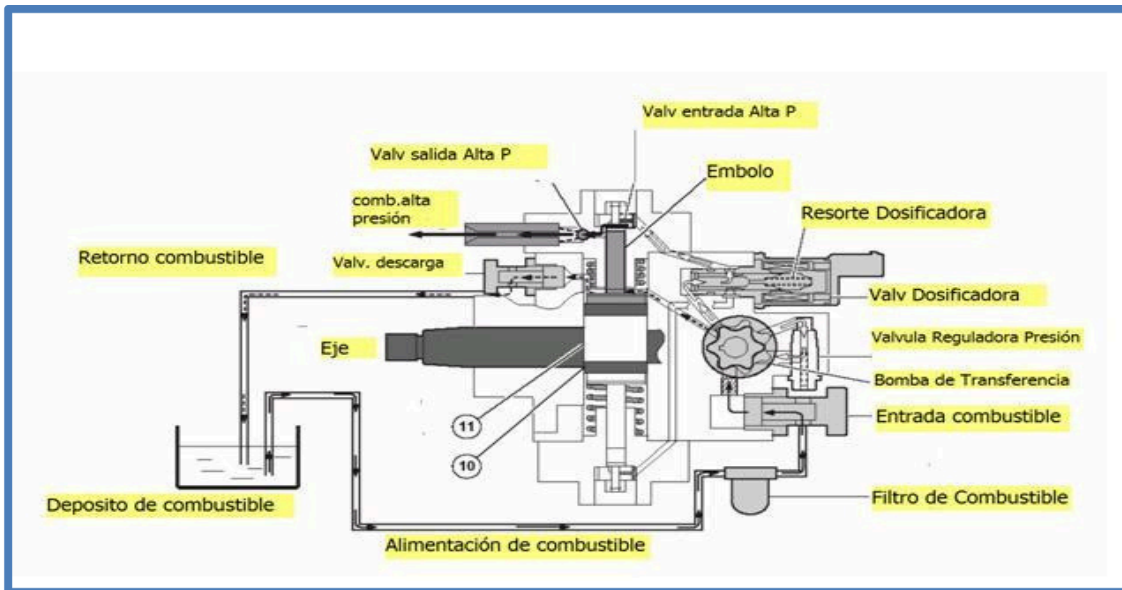
común, emite una señal que representa la presión de combustible en el riel-común a la

ECU del motor para regular constantemente el combustible a una presión óptima.



CONTROL ELECTRONICO DE LA BOMBA ALTA PRESION. Se puede observar que

los inyectores son controlados directamente por el PCM, el cual ejerce control sobre las válvulas de presión y dosificación de flujo para controlar la presión dicha presión es medida por el sensor ubicado en el riel mostrado en las líneas del PCM con color verde, este tipo de control también trabaja en un lazo cerrado para buscar la eficiencia de la presión.



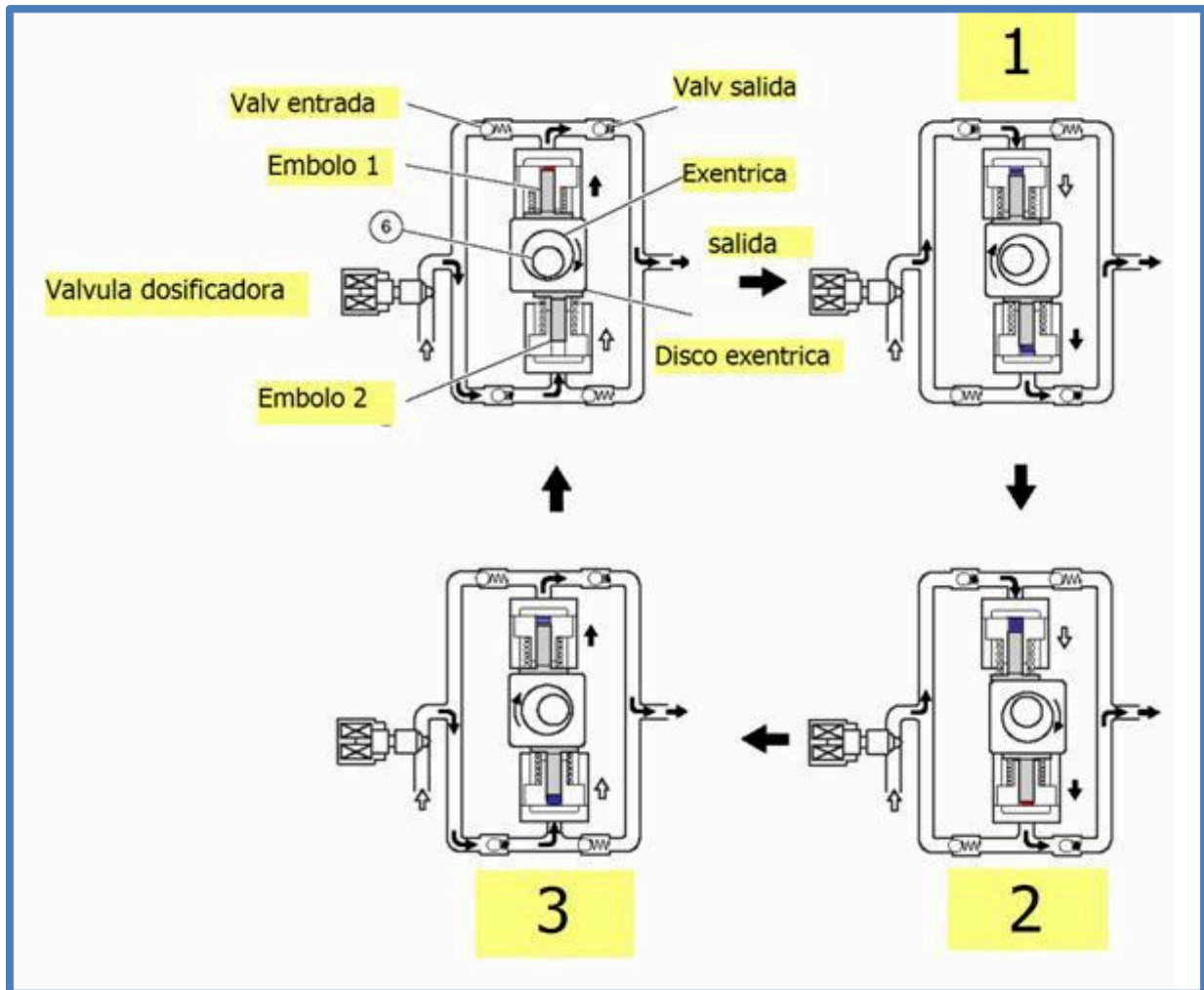
Formación de baja presión. La bomba de transferencia aspira el combustible del depósito a través del paso de entrada y la presión en el interior de la bomba se ajusta a través de la válvula reguladora de la presión inicial con ello se garantiza que los componentes de la bomba de alta presión reciben siempre la lubricación y

refrigeración necesarias. El combustible sobrante se envía al lado de aspiración de la bomba de transferencia a través de la válvula reguladora de la presión inicial.

Una parte del combustible es enviado por la bomba de transferencia hacia la válvula dosificadora de combustible. La sección de paso de la válvula dosificadora determina la cantidad de combustible que llega a las cámaras de alta presión. El pequeño orificio estrangulador en la válvula estranguladora de descarga sirve para la purga automática de la bomba de alta presión. Todo el sistema de baja presión está configurado de modo que retorne una cantidad de combustible definida al depósito a través de la válvula estranguladora de descarga. Esta medida sirve para potenciar la refrigeración de la bomba de alta presión.

Formación de la alta presión.

Para generar la alta presión se utilizan un total de dos cámaras de alta presión dotadas cada una con un émbolo de bombeo. El accionamiento de los émbolos de bombeo se realiza mediante una leva excéntrica accionada por el eje impulsor (principio similar al del sistema Common Rail de Bosch) La bomba de alta presión genera permanentemente la alta presión del sistema para la rampa de combustible.



En la imagen se puede observar que el mecanismo de la alta presión consta de un embolo dos émbolos movidos por la misma excéntrica, cuando un embolo sube el orto baja y viceversa.

Embolo 1.

Si este embolo va de arriba abajo, ingresa combustible a la cámara de presión ese evento se muestra con color azul en la figura y si el embolo en este caso va de abajo a arriba comprime el líquido generando la presión.

Embolo 2.

Si este embolo va de abajo a arriba ingresa combustible al cilindro y si va de arriba abajo comprime el líquido con lo cual logra generar la presión.

En los dos casos los sistemas cuentan con unas válvulas de entrada y salida del combustible las cuales funcionan como anti-retornos y permiten que se generen las respectivas cargas y presiones.

En la gráfica superior se puede apreciar que para cada uno de los eventos un cilindro genera presión y el otro se carga y existe un instante en donde la leva se encuentra en un punto muerto para ambos pistones y en ese momento ambos se encuentran a mitad de carga.

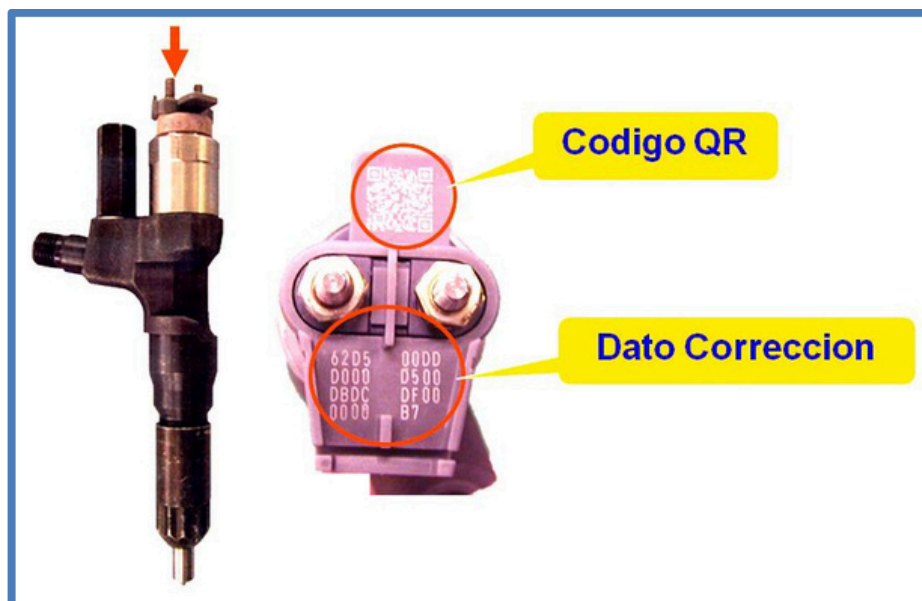
Injector Información general

Un inyector consiste de una boquilla aguja, un pistón y una válvula solenoide.

Cada inyector está impreso con un valor de compensación de inyección y un código

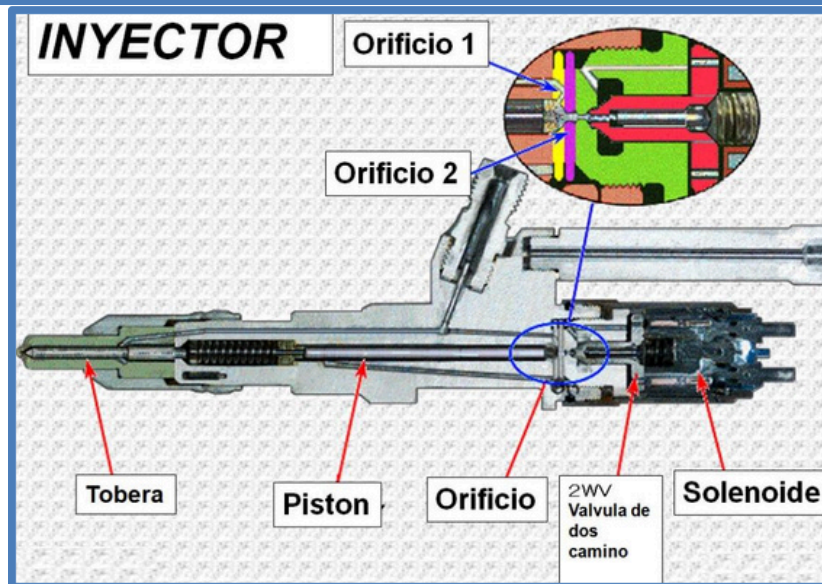
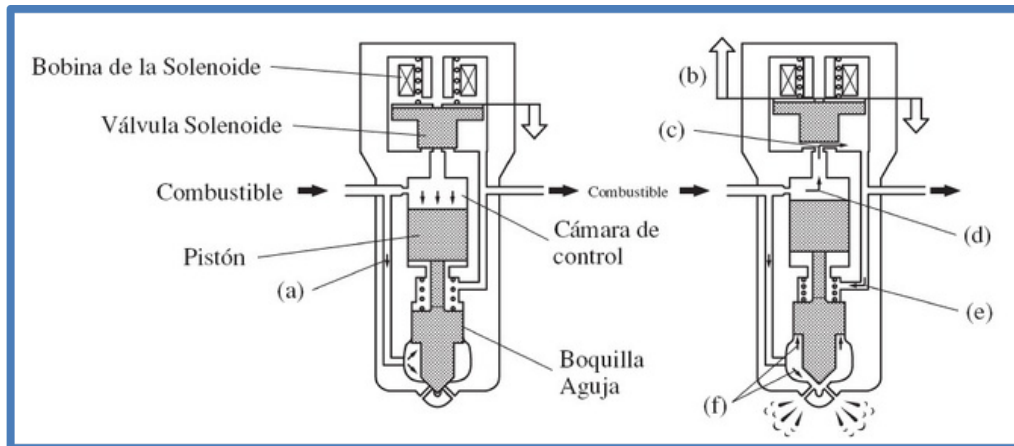
QR (Respuesta Rápida) con características en código del inyector.

El valor de compensación del inyector y QR contienen bastante información relacionada con el inyector, tal como código del modelo y corrección del volumen de inyección.

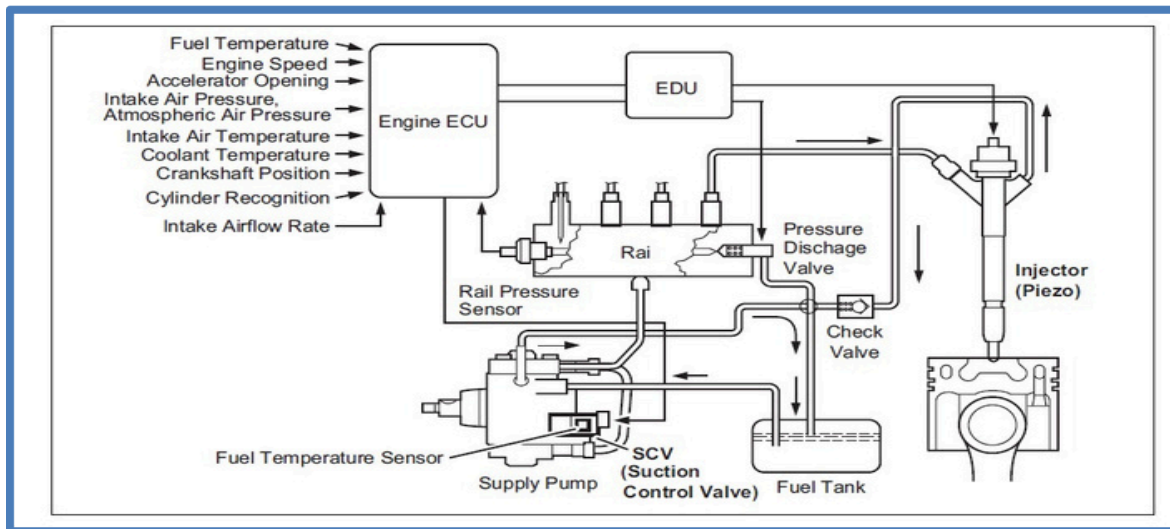


Funcionamiento

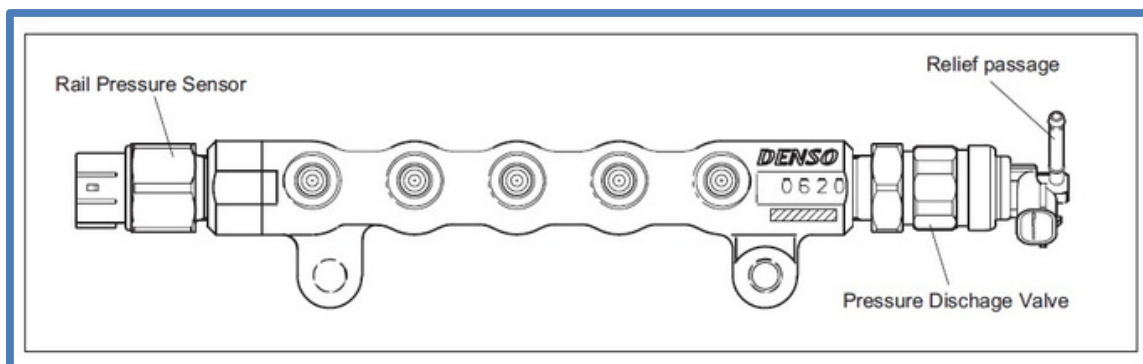
- (a) La presión del combustible se aplica constantemente a la cámara de la boquilla aguja.
- (b) Cuando se aplica corriente eléctrica a la bobina solenoide, ésta jala la válvula solenoide hacia arriba.
- (c) El orificio de la cámara de control se abre permitiendo que el combustible fluya hacia afuera.
- (d) La presión del combustible en la cámara de control disminuye.
- (e) Simultáneamente, el combustible fluye desde el orificio hasta el fondo del pistón y eleva el pistón hacia (para mejorar la respuesta).
- (f) Como resultado, el pistón eleva la boquilla aguja para inyectar combustible.



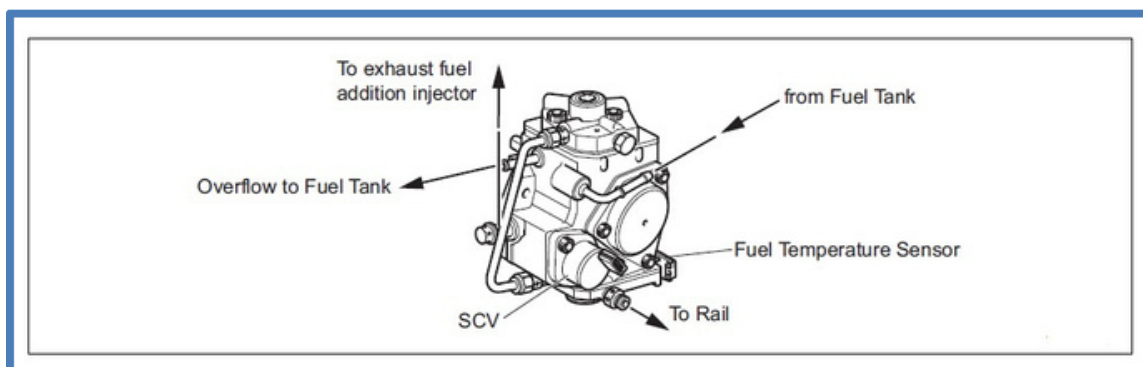
SISTEMAS DENSO ULTIMA GENERACION.



RIEL DE INYECCION.



BOMBA DE INYECCION.



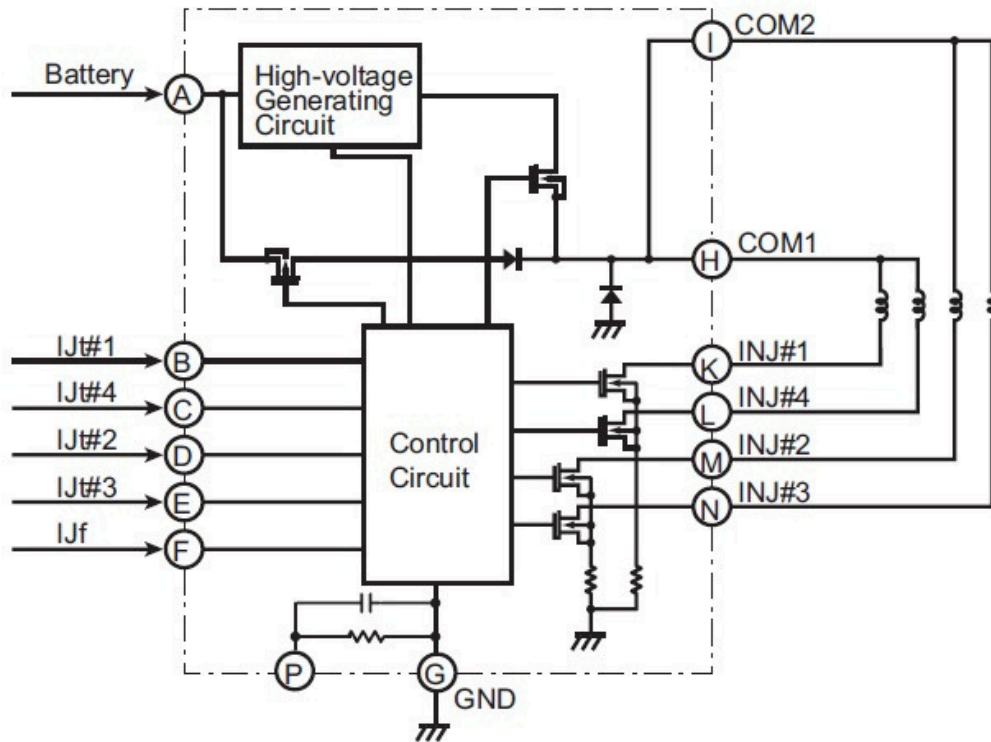
CONTROL ELECTRONICO DE LOS INYECTORES.

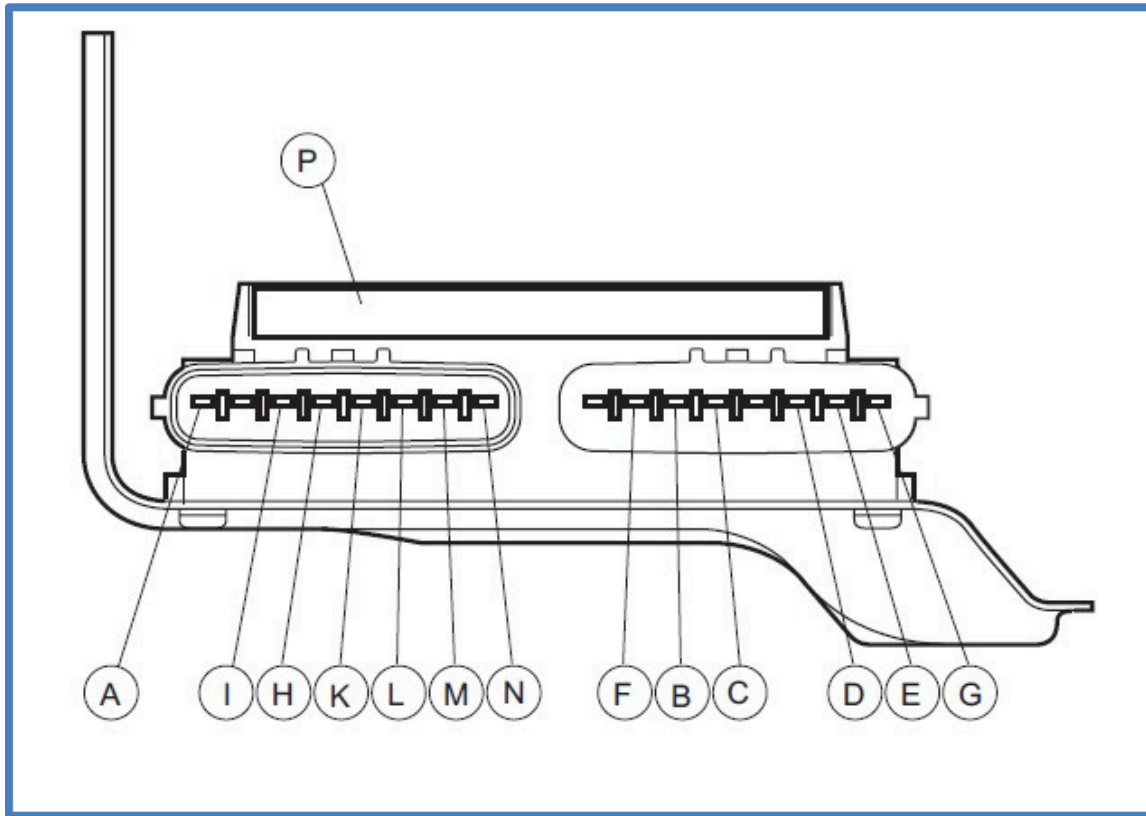
En el caso de la marca DENSO se utiliza en la actualidad dos sistemas de control electrónico de los inyectores a través de módulo EDU. La técnica de ambos es muy similar pero las configuraciones son diferentes referentes a sus conexiones.

sistema de primera generación de control.

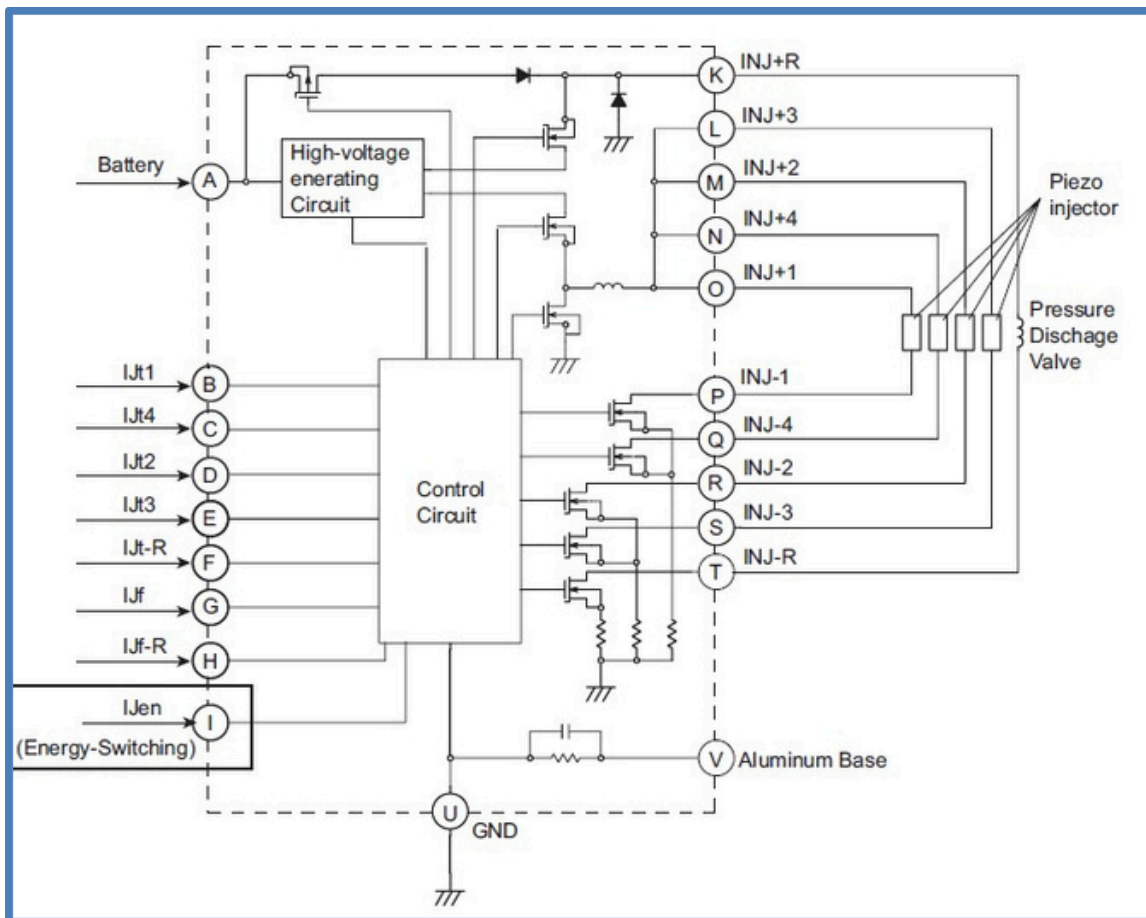
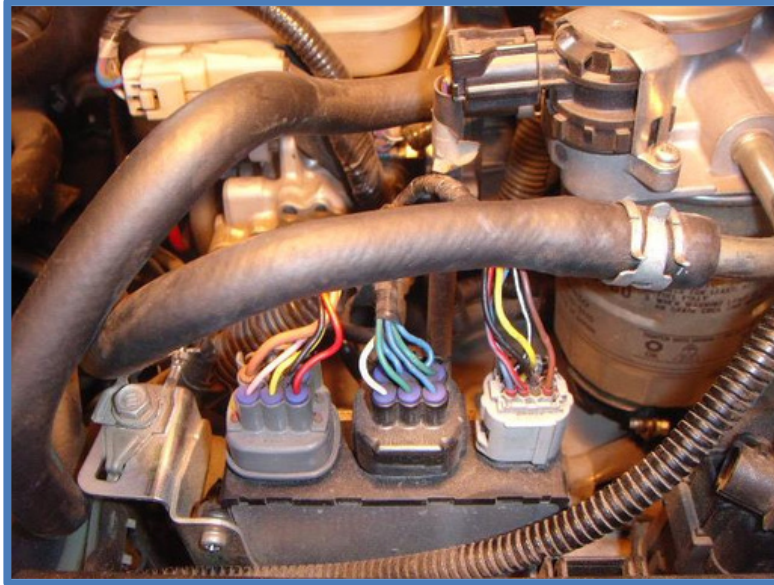


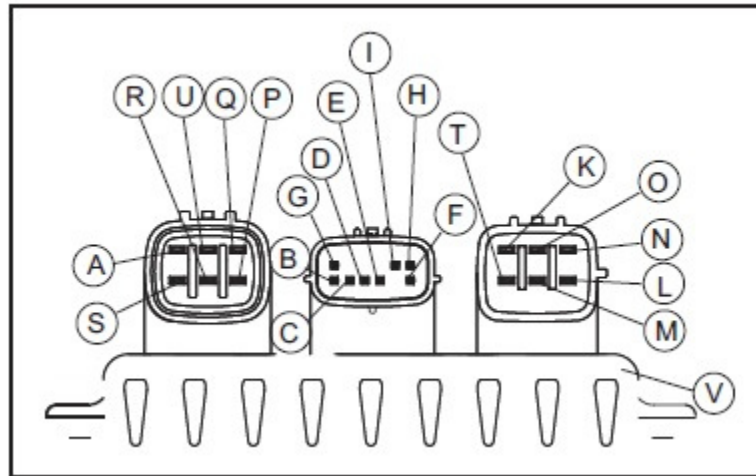
EDU 1





Módulo EDU segunda generación.

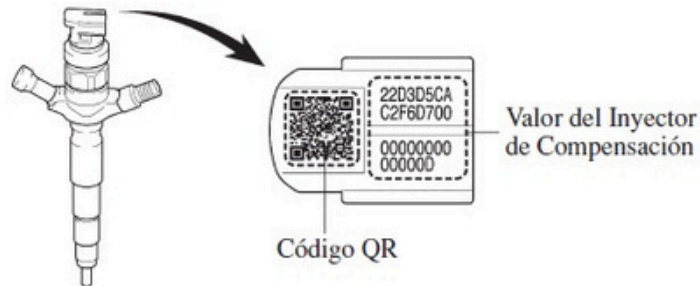




PROGRAMACION DE INYECTORES.

Ejemplo DENSO.

- Si reemplaza la ECU del motor, utilice el probador inteligente II e ingrese los valores de compensación del inyector de los 4 inyectores. Si reemplaza el inyector, ingrese los valores de compensación del inyector que se reemplazó. Entonces, la compensación adecuada se puede lograr de manera que no cambie la precisión del volumen de inyección antes del reemplazo. Si desea más detalles, vea el Manual de Reparaciones Fortuner.
- El código QR, que requiere una herramienta especial de diagnóstico, no se utiliza en los concesionarios Toyota.



— REFERENCIA —

¿Que es el Código QR (Respuesta Rápida)?

- El código QR, una matriz de símbolos que consta de un arreglo de celdas nominalmente cuadradas, permite la lectura omni-direccional, de alta-velocidad de gran cantidad de datos.
- El código QR codifica muchos tipos de datos tales como numéricos, alfanuméricos, kanji, kana y binarios. Se puede codificar un máximo de 7,089 caracteres (numéricos).
- El código QR (Código 2D) contiene información en dirección vertical y horizontal mientras que el código de barras contiene datos en una sola dirección. El código QR (Código 2D) contiene un volumen considerablemente mayor de información que el código de barras.



PASOS



Function	View	System	Bar	Help
Engine / Utility				
Injector Compensation				
< NOTICE > This function must not be operated without referring the service manual. Press Next to proceed.				
< Back		Next >		Cancel
DTC	Data List	View	Active Test	Utility

Function	View	System	Bar	Help
Engine / Utility				
Injector Compensation				
Select a function then press Next to proceed. ☒ Set Compensation Code ☐ Read Compensation Code				
< Back		Next >		Cancel
DTC	Data List	View	Active Test	Utility

Function	View	System	Bar	Help
Engine / Utility				
Injector Compensation				
[Selected function]				
Select a cylinder then press Next to proceed.				
☒ Cylinder No.1 ☐ Cylinder No.2 ☐ Cylinder No.3 ☐ Cylinder No.4				
< Back Next > Cancel				
DTC	Data List	View	Active Test	Utility

Function	View	System	Bar	Help
Engine / Utility				
Injector Compensation				
[Selected cylinder]				
Input the code of 30 characters printed on the injector. Refer to the service manual for details.				
Input Open				
If the inputted characters are correct, press Next to proceed.				
< Back Next > Cancel				
DTC	Data List	View	Active Test	Utility

Function	View	System	Bar	Help
Engine / Utility				
Injector Compensation				
[Selected cylinder]				
Input the code of 30 characters printed on the injector. Refer to the service manual for details.				
10D702047DFFCA38090000014BE965				
Input Open				
If the inputted characters are correct, press Next to proceed.				
< Back Next > Cancel				
DTC	Data List	View	Active Test	Utility

Input Value															
Clear OK Cancel															
Esc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	+	=	←	→	
Tab	q	w	e	r	t	y	u	i	o	p	[	]			
CAP	a	s	d	f	g	h	j	k	l	;	'				
Shift	z	x	c	v	b	n	m	,	.	/	←	→			
Ctl	Alt										↓	↑	←	→	

Function	View	System	Bar	Help
Engine / Utility				
Injector Compensation				
Injector Compensation is complete. Press Next to set the other cylinder, or press Cancel to exit this function.				
< Back		Next >	Cancel	
DTC	Data List	View	Active Test	Utility

CASO DENSO HINO.

Que es Codigo de QR

Hino Quality Service

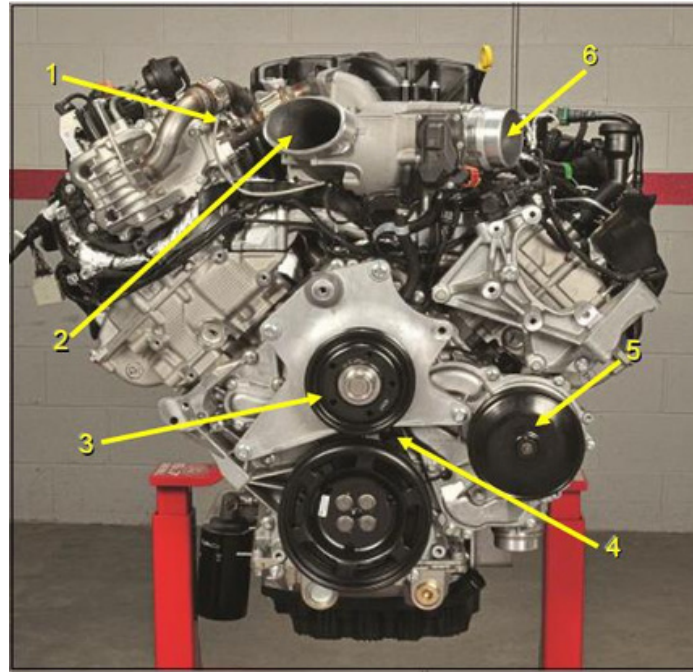




SISTEMAS POST-TRATAMIENTOS ESCAPE DE MOTOR. Para entender mejor el sistema de escape y sus controles , empezaremos con la ubicación de algunos componentes de un motor , y tendremos de caso de estudio el sistema CONTINENTAL aplicado en CUMMINS y FORD.

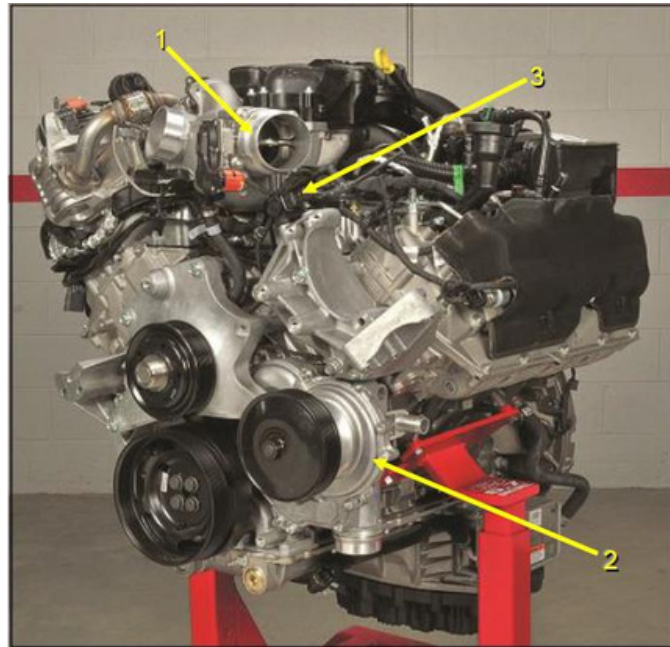
UBICACION DE LOS COMPONENTES DEL MOTOR.

Frente del motor.



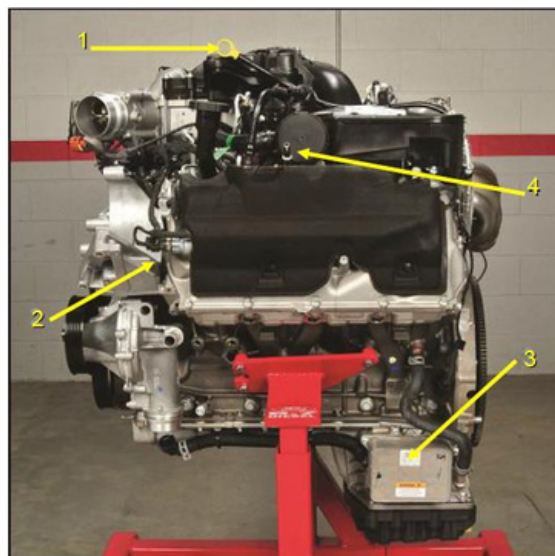
1. Sensor de Temperatura EGR (EGRT)
2. Entrada del Filtro de Aire
3. Polea Loca del Arreglo Frontal (FEAD)
4. Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)
5. Bomba de Enfriamiento Primario
6. Entrada del Enfriador de Carga del Aire (CAC)

Lado Izquierdo del Motor



- 1. Cuerpo de Mariposas de Admisión
- 2. Bomba de Agua Primaria
- 3. Solenoide de Control de Desfogue

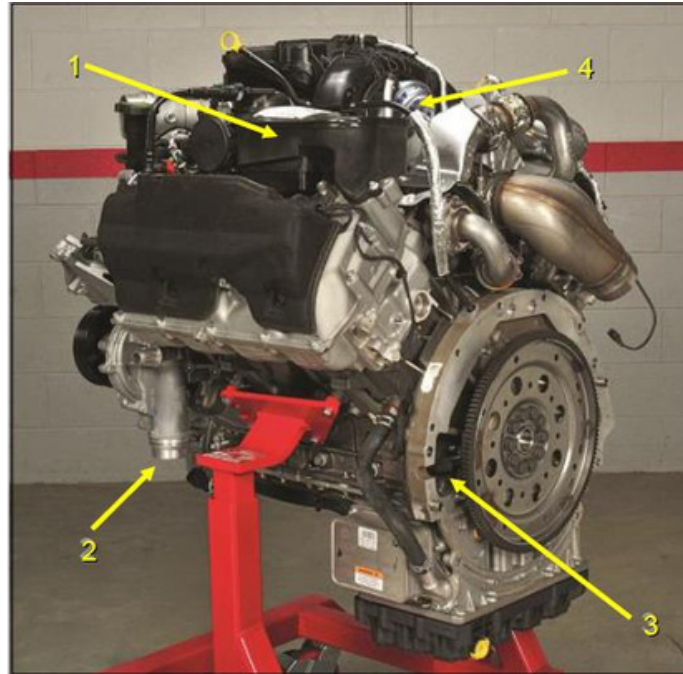
Lado Izquierdo Motor



- 1) Bayoneta de nivel de aceite
- 2) Sensor de presión del riel de combustible (FRP)
- 3) Enfriador de aceite del motor

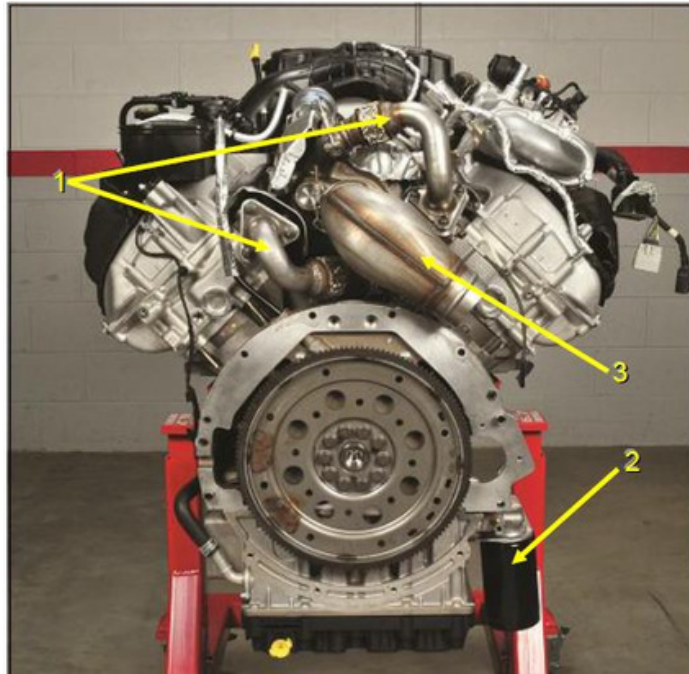
4) Línea de retorno de combustible

Parte trasera izquierda motor.



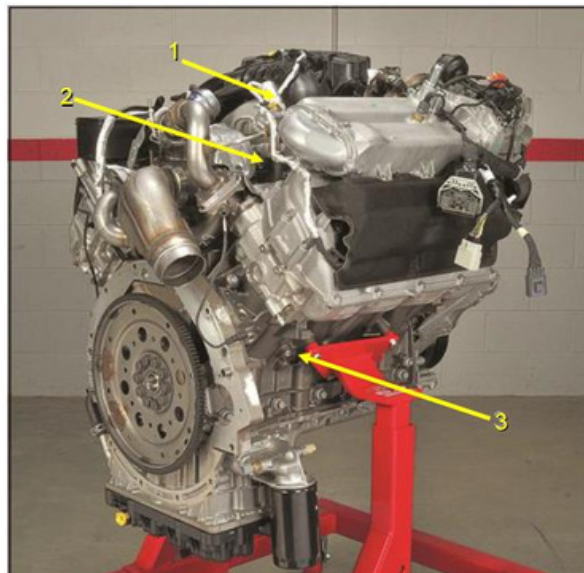
- 1) Separador de aceite de la ventilación del compartimiento del cigüeñal
- 2) Entrada a la bomba de agua
- 3) Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
- 4) Actuador de desfogue

Parte trasera del motor.



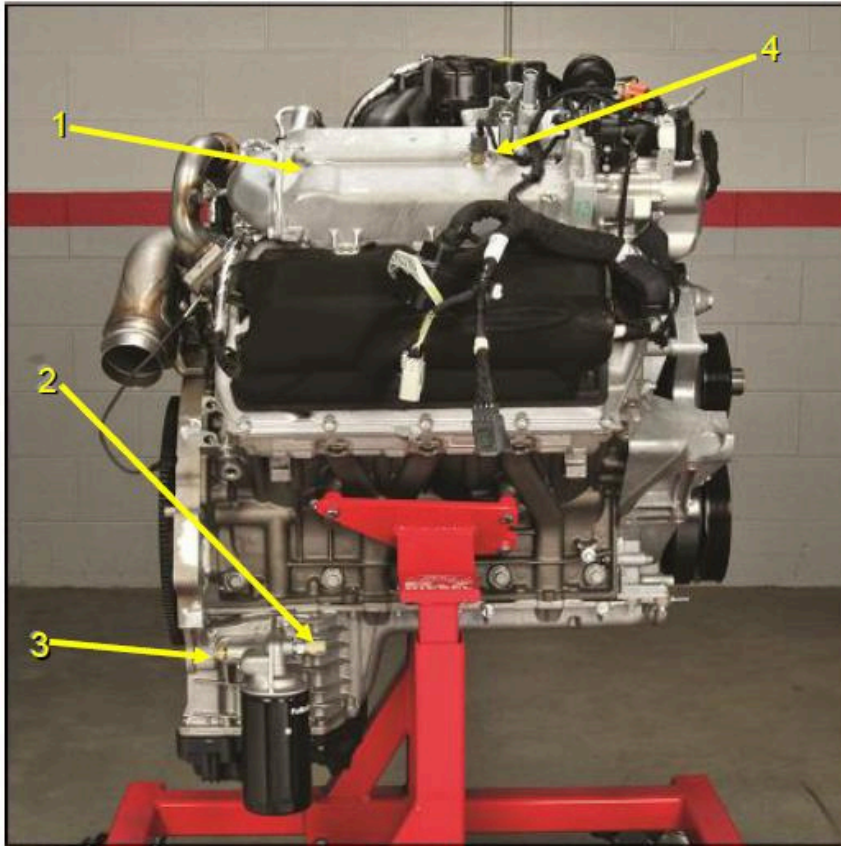
- 1) Suministro del escape al turbo cargador
- 2) Filtro de aceite atornillable
- 3) Tubo de salida del turbo cargador (Cabeza de Cobra)

Parte trasera derecha del motor



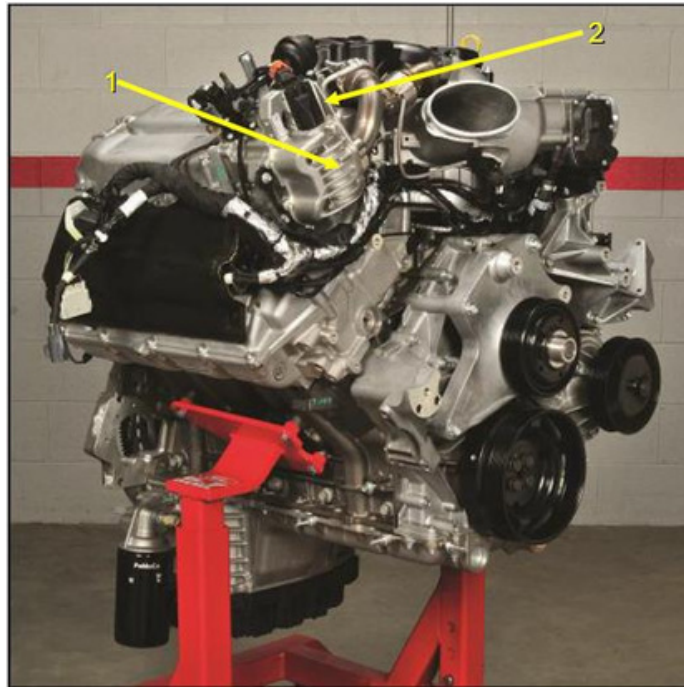
- 1) Sensor de presión del escape
- 2) Actuador del Turbo Cargador de Geometría Variable (VGT)
- 3) Calentador del bloque

Lado derecho del motor



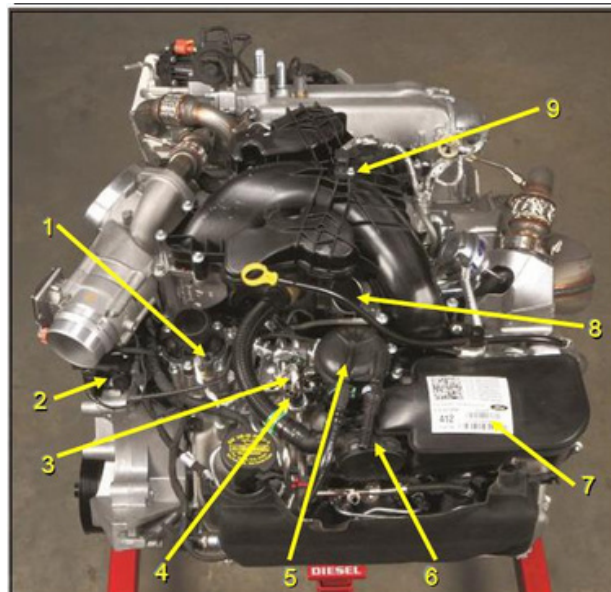
- 1) Enfriador EGR
- 2) Interruptor de presión de aceite
- 3) Sensor de temperatura de aceite del motor (EOT)
- 4) Sensor de Temperatura del Sistema de Enfriamiento Secundario (ECT2)

Parte delantera derecha del motor.



- 1) Válvula EGR
- 2) Motor de la válvula EGR con sensor de posición

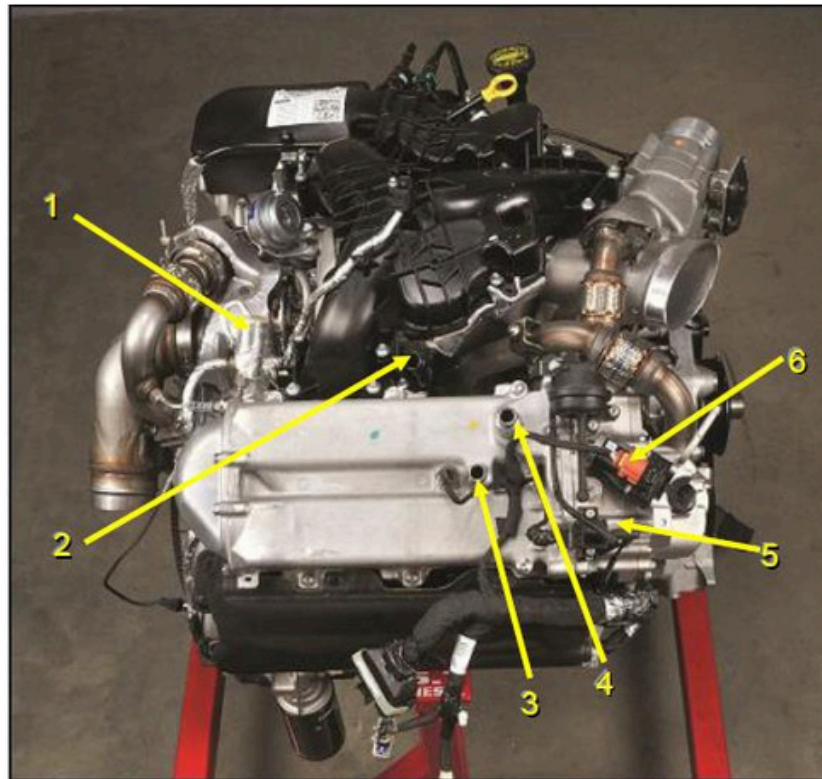
Parte superior izquierda.



- 1) Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT)
- 2) Solenoide de vacío para control de desfogue
- 3) Sensor de Temperatura del Riel de Combustible (FRT)

- 4) Interruptor de Presión de Combustible (FPS)
- 5) Filtro de combustible montado en el motor
- 6) Línea de suministro de combustible
- 7) Calcomanía de Ajuste de Cantidad de Inyectores (IQA)
- 8) Salida del compresor del turbo cargador
- 9) Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)

Parte superior derecha del motor



- 1) Sensor de Presión de Escape (EP)
- 2) Suministro al panel del calefactor
- 3) Entrada de enfriamiento secundario al enfriador EGR
- 4) Salida de enfriamiento secundario del enfriador EGR
- 5) Solenoide de desvío del enfriador EGR
- 6) Motor de la válvula EGR con sensor de posición

SISTEMA DE CONTROL Y SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE.

El sistema de combustible de riel común de alta presión usado en el motor Diesel turbocargado de inyección directa 6.7L está controlado electrónicamente por el PCM. Los inyectores de combustible activados por

piezo eléctricos distribuyen el combustible de alta presión. Los parámetros de inyección son:

Presión de inyección

Número de inyecciones por ciclo de combustión

Regulación de las inyecciones

Cantidad de la inyección

Estos parámetros se utilizan para cada fase de inyección dentro del ciclo de combustión. Este sistema usa la inyección previa (piloto), la inyección principal y la inyección posterior para cumplir con los siguientes criterios operativos del motor:

Emisiones del sistema del motor

Reducción del ruido de combustión

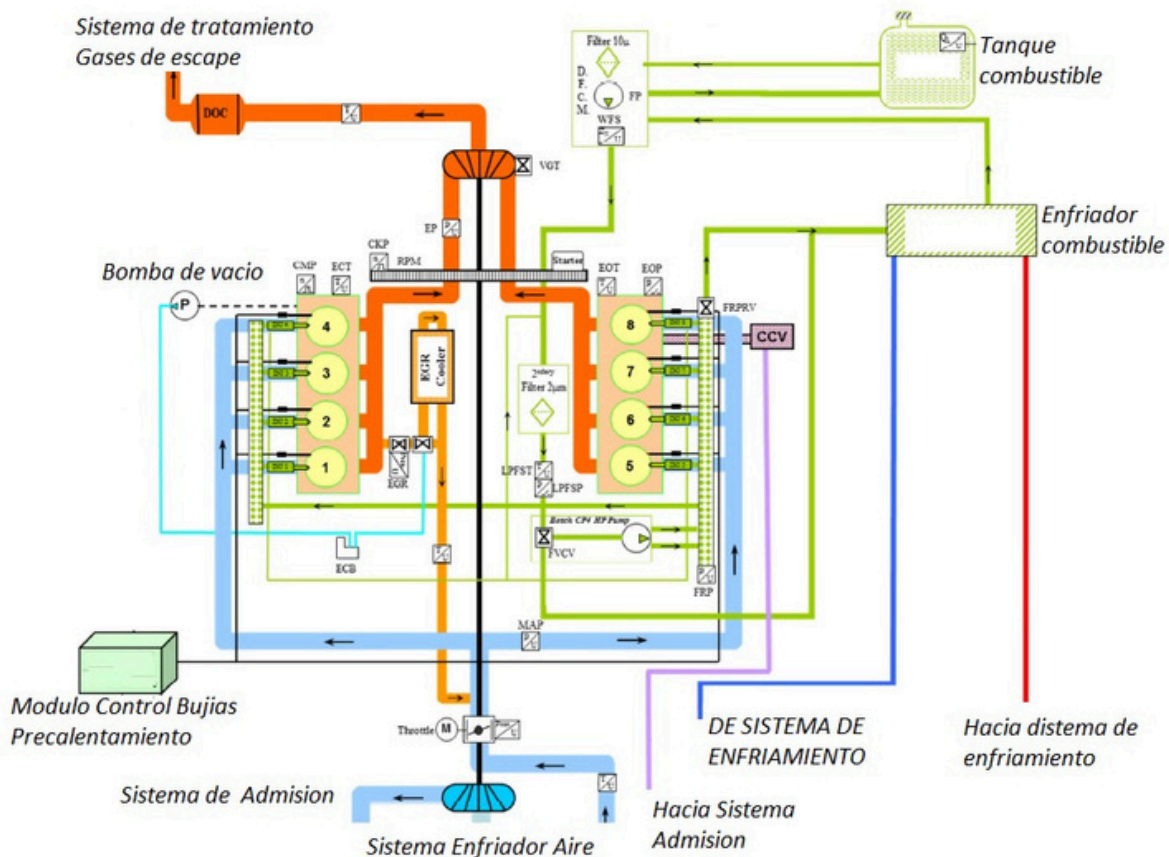
Rendimiento del motor

Lista de componentes

Los componentes del sistema de combustible de alta presión constan de lo siguiente:

- bomba de inyección de combustible de alta presión montada en la parte delantera del valle del bloque del motor.
- rieles de combustible de alta presión montados en cada cubierta de la válvula.
- inyectores de combustible activados por piezo en las cabezas de cilindros.
- válvula de control de la presión del combustible montada en la parte trasera del riel de combustible izquierdo.
- válvula de control del volumen de combustible montada sobre la bomba de inyección de combustible de alta presión.
- Sensor de presión del riel de combustible (FRP) montado en la parte delantera del riel de combustible izquierdo.

- filtro de combustible secundario montado en la cubierta de la válvula izquierda (baja presión).
- tubo de alimentación de la bomba de inyección de combustible dirigido desde del filtro de combustible secundario hasta la bomba de inyección de combustible de alta presión (baja presión).
- tubos de alimentación del riel de combustible dirigidos desde la bomba de inyección de combustible de alta presión hasta los rieles de combustible.
- tubos de alimentación del inyector de combustible dirigidos desde los rieles de combustible de alta presión hasta los inyectores individuales.
- manguera de retorno del inyector de combustible conectada a cada inyector de combustible y al filtro de combustible secundario.



El combustible suministrado a la cámara de combustión pasa por el módulo de acondicionamiento del combustible Diesel montado en el chasis y los tubos de combustible del chasis en el módulo del filtro de combustible secundario montado en el motor. El combustible filtrado de baja presión entra en la bomba de combustible de alta presión a través de un ensamble de tubos que contiene un sensor integrado de temperatura y presión de combustible. El sensor integrado de temperatura y presión de combustible proporciona una señal de entrada de temperatura de combustible al PCM para controlar los parámetros de funcionamiento del sistema de combustible y garantiza que se consiga la presión de alimentación de combustible mínima requerida por la bomba de inyección de combustible de alta presión.

Una vez que el combustible entra en la bomba de inyección de combustible de alta presión, fluye a través de la cámara de la leva donde se enfría y lubrica los componentes de bombeo. Un regulador de presión mecánico en la bomba mantiene una presión interna constante. Una válvula de control de volumen de combustible está montada en la parte superior de la bomba de inyección de combustible de alta presión y permite a una parte del combustible de baja presión controlada por el PCM fluir a los dos cilindros de la bomba, donde se comprime y envía a los múltiples de alimentación de combustible. La bomba de inyección de combustible de alta presión genera presiones de hasta 200 MPa (2,000 bares o 29,007 psi).

El múltiple de alimentación de combustible izquierdo más largo contiene un volumen separado del resto del múltiple. El combustible es recibido en el extremo de volumen del múltiple desde la bomba de inyección de combustible de alta presión a través de dos tubos de alimentación del múltiple de alimentación de combustible y es liberado al resto del múltiple izquierdo a través de un orificio y al múltiple derecho a través de un tubo de alimentación del múltiple. El sensor de presión del múltiple de alimentación de combustible (FRP) mide la presión de combustible en el múltiple izquierdo mientras la válvula de control de presión de combustible controla la presión de combustible. La válvula de control de presión de combustible está montada en la parte posterior del múltiple de alimentación de combustible izquierdo.

El PCM utiliza varias señales de entrada para determinar el modo de funcionamiento del sistema de combustible de alta presión. Bajo ciertas condiciones, incluyendo el arranque, el sistema funciona con la válvula de control de volumen de combustible completamente abierta y la presión de combustible es controlada por la válvula de control de presión de combustible. Bajo otras condiciones de funcionamiento, la válvula de control de volumen de combustible dosifica el combustible de modo que solo la cantidad de combustible requerido para una presión del múltiple dada se comprime y envía a los múltiples. En este modo de funcionamiento, la válvula de control de presión de combustible tiene una función de ajuste, descargando sólo pequeñas cantidades de combustible.

Los inyectores de combustible son controlados por el PCM mediante un amplificador de inyector interno. Los inyectores de combustible utilizan un piezo-actuador en vez de un solenoide para controlar la inyección de combustible. El piezo-actuador proporciona un control preciso de la sincronización de la inyección y una cantidad de combustible por evento de inyección; puede haber hasta 5 eventos de inyección por ciclo de combustión. La boquilla del inyector de combustible tiene 8 orificios de suministro de combustible que proporciona un rocío de combustible muy fino dentro de la cámara de combustión. El inyector de combustible controlado por el PCM inyecta el combustible dentro de la cámara de combustión a presiones de hasta 200 MPa (2,000 bares o 29,000 psi). Cada inyector de combustible es asignado a un código de ajuste del flujo de combustible durante el proceso de fabricación del inyector. El código de ajuste del combustible se denomina Ajuste de la cantidad del inyector (IQA). El PCM está programado con un código IQA del inyector de combustible para cada cilindro. Si se reemplaza un inyector de combustible, instale la etiqueta que viene con el nuevo inyector en la carcasa del separador de aceite y programe el PCM con el nuevo código IQA para ese inyector de reemplazo.

El combustible de retorno procedente de la bomba de inyección de combustible de alta presión se mezcla con el combustible de retorno del múltiple de alimentación de combustible y se envía al enfriador de combustible, montado en el larguero del bastidor izquierdo, y luego al módulo de acondicionamiento del combustible Diesel. El combustible de retorno de

los inyectores de combustible fluye a través de la manguera de retorno del inyector a una unión en T que contiene un orificio que controla la contrapresión en los inyectores y desde la unión en T de vuelta al acoplamiento de entrada del filtro de combustible secundario. Durante el arranque del motor, la presión de combustible del módulo de acondicionamiento del combustible Diesel se aplica a los conectores de retorno del inyector a través de esta manguera de retorno para crear la contrapresión necesaria para que los inyectores funcionen. Durante el funcionamiento normal, el combustible de retorno del inyector que fluye a través del orificio crea la contrapresión requerida. **CUIDADOS AL TRABAJAR CON SISTEMAS DE ALTA PRESION .**

 **ADVERTENCIA:** Evite el contacto con el combustible durante la inspección visual para detectar fugas de combustible mientras el motor esté funcionando. No trabaje en el sistema de combustible hasta que la presión se haya liberado y el motor se haya enfriado. El combustible en el sistema de combustible de alta presión está caliente y a una presión muy alta. El combustible a alta presión podría causar cortes y el contacto con el combustible caliente podría causar quemaduras. Si no se siguen estas instrucciones, se podrían ocasionar lesiones personales graves.

 **ADVERTENCIA:** El contacto con el cableado expuesto de los inyectores de combustible, si está energizado, podría ocasionar un choque eléctrico. Tenga cuidado cuando trabaje en o cerca de un cableado de inyectores de combustible energizado. El cableado de los inyectores de combustible suministra un alto voltaje a los inyectores para que estos puedan funcionar. Si no se siguen estas instrucciones, se podrían ocasionar lesiones personales graves.

AVISO: Antes de desconectar alguna pieza del sistema de combustible, es importante quitar todo el polvo, suciedad y partículas extrañas de alrededor de los componentes para evitar que se introduzcan en el sistema de combustible ya que el vehículo podría dañarse.

AVISO: Los tubos de combustible entre la bomba y el riel de combustible, y el riel de combustible y los inyectores, deben desecharse después de cada uso e instalar tubos nuevos ya que el vehículo podría dañarse.

AVISO: Es esencial mantener absoluta limpieza al trabajar con estos componentes. Instale siempre tapas del sistema de combustible en los orificios o tubos abiertos ya que el vehículo podría dañarse.

AVISO: Asegúrese de que el área del taller en el que se da servicio al vehículo esté lo más limpia posible y sin polvo. Las áreas en las que se trabaja con embragues y frenos o donde se llevan a cabo soldaduras o maquinado no son adecuadas debido al riesgo de contaminación del sistema de combustible. De no seguir estas instrucciones, se puede dañar el vehículo.

Sistema de tratamiento de los gases de escape SCR.

El propósito del convertidor catalítico del escape y el sistema de escape es transportar los gases de escape desde el motor a la atmósfera y reducir las emisiones del tubo de cola de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas Diesel. Las partículas Diesel, el

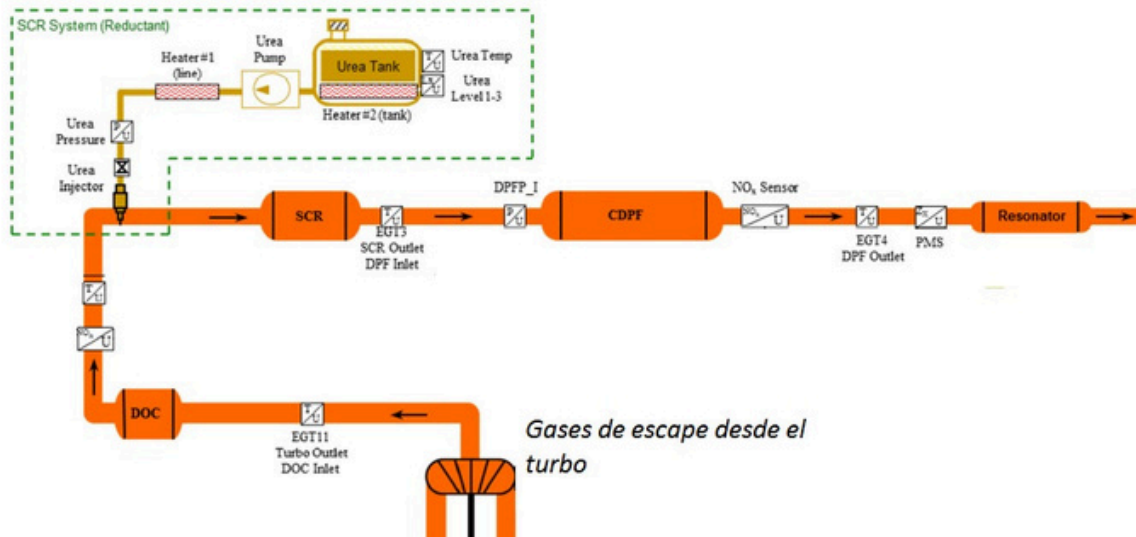
hollín y las cenizas son capturados y reducidos periódicamente mediante el ciclo de regeneración del filtro de partículas Diesel.

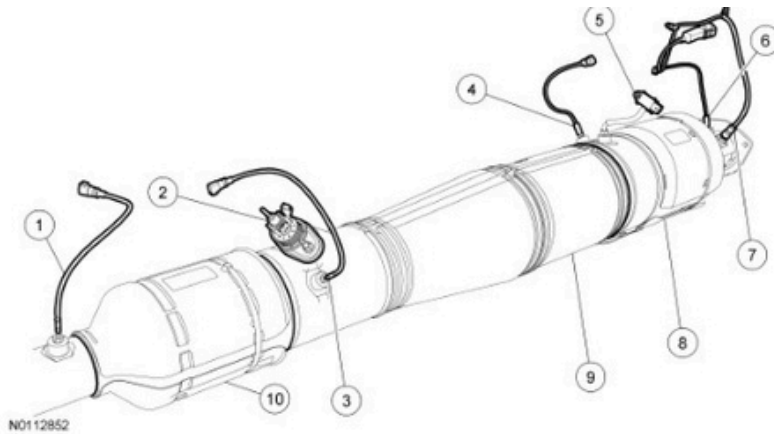
Los gases de escape y las partículas son dirigidos fuera del motor a través del múltiple de escape. Las concentraciones de gases de escape se reducen entonces a niveles aceptables según los gases de escape pasan a través del convertidor catalítico de oxidación (OC). Debido a que las partículas son componentes de los gases de escape, es posible que se depositen algunas partículas de hollín en el OC. Estas partículas se eliminan durante la regeneración. Las partículas y gases de escape de emisiones reducidos pasan al convertidor catalítico de reducción catalítica selectiva (SCR). Debido a que los gases de escape entran en el catalizador SCR, el fluido de escape Diesel (DEF) se mezcla en el flujo y se descompone térmicamente en amoníaco y dióxido de carbono. El amoníaco y el componente NO_x de los gases de escape se reducen químicamente en nitrógeno y agua y los gases de escape y las partículas continúan al filtro de partículas Diesel. En el filtro de partículas Diesel, los gases de escape y las partículas fluyen a través de los canales del filtro de sustratos. Los canales del filtro de sustratos se bloquean de forma alterna de modo que los gases de escape y las partículas deban pasar a través del elemento del filtro y a los canales adyacentes para salir del filtro. Debido a que los gases de escape pasan a través del elemento del filtro, las partículas que sean más grandes que los poros del filtro son eliminadas del flujo de los gases de escape y quedan atrapadas para la regeneración del filtro de partículas Diesel. Los gases de escape de emisiones reducidas y las partículas restantes fluyen a través del silenciador y el tubo de cola a la atmósfera.

El sistema de tratamiento de los gases de escape consta de los siguientes componentes.

- Cuatro sensores de temperatura de los gases de escape (EGT) que miden la temperatura de los gases de escape.
- Un convertidor catalítico de oxidación (OC) que reduce las emisiones y ayuda en la regeneración del filtro de partículas Diesel.

- Un convertidor catalítico de reducción catalítica selectiva (SCR) que reduce químicamente los óxidos de nitrógeno (NOx) a nitrógeno (N₂) y agua (H₂O). Un inyector del agente que rocía fluido de escape Diesel (DEF) al sistema de escape como un componente de la reacción de reducción de los NOx.
- Un sensor de presión del filtro de partículas Diesel que mide la presión de los gases de escape delante del filtro de partículas Diesel. Un filtro de partículas Diesel que atrapa partículas de hollín y cenizas. Un sensor NOx que detecta niveles de NOx en el flujo del escape para monitorear la eficacia SCR.



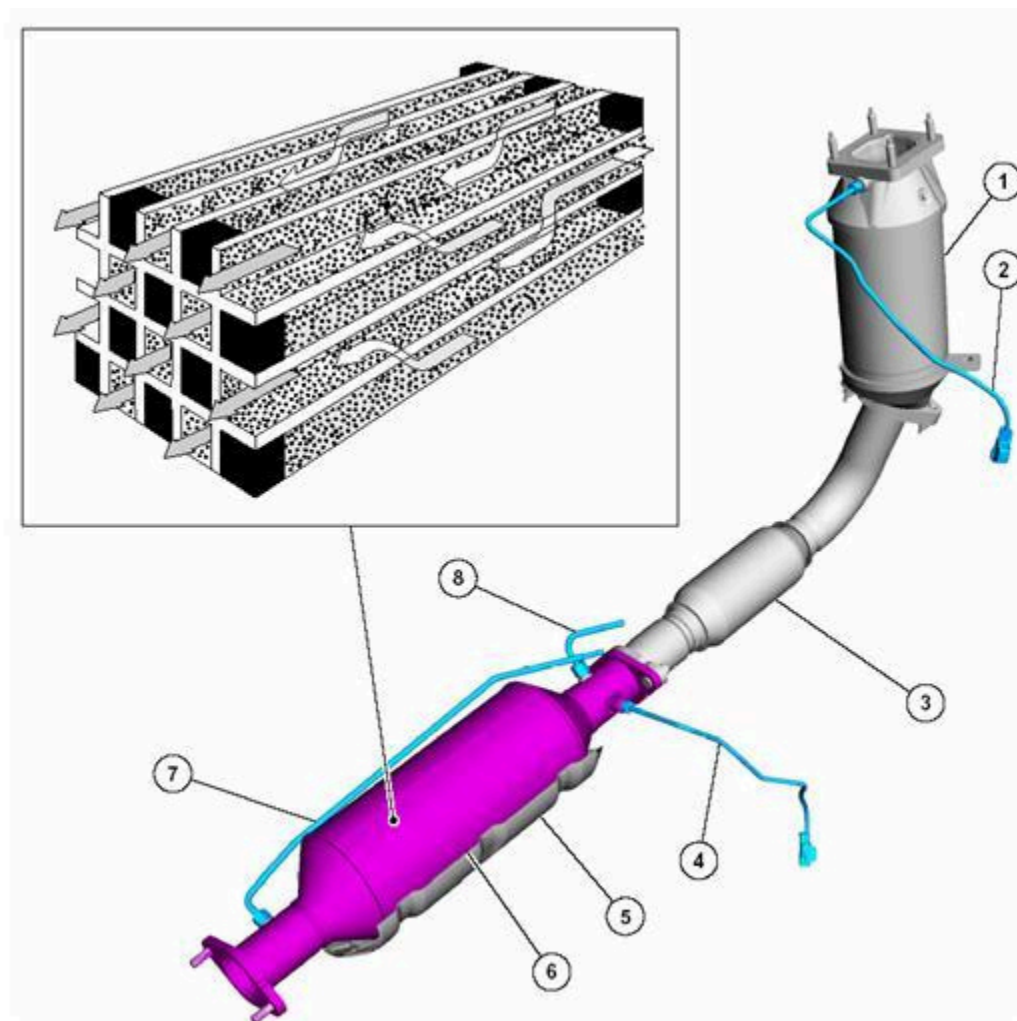


Ref.	Número	Descripción
1	—	Temperatura de los gases de escape, banco 1, sensor 1 (EGT11)
2	—	Inyector del agente reductor
3	—	Banco 1, sensor 2 de temperatura de gases de escape (EGT12)
4	—	Banco 1, sensor 3 de temperatura de gases de escape (EGT13)
5	—	Sensor de presión del filtro de partículas Diesel
6	—	Banco 1, sensor 4 de temperatura de gases de escape (EGT14)
7	—	Sensor NOx
8	—	Filtro de partículas Diesel
9	—	Convertidor catalítico de reducción catalítica selectiva (SCR)
10	—	Convertidor catalítico de oxidación (OC)

FILTROS DE PARTICULAS.

Para poder cumplir con los estrictos controles de emisiones es necesario ubicar sistemas de control sobre los gases de escape estos se logra con la ubicación de filtros atrapa partículas los cuales tienen diferentes tipos de funcionamiento e intervención por parte del PCM.

Filtro de Partículas con revestimiento DELPHI.



1. Catalizador de oxidación

2. Sensor de temperatura de los gases de escape del catalizador

3. Sección flexible
4. Sensor de temperatura de los gases de escape del filtro de partículas Diesel
5. Pantalla térmica del filtro de partículas Diesel
6. Filtro de partículas Diesel
7. Tubería trasera del sensor de presión diferencial del filtro de partículas Diesel
8. Tubería delantera del sensor de presión diferencial del filtro de partículas Diesel

Este tipo de filtros están diseñados de materiales especiales como carburo de silicio, estos paneles tienen un revestimiento de platino y óxido de cerio, estos materiales logran que a temperaturas cercanas a los 300°C se logre una regeneración de los productos de la combustión para lograr un mejor resultado.

A este tipo de regeneración se le conoce como PASIVA dentro de los compuestos que se regeneran se tienen los siguientes.

Los HC (Hidrocarburos no quemados) y CO (Monóxidos de Carbono) se oxidan con el oxígeno de los gases de escape.

Por otro lado el sistema trabaja descomponiendo los NO_x (Óxidos de Nitrógeno) en N_2 y llevando los CO a unirse con más O_2 para formar CO_2 (Dióxido de Carbono) el cual es aceptable.

Esto se logra a niveles de temperatura entre 350 y 450 °C, como no siempre se logran estas temperaturas en el motor se hace necesario que el motor intervenga en lo que se conoce REGENERACION ACTIVA.

En los casos en los que el vehículo realiza frecuentemente trayectos cortos es necesario que tenga lugar con intervalos definidos una regeneración **activa**.

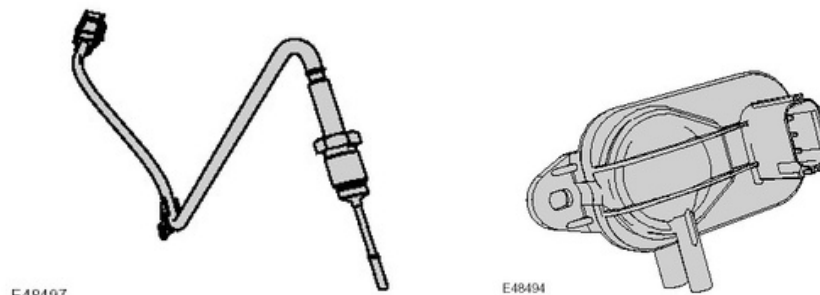
El PCM registra los datos de funcionamiento del motor e inicia la regeneración activa tras evaluar los datos del sensor de presión diferencial del filtro de partículas.

El motor intenta alcanzar entonces una temperatura de 600C variando un poco las estrategias de inyección dentro de los parámetro variados se tienen los siguientes.

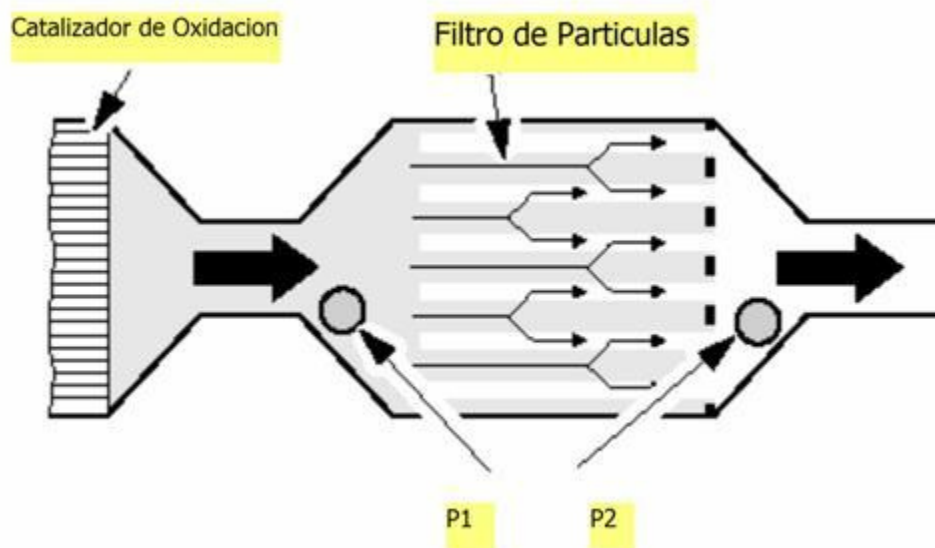
- Post inyección próxima a la inyección principal,
- Aumento de la cantidad de inyección,
- Inyección principal retrasada,
- Estrangulamiento del aire de admisión mediante la válvula de corte del colector de admisión,
- Una segunda post inyección más retrasada con respecto a la inyección principal (en caso necesario).

El PCM ubica sensores de Temperatura para los gases y un sensor de Presión diferencial así detecta cuando se encuentra demasiado obstruido el filtro y realiza la respectiva regeneración Activa.

La imagen muestra los dos sensores y la ubicación en el filtro



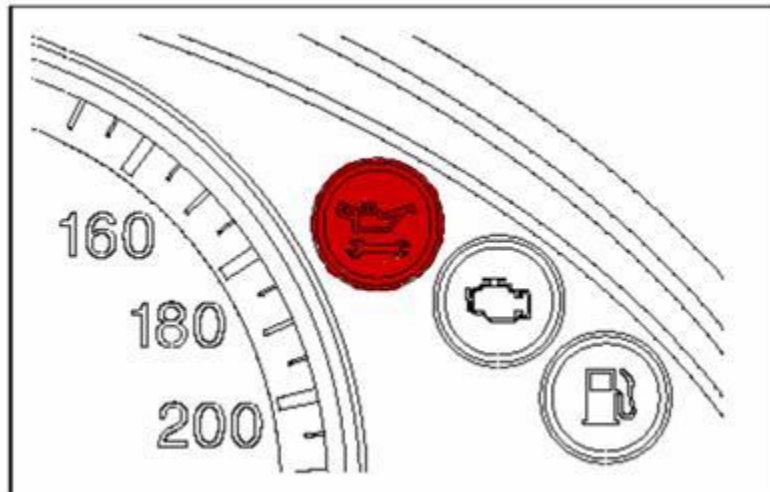
El sensor de temperatura trabaja por resistencia variable y el sensor de presión diferencial trabaja alimentado por 5V con masa y genera una señal de voltaje ascendente de acuerdo a la diferencia de presión presentada.



El sensor de presión esta ubicado entre los puntos P1 y P2 si el filtro no esta tapado la presión P1 es muy parecida a P2 si el filtro esta llenos de Partículas (PM) la presión P1 es mayor a P2 y el sensor aumenta su voltaje es así como el PCM espera las condiciones propicias y gestiona las estrategias de **REGENERACION ACTIVA**, generando la oxidación respectiva en el catalizador y de esta forma se eleva tanto la temperatura que se queman todas las partículas atrapadas en el filtro.

Como es posible que se realice esta estrategia de forma exagerada, podría ocurrir algún tipo de dilución del aceite en este caso el sistema cuenta con un muy preciso control electrónico del estado del aceite, para esto el PCM calcula cuantas veces fue necesaria la activación de la

REGENERACION ACTIVA y de acuerdo a un limite establecido en el PCM automáticamente activara una luz de cambio del mismo, el limite supuesto por el PCM para encender la luz es un 7%.



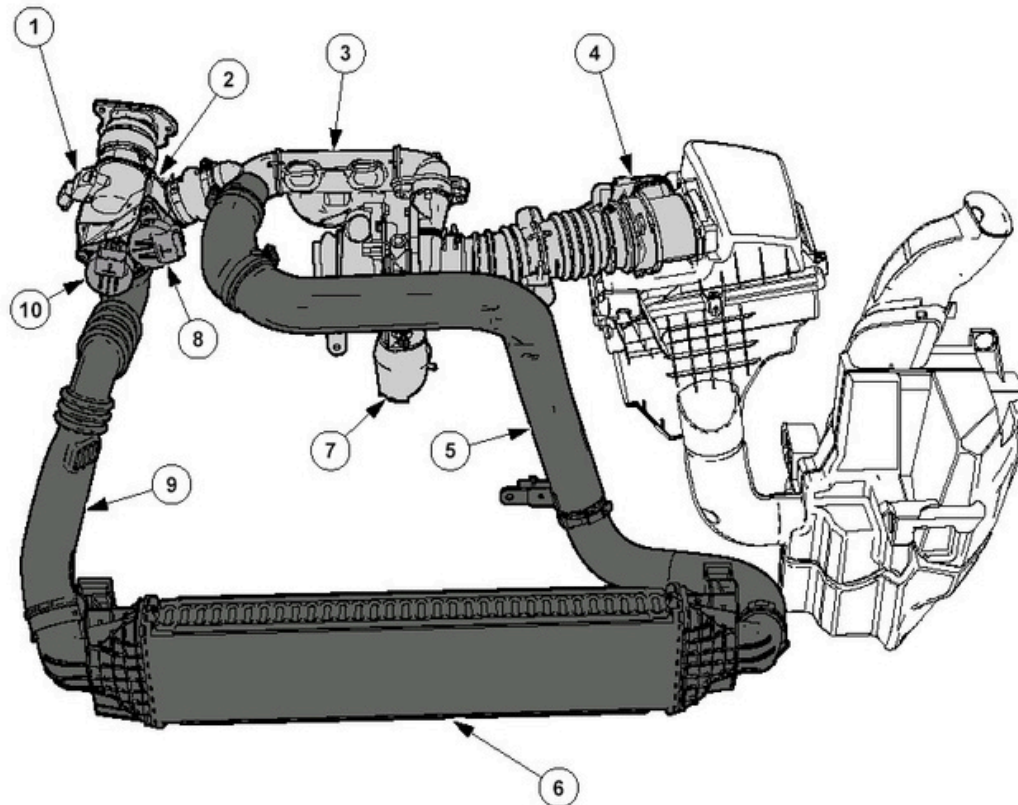
Filtro de partículas con aditivo BOSCH.

Este sistema adopta una estrategia similar a la utilizada en el caso anterior respecto al tema de la regeneración, la diferencia es que incorpora un mecanismo que coloca un aditivo en el combustible para realizar de mejor forma todos los procesos de regeneración comentados.

La primera parte de la estrategia incorpora un mecanismo que corta el paso del aire por el intercambiador de calor que usualmente enfría el mismo y coloca un pasaje directo del turbo al múltiple de admisión esto lo logra con un motor que direcciona el flujo del aire ahora se baja la carga de masa de aire pero se mantiene la temperatura constante en el múltiple de admisión la grafica inferior muestra estos componentes.

Todo esto lo realiza el PCM teniendo en cuenta las condiciones de presión y temperatura del múltiple.

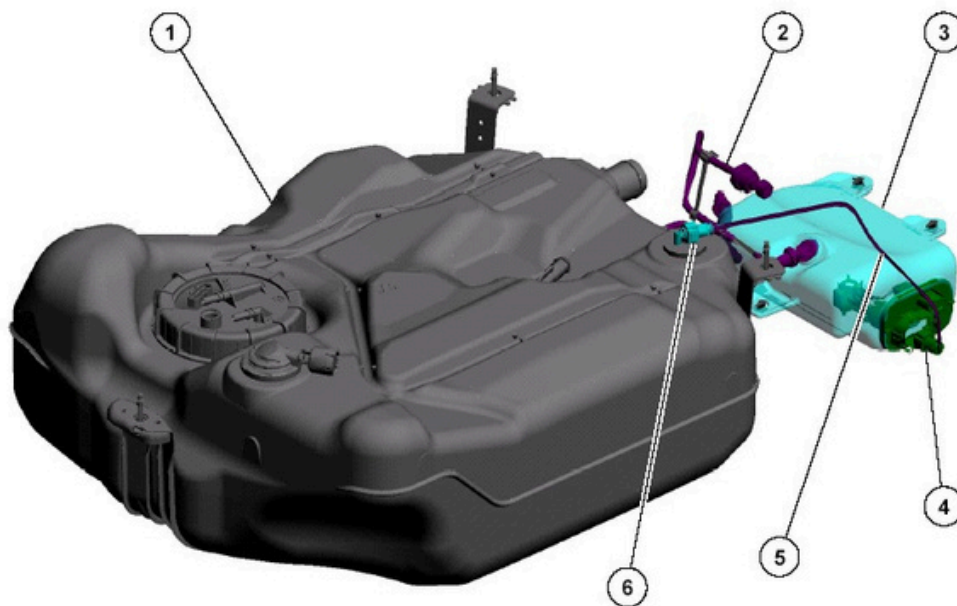
Esta estrategia también involucra a la válvula de corte del colector de admisión quien modifica el paso del aire enfriado y la admisión del motor, logrando cerrarlo en el caso requerido.



1. Sensor MAP 1
2. Cuerpo de la válvula de corte del colector de admisión
3. Derivación del intercambiador de calor 3
4. Sensor MAF con sensor IAT integrado 4
5. Pieza de conexión entre el turbocompresor y el intercambiador de calor
6. Intercambiador de calor 6

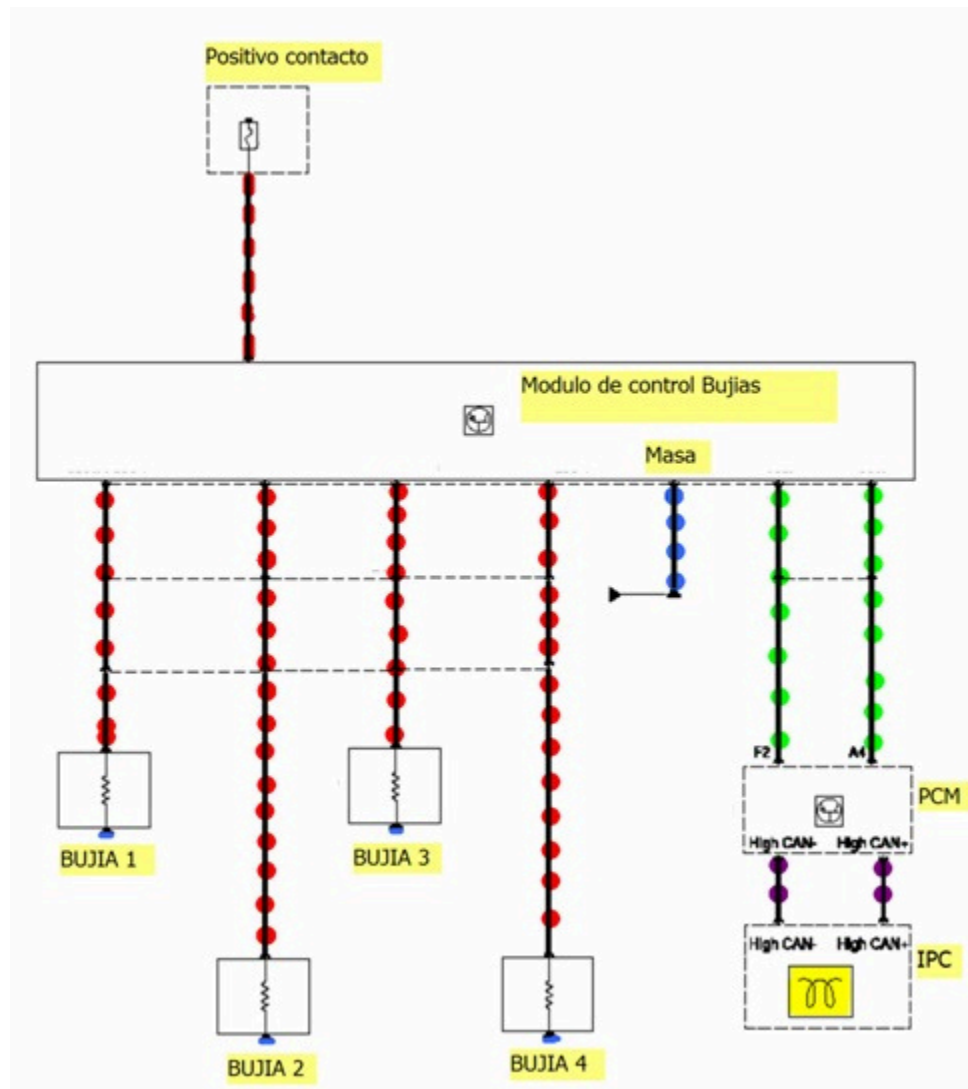
7. Cápsula de vacío del turbocompresor 7
8. Motor pasó a paso de la válvula de derivación del intercambiador de calor
9. Tubo de conexión entre el intercambiador de calor y la válvula de corte del colector de admisión
10. Motor pasó a paso de la válvula de corte del colector de admisión

La segunda parte la relaciona con la entrega de un aditivo el cual contiene catalizadores metálicos de hierro y cerio este aditivo permite acelerar el proceso de la combustión de las partículas de hollín y que estas se generen a bajas temperaturas este aditivo se encuentra en un tanque auxiliar justo al lado del deposito principal de combustible este ingresa al deposito mediante un inyector que con la ayuda de una bomba de embolo lo succiona y expulsan hacia el DIESEL este aditivo esta permanentemente medido con un sensor piezo eléctrico que mide su viscosidad y nivel así de esta forma el PCM puede ajustar las cantidades de forma precisa este aditivo funciona a razón de 1.8 Litros por 60000 Km, en caso de reportarse alguna anomalía con este sistema el PCM genera los respectivos códigos de falla y corta las estrategias de modificación de entrada de aire frío y caliente.



1. Deposito de combustible 1
2. Tubos flexibles para el aditivo del combustible (reposición y purga)
3. Depósito del aditivo del combustible 3
4. Unidad de bombeo del aditivo del combustible 4
5. Tubería de aditivo del combustible hacia el inyector
6. Inyector

CONTROL ELECTRONICO SOBRE LAS BUJIAS PRECALENTADORAS. Las bujías de precalentamiento del motor pueden estar activadas de forma indirecta por el PCM o IDM o pueden estar controladas por un modulo directamente, en el caso no estar activadas de forma directa la conexión es muy sencilla e involucra la actuación de un relevador que si seria comandado por el PCM , pero si se quiere un control mas preciso del sistema se hace necesario ubicar un modulo de control que las active directamente con esto el modulo puede medir directamente la corriente que circulo por ellas y además reduce recorrido de cableado puesto que puede estar ubicado mas cerca de las bujías y este se comunicara por RED con el modulo que le coloque el respectivo mensaje de activación este el caso de la activación del modelo BOSCH en el esquema inferior podemos apreciar este arreglo.



En el esquema podemos apreciar que el modulo de control de las bujías y el PCM se comunican mediante un conexionado de dos cables los cuales están colocados con resalte verde, por estos dos conductores circulan pulsos lógicos, por lo tanto el tema de las caídas de tensión no es importante el PCM colocara el requerimiento de activación de las bujías por mensaje al modulo de bujías y a su vez el PCM también indicara por bus de datos pero ahora red CAN el momento de activación para que la computadora del panel encienda la indicación de bujías y el cliente este enterado que el motor esta en condiciones de encendido o arranque en frío, si se perdiera la comunicación entre el IPC y el PCM es posible que el panel las indicación este siempre activa pero el sistema continúe funcionando perfectamente, en este caso se crearía un código de comunicación.

El calentamiento por parte de las resistencias también llamadas bujías de calentamiento cumple dos etapas una inicial que se encarga de preparar la cámara en el arranqué llamada PRECALENTAMIENTO y una segunda que se encarga de continuar calentando la cámara de combustión una vez el motor fue puesto en marcha llamada POSCALENTAMIENTO las dos estrategias se basan en condiciones de temperatura del motor reportadas por el ECT y condiciones de presión Atmosférica indicadas por el BARO.

Para un arranque efectivo el PCM gestiona el tiempo de calentamiento de acuerdo a la temperatura del motor entre mas baja sea la condición de temperatura mayor será el tiempo de activación de los calentadores ahora un factor además de la temperatura es la presión Atmosférica a la cual se encuentre encendiendo el vehiculo , por ejemplo un motor que se encuentre a 60C y 0.95Bares mantiene desactivados los calentadores, pero si por ejemplo a esa misma temperatura la presión baja a 0.9 Bares inmediatamente se activan como una estrategia para generar mejor combustión a medida que la altura aumenta recordemos que a mayor Altura menor Presión Atmosférica y a menor presión Atmosférica las condiciones de combustión se ven desmejoradas.

Ahora una vez que el motor ha encendido se utilizan las RPM sumadas a la anterior estrategia para fijar ciclos de calentamiento según el respectivo mapa programado en el PCM.

ESTE MANUAL ESTA DISEÑADO PARA SU ESTUDIO Y DESARROLLO, POR
FAVOR RESPETE LA PROPIEDAD INTELECTUAL.

MUCHOS EXITOSiiiiiiiiiii

Ing. Tilso Castro.