

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

*Alma Mater del Magisterio Nacional*

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

Escuela Profesional de Electromecánica



**MONOGRAFÍA**

**Sistema de alimentación Common Rail**

Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 0556-2022-D-FATEC

Presentada por:

**José Vladimir Mesías Valle**

Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación

Especialidad: Fuerza Motriz

Lima, Perú

2022

## MONOGRAFÍA

### Sistema de alimentación Common Rail

Designación de Jurado Resolución N° 0556-2022-D-FATEC



Línea de investigación: Tecnología y soportes educativos.

**Dedicatoria**

A mi familia en su constante incondicional apoyo moral para mi formación profesional, asimismo a mis padres por darme una formación académica y confiar en todo momento en mi persona para lograr mis metas.

## Índice de contenidos

Portada .....	i
Hoja de firmas de jurado .....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Lista de figuras .....	viii
Introducción .....	xi
<b>Capítulo I. Sistema de inyección Common Rail.....</b>	<b>12</b>
1.1 Historia .....	12
1.2 Sistema de inyección Common Rail.....	13
1.3 Sistema de baja presión .....	14
1.3.1 Componentes del sistema de baja presión. ....	15
1.3.1.1 Tanque de combustible.....	15
1.3.1.1.1 Características del tanque combustible.....	16
1.3.1.1.2 Mantenimiento del tanque de combustible.....	16
1.3.1.2 Filtro.....	17
1.3.1.3 Bomba de alimentación.....	18
1.4 Sistema de alta presión .....	19
1.4.1 Funcionamiento.....	19
1.4.2 Sistema de alta presión de gasoil. ....	19
1.4.3 Bomba de alta presión.....	20
1.4.4 Funcionamiento del sistema.....	21
1.4.5 Función de la bomba de alta presión.....	22
1.4.6 Rail common.....	23

1.4.7	Válvula de alivio.....	24
1.5	Control del sistema de alimentación common rail.....	24
1.5.1	Sensores del sistema de common rail. ....	25
1.5.2	Sensor CKP.....	25
1.5.3	Sensor de posición del árbol de levas CMPS.....	26
1.5.4	Sensor MAF.....	27
1.5.5	Sensor de temperatura.....	28
1.5.6	Sensor de posición del acelerador (APS).....	28
1.5.7	Sensor ICP. ....	29
1.5.7.1	El voltaje del sensor de presión del riel o del sensor ICP.....	31
1.5.8	Módulo de control del motor (ECM).....	32
1.5.9	Los actuadores del sistema Rail Common.....	33
1.5.9.1	Válvula limitadora de presión (IPR).....	33
1.5.9.2	Válvula EGR.....	35
1.5.9.3	Inyectores.....	37
1.5.9.4	Preinyección.....	38
1.5.9.5	Inyección principal.....	38
	<b>Capítulo II. Componentes de sistema de Common Riel.....</b>	<b>39</b>
2.1	La bomba de alta presión.....	39
2.2	Ubicación de la bomba de alta presión.....	40
2.3	Tipos de bomba de alta presión.....	40
2.4	Sistema de baja presión del riel común.....	43
2.5	Sistema de alta presión del riel común.....	43
2.5.1	Acumulador de alta presión.....	44
2.5.2	Válvula limitadora de presión del riel common.....	46

2.5.2.1	Funcionamiento.....	47
2.5.3	Válvula reguladora activada (motor en funcionamiento). ....	48
2.5.4	Sensor de presión de riel. ....	48
2.5.4.1	Funcionamiento.....	50
2.5.4.1.1	Prueba de señal de salida. ....	51
2.5.4.1.2	La señal de salida caótica. ....	51
2.5.4.1.3	Prueba de señal de salida. ....	51
2.5.5	Designación de pines del sensor de presión.....	54
2.5.6	Unidad de control electrónico.....	54
2.5.6.1	Funcionamiento. ....	55
2.5.6.2	Gestión del tiempo de eyección. ....	56
2.5.7	Los sensores involucrados al sistema de inyección de electrónico.....	57
2.5.7.1	La ubicación del sensor CKP.....	58
2.5.8	Sensor del número de revoluciones de eje de levas. ....	59
2.5.9	Partes del sensor CMP. ....	60
2.5.10	Fallas del sensor CMP. ....	60
2.5.10.1	Código de OBD2 relacionados al sensor CMP y sus significados. ....	60
2.5.11	Síntomas del sensor de árbol de levas. ....	61
2.5.11.1	Designación de pines del sensor de revoluciones de eje de levas. ....	61
2.5.12	Sensor IAT.....	61
2.5.12.1	Posibles averías en el sensor IAT. ....	62
2.5.12.2	Designación de pines del sensor de admisión. ....	63
2.5.12.2.1	Inyectores CRDI Bosch.....	63
2.5.13	Tipos de inyectores CRDI Bosch.....	64
2.5.13.1	Inyectores electromagnéticos.....	64

2.5.13.1.1 Funcionamiento. ....	64
2.5.13.2 Inyectores piezoeléctricos. ....	67
2.5.13.2.1 Funcionamiento. ....	68
<b>Capítulo III. Mantenimiento de sistema de inyección Common Rail.....</b>	<b>71</b>
3.1 Mantenimiento preventivo.....	71
3.2 Mantenimiento correctivo.....	72
3.2.1 Limpieza de inyectores. ....	72
3.3 Diagnóstico de códigos de falla de inyectores.....	73
Síntesis.....	101
Apreciación crítica y sugerencias .....	102
Referencias .....	103
Apéndice.....	104

## Lista de figuras

Figura 1. Componentes sistema common rail.....	13
Figura 2. Componentes sistema common sistema de baja presión. ....	15
Figura 3. Tanque de combustible. ....	15
Figura 4. Filtro de combustible.....	17
Figura 5. La ubicación de la bomba de alimentación o baja presión. ....	18
Figura 6. Bomba de alimentación.....	19
Figura 7. Sistema de alta presión de common rail.....	20
Figura 8. La ubicación de la bomba de alta presión. ....	21
Figura 9. Sistema de alta presión de common rail. ....	21
Figura 10. La ubicación de la bomba de alta presión. ....	22
Figura 11. Rail common. ....	23
Figura 12. Rail common. ....	24
Figura 13. Sensor CKP. ....	25
Figura 14. Sensor de árbol de levas.....	26
Figura 15. Sensor MAF. ....	27
Figura 16. Señal del sensor de temperatura. ....	28
Figura 17. Señal del sensor de APS.....	29
Figura 18. Señal del sensor de ICP.....	30
Figura 19. Diagnóstico del sensor de ICP.....	31
Figura 20. ECM del motor.....	33
Figura 21. Válvula reguladora de presión. ....	34
Figura 22. Válvula EGR. ....	36
Figura 23. Inyector. ....	37

Figura 24. Ciclo de inyección.....	38
Figura 25. Bomba de alta presión.....	39
Figura 26. Ubicación de la bomba.....	40
Figura 27. Las bombas de alta presión de common rail.....	40
Figura 28. Bomba alimentadora de baja presión de common rail.....	41
Figura 29. Circuito de baja presión de common rail.....	42
Figura 30. Sistema de baja presión de common rail.....	44
Figura 31. Riel de acumulador de combustible.....	45
Figura 32. La ubicación de válvula limitadora de presión.....	46
Figura 33. Válvula de limitadora de presión.....	47
Figura 34. Válvula de limitadora activada.....	48
Figura 35. Características de un sensor de presión de rail.....	49
Figura 36. Sensor de presión de rail.....	50
Figura 37. La funcionalidad del sensor de presión common rail.....	50
Figura 38. La señal del sensor de presión common rail.....	53
Figura 39. Los pines del sensor de presión.....	54
Figura 40. Unidad de control electrónico.....	55
Figura 41. Esquema de control de inyección de combustible.....	56
Figura 42. Pines.....	57
Figura 43. La ubicación del sensor.....	58
Figura 44. La señal del sensor CKP.....	58
Figura 45. Sensor CMP.....	59
Figura 46. Designación de los pines del sensor CMP.....	61
Figura 47. Sensor IAT.....	61
Figura 48. Los pines del sensor CMP.....	62

Figura 49. Inyector electromagnético. ....	65
Figura 50. Comando del inyector electromagnético. ....	66
Figura 51. Elemento piezoeléctrico. ....	67
Figura 52. Principio de funcionamiento elemento piezoeléctrico. ....	68
Figura 53. Relación corriente, voltaje y desplazamiento de la aguja del inyector. ....	69
Figura 54. Avería de un inyector. ....	74
Figura 55. Prueba de cierre hermético del inyector. ....	75
Figura 56. Prueba de retorno ....	76

## Introducción

Hoy en día, la mayoría de los vehículos grandes con motores diésel y algunos vehículos ligeros están equipados con un sistema de inyección de acumulador Common Rail controlado electrónicamente. Este sistema se puede utilizar para lograr un mejor pesaje del combustible en el cilindro con una alta presión de inyección y un tiempo de inyección preciso. Esto reduce el consumo de combustible, reduce las emisiones contaminantes por mala combustión y mejora el rendimiento de estos vehículos.

El sistema de inyección de combustible Common Rail es una innovación en los vehículos modernos con motor Diésel, en sus inicios, fue aplicado en vehículos a gasolina con alguna variación técnica. Este avance tecnológico ha ido cambiando día tras día, la empresa Automotriz Bosch el principal inventor de esta tecnología en gran parte se suprimido las limitaciones del sistema de inyección de carburante convencional. El sistema de inyección de combustible Common Rail en los motores Diésel es muy parecido a la tecnología de inyección multipunto de los motores de gasolina, donde también se utiliza el Common Rail para todos los inyectores, mientras que el sistema de inyección de combustible en los motores Diésel trabaja a elevadas presiones hidráulicas. El sistema Common Rail en los motores Diésel ha mejorado notablemente su rendimiento debido a que en la actualidad su sistema de alimentación funciona con gestión electrónica, gracias a la asistencia gestión electrónica las presiones del combustible se controlan según las resoluciones del motor estos oscilan entre 200 a 2200 bares presión. Al respecto Bainchi, Pelloni, Corcione y Matarelli, los sistemas de inyección Common Rail hacen la distribución de combustible sea más adecuada en los motores de gaseo al gestionar del tiempo de inicio de dosificación de combustible, la presión del combustible, velocidad y dosificación de combustible. Todas estas ventajas se obtienen a partir de la eficiencia del sistema.

## **Capítulo I**

### **Sistema de inyección Common Rail**

#### **1.1 Historia**

A mediados de la década de 1980, Fiat y Magneti Marelli anunciaron un proyecto para habilitar un sistema de inyección directa tecnológicamente avanzado.

La idea es implementar una inyección de combustible electrónica de riel común diseñada para automóviles y camiones para evitar la contaminación excesiva producida a consecuencia de la mala combustión del motor, por lo tanto, para optimizar la productividad del vehículo y para garantizar la seguridad para proteger el medio ambiente. Se realizaron pruebas, pero los proyectos importantes no se completaron hasta la década de 1990, y los avances en la electrónica comenzaron a introducir los primeros sistemas Common Rail.

El trabajo preindustrial comenzó en 1990 y se completó en 1993. El proyecto se transfirió al Grupo Bosch en 1994 y el sistema se puso en marcha en 1997.

Después de la comercialización del sistema Common Rail de Bosch (designación Unijet de primera generación, luego otro sistema llamado MultiJet), la empresa estaba desarrollando varios otros sistemas conceptualmente similares. Delfos, Siemens, Denso.

En la actualidad el sistema ha evolucionado notablemente, y esta mejora definitivamente radica en el mejor rendimiento del motor, mejor contaminación ambiental, para tal efecto se ha conseguido elevando la presión del combustible, dicha presión puede variar entre 300 y 2500 bar dependiendo de los requisitos de carga del motor. A medida que el gasoil sale de la bomba de distribución, pasa a través de una serie de un riel o acumulador de combustible, de modo que el nombre del sistema, Common Rail o rampa, llega al inyector. Allí, los inyectores se controlan eléctricamente a través de la unidad de control de cada vehículo.

## 1.2 Sistema de inyección Common Rail

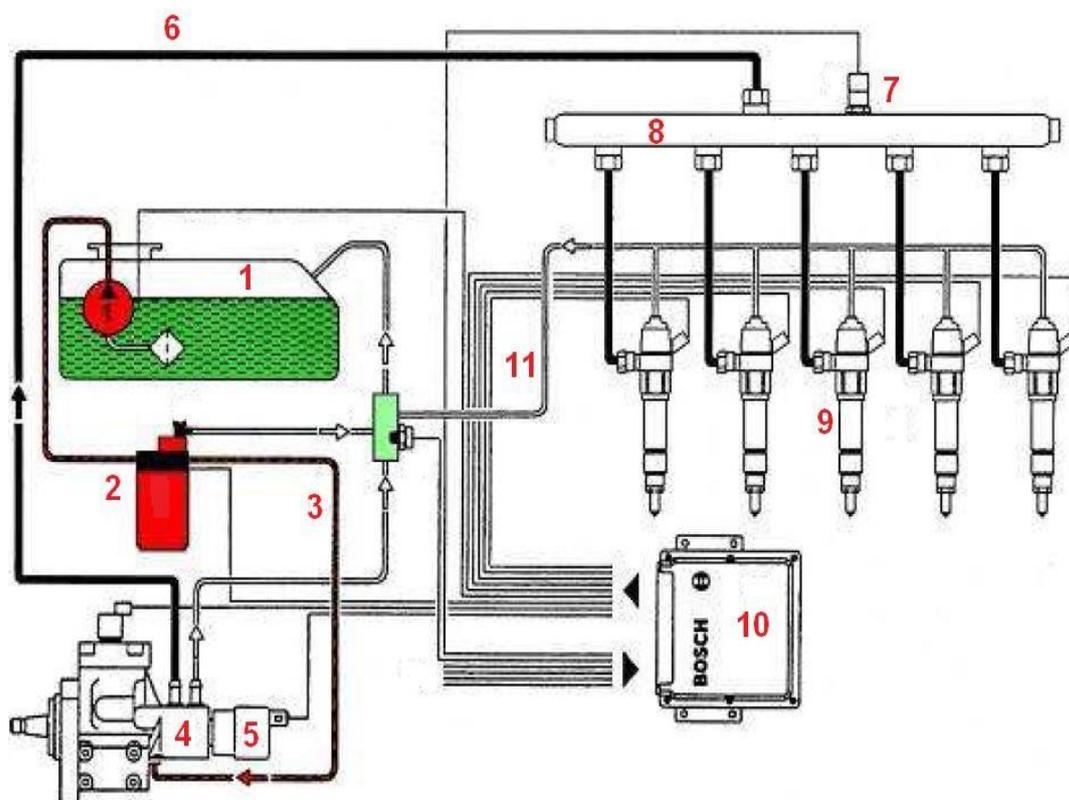


Figura 1. Componentes sistema common rail. Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net/SA/bmx/42995019-presentacionboschrcp123>

- Depósito de combustible.
- Filtro.
- Conducto de baja presión.
- Bomba de presión alta.
- Válvula limitadora de presión.
- Conducto de presión de alta.
- Sensor de presión de combustible.
- Quena o riel.
- Electro válvulas de combustible.
- ECM del motor.
- Conducto de retorno de combustible.

### **1.3 Sistema de baja presión**

Por el sistema de baja presión el combustible se desplaza hacia la bomba distribuidora de alta. Actualmente, vemos dos formas de implementar la distinción de transmisión como mecánica y electrónica.

La bomba de alimentación está constituida de dos engranajes que giran en direcciones opuestas y se engranan entre sí.

El flujo del combustible va relacionado con el rpm del motor.

La bomba eléctrica constantemente proporciona el combustible hacia el riel del combustible, en donde se mantiene la presión constante, esta presión constante es fundamental para la dosificación exacta de gasoil a la cámara de combustión interna. La dosificación exacta del combustible es gracias el avance tecnológico que ha aportado la empresa Bosch.

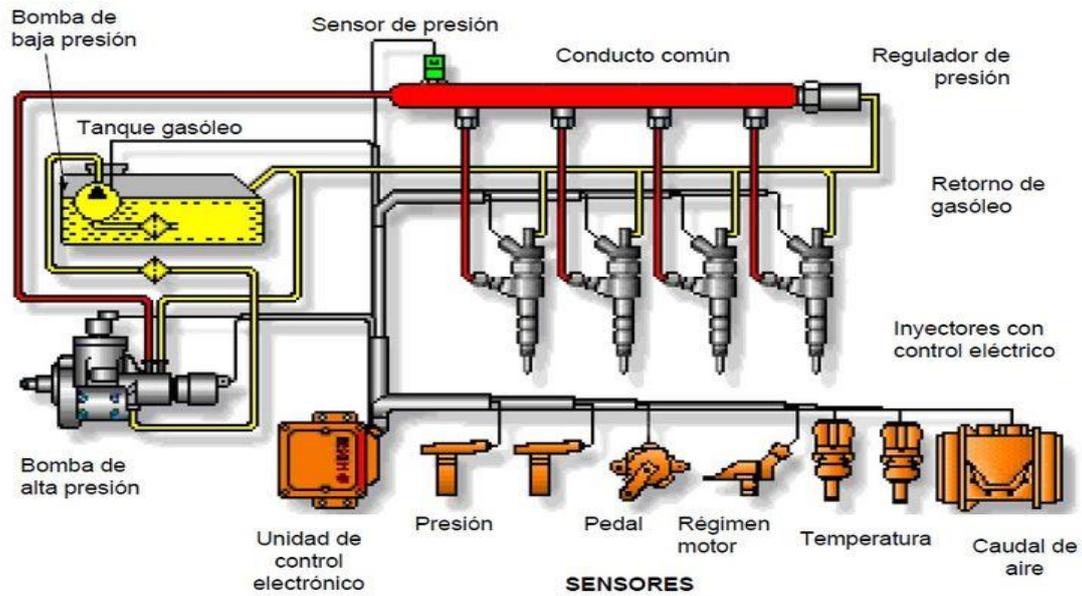


Figura 2. Componentes sistema common sistema de baja presión. Fuente: Recuperado de <https://i.pinimg.com/736x/37/e6/5b/37e65bc8095f1516a6842e3ac131a925.jpg>

### 1.3.1 Componentes del sistema de baja presión.

#### 1.3.1.1 Tanque de combustible.



Figura 3. Tanque de combustible. Fuente: Autoría propia.

El reservorio de combustible como se observa en la (figura 3), el reservorio de combustible está ubicada en la parte trasera del auto, en el interior del depósito de

combustible está dividido en paneles, dicha característica es para evitar que se general barboteo excesivo del combustible.

#### *1.3.1.1.1 Características del tanque combustible.*

El depósito de combustible no es sólo un contenedor de líquidos inflamables, sino que también está compuesto de materiales altamente resistentes a la corrosión y golpes, tuberías encargadas de conducir el combustible hacia comba y tuberías que permiten retornar el combustible hacia el depósito.

#### *1.3.1.1.2 Mantenimiento del tanque de combustible.*

En primer lugar, es importante señalar que el mantenimiento se debe realizar en un tanque de combustible que sea completamente externo, no interno, a menos que el tanque tenga algún tipo de agujero causado por el tiempo y la corrosión, a pesar de que están hechos con el largo durabilidad de duración y resistente al envejecimiento prematuro y a oxidación, pero es inevitable que estos materiales no envejezcan con los años, se oxidan y por lo tanto se debilitan, creando pequeños agujeros por los que empieza a salir combustible.

Para aclarar este punto, lo primero que se debe hacer es revisar la toma de aire para que no estén expuestas al medio ambiente, luego revisar el tren de rodaje porque a veces el tanque de combustible sufre algún golpe por desperfecto de la carretera, por otro lado, es importante revisar las mangueras cada 40,000 km, si se detecta al algún deterioro en las mangueras se debe reemplazar como medida de seguridad.

### 1.3.1.2 Filtro.

“El filtro se encarga de retener la suciedad que contiene el combustible, gracias al buen funcionamiento del filtro, donde se prolonga la durabilidad de los inyectores, motivo por el cual su mantenimiento ha de ser periódica” (Bosch, 2005, p. 24). También resaltar que existe un filtro especial que cuenta con calefactor, sedimento o trampa de agua, en la figura 13 se observa sus características del protector o el filtro del gasoil.

A continuación, las partes del filtro de gasoil:

- Conexión de manguera.
- Drenaje de agua.
- Tapa del filtro.
- Doble reborde.
- Material filtrante multicapa.
- Cámara de acumulación de agua.
- Sensor de agua.

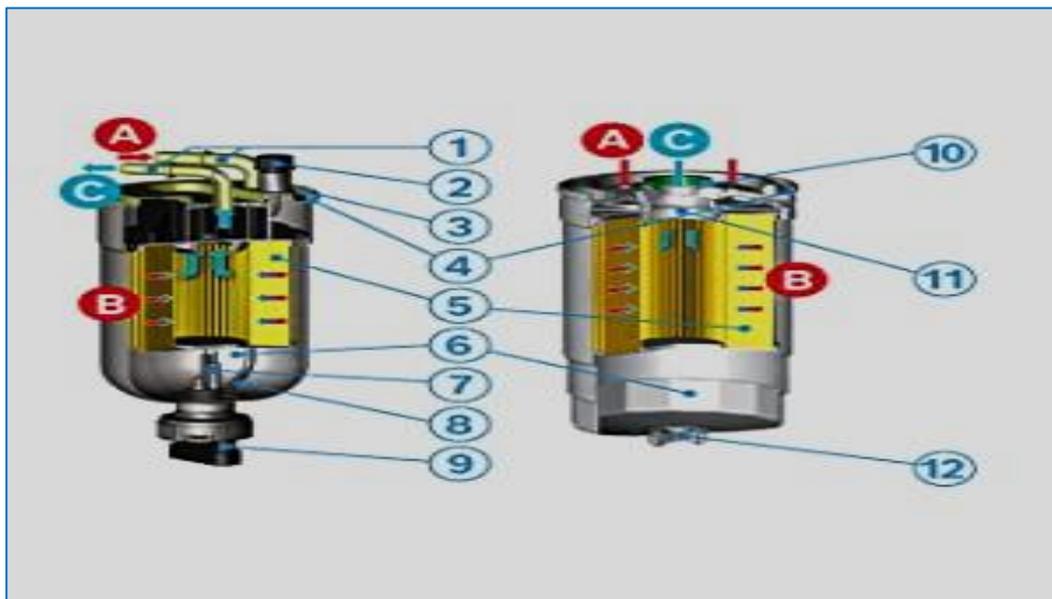


Figura 4. Filtro de combustible. Fuente: Recuperado de <https://www.amazon.es/Bosch-145707000-8-filtro-de-combustible/dp/B00CJO2Z1W>

- Tubo de drenaje del agua.
- Conector eléctrico del sensor del agua.
- Junta.
- Rosca de conexión.
- Tornillo de drenaje de agua.
- Entrada del Diesel contaminado.
- Filtración de suciedad y agua de Diesel.
- el combustible limpio se conduce hacia los inyectores.

### 1.3.1.3 Bomba de alimentación.

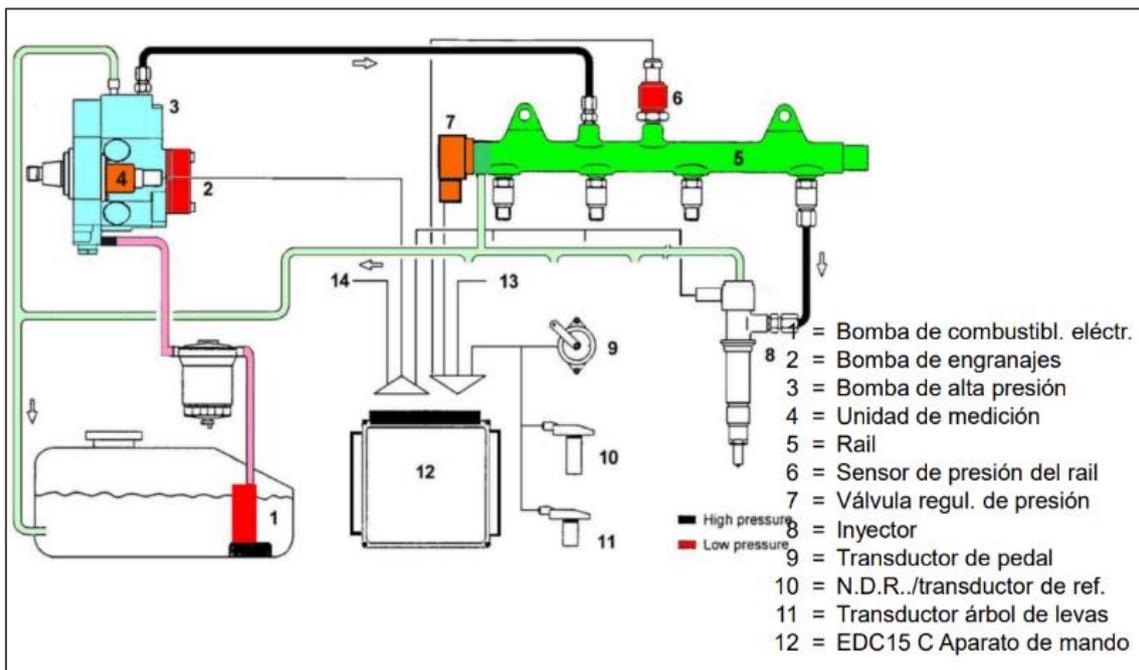


Figura 5. La ubicación de la bomba de alimentación o baja presión. Fuente: Recuperado de <https://www.mecanicoautomotriz.org/1928-curso-sistema-comon-rail-bosch-td-diagramas-partes-componentes-ensayo>

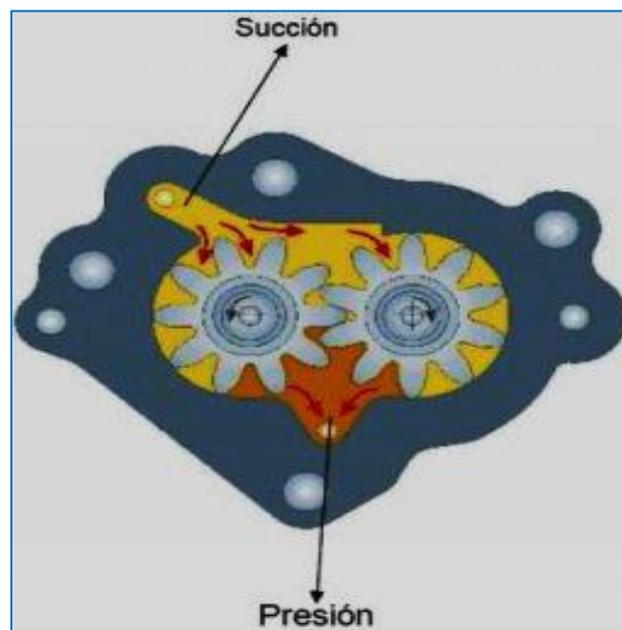
La bomba de baja presión (figura 5), está instalada en el mismo cuerpo de la bomba alta presión hidráulica, dicha bomba se encarga de suministrar el combustible a 5 bares de

presión hacia la bomba de alta y bomba de alta presión direcciona el gasoil hacia la rampa del combustible, en ella el combustible se almacena a alta presión, la presión constante en el sistema varía según la posesión del pedal de aceleración.

## 1.4 Sistema de alta presión

### 1.4.1 Funcionamiento.

A medida que el engranaje gira de la bomba accionada por el cigueñal (Figura 6), el combustible se extrae por medio de los engranajes de la bomba, posteriormente el combustible es enviado a la bomba de alta presión.



*Figura 6.* Bomba de alimentación. Fuente: Recuperado de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/144-funcionamiento-componentes-sistema-diesel-common-rail-bosch/>

### 1.4.2 Sistema de alta presión de gasoil.

La presión de gasoil varía desde 200 bar en ralentí hasta llegar al 2500 bar de presión, dicha va relacionado según la generación del sistema. A continuación, en la imagen se observan los componentes entre ellos la unidad de control, los sensores, los

actuadores, el pedal del acelerador, el filtro, el inyector, la manivela de la velocidad del motor, la leva de la velocidad del motor, la bomba de alta presión CP1, el sensor de presión del riel, entre otros más.

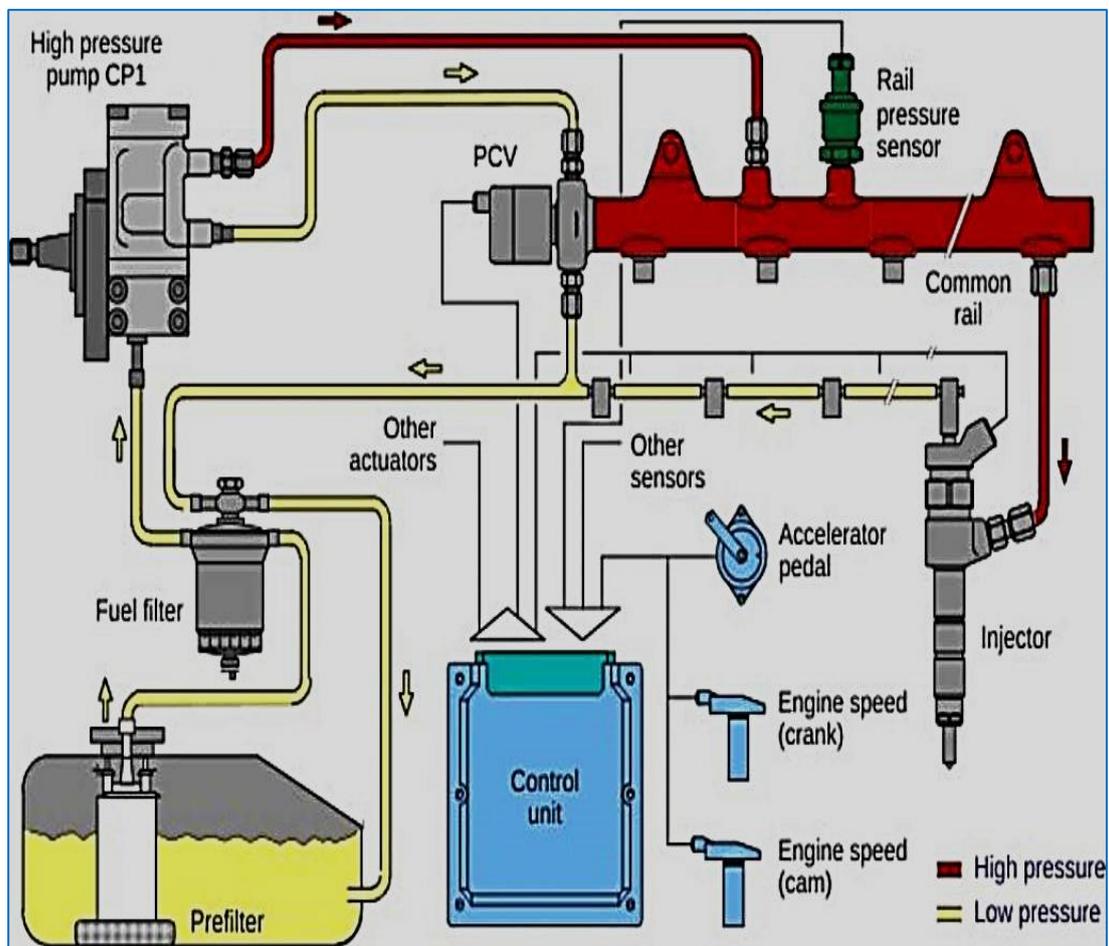


Figura 7. Sistema de alta presión de common rail. Fuente: Recuperado de <https://www.soloparamecanicos.com/sistema-common-rail/>

### 1.4.3 Bomba de alta presión.

La bomba de alta presión trabaja conjuntamente con la bomba de alimentación, la bomba de alta presión se diferencia de baja presión por los pistones axiales.

La línea de alta presión (figura 8) tiene una válvula limitadora de presión. Esta válvula hidráulica cuando el vehículo está en ralentí el solenoide normalmente está abierta, este efecto se genera gracias a ECM del motor de combustión interna.

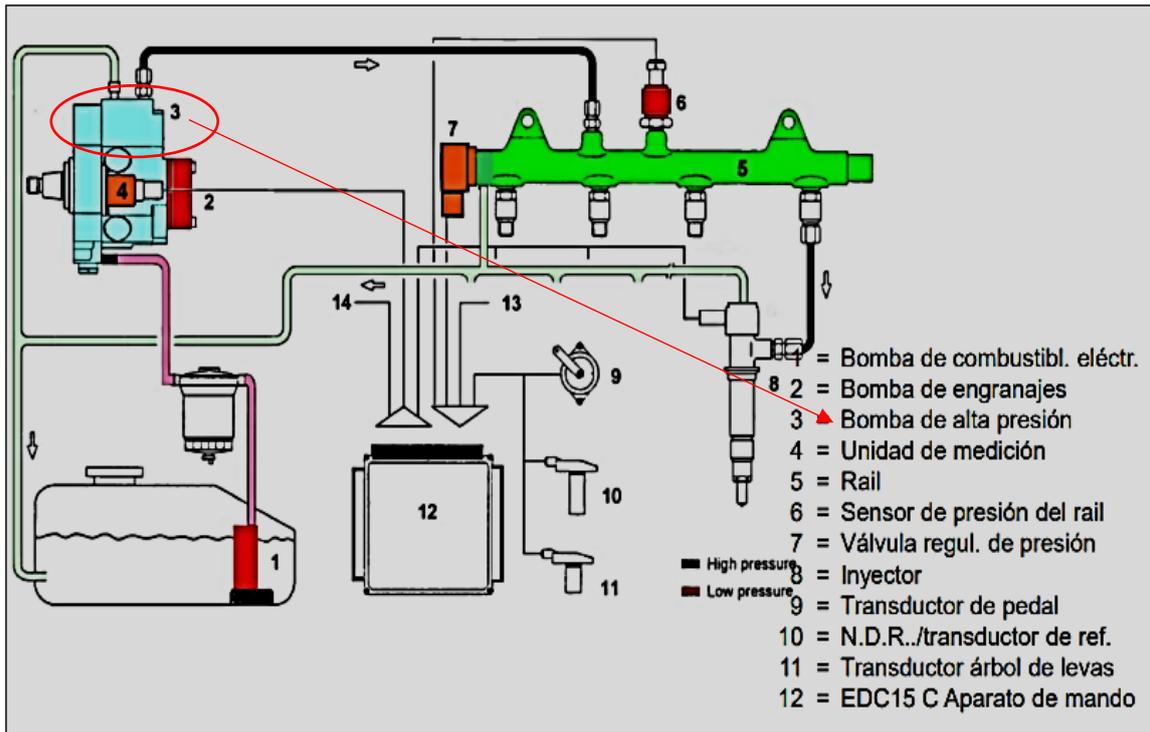


Figura 8. La ubicación de la bomba de alta presión. Fuente: Recuperado de <https://www.mecanicoautomotriz.org/1928-curso-sistema-common-rail-bosch-tds-diagramas-partes-componentes-ensayo>

#### 1.4.4 Funcionamiento del sistema.

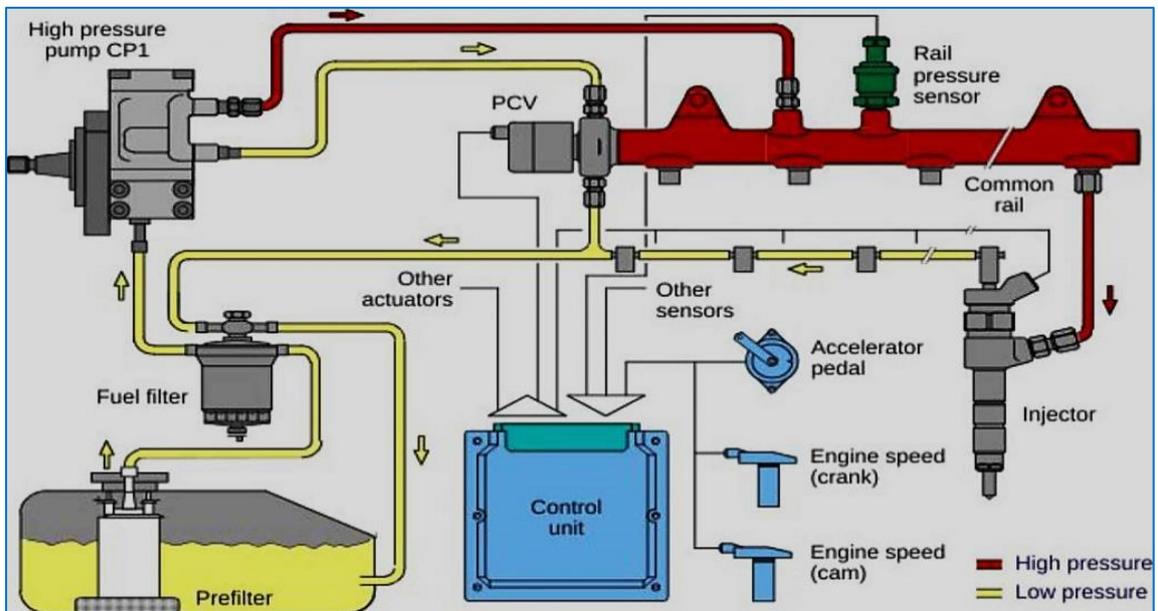


Figura 9. Sistema de alta presión de common rail. Fuente: Recuperado de <https://www.soloparamecanicos.com/sistema-common-rail/>

“La presión del sistema Common rail varía entre 200 bar en ralentí hasta un máximo de 2500 bares de presión” (Bosch, 2005, p. 40). Gracias a esta presión tan elevada, se considera el sistema más eficiente de todos los tiempos, en la figura se puede visualizar los componentes.

#### 1.4.5 Función de la bomba de alta presión.

La función principal de la bomba de alta presión es el encargado de producir presiones hidráulicas hasta 2500 bares de presión en la generación actual, generar sobre 2000 bares de presión hidráulica en el sistema es gracias a los pistones axiales dentro del cilindro de bomba generan presiones de combustible muy elevadas. En la (figura 10) se puede observar el sistema de alta presión que consta de válvula de control de control de combustible.

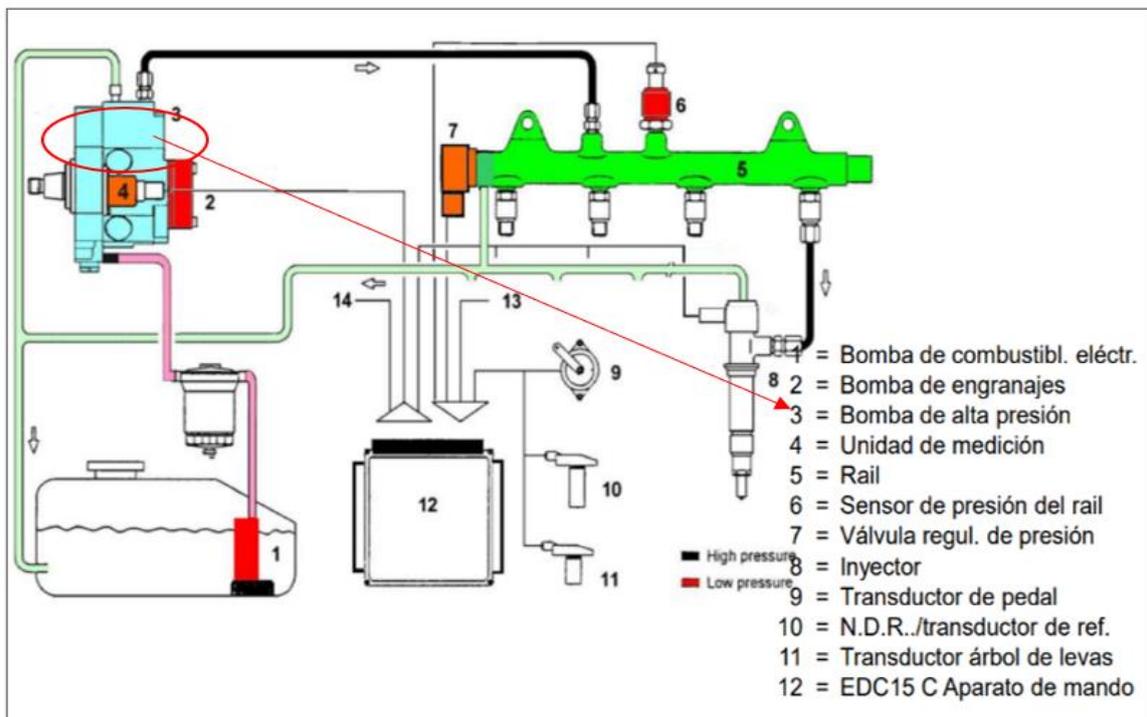


Figura 10. La ubicación de la bomba de alta presión. Fuente: Autoría propia.

### 1.4.6 Rail common.

Rail common en el mercado automotriz también se conoce como tubo acumulador de combustible, está fabricado de acero forjado y tiene las siguientes características:

- Acumula el combustible a alta presiones hidráulicas.
- Libera de presión hidráulica.

Las fluctuaciones de presión hidráulica en el sistema de alta presión ocurren a consecuencia del movimiento del pistón en la cámara de alta presión. el riel Common eta diseñado para tener un volumen lo suficientemente grande para minimizar las fluctuaciones de presión por un lado y lo suficientemente pequeño para generar este volumen por otro lado. Presión adecuada de gasoil es fundamental para los arranques en la temperatura de invierno o en las zonas de baja temperatura, en esos lugares es necesario la presión adecuada para el arranque del motor de combustión en el menor tiempo posible, en la figura 11, se puede observar el rail common los orificios de los inyectores.

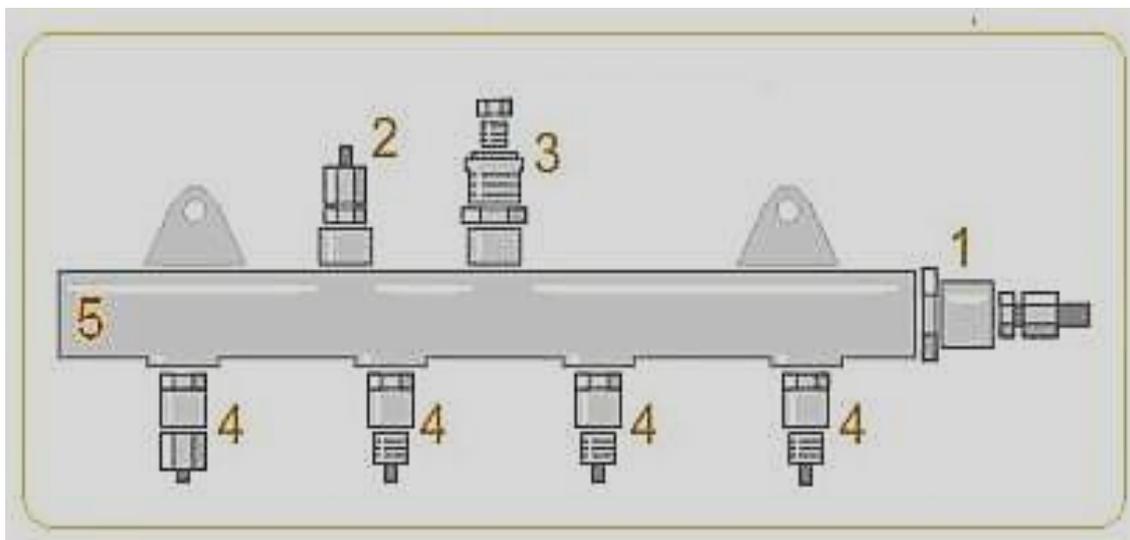


Figura 11. Rail common. Fuente: Recuperado de <http://forum.wordreference.com/showthread.php?t=2147841>.

- Válvula de alivio.
- Entrada de combustible.

- Sensor de presión.
- Conducto de salida hacia los inyectores.
- Riel de combustible.

#### 1.4.7 Válvula de alivio.

La válvula de alivio es la encargada de apertura y bloquear el conducto de salida del combustible hacia el depósito de combustible, gracias a buen funcionamiento se garantiza el funcionamiento óptimo del motor de combustión interna.

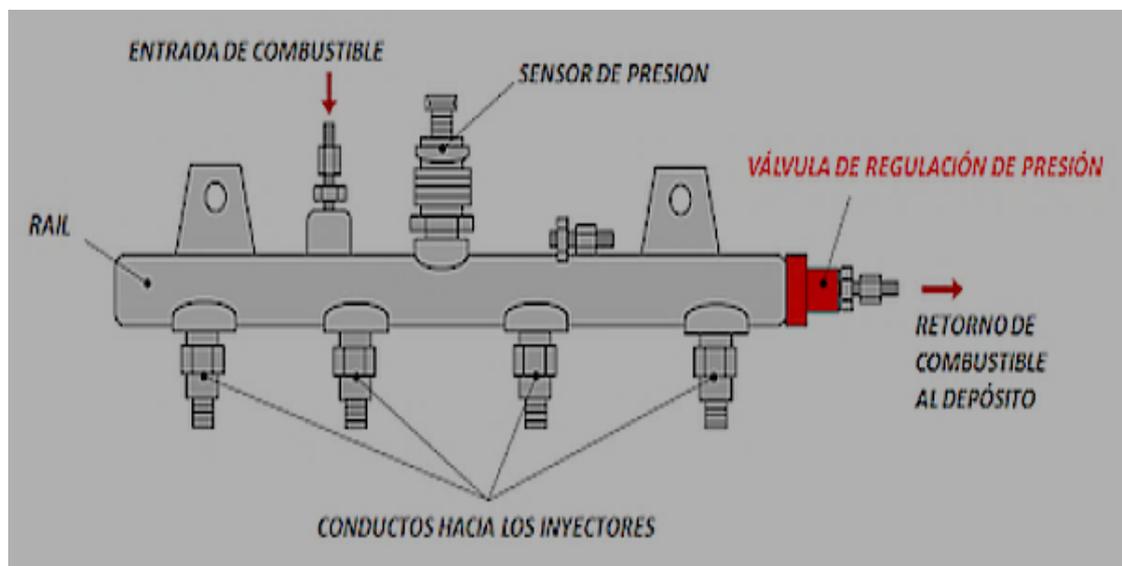


Figura 12. Rail common. Fuente: Recuperado de <https://blog.reparacion-vehiculos.es/valvula-reguladora-de-presion-tipos-y-consejos-de-mantenimiento>

### 1.5 Control del sistema de alimentación common rail

El control electrónico del sistema de rail common se particiona en tres:

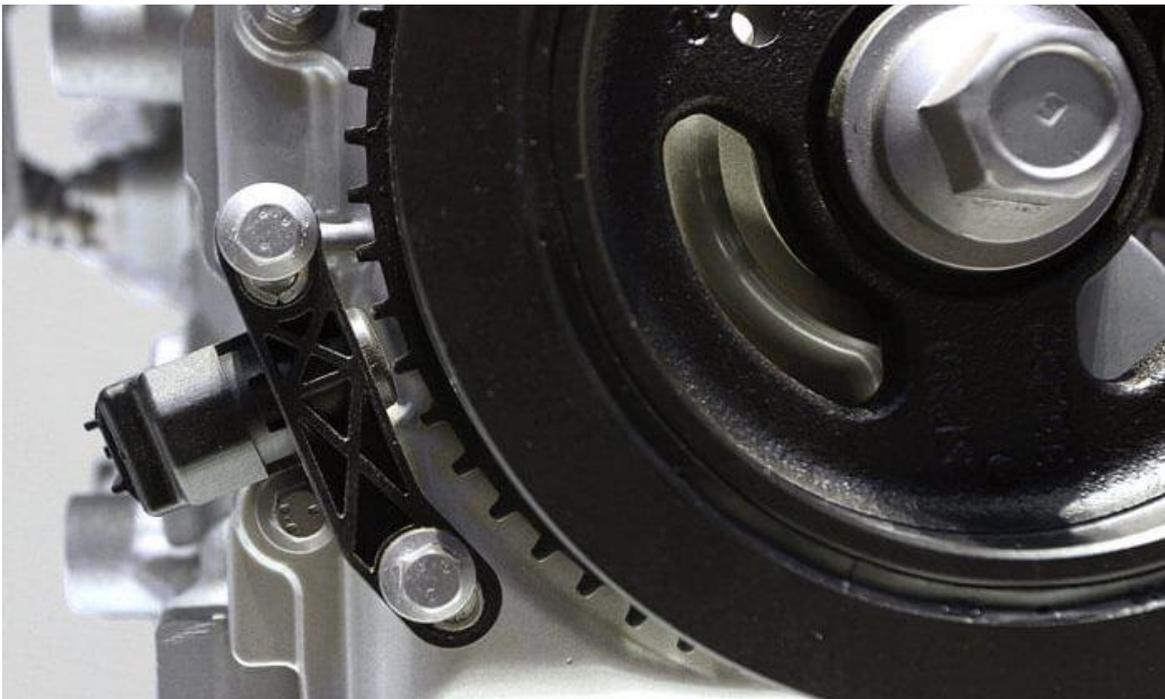
- Los sensores con los encargados hacer llegar la información a la ECU lectura convierten diversas variables físicas en señales analógicas y digitales.
- El ECU es encargado de procesar las señales eléctricas de entrada según un método de cálculo matemático específico (algoritmo de cálculo) y emite varios pulsos eléctricos de salida.

- El actuador es el encargado de realizar un trabajo, esta acción es gracias al pulso eléctrico proveniente de ECM.

### 1.5.1 Sensores del sistema de common rail.

Un vehículo está formado por cientos de elementos y componentes, muchos de los cuales son invisibles a simple vista, pero son componentes imprescindibles para garantizar la eficacia de diferentes mecanismos o sistemas del automóvil.

### 1.5.2 Sensor CKP.



*Figura 13.* Sensor CKP. Fuente: Recuperado de <https://www.autoavance.co/wp-content/uploads/2019/06/sensor-de-posicion-del-ciguel-cpk.jpg>

“El sensor CKP es el encargado informar la posición del pistón en el cilindro es muy importante para la sincronización correcta de la inyección” (Gramsch, 2014, p. 38).

El sensor de velocidad informa la velocidad del cigüeñal por minuto al ECM para que pueda evaluar el buen funcionamiento del motor y hacer las correcciones necesarias.

El sensor de velocidad del cigüeñal consta de un núcleo de hierro dulce con imanes permanentes y bobinas de cobre y funciona en una secuencia lógica, en donde hace la lectura de los dientes de la volante de motor de combustión interna.

A medida que estos dientes y el espacio entre ellos pasan alternativamente a través del sensor, el flujo magnético cambia para inducir un voltaje de CA (Figura 12). La amplitud del voltaje de CA aumenta bruscamente a medida que aumenta la velocidad del cigüeñal.

### 1.5.3 Sensor de posición del árbol de levas CMPS.

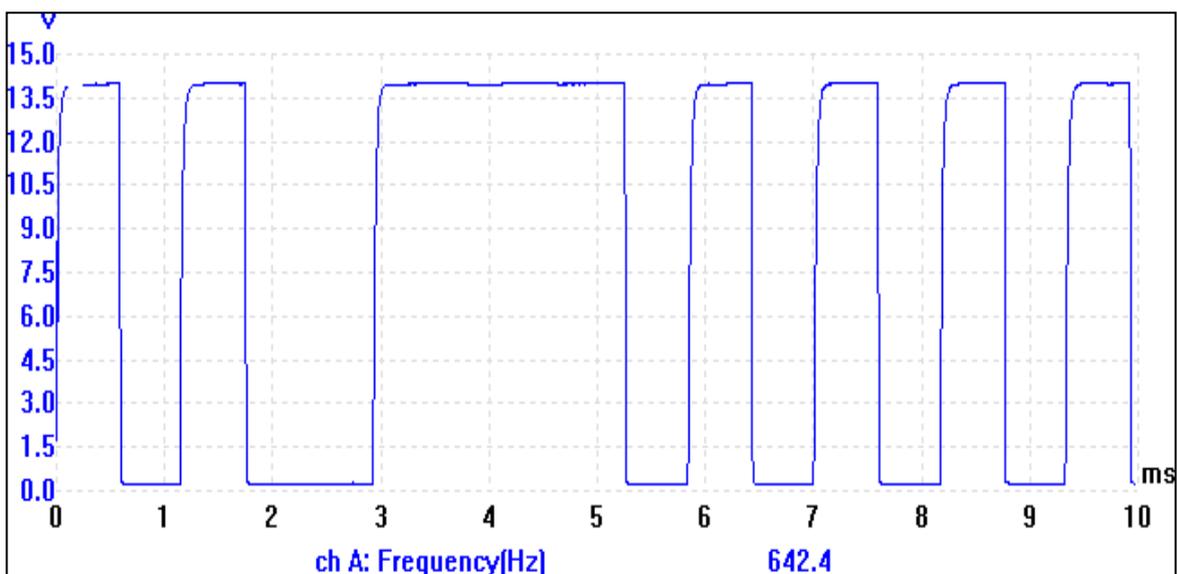


Figura 14. Sensor de árbol de levas. Fuente: Recuperado de <http://www.picoauto.com/waveforms/Sensors/Crankshaft/wave100.html>

El sensor CMPS generalmente se encuentra al nivel de la cabeza en la parte trasera del motor y se usa como referencia del ECM para encontrar el primer cilindro y que se inyecte el combustible a la cámara de combustión.

Este sensor de efecto Hall y el voltaje del circuito cambia a medida que gira la corona. Este voltaje cambiante se envía al ECM (figura 13), donde se evalúa para determinar los datos requeridos.

El cilindro 4 compara la señal de este sensor con la señal del sensor de velocidad del cigüeñal, lo que mejora la inyección de combustible.

#### 1.5.4 Sensor MAF.

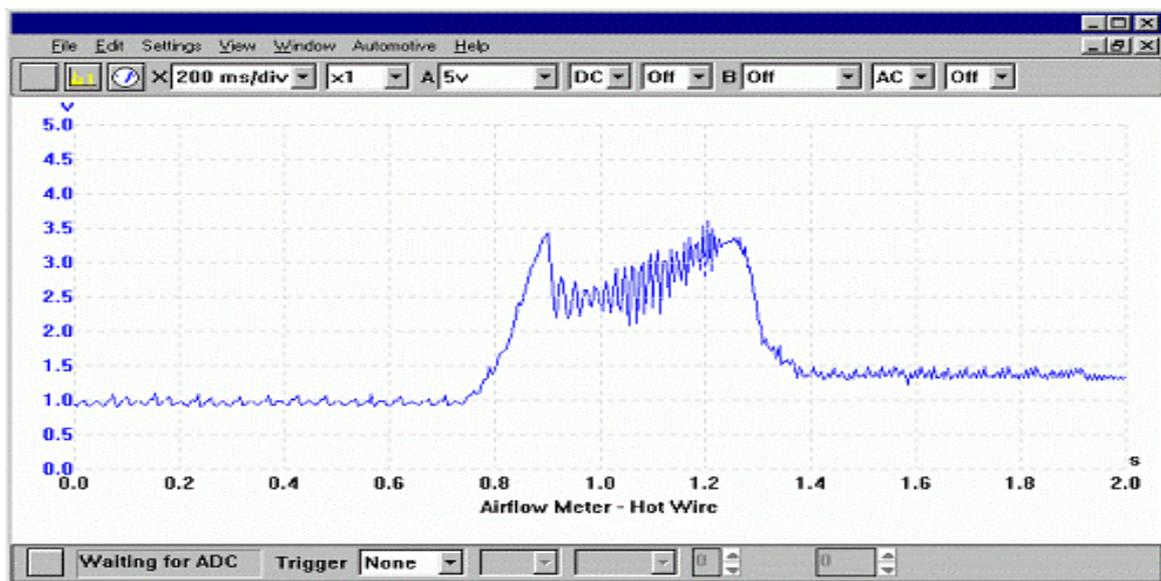


Figura 15. Sensor MAF. Fuente: Recuperado de <https://ehtmotors.com/sensores.php?p=maf>

Este sensor MAF está ubicado en el múltiple de admisión del motor, el trabajo que realiza este sensor se encarga de medir controlar el flujo de oxígeno que ingreso al interior del motor de combustión interna. El funcionamiento del sensor se basa en una resistencia de corriente eléctrica llamada hilo caliente, cuando recibe un voltaje constante se calienta alcanzando una temperatura de unos 200 °C mientras el motor está en marcha, la resistencia baja de temperatura esto debido a la circulación del flujo de aire en el múltiple de admisión. La información que envía el sensor MAF a ECM como se observa en la (Figura 14) es fundamental para calcular la cantidad de combustible a inyectar.

### 1.5.5 Sensor de temperatura.

Los sensores de temperatura son encargados medir la temperatura mediante la señal eléctrica, esta señal es fundamental para que la ECM determine las acciones correspondientes en el sistema de common rail, se puede observar en la figura la señal del sensor de temperatura.

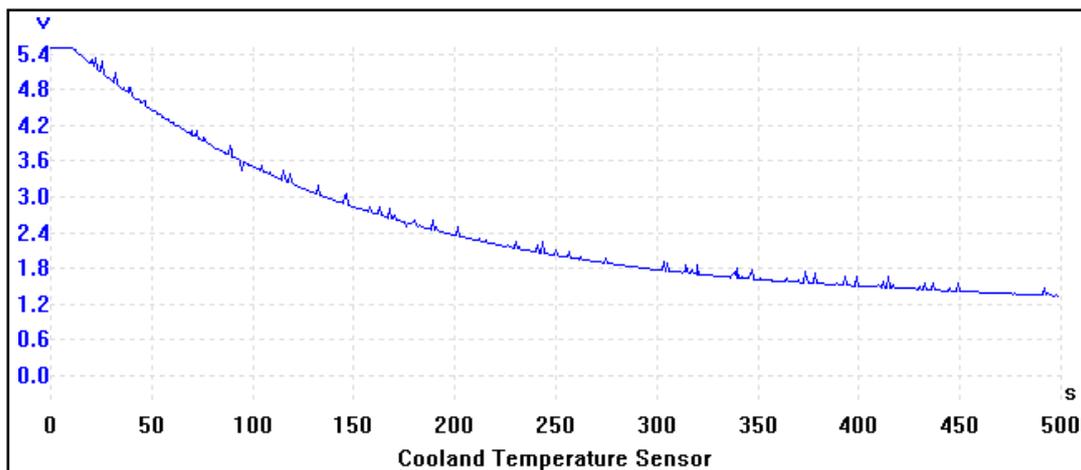


Figura 16. Señal del sensor de temperatura. Fuente: Recuperado de <http://www.picoauto.com/waveforms/Sensors/CoolantTemperature/wave98.html>

### 1.5.6 Sensor de posición del acelerador (APS).

En esta parte el sensor de posición del pedal del acelerador consta de dos potenciómetros que funcionan en direcciones opuestas, cuyo propósito es realizar un seguimiento de la posición exacta del pedal, el ralentí, la media carga y en plena carga (Vallejo, 2013).

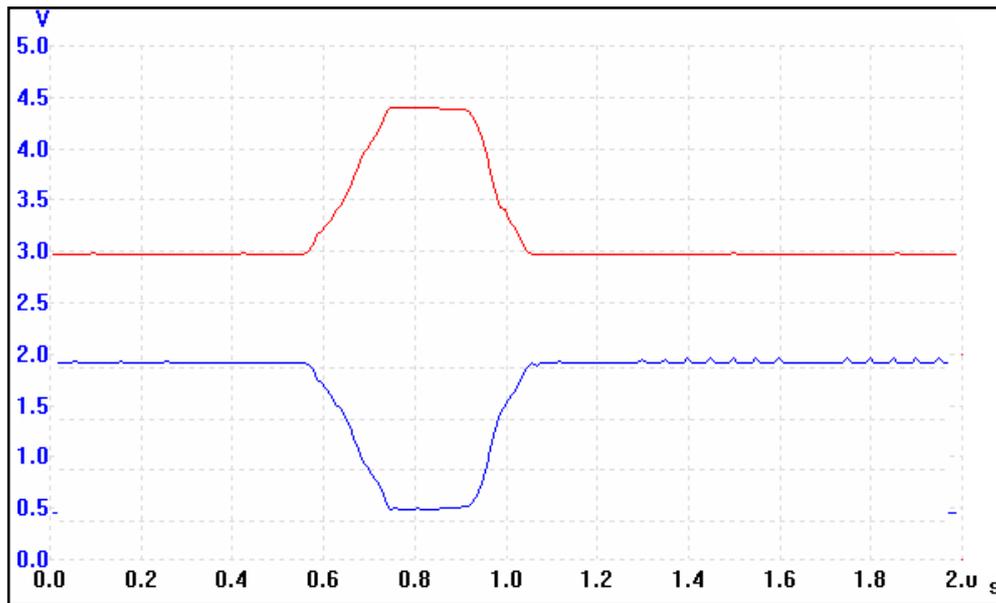


Figura 17. Señal del sensor de APS. Fuente: Autoría propia.

La información será enviada a la unidad de control electrónico. En el pedal de aceleración electrónica vamos a encontrar dos sensores tipo potenciómetro, el primer potenciómetro oscila entre de 0V a 5V y el segundo entre 5V a 0V.

El ECM utiliza señales de sensores (figura 16) para controlar electrónicamente en la cantidad del combustible es de acuerdo las condiciones de carga y trabajo del motor, si uno de los sensores de posición de aceleración falla el motor del vehículo seguirá funcionando, pero en la velocidad mínima como para llevar el vehículo a un taller cercano.

### 1.5.7 Sensor ICP.

El sensor ICP mide la presión de combustible acumulado dentro del rail, dicha presión es de vital importancia para poder inyectar la cantidad necesaria de combustible.

La señal electrónica de 0,5,5V. es decepcionada por el ECM de motor de combustión interna. En la figura 17, se observa la señal de la presión del combustible y está compuesto por una película metálica a la que se fija el elemento de resistencia piezoeléctrica, y la resistencia cambia debido a la deformación de la película.

Sin lugar a dudas es primordial mantener una presión constante en el riel de combustible, con la finalidad de garantizar de la cantidad exacta de combustible a inyectar según la velocidad y el trabajo del motor de combustión interna.

A continuación, las señales del sensor ICP:

- Determinar la cantidad de inyección de combustible.
- Decidir el momento de la inyección del combustible.
- gestionar la válvula reguladora de presión de gasoil.

Las averías del Sensor ICP:

- Problemas en el encendido del vehículo.
- El vehículo no enciende.
- Presiones muy elevadas.
- El Sensor ICP requiere un torque especial y se deforma en su instalación, por lo tanto, no se debe usar sensores usados o similares.

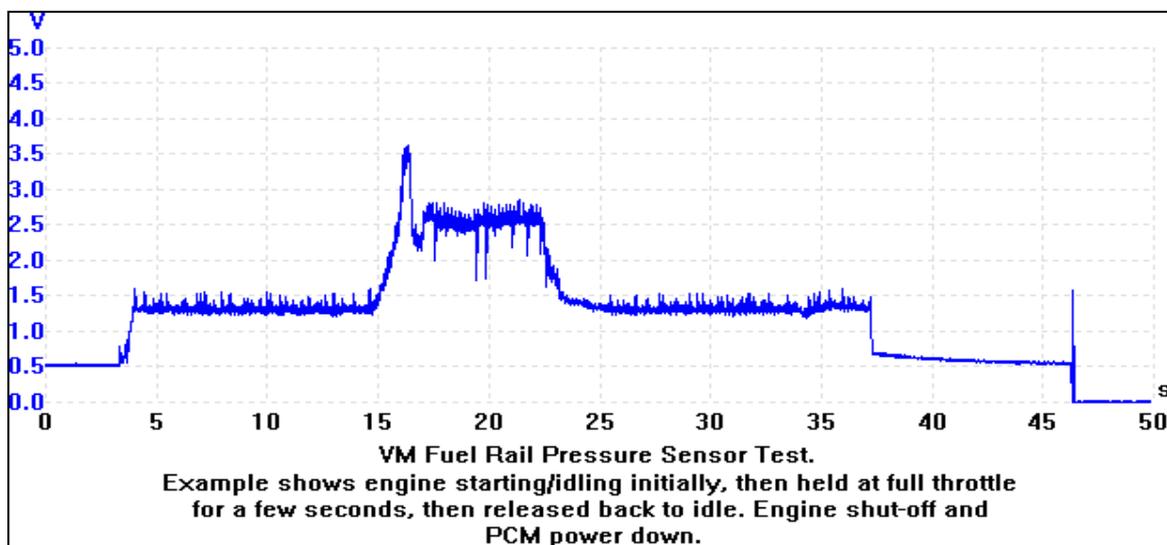


Figura 18. Señal del sensor de ICP. Fuente: Recuperado de <http://www.picoauto.com/waveforms/Sensors/CoolantTemperature/wave98.html>

### 1.5.7.1 El voltaje del sensor de presión del riel o del sensor ICP.

Para medir este sensor, conectar el cable positivo del voltímetro en el terminal de salida de señal y el cable negativo del voltímetro a tierra, la presión de combustible en el riel se puede observar analizando las lecturas de voltaje del voltímetro. Esta señal de voltaje se detecta normalmente a unos 0,5 voltios cuando se detiene el motor. Cuando se activa el motor de arranque, este voltaje debe aumentar a por lo menos 1 voltio. La presencia de este voltaje asegura que el riel tenga suficiente presión para abrir el inyector y activar la computadora. Complementa toda la información sobre el Rail Common A continuación, los terminales del sensor ICP:

- Cable es de alimentación de 5 voltios.
- Cable de señal a PCM.
- Terminal para conectar a masa.

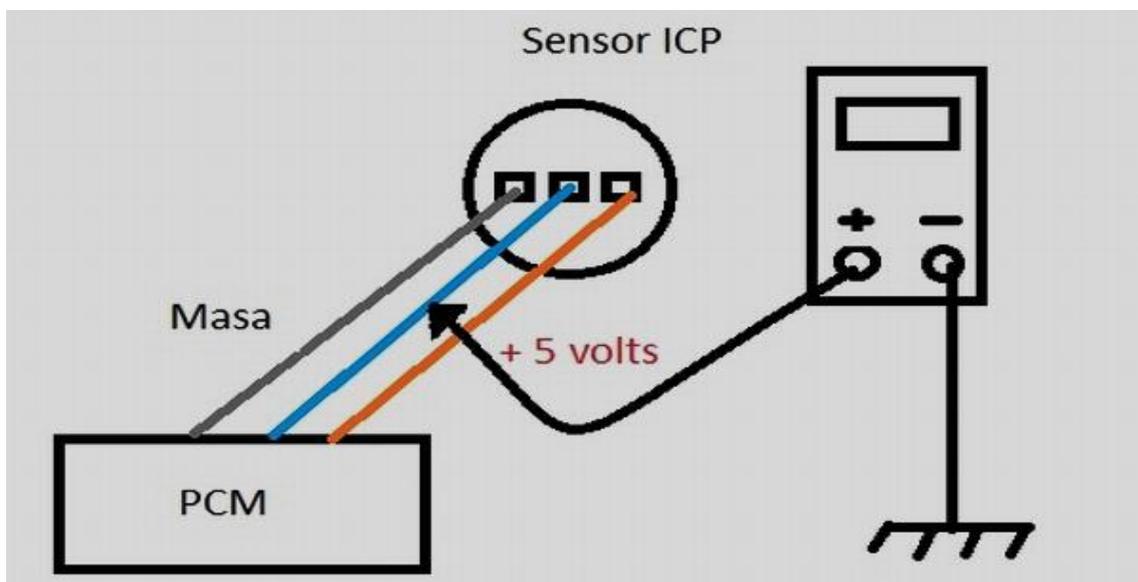


Figura 19. Diagnóstico del sensor de ICP. Fuente: Recuperado de <http://www.cise.com/porta/otas-tecnicas/item/356-sistemas-common-rail-presi%C3%B3n-en-el-rail.html>

Dado que PCM conoce la presión a partir de esta información, la comprobación de la señal electrónica del sensor ICP, se realiza con finalidad de conocer y corroborar los

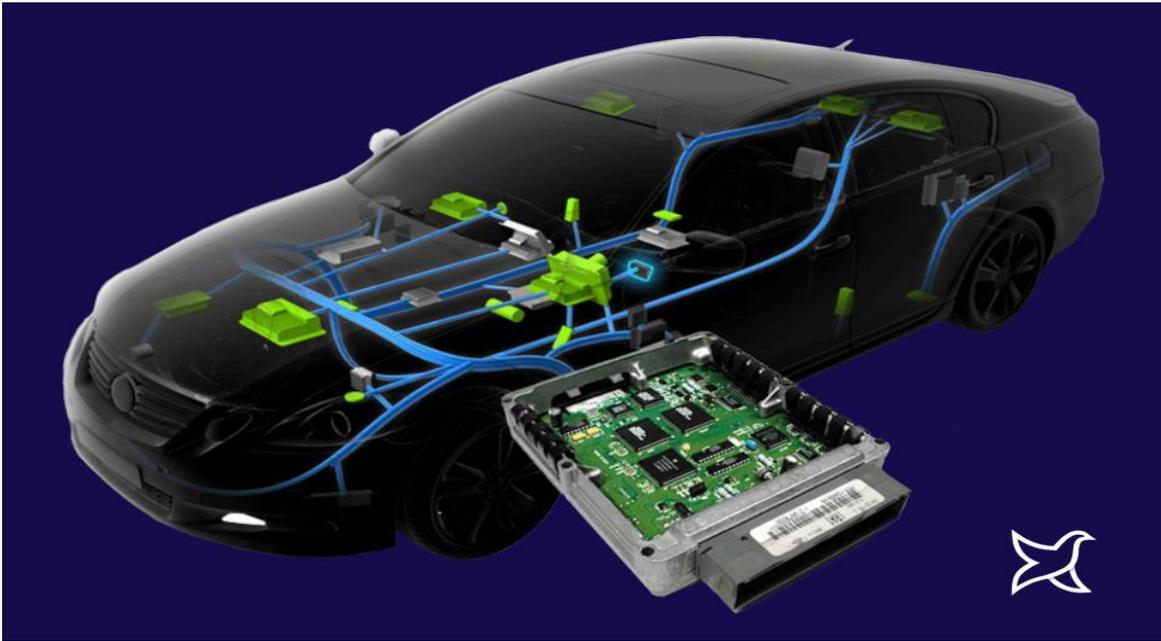
resultados con las especificaciones técnicas del fabricante. Al comprobar el voltaje esto no debe ser mayor a 0.5 V. máximo 4,5V. En la figura se puedes ver cómo conectar el voltímetro. Encontrar las líneas de señal es muy fácil y puede distinguir fácilmente entre la línea de 5 voltios y la línea de tierra midiendo una por una. El tercero es la señal. Estoy buscando. Esta señal de voltaje se detecta normalmente a unos 0,5 voltios cuando se detiene el motor. Cuando se activa el motor de arranque, este voltaje debe aumentar a por lo menos 1 voltio. La presencia de este voltaje asegura que el riel tenga suficiente presión. Necesario para que el inyector se abra y la ECU active el inyector.

### **1.5.8 Módulo de control del motor (ECM).**

El ECM es la parte cerebral del sistema electrónico automotriz, que gestiona el funcionamiento correcto de los sistemas s del motor de del vehículo. El ECM. Decepciona las señales eléctricas de los sensores con los rangos nominales, dichos rangos el ECM las procesa y calcula las acciones que tiene que realizar los actuadores

ECM tiene los siguientes aspectos porque debe tener en cuenta las condiciones y el entorno en el que funciona ECM:

- La temperatura de ambiente en funcionamiento normal del vehículo de 10°C a + 45°C.
- Perfecta resistencia a sustancias como aceites y combustibles.
- Carga mecánica, principalmente la carga generada por el motor y la vibración.
- Con respecto a la interferencia electromagnética y la radiación de la fuga de energía eléctrica por los conductores de energía eléctrica, los sensores de deben ser capaces de identificar la energía parasita en el sistema.



*Figura 20.* ECM del motor. Fuente: Recuperado de <https://www.kestrelautomotriz.ver.pe/2020/10/consejos-para-reprogramar-ecm-con-j2534.html>

### **1.5.9 Los actuadores del sistema Rail Common.**

#### ***1.5.9.1 Válvula limitadora de presión (IPR).***

La válvula limitadora de presión de combustible está en la línea de la bomba de alta presión se puede observar en la figura 20. La función principal que cumple es regular la presión del sistema según el rpm del motor, la salida de la bomba de alta presión que regula la presión en los rieles o rampas de combustible. Además, las válvulas de control de presión se pueden utilizar para atenuar las fluctuaciones de presión, el suministro de combustible y los productos de su inyección.

En el sistema de rail común Diesel, la válvula de limitadora de presión de combustible es responsable de establecer y sostener la presión en el riel esto dependerá de la carga del motor de motor del vehículo. Si la presión en el riel es demasiado alta, esta válvula se abrirá y parte del combustible fluirá de regreso desde el rail al tanque a través de la tubería de recolección. Si la presión en los rieles es demasiado baja, la válvula de

control de presión se cerrará, bloqueando el flujo de combustible hacia atrás y aumentando la presión.

La válvula de control de presión se asegura opcionalmente a la bomba de alta presión o al riel con una brida fija. Esta bomba actúa cuando la armadura empuja la bola contra el asiento y se pierde la comunicación entre el lado de alta presión y el lado de baja presión. Hay un resorte que empuja hacia abajo la armadura y un electroimán que aplica fuerza a la armadura. Toda la armadura está rodeada de combustible para lubricación y disipación de calor en la válvula.

La válvula de control de presión tiene dos circuitos de control, un circuito de control eléctrico de acción lenta para establecer el valor nominal de presión promedio en el riel y un circuito de control hidráulico mecánico de acción rápida para compensar las fluctuaciones de presión de alta frecuencia.



*Figura 21.* Válvula reguladora de presión. Fuente: Autoría propia.

Cuando la válvula de control está inactiva, la alta presión en el riel del inyector o en la salida de la bomba de alta presión es mayor que la presión ejercida por la válvula de control. Esto se debe a que no se aplica fuerza cuando el electroimán está apagado. Abra la válvula de alivio de presión para que permanezca más o menos abierta según el caudal. Las dimensiones del resorte son tales que la presión es de aproximadamente 100 bar.

Si la válvula de control está activa cuando aumenta la presión en el circuito de alto voltaje, debe generar una fuerza magnética además de la fuerza elástica.

Cuando se activa, la válvula de control de presión se cierra hasta que se establece un equilibrio de fuerzas entre la alta presión de un lado y las fuerzas magnéticas y elásticas del otro.

En el momento de la ecualización, la válvula está en modo abierto y se mantiene constante la presión de combustible. Otro conducto compensa los cambios en el caudal de combustible.

#### ***1.5.9.2 Válvula EGR.***

La válvula EGR incluye un mecanismo que ayuda a reducir las emisiones de contaminantes al permitir que algunos de los gases de escape regresen al circuito de admisión, para mezclar el gas combustible con aire fresco y regresar como parte del proceso de combustión.

La EGR está controlada por una válvula solenoide controlada por ECM (Fig. 21), que permite que el diafragma bloquee o descargue los gases de escape a la entrada por medio de un vacío, que es la señal recibida por la válvula solenoide EGR. El ECM depende de otros parámetros como:

- La posición del acelerador.
- La velocidad del motor.

- La temperatura del refrigerante.

La recirculación de gases de escape a través de la válvula EGR es un proceso diseñado para reducir los contaminantes.

La adición de gases de escape reduce la proporción de oxígeno en la mezcla de aire y combustible y reduce la temperatura de combustión en el cilindro.

Los óxidos de nitrógeno nocivos (NOx) se producen principalmente a alta temperatura y alta presión, por lo que la concentración de NOx liberado al medio ambiente puede reducirse hasta en un 50 %.

Además, se forman partículas de hollín en los motores diésel. Se redujo en un 10%. La recirculación de gases de escape está activa solo en determinados puntos de funcionamiento.

Para los motores de gasolina, esto generalmente excede la velocidad de ralentí hasta la carga parcial máxima. Para motores Diésel, hasta unas 3000 rpm y media carga.

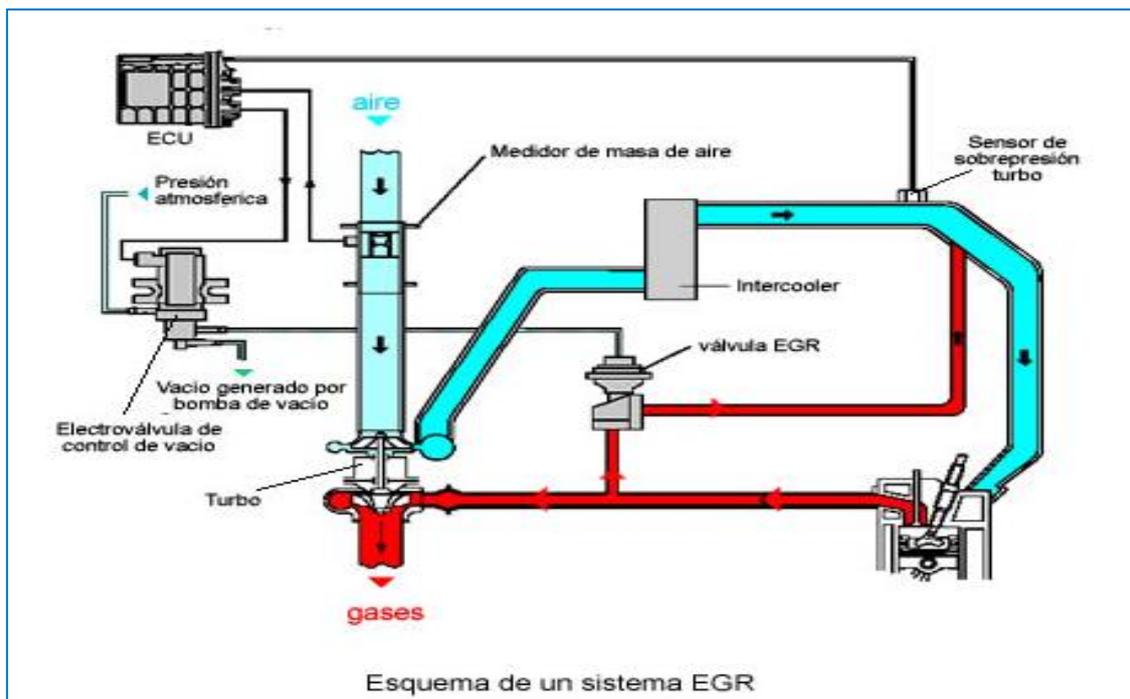


Figura 22. Válvula EGR. Fuente: Recuperado de <https://www.ro-des.com/mecanica/valvula-egr-tipos-y-funcionamiento/>

### 1.5.9.3 Inyectores.



Figura 23. Inyector. Fuente: Recuperado de <https://tallerescuencia.com/inyector-bomba/>

Los inyectores del sistema de Common Rail cumplen con los nuevos estándares de control de emisiones y contaminación. Para hacer esto, debe hacer lo siguiente:

- Permita múltiples inyecciones (hasta 5 inyecciones por ciclo).
- Permite inyectar dosis cada vez más pequeñas (0,5 mg/cp).
- Funcionamiento a mayor presión (1800 bar) que nunca.
- Tener una interacción hidráulica débil entre dos inyecciones consecutivas.
- Distribuye uniformemente la cantidad de inyección de combustible a cada cilindro.

El inyector Rail Common incluye los siguientes cambios para permitir estándares más estrictos y una inyección diésel mucho más fina y eficiente.

- Mejora la presión de combustible.
- Modificación del radio de estanqueidad del inyector.
- Modificación de los orificios de paso entre cámaras internas.
- Aumento del número de agujeros y con forma cónica.
- Cambio de los materiales de la válvula principal del inyector.

Para que se pueda lograr la combustión de manera más eficiente, el sistema de inyección se divide en: preinyección y post-inyección o inyección principal.

#### ***1.5.9.4 Preinyección.***

Antes que el pistón N° 1 llegue al punto muerto superior se produce la inyección combustible en un porcentaje mínimo dentro de la cámara de combustión, esto provoca aumento de la temperatura, gracias al efecto de la alta temperatura provocada durante la preinyección se garantiza el quemado completo de combustible de la inyección principal.

- Disminuye el sonido de la combustión.
- Se disminuye la emisión de los gases contaminantes.

Para cumplir las características mencionadas la ECM activa a los inyectores a través de un pulso electrónico durante la preinyección y la inyección principal.

#### ***1.5.9.5 Inyección principal.***

La inyección principal se produce después de preinyección, esto para garantizar el buen rendimiento del motor de combustión interna. La fuerza de la presión de inyección cambia poco a lo largo del ciclo de inyección (figura 23).

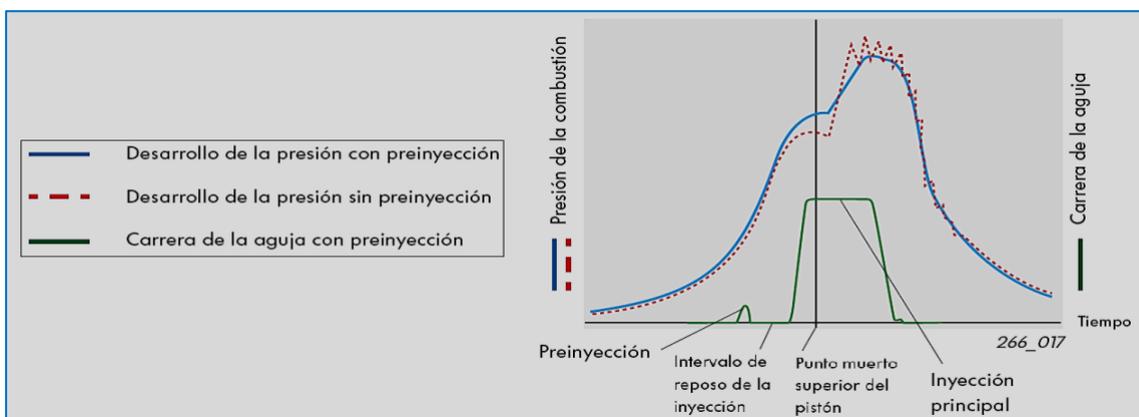


Figura 24. Ciclo de inyección. Fuente: Recuperado de [https://es.scribd.com/document/33038200/ Manual-Volkswagen-Motor-Tdi2-8-Sistema-Inyeccion-Common-Rail](https://es.scribd.com/document/33038200/Manual-Volkswagen-Motor-Tdi2-8-Sistema-Inyeccion-Common-Rail)

## Capítulo II

### Componentes de sistema de Common Rail

#### 2.1 La bomba de alta presión

La bomba de alta, es responsable de crear la alta presión hidráulica para el proceso de inyección, así como de transportar la cantidad suficiente de combustible en todas las velocidades de operación del motor de combustión interna.

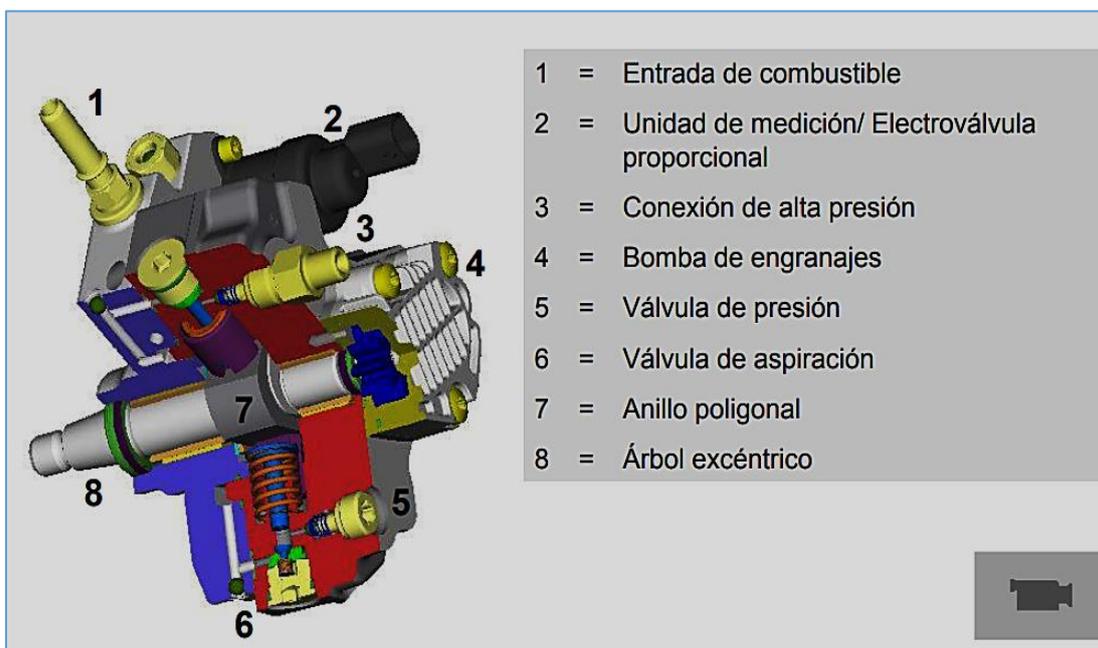


Figura 25. La bomba de alta presión. Fuente: Recuperado de <https://www.mecanicoautomotriz.org/1954-curso-tecnologia-diesel-bosch-bombas>.

## 2.2 Ubicación de la bomba de alta presión

La bomba de alta está ubicada en el lugar de las bombas clásicas o convencionales.

Como se muestra en la figura 26.

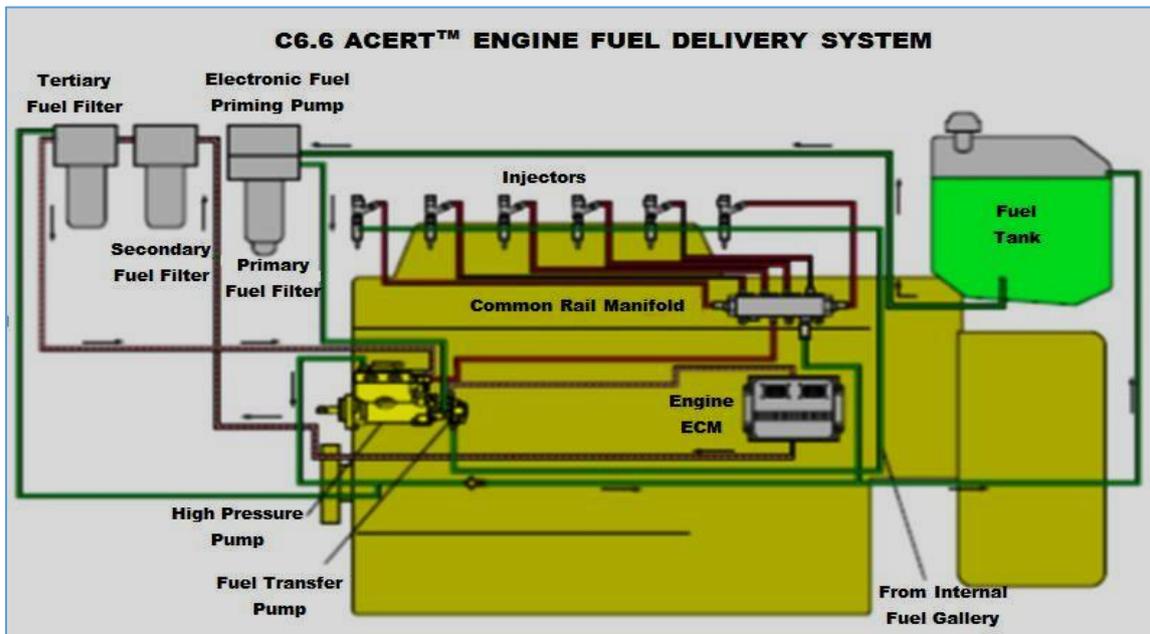


Figura 26. Ubicación de la bomba. Fuente: Recuperada de <https://docplayer.es/57146042-Sistema-de-combustible-common-rail-en-motores-diesel-caterpillar.html>

## 2.3 Tipos de bomba de alta presión

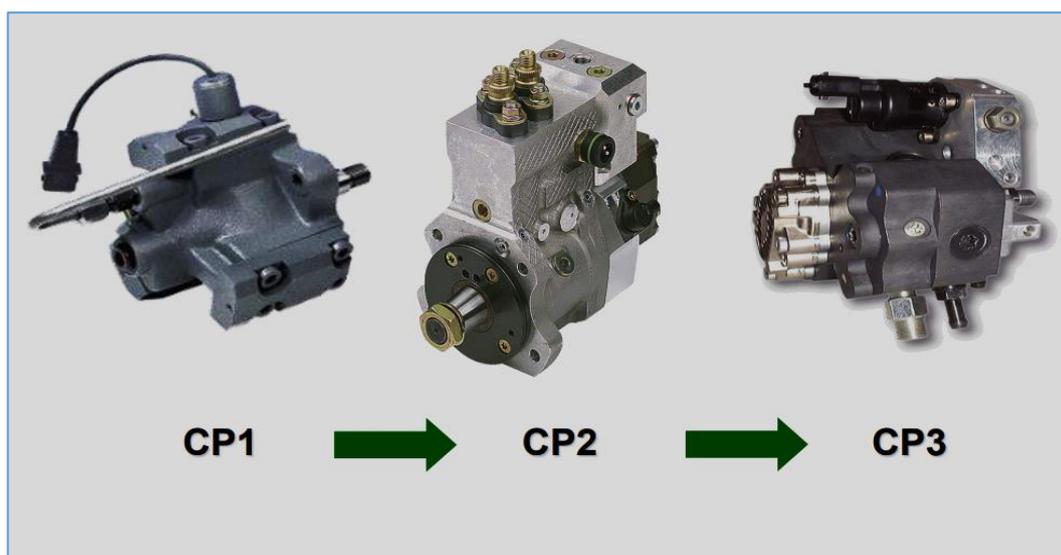


Figura 27. Las bombas de alta presión de common rail. Fuente: Recuperado de <https://www.mecanicoautomotriz.org/1954-curso-tecnologia-diesel-bosch-bombas-inyectores-filtros-reguladores>

En el sistema la bomba es el órgano más importante debido a que suministra el combustible constantemente. La bomba funciona gracias a la fuerza mecánica del cigüeñal quien es el quien impulsa desde el depósito hasta llevarlos a los inyectores.

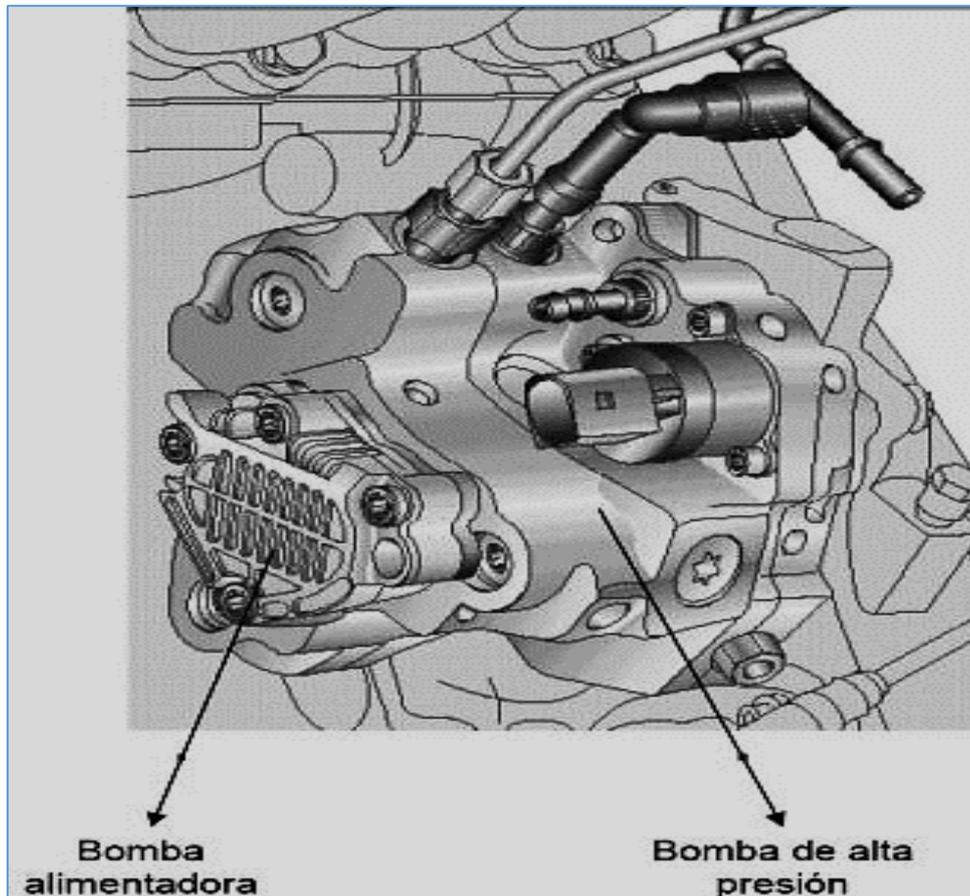
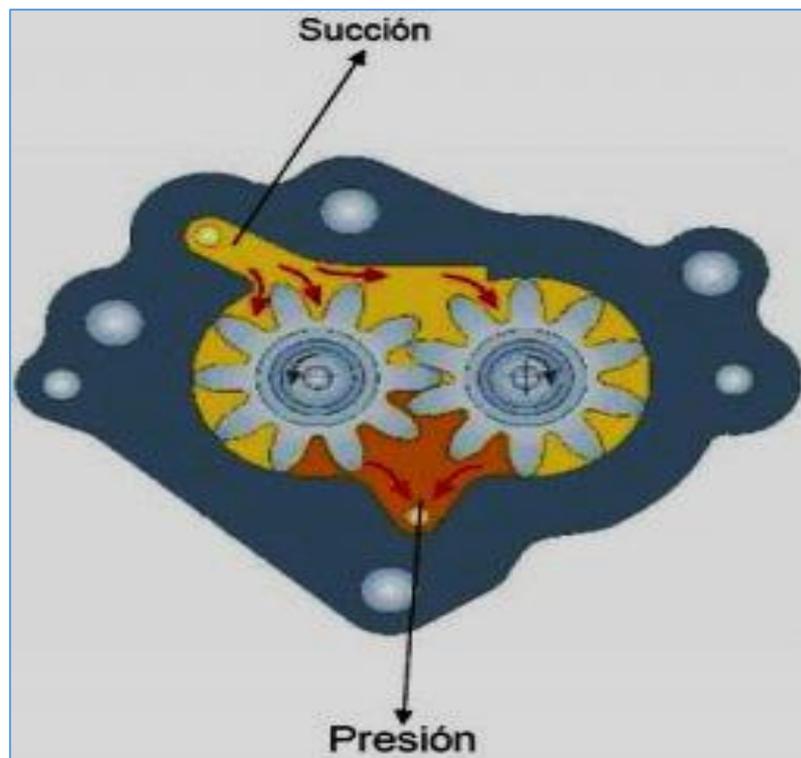


Figura 28. Bomba alimentadora de baja presión de common rail. Fuente: Autoría propia.

La bomba en el sistema de Common Rail aporta de combustible a los inyectores, este fenómeno se produce gracias al funcionamiento lógico del sistema y con el aporte de la electrónica en la actualidad.

La bomba de combustible consta de ingreso de combustible a baja presión y otra de alta presión hidráulica, el flujo de combustible va depender mucho del rpm del motor de combustión interna. En los motores actuales de combustión interna para la inyección del combustible en plena carga se requiere la presión de combustible sobre 2500 bares de

presión. Para ello en los sistemas actuales han sufrido cambios en la estructura, aporte del sistema electrónico, los sensores y actuadores, podemos ver los cambios que ha sufrido el sistema es notable a diferencia del sistema convencional, en donde el sistema funcionaba con la bomba mecánica.



*Figura 29.* Circuito de baja presión de common rail. Fuente: Recuperado de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/144-funcionamiento-componentes-sistema-diesel-common-rail-bosch/>

La función de la bomba de alta en el sistema es crear la presión hidráulica necesaria según requerimiento del motor.

Para que se produzca la presión alta dentro de la bomba es gracias a fuerza mecánica aportado por el motor y sumado a ello la bomba de combustible internamente consta de pistones axiales. Estos pistones axiales son los encargados de comprimir el combustible a altas presiones, estas presiones elevadas son aprovechadas por el sistema para poder presurizar el combustible a altas presiones.

Desde la perspectiva de lo explicado podemos resaltar que el sistema de Common Rail, sistema muy avanzado, gracias a la eficacia del sistema se han reducido notablemente la contaminación ambiental, el consumo excesivo de combustible, la reducción de ruido en los motores Diesel finalmente ahorro de economía.

#### **2.4 Sistema de baja presión del riel común**

El sistema de baja presión hidráulica es responsable de redirigir el combustible a baja presión al sistema de alta presión. Actualmente podemos encontrar en el mercado por dos formas de generar la presión, uno por la bomba mecánica y bomba electrónica.

La bomba de combustible tipo engranajes consta de dos engranajes que giran en direcciones opuestas entre sí. La velocidad de movimiento de los engranajes y el flujo de combustible es según al número de revoluciones del motor.

La bomba de alimentación combustible eléctrica incorporado en el tanque de combustible funciona de forma continua e independientemente de la velocidad del motor de combustión interna, la bomba eléctrica en el sistema Common Riel es un componente adicional sistema, esta bomba eléctrica es la encargada de hacer llegar el combustible a la bomba de alta presión.

#### **2.5 Sistema de alta presión del riel común**

El sistema de alta presión es responsable de generar alta presión, distribuir y medir el combustible. La bomba de alta presión, ubicada en la unión de dos circuitos eléctricos, entrega constantemente de combustible comprimido en todos los rangos operativos y durante el funcionamiento del vehículo, incluida la reserva de combustible para arranques rápidos y aumento de la presión instantáneamente sobre rieles.

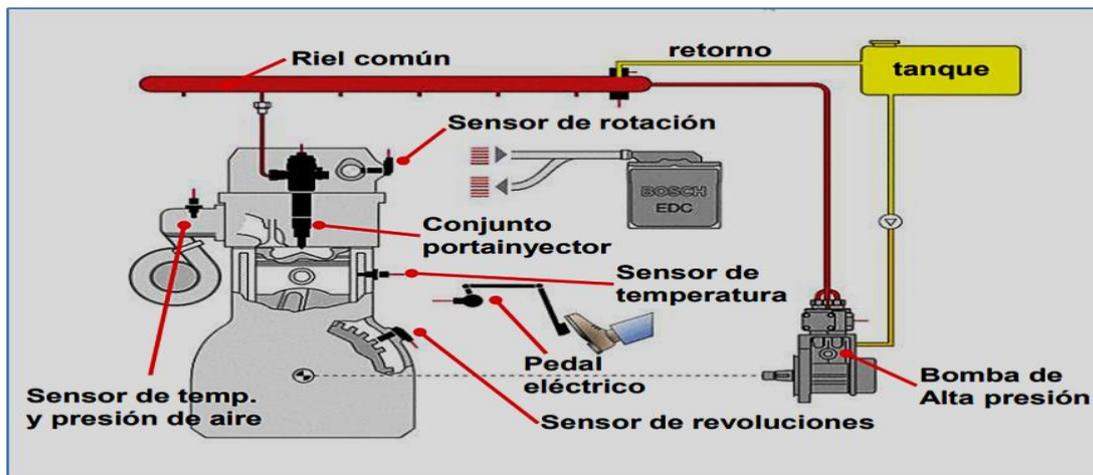


Figura 30. Sistema de baja presión de common rail. Fuente: Recuperado de <https://www.mecanicoautomotriz.org/1954-curso-tecnologia-diesel-bosch-bombas-inyectores-filtros-reguladores>

La bomba de combustible en los motores Diésel es accionada por el motor a través del sistema distribución ya sea por engranaje o correa, la bomba de combustible está lubricada con combustible durante su funcionamiento.

Dependiendo de la disposición de la instalación, la válvula de alivio se conectará a la bomba o se montará en un riel separado. El combustible se comprime dentro de la bomba mediante pistones radiales.

La potencia por revolución da como resultado un par de accionamiento máximo bajo y una demanda uniforme en todo el accionamiento de la bomba.

Diferentes marcas en el mercado ofrecen diferentes tipos de bombas de Common Rail, dichas bombas se diferencian tanto en aspectos mecánicos como funcionales.

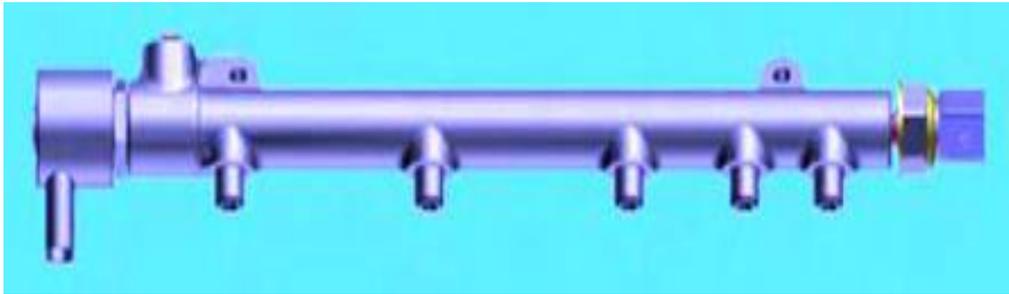
A modo de ejemplo, veamos las diferencias básicas entre los tipos más populares de bombas de raíl para coches de la marca Bosch.

### 2.5.1 Acumulador de alta presión.

Un rail common es un acumulador de combustible, que almacena el combustible a una presión elevada, para ello la bomba de alimentación suministra constantemente de

combustible, el rail Common está dotado de un sensor de presión que mida la presión constante, una válvula de alivio, dicha válvula se encarga liberar la presión excesiva del riel, el combustible liberado retorna al tanque de combustible, luego encontramos los orificios o conductos de los inyectores.

El rail Common este fabricado de material reforzado y resistente a altas presiones hidráulicas, en la siguiente figura se puede observar



*Figura 31.* Riel de acumulador de combustible. Fuente: Recuperado de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/102-el-riel-de-alta-presion-common-rail/>

El conjunto del riel está constituido por lo siguiente:

- El cuerpo o el riel.
- El sensor de presión del rail.
- Acoples y adaptadores de entrada y salida.
- Componentes del conjunto rail.
- Válvula de alivio.
- 4 orificios de inyectores.

Los rieles esféricos tienen la ventaja de tener un volumen más pequeño, pero implican usar rieles/tubos de inyección más largos que los rieles tubulares, por lo que solo se pueden usar con motores más pequeños. El uso de estos tubos largos aumentará la caída de presión. Sin embargo, el riel de bolas tiene importantes ventajas hidráulicas porque

todos los caminos hacia el inyector tienen la misma longitud. Los raíles tubulares tienen la ventaja de tener el mismo raíl tubo inyector.

Manejo de las presiones hidráulicas dentro del riel son gestionadas por la unidad control electrónico, a través de gestión electrónica se controla la presión del combustible en el riel, estas presiones pueden varias según la estructura del motor de combustión interna.

Por lo tanto, la elección del volumen del riel es un compromiso entre la duración de la fase transitoria y la importancia de la caída de presión durante la inyección o la estabilidad del control.

### 2.5.2 Válvula limitadora de presión del riel common.

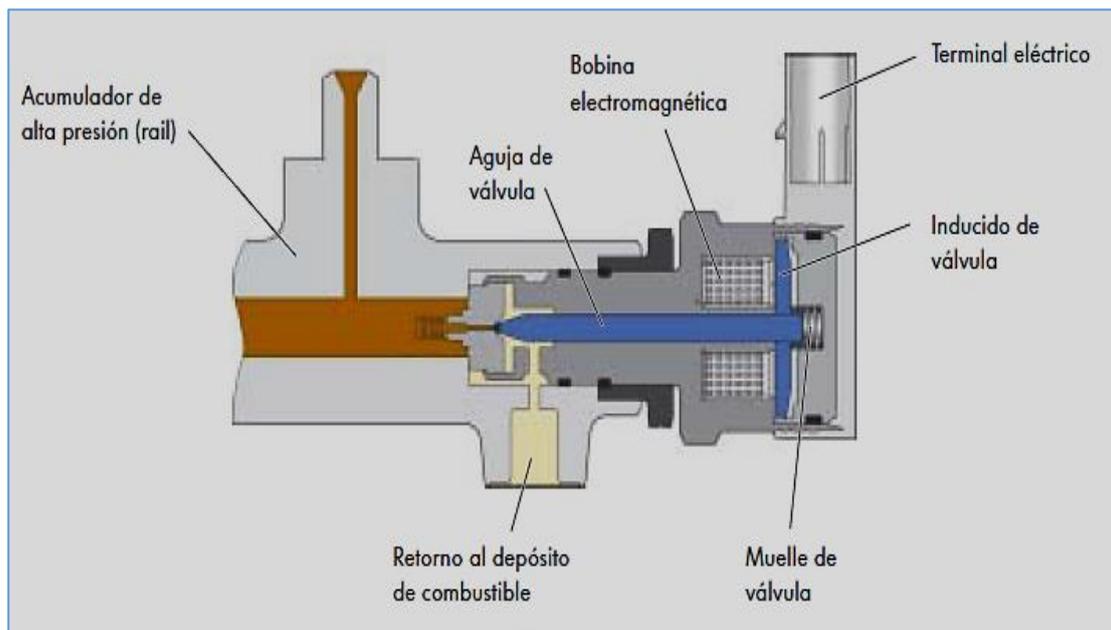


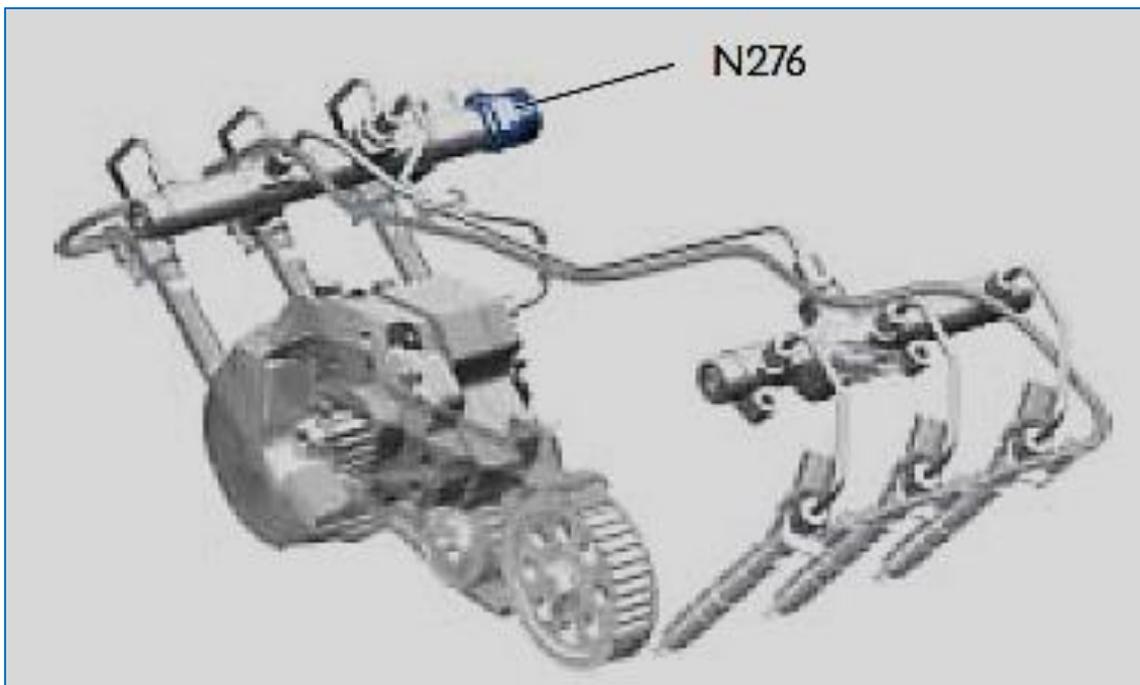
Figura 32. La ubicación de válvula limitadora de presión. Fuente: Autoría propia.

La válvula limitadora de presión de combustible está ubicada en el riel acumulador de alta. La presión de gasoil en el rango de alta presión se aumenta mediante una válvula reguladora. Para ello es alimentado por la ECU para los sistemas de inyección directa

diésel J248. Las presiones oscilan entre 230 y 1.600 bar, esto puede variar según rpm del motor.

### ***2.5.2.1 Funcionamiento.***

La válvula de control está inoperativa cuando el motor está apagado, la válvula de control no está energizada, su aguja se mantiene en el asiento por la fuerza que ejerce el resorte de la electroválvula. Esto separa el área de alta presión del área de retorno de gasoil. El resorte de la válvula está diseñado para mantener cerrado un conducto y a una determinada presión hidráulica o fuera de capacidad de resistencia aproximadamente 80bar de presión sobre esa presión simplemente comprime, esta característica es aprovechada para liberar el combustible del sistema de alta.



*Figura 33.* Válvula de limitadora de presión. Fuente: Recuperado de <https://e-auto.com.mx/enev/index.php/85-boletines-tecnicos/6681-common-rail-09-valvula-reguladora-de-la-presion-del-combustible-n276>

### 2.5.3 Válvula reguladora activada (motor en funcionamiento).

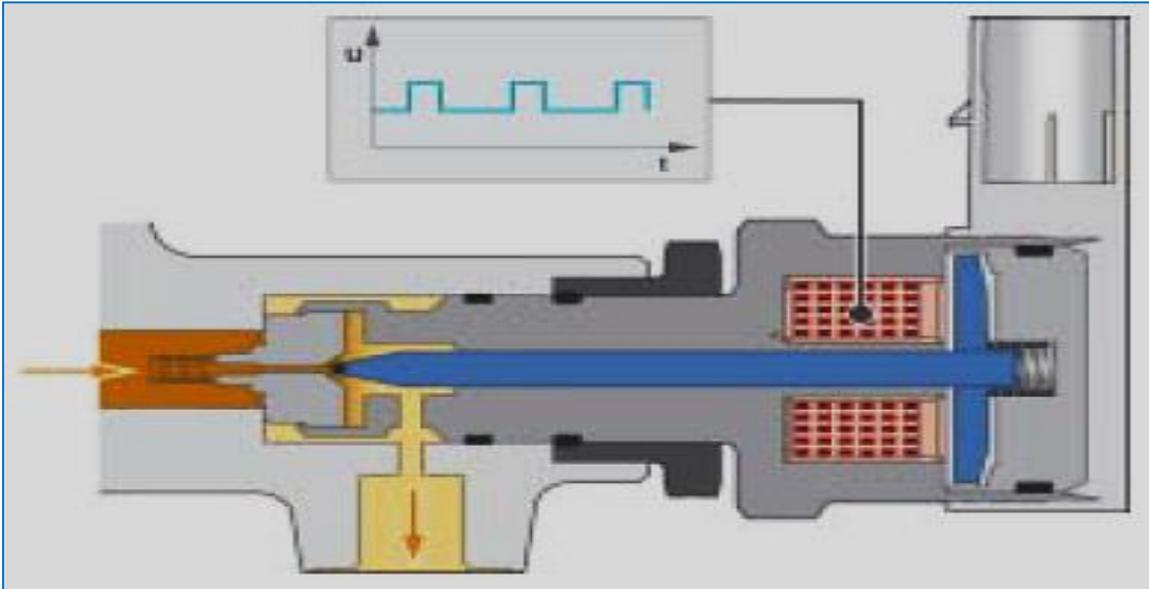


Figura 34. Válvula de limitadora activada. Fuente: Recuperada de <https://e-auto.com.mx/enew/index.php/85-boletines-tecnicos/6681-common-rail-09-valvula-reguladora-de-la-presion-del-combustible-n276>

Para ajustar la presión de trabajo del acumulador de alta presión a 230-1.600 bar, la ECU en la inyección directa en el motor diésel J248 activa la electroválvula mediante una señal electrónica según la modulación de ancho de pulso (PWM).

Por medio de esta crea un campo magnético en la bobina. Se aprieta el inducido de la electroválvula y se presiona la aguja contra el asiento.

Por lo tanto, la presión del combustible en el riel de alta se cancela la fuerza electromagnética además de la fuerza del resorte. Dependiendo de la relación periódica de excitación, el área de la sección transversal del pasaje para regresar cambia, y la cantidad de combustible que escapa cambia en consecuencia.

### 2.5.4 Sensor de presión de riel.

El sensor de presión del riel común está ubicado en el riel. La función que cumple des medir la presión de combustible en el Common rail, esto es posible gracias a la

asistencia electrónica o la intervención del PCM, para la gestión electrónica el ECM usa sensores para registrar la información sobre el funcionamiento del sistema, la información electrónica que envía los sensores a la ECM sirve hacer los calculados determinados en el sistema.

Este es un sensor de 3 terminales. Se suministra alimentación de + 5 V desde el ECM, se emite una señal y se conecta a tierra. El rango de salida es de 0,5 a 4,5 V.

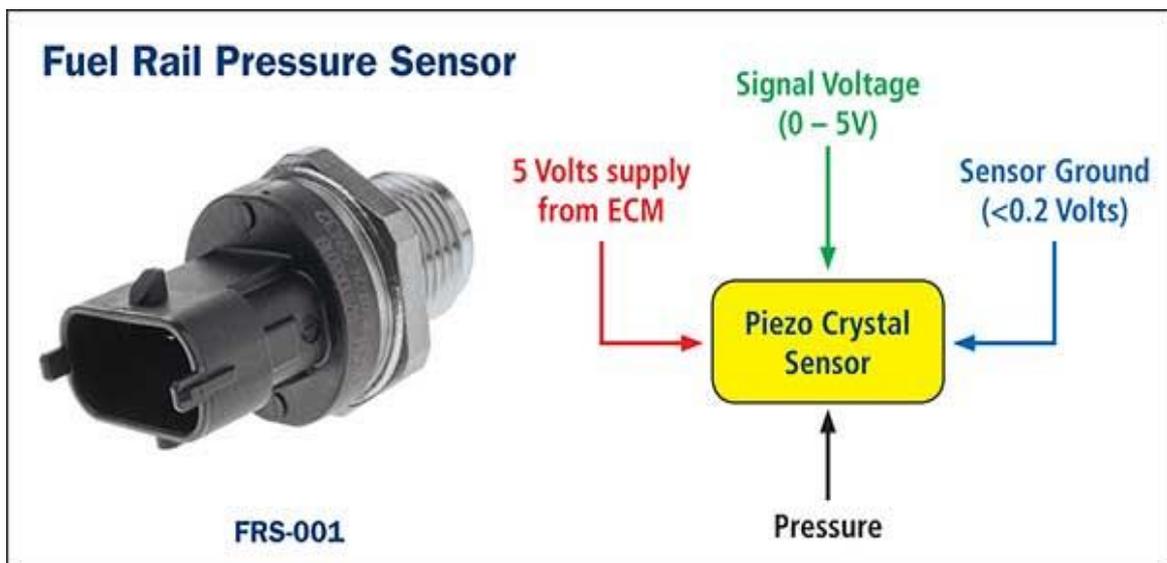


Figura 35. Características de un sensor de presión de riel. Fuente: Recuperado de <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/m/que-es-el-sensor-de-presion-del-sistema-common-rail-y-como-funciona/>

El sensor de presión del riel común está ubicado en el riel. La función que cumple es medir la presión de combustible en el Common rail, esto es posible gracias a la asistencia electrónica o la intervención del PCM, para la gestión electrónica el ECM usa sensores para registrar la información sobre el funcionamiento del sistema, la información electrónica que envía los sensores a la ECM sirve hacer los calculados determinados en el sistema.

Este es un sensor de 3 terminales. Se suministra alimentación de + 5 V desde el ECM, se emite una señal y se conecta a tierra. El rango de salida es de 0,5 a 4,5 V.



Figura 36. Sensor de presión de riel. Fuente: Autoría propia.

#### 2.5.4.1 Funcionamiento.

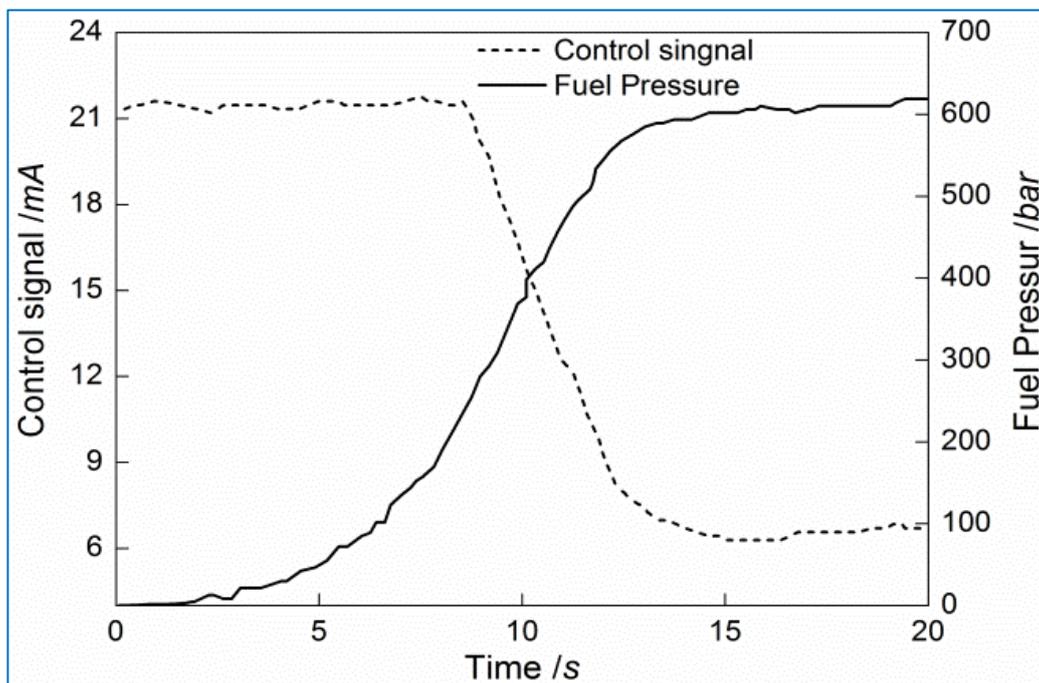


Figura 37. La funcionalidad del sensor de presión common rail. Fuente: Autoría propia.

La presión se mide doblando un diafragma de acero que contiene un elemento medidor de tensión de polisilicio (sensores inteligentes) este elemento está conectado en forma de puente de circuito eléctrico. A través de ello es posible la utilización de la señal y una excelente compensación de temperatura. IC amplifica la señal, y se produce la

corrección del desplazamiento y la sensibilidad de la señal. En consecuencia, la temperatura se compensa nuevamente. Para el diagnóstico IC se aplica a ciertas averías: Puente roto y toma de tierra.

#### *2.5.4.1.1 Prueba de señal de salida.*

Como primer paso conectar el cable negativo del osciloscopio a la estructura metálica del chasis que es considerado como tierra o masa.

Luego poner en funcionamiento el motor en marcha mínima o en ralentí. Posteriormente se procede a conectar el terminal de salida o señal del sensor. Ahora observar pantalla del osciloscopio.

Se observa en el osciloscopio la presión de combustible cuando el motor está al ralentí debe estar en el rango de 25-35MPa.

Si mantiene presionado el acelerador con firmeza y luego lo suelta, la presión debería aumentar a 100 MPa y luego caer a aproximadamente 30 MPa. Posibles obstáculos al sensor la señal de salida averiado.

#### *2.5.4.1.2 La señal de salida caótica.*

La señal caótica es cuando la señal cae a cero y desaparece la señal de voltaje cambia aleatoriamente. Esto generalmente sucede cuando el sensor presenta esta averiado y se debe reemplazar por otro.

#### *2.5.4.1.3 Prueba de señal de salida.*

La típica forma de onda se observa la muestra de una prueba del suministro de combustible en sistema common rail, en la figura se observa la señal sensor de presión de gasoil. El PCM del motor varía la presión de combustible en el sistema, 280 bar en ralentí

y 1600 bar a plena velocidad y carga. El sensor es el componente de retroalimentación del lazo de control e informa al PCM de la presión en la línea. El PCM puede indicar a la bomba que aumente o disminuya la potencia según corresponda. El PCM controla la presión del regulador de presión de la bomba o la válvula dosificadora. Cuando pisa el pedal, el PCM calcula instantáneamente la cantidad de combustible para agregar al motor en función de las RPM, la carga, etc. Y una tabla de calibración interna. Esta tabla de reabastecimiento de combustible es única para esta combinación de motor/vehículo. El sensor proporciona retroalimentación continua de la presión del riel, lo que permite que el PCM ajuste la presión casi al instante.

Se puede comprobar el rendimiento del sistema trazando la relación entre la salida del sensor y el tiempo a medida que arranca, ejecuta, acelera, mantiene y vuelve al ralentí a máxima velocidad. Finalmente, apague el dispositivo y espere a que el PCM se apague (generalmente unos 10 segundos después de que comience el proceso de apagado). En el modo de grabación de gráficos, se recomienda configurar el osciloscopio en una base de tiempo lenta.

La forma de onda comienza en el lado izquierdo inmediatamente después de conectar el grifo. El voltaje es de 0,5 V, lo que corresponde a una presión de 0 bar. El sensor hace esto para realizar una verificación de cordura. Normalmente, no lee 0V. Si lee, ha fallado. Cuando enciende el motor, el voltaje aumenta a aproximadamente 1,3 V. Esto corresponde a un valor de ralentí típico de unos 280 bares. Luego, cuando pisa el acelerador, el PCM inmediatamente agrega inyección de combustible, acelerando el motor hasta la línea roja y mantenido por el gobernador. Luego suelte el pedal para regresarlo a la posición de ralentí y el voltaje se establecerá en un valor bajo de alrededor de 2,5 V hasta que se establezca en 1,3 V como la primera vez. Luego retire la llave y el motor se detendrá. Observe que la señal decae lentamente a 0,5 V durante unos 10 segundos antes

de que se apague el PCM en el extremo derecho de la forma de onda. Si el voltaje cae rápidamente a 0,5 V, puede haber un problema con el sistema porque la presión residual se está escapando rápidamente. B. Fuga del inyector o fuga de la bomba. Tenga en cuenta que esta prueba se ejecuta en un motor completamente descargado. Para un motor completamente cargado, la sección central del gráfico está muy por encima de 2,5 V. Esto equivale a unos 1600 bar, por lo que no superará los 4,5 V. Esta es también una validación del sensor. Cuando se alcanzan los 5 V (voltaje de suministro del sensor), puede ocurrir un error del sensor.

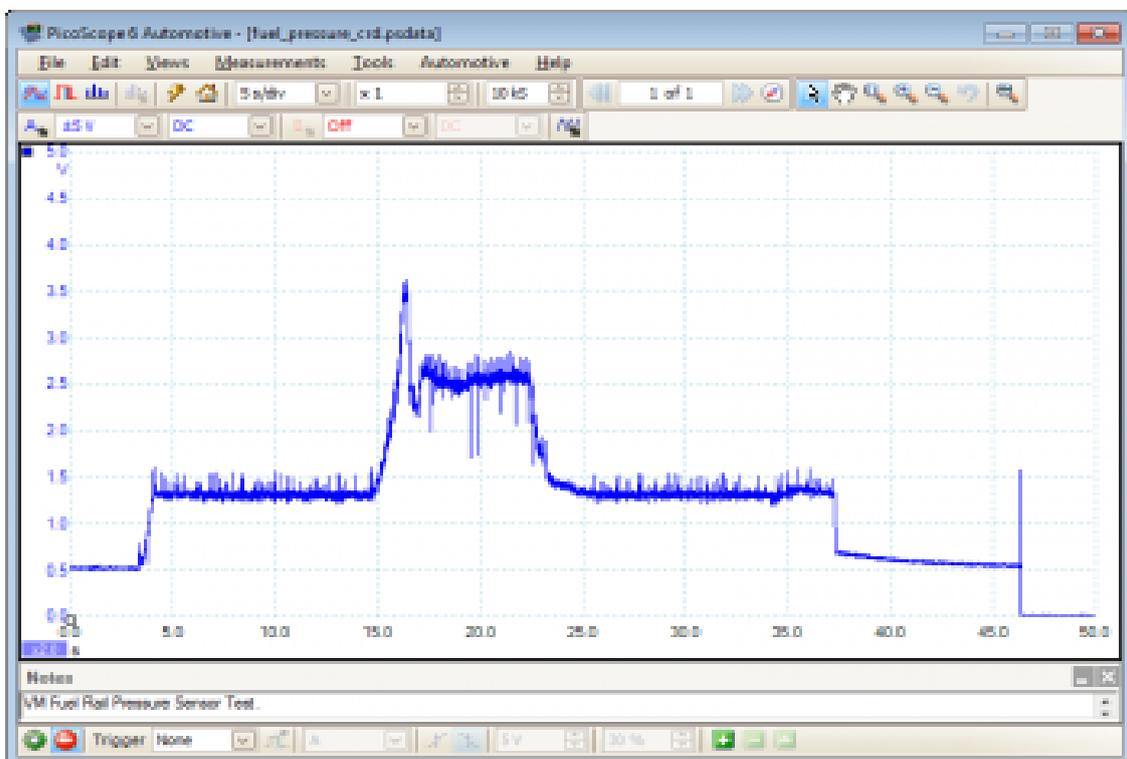


Figura 38. La señal del sensor de presión common rail. Fuente: Recuperado de <https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-de-presion-de-combustible-diesel-common-rail/>

### 2.5.5 Designación de pines del sensor de presión.

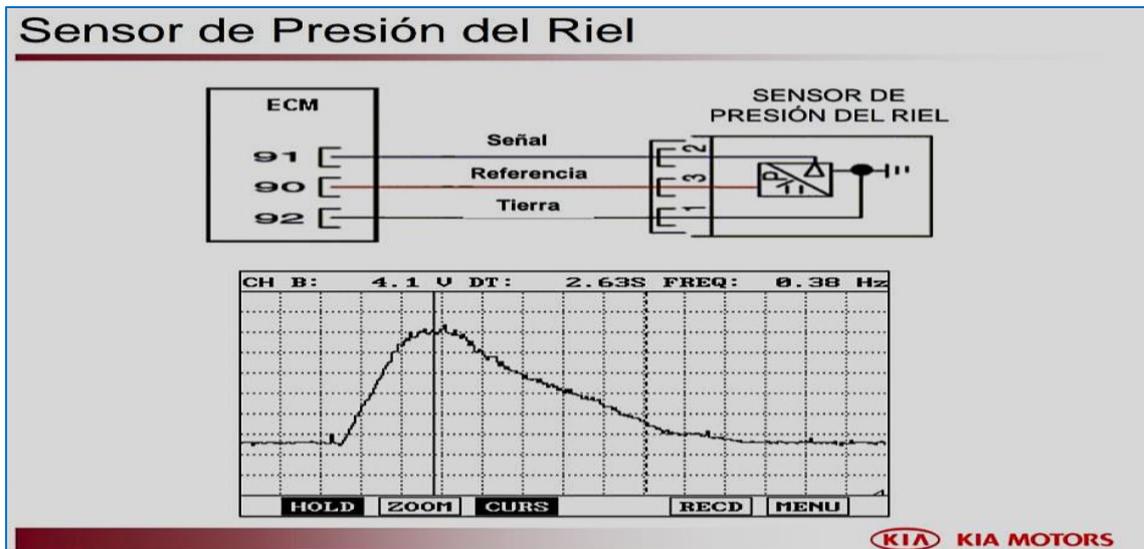


Figura 39. Los pines del sensor de presión. Fuente: Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/135890745/KIA-MOTORS-Common-Rail-Bosch-Manual>

- P0190-P0191: Bajo voltaje. Hay muchas causas, incluidos niveles bajos de combustible, bombas defectuosas, cableado defectuoso y sensores dañados.
- P0192: Cortocircuito.
- P0193: La presión del riel de combustible es incorrecta. La causa puede ser un filtro lleno residuos, una bomba de alimentación defectuosa, deficiencia de combustible los cables dañados.
- P0194: La señal es inestable o no coincide. Por lo general, es causado por daños en el cableado.

### 2.5.6 Unidad de control electrónico.

La ECU es el componente más importante en el sistema common rail, este componente es el encargado de gestionar el sistema a través de los sensores y actuadores, el sistema de alimentación de gasoil la ECU es quien determina la cantidad de combustible

a inyectar a la cámara de combustión, sumado a ello también gestiona el tiempo de encendido del motor. Desde esa perspectiva la unidad de gestión electrónica monitorea el funcionamiento del sistema según las especificaciones del fabricante. Se recomienda para realizar el diagnóstico del sistema tomar en cuenta las especificaciones técnicas para evitar las averías involuntarias generadas por mal diagnóstico.

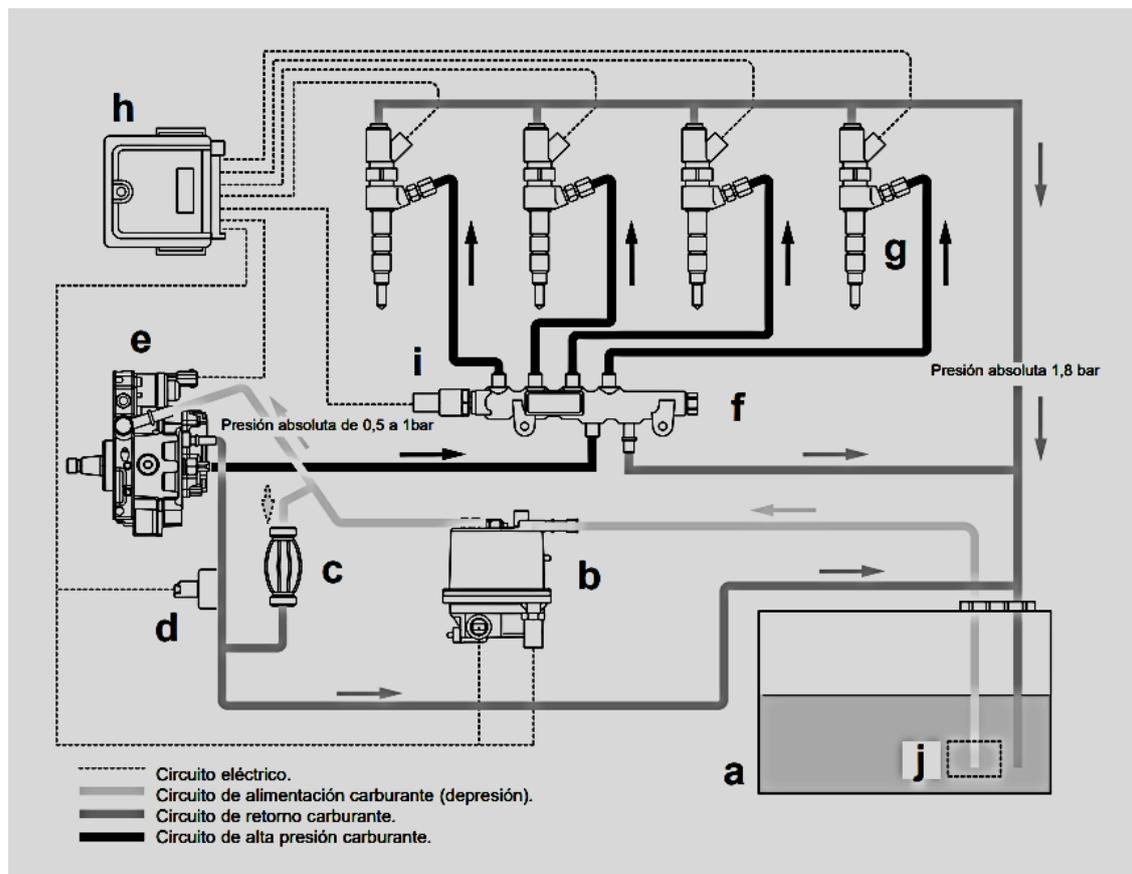


Figura 40. Unidad de control electrónico. Fuente: Recuperado de <http://www.fbelectronica.com/Formacion-1/Curso-HDI.htm>

### 2.5.6.1 Funcionamiento.

El control de inyección de combustible En un motor de inyección de combustible, la ECU determina la cantidad de combustible a inyectar en función de varios parámetros. Cuando se presiona el acelerador a fondo, la ECU abre una puerta específica para aumentar el ingreso del oxígeno al motor. La ECU envía un pulso para inyectar más

combustible dependiendo de la cantidad de aire que ingresa al motor. Si el motor aún no llegado a su temperatura operativa, se inyectará más combustible a este se le denomina la mezcla rica, este fenómeno se mantiene hasta el motor alcance a su temperatura de operación.

### 2.5.6.2 Gestión del tiempo de eyección.

En un motor de encendido por chispa requiere las chispas dentro de la cámara de combustión para iniciar el tiempo combustión.

La unidad de puede sincronización de manera exacta de la chispa (llamada sincronización de encendido) para mejorar el rendimiento y la economía de combustible.

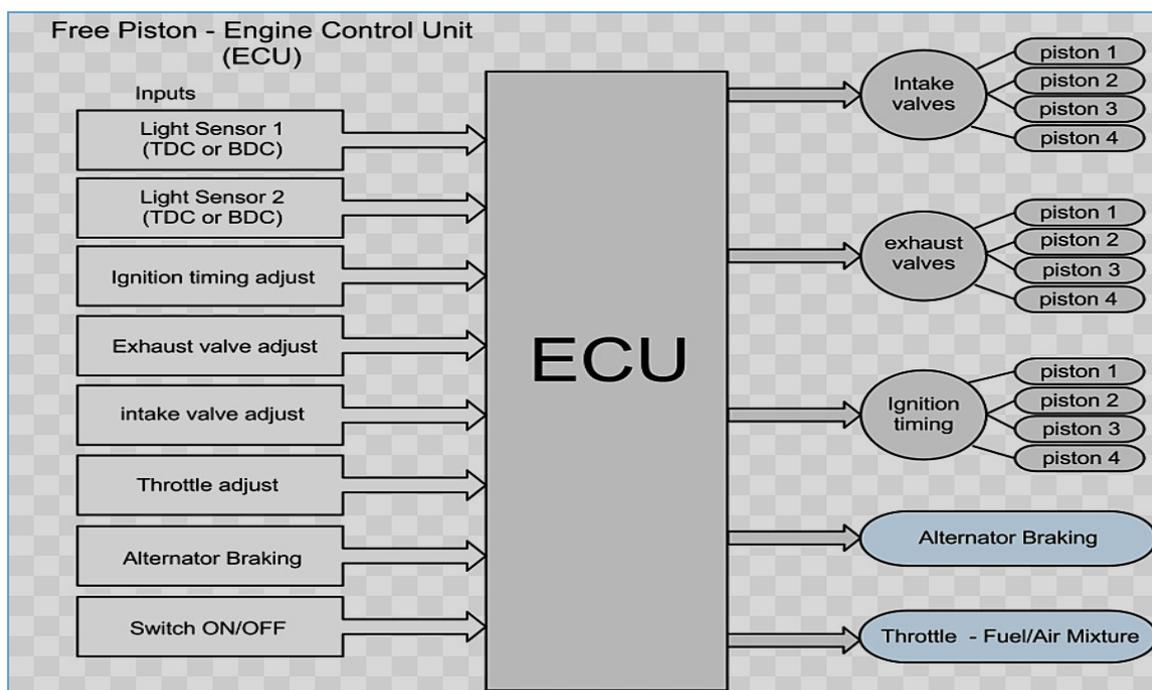


Figura 41. Esquema de control de inyección de combustible. Fuente: Autoría propia.

Si la ECU detecta golpes en la biela del motor y *analiza* que esto se debe a que el tiempo de encendido está adelantado al tiempo de compresión. La segunda causa más común que detecta este sistema es cuando la velocidad del motor es demasiado baja para el

trabajo requerido del automóvil. Este caso se resuelve inmovilizando el pistón hasta que salte una chispa. Esto evita que se produzca el tiempo de la combustión cuando el pistón a ya alcanzado al PMS.

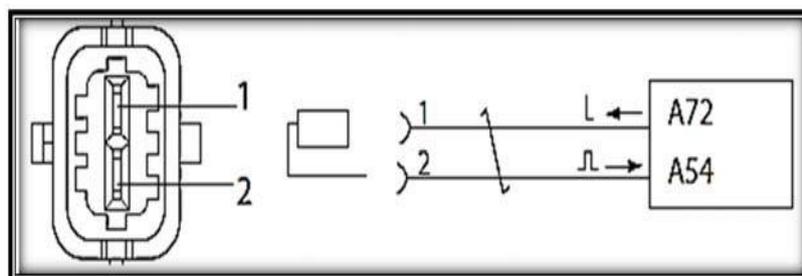
### 2.5.7 Los sensores involucrados al sistema de inyección de electrónico sensor CKP.

Mediante el sensor CKP ubicados en la rueda volante, dicho sensor mide el ángulo de calaje del cigüeñal. La información es enviada a la ECU, es fundamental para el control correcto de inyección de combustible a través de los inyectores de los distintos cilindros.

El sensor inductivo CKP genera una onda sinusoidal alterna con irregularidades periódicas debido a la pérdida de dientes en la rueda de ajuste de excitación montada en el cigüeñal.

Consiste en una bobina enrollada en un núcleo magnético contra una rueda dentada o rueda sónica. Varios sensores CKP están instalados dentro del distribuidor. Seleccione el pin del sensor de velocidad del cigüeñal.

Pin	Función	Unidad de mando A 435
1	Señal de salida	A 73
2	Masa del sensor	A 55



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Figura 42. Pines. Fuente: García, 2014.

### 2.5.7.1 La ubicación del sensor CKP.



Figura 43. La ubicación del sensor. Fuente: Recuperado de <https://1.bp.blogspot.com/2zmy9JfoeMU/X2VaEhborbI/AAAAAAAAAJZc/UZSBAEojtXYgj9hEhYsNFTXiv-9gLzfPgCLcBGAsYHQ/s940/UBICACION%2BDEL%2BSENSOR%2BCKP.jpg>

Al girar la volante dentada del cigüeñal dependiendo del tipo de sensor instalada va generar las ondas como señal analógica o digital.

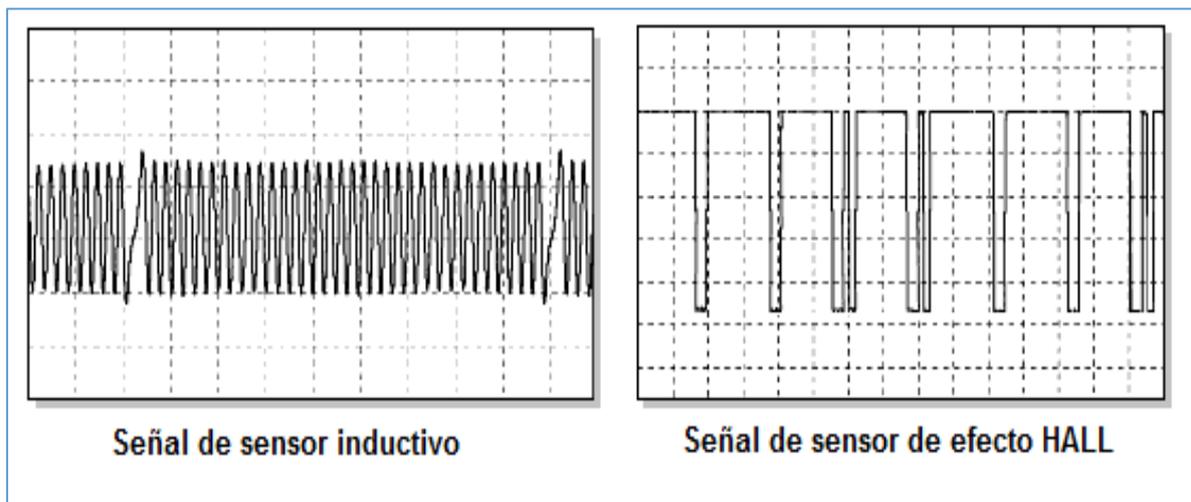


Figura 44. La señal del sensor CKP. Fuente: Recuperado de <https://www.intarcesoft.com.ve/es/automotriz/como-funciona-el-sensor-ckp.html>

### 2.5.8 Sensor del número de revoluciones de eje de levas.

El sensor CMP (Camera Position Sensor) es un dispositivo de efecto Hall que lee las grietas creadas en la rueda dentada del árbol de levas para que la computadora determine la posición de las válvulas y sincronice el funcionamiento secuencial de los inyectores. Esta información es necesaria para tres funciones:

- Para iniciar la inyección en inyección secuencial de combustible.
- Para la señal de activación de la electroválvula del sistema inyector tobera bomba.
- Controlar selectivamente las carreras de cada cilindro del motor de combustión interna.



Figura 45. Sensor CMP. Fuente: Recuperado de <https://www.soloparamecanicos.com/sensor-cmp/>

El sensor del árbol de levas funciona según el principio de Hall, el sensor de lectura de la corona se encuentra en el árbol de levas.

Al girar la corona dentada, se cambia el voltaje de Hall del circuito integrado de Hall en la cabeza del sensor.

Este voltaje variable se envía a la ECU, donde se evalúan los datos y luego la ECU identifica funciones específicas.

### **2.5.9 Partes del sensor CMP.**

Este sensor consta de 3 terminales como el sensor CKP. Realizan la siguiente función:

- Cable negativo.
- Cable de 12 voltios.
- Cable de alimentación.
- Señal al ECM.

### **2.5.10 Fallas del sensor CMP.**

Cuando estos sensores fallan, a menudo dañan su vehículo, o también pueden activar una serie de advertencias a las que debe estar muy atento. Eso es todo:

- Dificultad en el encendido del motor.
- La luz de Check Engine en la consola.
- Petardeo en el arranque del motor.
- Pérdida de fuerza del motor.
- Consumo excesivo de combustible.

#### ***2.5.10.1 Código de OBD2 relacionados al sensor CMP y sus significados.***

En el protocolo OBDII, se pueden diagnosticar algunos códigos de error comunes para este sensor y son los siguientes:

- P0334: El código indica que la señal no es estable.
- P0341: El código problemas en la inyección de combustible.
- P0342: El código indica falta de potencia energía eléctrica.

### 2.5.11 Síntomas del sensor de árbol de levas.

Un fallo en el sensor de árbol de levas puede detectarse de la siguiente manera:

- Problemas en el arranque del motor.
- Iluminación del testigo luminoso de control del motor.
- Se registra un código de avería en el tablero.
- La unidad de control trabaja en el programa de funcionamiento de emergencia.

#### 2.5.11.1 Designación de pines del sensor de revoluciones de eje de levas.



Figura 46. Designación de los pines del sensor CMP. Fuente: Recuperado de <https://autotecnico-online.com/gm/4.2L/probando-el-sensor-del-arbol-de-levas-2>

### 2.5.12 Sensor IAT.



Figura 47. Sensor IAT. Fuente: Recuperado de <https://www.flexfuel-company.es/sensor-iat/>

El sensor IAT (Intake Air Temperature) o sensor IAT es un dispositivo encargado de medir el caudal o cantidad y la temperatura de oxígeno que ingresa al múltiple de admisión. El propósito de todo esto únicamente es con la finalidad de medir la temperatura es determinar el volumen de aire que ingresa al motor, de hecho, a medida que aumenta la temperatura, el valor de su resistencia disminuye. A medida que la temperatura Disminuye su resistencia aumenta. Como se muestra en la siguiente imagen.

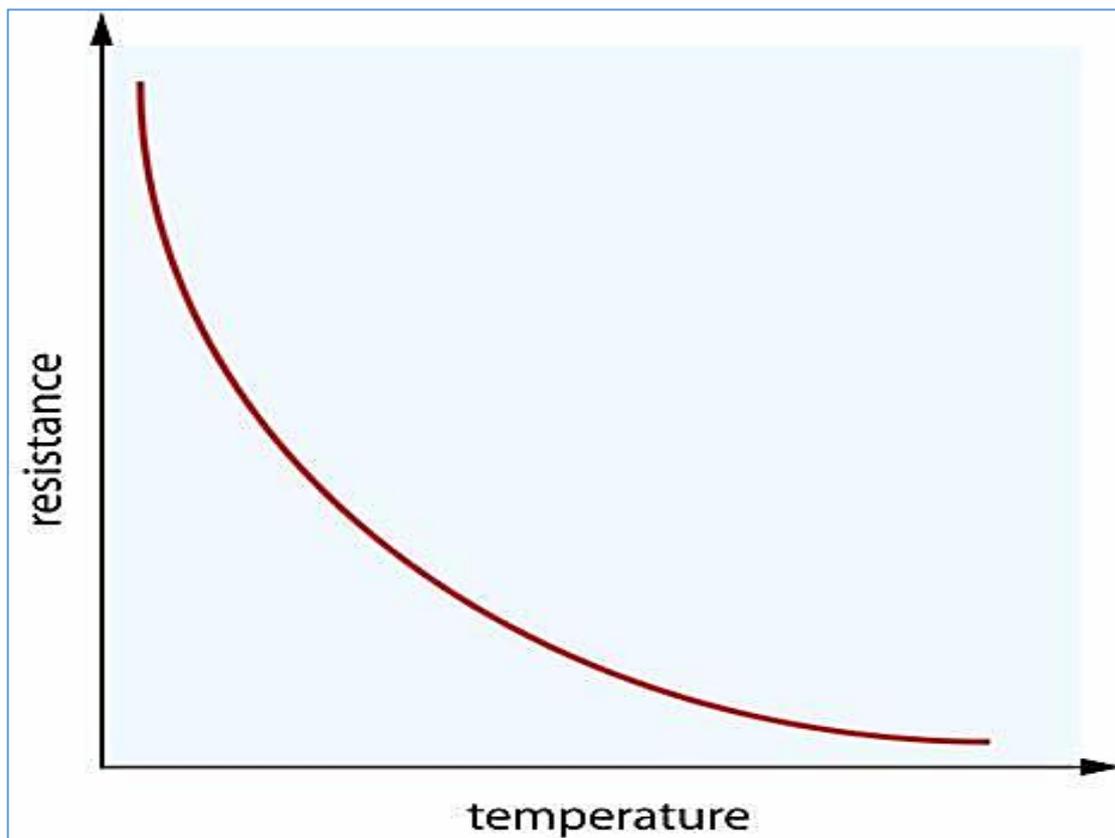


Figura 48. Los pines del sensor CMP. Fuente: Recuperado de <https://petrolheadgarage.com/cursos-automocion/sensor-de-temperatura-de-aire-de-admision-iats/>

#### **2.5.12.1 Posibles averías en el sensor IAT.**

Las averías del sensor IAT:

- Excesivo consumo de combustible.
- Excesivo de emisiones de gases contaminantes.

- Dificultad para arrancar en temperaturas frías.
- Motor sobre acelerado.
- *La Unidad de Control Electrónico es incapaz de gestionar el encendido.*

### ***2.5.12.2 Designación de pines del sensor de admisión.***

#### ***2.5.12.2.1 Inyectores CRDI Bosch.***

Los inyectores están conectados directamente a la culata del motor, fijado con una brida y equipado con un sistema servo hidráulico y un actuador eléctrico.

Su trabajo es suministrar el combustible en la cámara de combustión en la cantidad adecuada y en el momento adecuado.

La cantidad de combustible inyectada en el sistema de inyección electrónica depende de:

- Pulso de enviado por (ECM).
- Apertura del inyector.
- Presión de combustible
- Presión de inyección de alta presión.

Los indicadores mencionados dependen de los siguientes factores intervinientes:

- Diseño hidráulico mejorado.
- Cambiar el diámetro de la junta del inyector.
- Ajuste de agujeros.
- Cambios significativos en las jeringas.
- Aumentar el número de boquillas de inyección.
- Reducir los agujeros y puntiagudos.
- Desarrollo de nuevas válvulas, especialmente en el desarrollo de materiales y tratamiento térmico.

### **2.5.13 Tipos de inyectores CRDI Bosch.**

La marca Bosch ha desarrollado dos tipos de inyectores que han aportado en la solución de problemas con la emisión de los gases contaminantes y excesivo consumo de combustible.

#### ***2.5.13.1 Inyectores electromagnéticos.***

Los inyectores common rail permiten un control electrónico preciso de la sincronización y la cantidad de inyección de combustible, y la presión más alta disponible es de 2000 bar para una mejor inyección de combustible. Para reducir el ruido del motor, la ECU inyecta una pequeña cantidad de aceite Diésel antes del evento de inyección principal (inyección piloto) para reducir las vibraciones y las vibraciones, la variación de la calidad del combustible y el tiempo de rociado frío, mientras optimiza la cantidad. empezar etc. Algunos sistemas avanzados de combustible Common Rail realizan hasta 5 inyecciones a la vez.

##### ***2.5.13.1.1 Funcionamiento.***

Dentro del inyector se encuentran las cámaras 2 y 3, como se muestra en la Figura 49 El combustible con alta presión ingresa por la entrada N° 1 y pasa por conducto N° 2. Uno luego llega a la cámara superior 3. Dado que la presión del vástago que cubre la boquilla es igual, hay presión del resorte 4 y es necesario permitir que la caída de presión en la cámara superior 3 de inyector. Esta caída de presión cuando se activa el electroimán que comprime el muelle como se muestra en la figura en el punto 3. Esto permite el retorno del combustible hacia el depósito de combustible. Resumiendo:

- Si es necesario levantar la aguja al comienzo de la inyección de combustible, la válvula de alivio permitirá retornar el combustible al depósito.

- Si la aguja se vuelve a cerrar al final de inyección del combustible, la válvula se cerrará nuevamente y aumenta la presión dentro de la cámara de control de combustible.

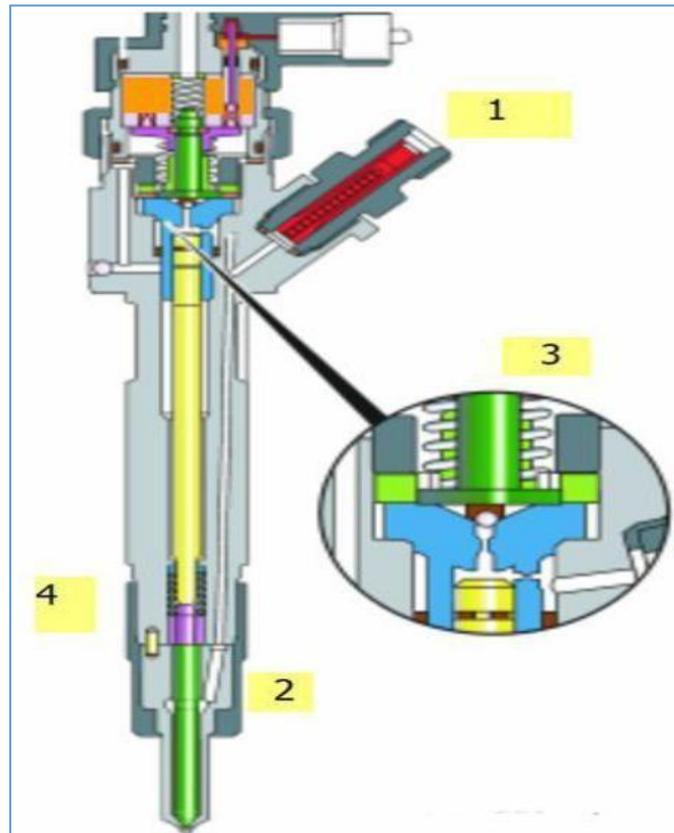


Figura 49. Inyector electromagnético. Fuente: Recuperado de [https://equipoautomotrizjavaz.com/datos\\_tecnicos/funcionamiento\\_inyectores\\_diesel.pdf](https://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/funcionamiento_inyectores_diesel.pdf)

La siguiente figura muestra la señal de inyección del inyector en A, la altura de la aguja en B y la cantidad de combustible en C.

Es interesante analizar que el suministro de combustible mantiene una curva muy estable independientemente de todos los ajustes.

Ajuste la corriente y el voltaje. Para el diagnóstico, el ECM utiliza el análisis actual y lo compara con tiempo racional para el diagnóstico de inyecciones de tolerancia variable.

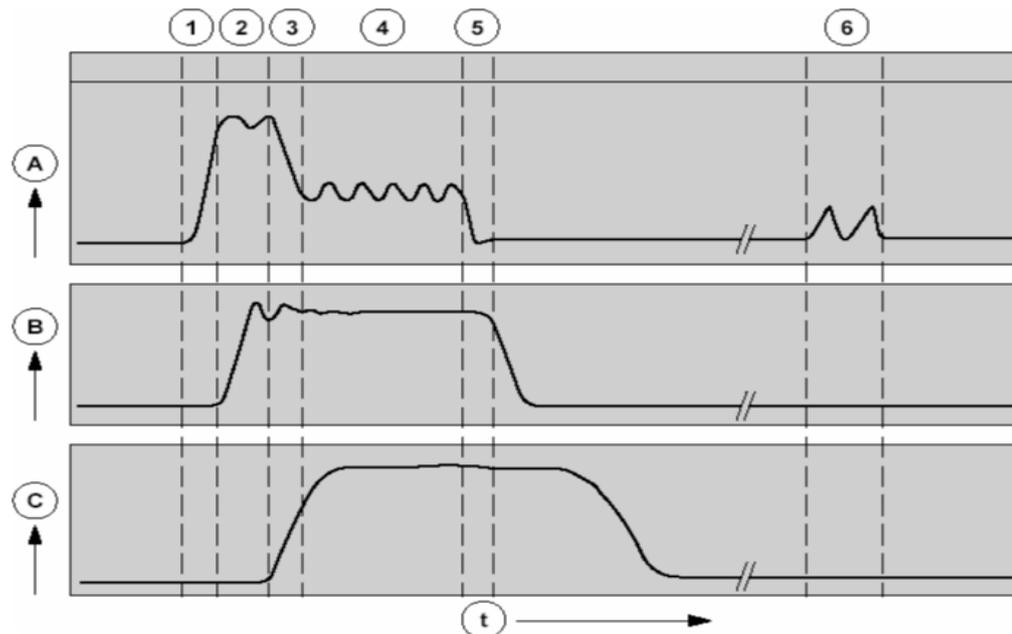


Figura 50. Comando del inyector electromagnético. Fuente: Recuperado de [https://equipoautomotrizjavaz.com/datos\\_tecnicos/funcionamiento\\_inyectores\\_diesel.pdf](https://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/funcionamiento_inyectores_diesel.pdf)

En la Fase 1, denominada fase de apertura, el PCM lleva la corriente inicial. Instale un solenoide de 20 A e instálelo con un voltaje de aproximadamente 100 V desde PCM. Situado en el circuito del amplificador y apoyado por un condensador interno cargue a un voltaje más alto para un arranque más rápido.

Con la corriente de extracción de fase 2, el PCM vuelve a funcionar con batería y mantiene un suministro de 20A y evita el sobrecalentamiento por corriente. A continuación, se estima la transición a la retención de la Fase 3.

En la etapa 4 mantener corriente, el PCM mantiene la tensión de 12V. Por tanto, la corriente del electroimán es de unos 12 A, lo que ayuda a evitarlo. Sobrecalentamiento de PCM donde se libera energía de decaimiento actual se envía a un condensador y se almacena para su uso posterior.

En la etapa 5 se abre el circuito, por esta acción el PCM corta toda la corriente al solenoide. A consecuencia de ello la energía se libera y se envía a los condensadores de

Etapa 6 de recarga. Entre cada inyección, hay un período durante el cual el capacitor continúa cargándose. esto es Ayuda a mantener la carga para el siguiente ciclo.

El gráfico B muestra la elevación de la aguja y el gráfico C muestra la cantidad de combustible. A pesar de todos los ajustes de corriente y voltaje, la cantidad de combustible entregada mantiene una curva muy consistente. Para el diagnóstico, PCM utiliza el análisis actual y lo compara a lo largo del tiempo. La lógica de configuración para diagnosticar el inyector es inaceptable.

### ***2.5.13.2 Inyectores piezoeléctricos.***

Las velocidades de conmutación del inyector de control piezoeléctrico son hasta 5 veces más rápidas que las de los inyectores de control electromagnético.



*Figura 51.* Elemento piezoeléctrico. Fuente: Recuperado de <https://www.cise.com/porta1/notas-tecnicas/item/140-funcionamiento-de-inyectores-piezoelctricos.html>

En otras palabras, la cantidad de inyección se puede medir con precisión, lo que reduce la cantidad de contaminantes generados durante la combustión. Estos inyectores

utilizan un elemento piezoeléctrico compuesto por una placa de metal separada por un dieléctrico de cuarzo, similar a la estructura de un capacitor plano. (Figura 51)

Las características eléctricas son:

- Resistencia = 200 000 Ohmios.
- Capacidad = 0,003 a 0,0038  $\mu\text{F}$ .

#### 2.5.13.2.1 Funcionamiento.

Los inyectores funcionan gracias a un efecto llamado piezoelectricidad. El fenómeno piezoeléctrico consiste en un cristal que cambia de tamaño cuando recibe un pulso eléctrico. A su vez, al ser sometido a una deformación forzada evolutiva, puede generar impulsos eléctricos. La siguiente figura muestra un ejemplo de esta sentencia.

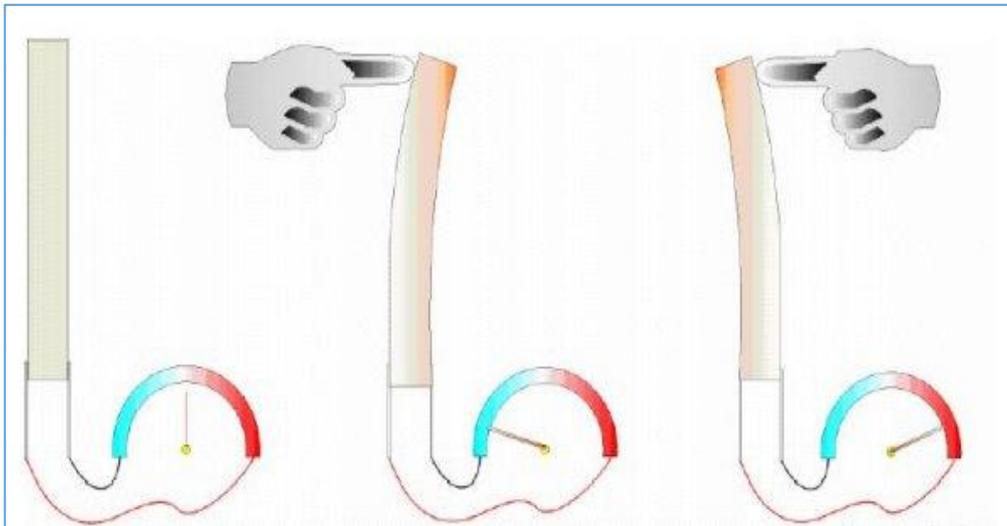
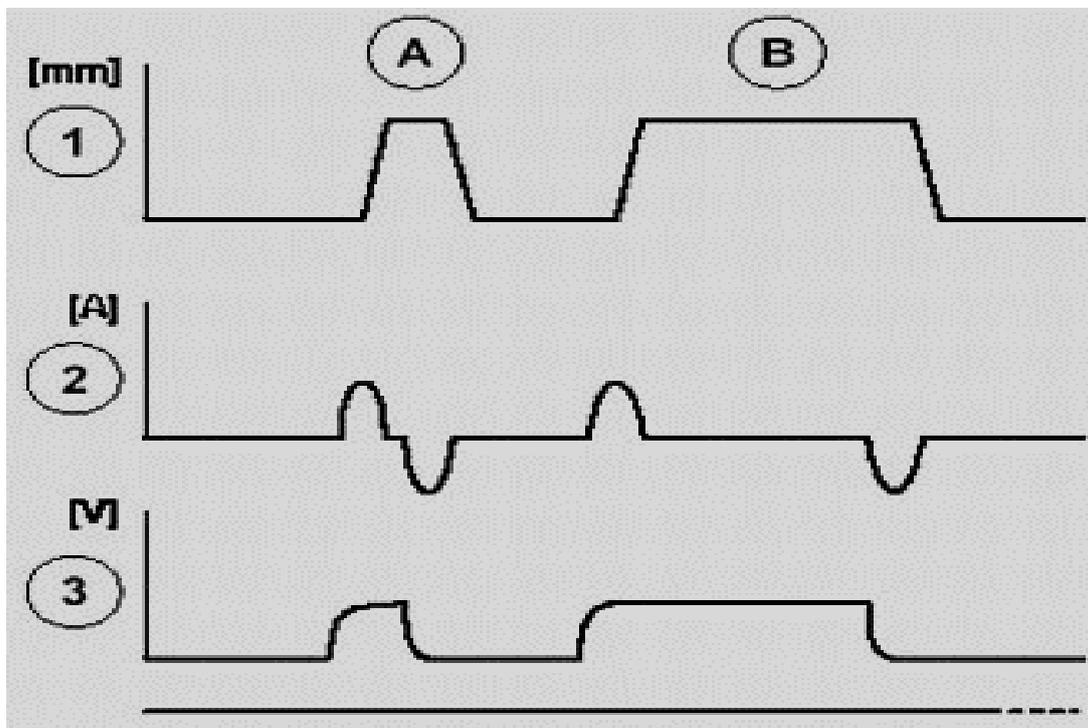


Figura 52. Principio de funcionamiento elemento piezoeléctrico. Fuente: Recuperado de <https://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/140-funcionamiento-de-inyectores-piezoelctricos.html>

En estos inyectores electrónicos, el solenoide que abre y cierra la válvula para permitir que el combustible. El PCM contiene un mecanismo de inyección que realiza un diferencial de presión y una acción mecánica que permite que el combustible fluya hacia el

cilindro. Para ello, el PCM envía una señal o pulso de unos 70 V al piezoeléctrico durante 0,2 milisegundos. Internamente, el cristal puede aumentar este voltaje a unos 140 voltios. Esto requiere 0,2 milisegundos adicionales y funciona con unos 7 amperios de corriente eléctrica. Este proceso se denomina tensión de carga y corriente de carga. El aumento de voltaje se logra poniendo en contacto los cristales entre sí, lo que puede duplicar el efecto de voltaje. Para completar la inyección, se debe aplicar otro pulso de voltaje final llamado tiempo de descarga. Tomará otros 0.2 milisegundos. El siguiente gráfico muestra la relación entre la corriente, el voltaje y la carrera del inyector.



*Figura 53.* Relación corriente, voltaje y desplazamiento de la aguja del inyector. Fuente: Recuperado de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/140-funcionamiento-de-inyectores-piezoelctricos.html>

Las designaciones que se muestra en la siguiente figura lo detallamos a continuación:

- Cantidad de preinyección de combustible.
- Cantidad de inyección principal.

- Tensión.
- Carrera de desplazamiento de la aguja del inyector.
- Corriente de activación.

## Capítulo III

### Mantenimiento de sistema de inyección Common Rail

#### 3.1 Mantenimiento preventivo

Se define como una disciplina destinada al correcto funcionamiento de máquinas y equipos, incluyendo servicio, inspección, ajuste, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción.

Pretende principalmente en el desarrollo de conceptos, estándares Proporciona orientación sobre políticas o estándares para la toma de decisiones en la gestión y aplicación de técnicas y programas de mantenimiento.

“El mantenimiento consiste en realizar las tareas de mantenimiento de acuerdo con un cronograma establecido. Esto debe estar representado por tres niveles de actividad en la empresa. Estratégico o gestión, táctica o procedimental y operativa” (Parra y Crespo, 2012, p. 3).

Existe alguna afirmación que el afinamiento es un plan aprobado por mantenimiento preventivo para la medición regular y la planificación de inspecciones de partes individuales del sistema. De esta manera, los defectos pueden identificarse antes de que se dañen o fallen (García, 2014).

El mantenimiento predictivo está enfocado en la búsqueda de indicios o síntomas que permitan identificar una avería antes de que ocurra. Desde ese enfoque el mantenimiento preventivo o de rutina es el mantenimiento realizado con anticipación para evitar averías de activos, dispositivos electrónicos, automóviles, maquinaria pesada, etc.

La finalidad del mantenimiento es evitar o mitigar los efectos en la falla del equipo para garantizar la funcionalidad y confiabilidad adecuadas. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en funcionamiento a diferencia del mantenimiento de reparación, que repara o restaura equipos que se han detenido o está deteriorado.

Las ventajas de implementar un programa de mantenimiento preventivo:

- Evite averías importantes y reparaciones costosas.
- Reducir el tiempo de inactividad debido a cortes de energía.
- Prolongación de la vida útil del activo.
- Mejora de las condiciones de trabajo.
- Bajos costos de mantenimiento.
- Optimización de recursos (mano de obra, repuestos, servicios, etc.).

### **3.2 Mantenimiento correctivo**

Consiste en acciones de servicio técnico que responden a alertas sobre mal funcionamiento de equipos, activos o procesos. Contiene un grupo de tareas de carácter técnico destinadas a eliminar los errores que se producen durante el funcionamiento de la máquina.

#### **3.2.1 Limpieza de inyectores.**

Se efectúa una limpieza interna del inyector para mantener uniforme la

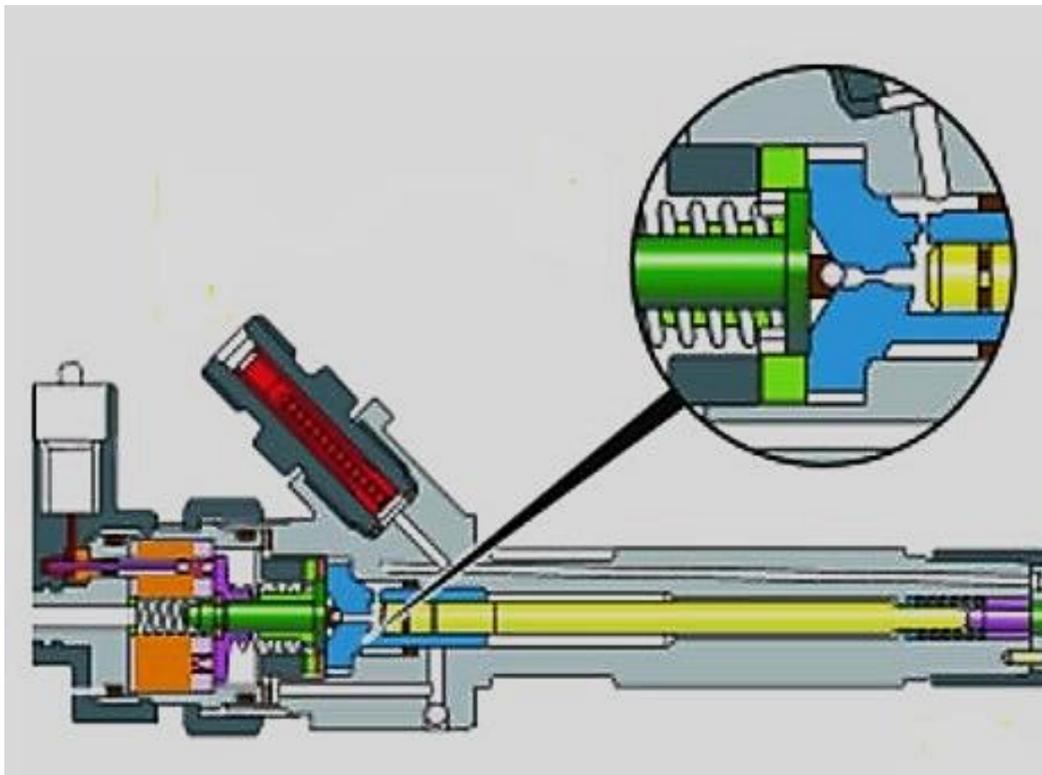
Pulverización de combustible en la cámara de combustión. Cuanto más triturado esté el combustible, más fácil será quemarlo. Es importante recordar que los dispositivos MT 3000 realizan pruebas de rendimiento los inyectores CRDi de las marcas Bosch, Siemens y Denso.

### **3.3 Diagnóstico de códigos de falla de inyectores**

Para leer el código de error, se utilizará un escáner para mostrar el número y la descripción del error. Hay códigos de error de la siguiente manera:

- P0200: Ubicación de averías: Inyector circuito defectuoso causa probable, el inyector, cableado, módulo de control.
- P0201: Ubicación de averías: Inyector 1 circuito defectuoso Causa probable: Cableado, inyector, módulo de control del motor.
- P0202: Identificación de averías: Inyector 2 circuito defectuoso Causa probable: módulo de control del motor, cableado, inyector.
- P0203: Identifica averías: Inyector 3 circuito defectuoso Causa probable: inyector, Cableado, módulo de control.
- P0204: Identificación de fallas: Inyector 4 circuito defectuoso Causa probable: Cableado, módulo de control, inyector.
- P0205: Identificación de averías: Inyector 5 circuito en mal estado
- Causa probable: Cableado, módulo de control, inyector.
- P0206: Localización de fallas: Inyector 6 circuito defectuoso Causa probable: Cableado, inyector, módulo de control del motor.
- P0214: Identificación de fallas: Inyector de arranque en frío 2 – circuito defectuoso Causa probable: Cableado, inyector de arranque en frío, módulo de control del motor.

Una forma práctica de evaluar el comportamiento del inyector es medir individualmente la cantidad suministrada a través de la línea de retorno. Comprobando las corrientes derivadas por lo general es fuerte evidencia de anomalías. Accionamiento del inyector. En general, los inyectores defectuosos inyectan más en la línea de retorno. En la imagen de abajo, puede ver una vista ampliada del área ubicando parte superior del pistón ubicando la válvula que libera la presión.



*Figura 54.* Avería de un inyector. Fuente: Recuperado de <https://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/443-caudal-de-retorno-en-inyectores-diesel-common-rail.html>

Frecuentemente las averías en uno o más inyectores, se originan las siguientes averías:

- Falta de carga inestable con excesiva vibración del motor.
- dificultad para acelerar.
- Humo en el escape.

- Sonido de golpeteo durante la reproducción.
- Es difícil o imposible arrancar el motor.

Para efectuar la prueba de retorno en los inyectores, tenemos que seguir los siguientes procedimientos:

- Retirar las cañerías de retorno al tanque, de los inyectores.
- Conecte las mangueras a cada inyector de forma independiente.
- Arranque el motor y manténgalo funcionando durante 1 minuto.
- Compruebe el volumen que devuelve cada inyector.

Si la inspección del inyector muestra que la cantidad de combustible en uno o más de los inyectores difiere de la cantidad especificada por el fabricante (10 ml/min), se dice que los inyectores están defectuosos y deben repararse o reemplazarse. La siguiente imagen muestra el inyector 3 con el retorno final.



*Figura 55.* Prueba de cierre hermético del inyector. Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net/tqui-sant/sistema-de-inyeccion-common-rail-promcytec>

Si en cambio la prueba de los inyectores muestra que el combustible dispara cantidades de combustible semejantes al retorno de cada inyector, se comprueba el buen funcionamiento de trabajo. Como se observa en la imagen.



*Figura 56.* Prueba de retorno. Fuente: Recuperado de <https://es.slideshare.net/tquisant/sistema-a-de-inyeccin-common-rail-promcytec>

## Aplicación didáctica

### Plan de lección N° 04

#### I. Datos generales:

- 1.1. Asignatura : Motores diésel.
- 1.2. Especialidad : Fuerza Motriz.
- 1.3. Promoción : 2018 – I.
- 1.4. Año y sección : IX – E4.
- 1.5. Horas y crédito : 06 / 04.
- 1.6. Profesor : Mesías Valle, José Vladimir
- 1.7. Fecha : 20 junio del 2022.

#### II. Tema: Sistema de alimentación Common Rail.

#### III. Capacidades: Al finalizar la sesión el estudiante podrá:

- 3.1 Explica el propósito y operatividad del sistema de alimentación Common Rail.
- 3.2 Identifica y ubica los elementos que integran el sistema de alimentación Common Rail.
- 3.3 Aplica los protocolos de seguridad al ubicar y reconocer los elementos del sistema de alimentación Common Rail.

#### IV. Metodología:

- 4.1 El método: Expositivo e inducción.
- 4.2 El procedimiento: Observación, demostrativo, comparación.
- 4.3 Forma didáctica: Expositivo, demostrativo y colectivo.

#### V. Medios y materiales:

- 5.1 Material auxiliar:

- Hoja de información.
- Plataforma zoom.
- Laptop.
- Plataforma virtual.

#### 5.2 Equipo e instrumentos:

- Multímetro automotriz.

#### 5.3 Material fungible:

- Trapo industrial.
- Gasolina.
- Aceite.

#### 5.4 Autopartes:

- Inyectores common rail.
- Sensor temperatura.
- Sensor presión.
- Filtro.
- ECU.
- Bomba alta presión.

#### 5.5 Herramientas:

- Palanca de  $\frac{3}{4}$ .
- Extensión.
- Dado N° 12; 17 y 19mm.
- Llave mixta N° 12 y 17mm.
- 01 destornillador plano N° 10mm.

### **VI. Presentación del tema:**

6.1 Motivación: Damos el comienzo en clase dando a conocer la importancia del sistema de alimentación para el funcionamiento de un motor y poder tener en movimiento a un vehículo evitando grandes contaminaciones de gases al ambiente, debido a la tecnología que se emplea hoy en día.

6.2 Desarrollo del tema:

- Definición.
- Finalidad.
- Empleo.
- Características.
- Procesos de inyección.
- Common rail – baja y alta presión.
- Componentes.

6.3 Evaluación del tema (evaluación).

6.4 Aplicación (operaciones).

## **VII. Bibliografía:**

Cecsa, J. (1990). *Manual del automóvil*. Madrid, España: Dossat S.A.

Crouse, W. (1973). *Mecánica del automóvil*. Barcelona, España: Marcombo.

## Plan de información N° 14

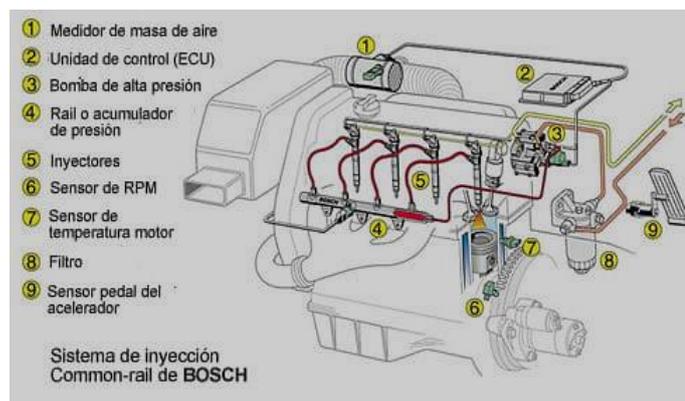
### I. Datos generales:

- 1.1 Asignatura : Motores diésel.  
 1.2 Especialidad : Fuerza Motriz.  
 1.3 Promoción : 2018 - I.  
 1.4 Año y sección : IX - E4.  
 1.5 Horas y crédito : 06 / 04.  
 1.6 Profesor : Mesías Valle, José Vladimir.  
 1.7 Fecha : 20 junio del 2022.

### II. Tema: Sistema de alimentación Common Rail.

#### 2.1 Definición

Common Rail, llamado también tubo común, se define como un tubo acumulador de alta presión del combustible, para todos los inyectores.

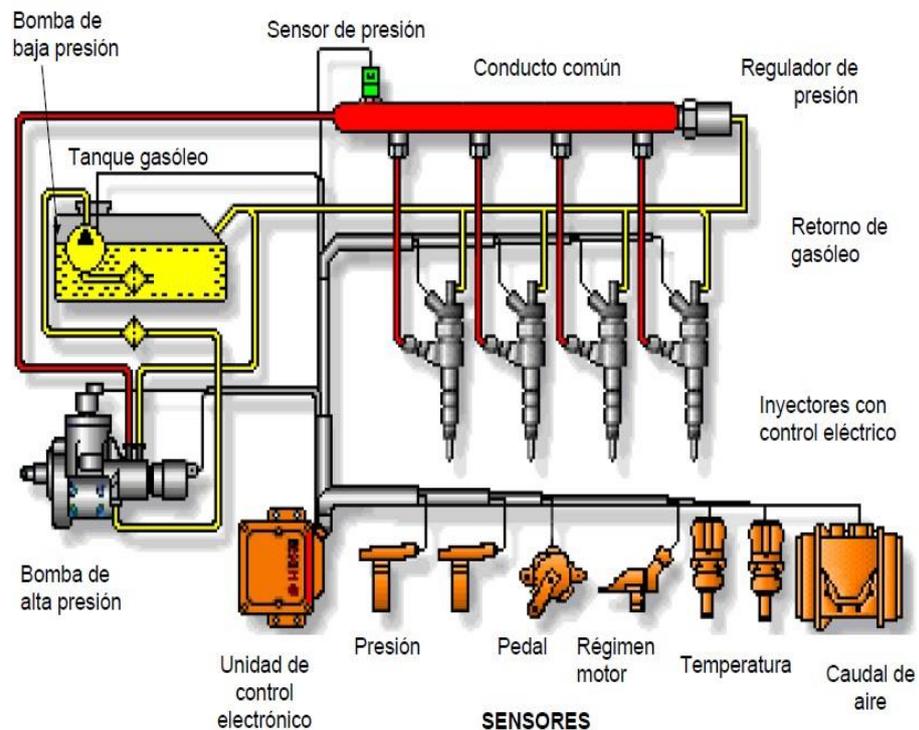


Sistema de inyección common-rail. Fuente: Autoría propia.

#### 2.2 Finalidad

Al poner en funcionamiento el motor, los sensores instalados al motor al ECU, dan a conocer temperaturas, presiones, revoluciones, posición del acelerador y más datos para garantizar un óptimo funcionamiento del motor. Cumpliendo:

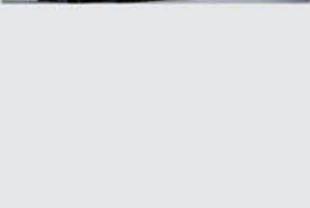
- En los common rail, la generación de presión y control de la inyección están separados.
- Trabaja con una inyección muy elevada promedio de 1450 bares.
- Se trabaja en la inyección trabaja independiente al motor las RPM, es regulable en modo variable entre 150 y 1450 bares.
- El trabajo es electrónico.
- Generar inyecciones múltiples, Inyección piloto, post inyección para una gestión con el catalizador de Nox.



Instalación de sensores en el motor al ECM. Fuente: Autoría propia.

### 2.3 Empleo

Su aplicación hoy en día es cada vez más empleada en vehículo de pasajeros, vehículos comerciales medianos y pesados. (locomotoras, barco pequeños, medianos, motores estacionarios, generadores, máquinas de construcción, agrícola y minería entre otros según su trabajo).

CON COMMON RAIL	CON INYECTOR BOMBA
	
Gama Volvo VM.	Gama FH, FM y RMC.
	
Gama Iveco Daily.	Gama pesada de Iveco.
	
Utilitarios Sprinter y Vito.	Gama Actros, Axor y Vito.
	
Gama Cargo equipada con motores Cummins.	Nuevo Cargo Extrapesado con motor FPT.
	
Toda la gama completa de Volkswagen Camiones, motores Cummins y MAN.	Toda la gama Scania.
	
	Serie 300 de Hino.

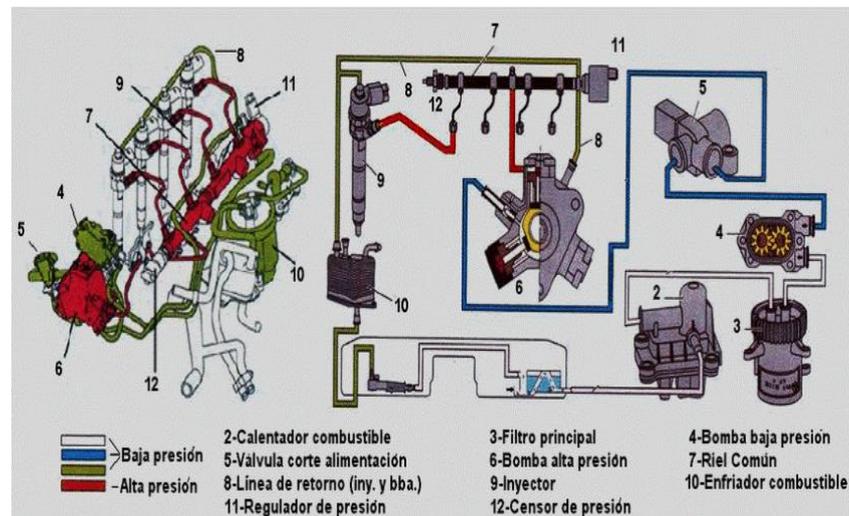
Empleo en vehículos comerciales. Fuente: Autoría propia.

## 2.4 Características

Es un sistema formado por el motor y todos los sistemas encargados de su normal funcionamiento, que se caracteriza:

- La presión en la inyección llega a generar por si según el número de rpm del motor y el caudal de inyección.

- Sus componentes principales son la bomba de alta presión, el riel común, los inyectores controlados electrónicamente por medio de sensores y actuadores.
- La bomba suministra combustible y eleva la presión del mismo, el combustible se dispone en riel común y es utilizado por los inyectores manera muy precisa.
- Todo el sistema es controlado electrónicamente por la ECU del motor, la cual emplea informaciones de varios sensores para lograr un funcionamiento correcto.
- Contando con una tendencia al empleo de señales digitales desde los sensores y hacia algunos actuadores, por su mayor grado de precisión.



Componentes que actúan en el sistema. Fuente: Autoría propia.

## 2.5 Procesos de inyección

El proceso de inyección en los motores Common Rail se realiza:

- El combustible está disponible en el riel en todo momento, caudal y presión suficiente, garantizando que los inyectores inyecten cantidades muy precisas de combustible, en los momentos adecuados del proceso de combustión.
- Adicionalmente, dado que los inyectores son controlados electrónicamente, se tiene varios procesos de inyección para un mismo ciclo de trabajo.

- Como pre-inyecciones, inyecciones principales y post-inyecciones
- El resultado general es una mejora significativa de la eficiencia del proceso de combustión, y consumo y emisiones notablemente inferiores, potencia y torque significativamente mayores, reducción de ruido y tamaño de motores, entre otros.

Los procesos de inyección se dividen en tres pasos separados del tiempo de combustión:

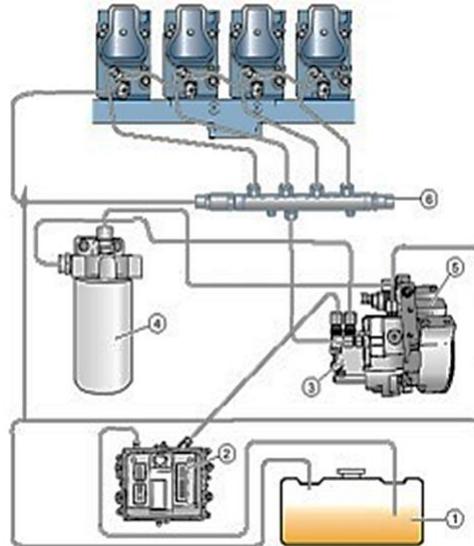
- Pre – inyecciones: Las pre-inyecciones suceden antes de la inyección principal y son inyecciones de pequeñas cantidades de combustible, con varios fines: aumento de temperatura del aire, para lograr mejor combustión cuando suceda la inyección principal, aumento gradual o escalonado de presión dentro del cilindro, reduciendo de vibraciones y ruidos entre otros.
- Inyecciones principales: las inyecciones principales (una o más, según sistema y condiciones de trabajo), dividen en partes la mayor cantidad de combustible al inyectar. Esto favorece una combustión, disminuye el consumo y emisiones, aun ofreciendo más potencia que los sistemas mecánicos. También tiene un efecto positivo en la disminución de las vibraciones y del ruido.
- Post inyecciones: Tanto como inyección principal suceden en la carrera de compresión. La post inyección sucede en la carrera de escape y se utiliza para generar Los filtros de partículas de los sistemas de post tratamientos del gas.



Post inyección. Fuente: Autoría propia.

## 2.6 Common rail – baja y alta presión

El sistema se subdivide en dos sistemas:



Sistema common rail. Fuente: Autoría propia.

Tanque de combustible (1); Enfriador ECM (2); Bomba de combustible (3); filtro de combustible (4); bomba de alta presión (5); tubo Rail (6).

### 2.6.1 Sistema baja presión.

Integrado por el filtro, la bomba de combustible y una válvula reguladora de presión. En ese caso:

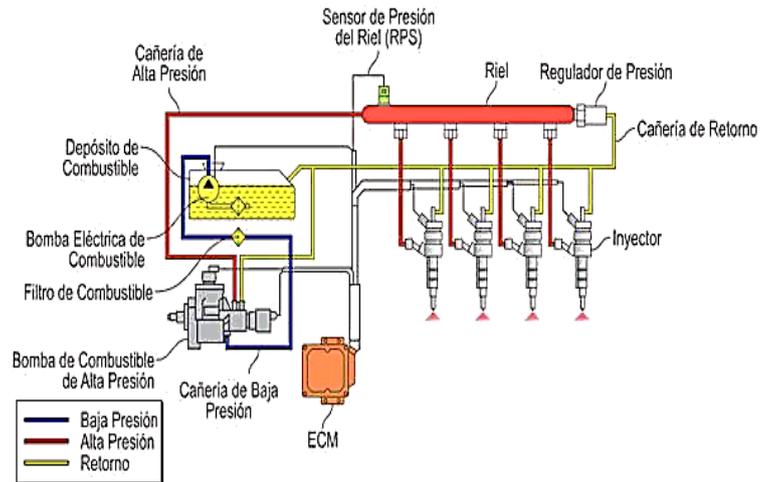
- El circuito de baja presión fue diseñado para garantizar que el combustible esté disponible en condiciones adecuadas en alta presión por la bomba.
- Conformada por el tanque, el pre-filtro, la bomba eléctrica mecánica de suministro, el filtro principal y el separador de agua, los intercambiadores de calor y calefactores (en países con bajas temperaturas).

- Una presión de suministro por el circuito de baja presión varía según la aplicación y fabricante. Hay sistemas sin bomba mecánica o eléctrica, en los cuales la misma bomba de alta se encarga de succionar el combustible.
- En los sistemas con bomba mecánica o de engranajes, puede llegar a 6 bar de presión, los caudales mayores a 100 l/h. En los mismos se incluye válvulas mecánicas de seguridad con las KUV o válvulas de cascada.
- En la actualidad hay sistemas de baja presión, con suministro variable, controlado electrónicamente. La finalidad es hacerlos más eficientes.
- Los retornos del combustible en la bomba, el riel y de los inyectores normalmente están dirigidos o conectados a la admisión de la bomba de alta, hacia filtros intercambiadores de calor o hacia el tanque.

### 2.6.2 Sistema alta presión.

Conformada por la bomba de alta presión, tubo Rail e inyector electromagnético (solenoide). En ese caso:

- La bomba de engranajes de combustible y la válvula reguladora de presión también están conectadas a la bomba de alta presión.
- Las funciones principales de un riel común son controlar la inyección y mantener una presión de combustible suficiente y constante en el momento adecuado, en la cantidad correcta y a la máxima presión posible. De esta forma, se asegura un funcionamiento suave y económico y una baja emisión de contaminantes de los motores diésel. Las funciones adicionales de ajuste y control reducen las emisiones y el consumo de combustible.



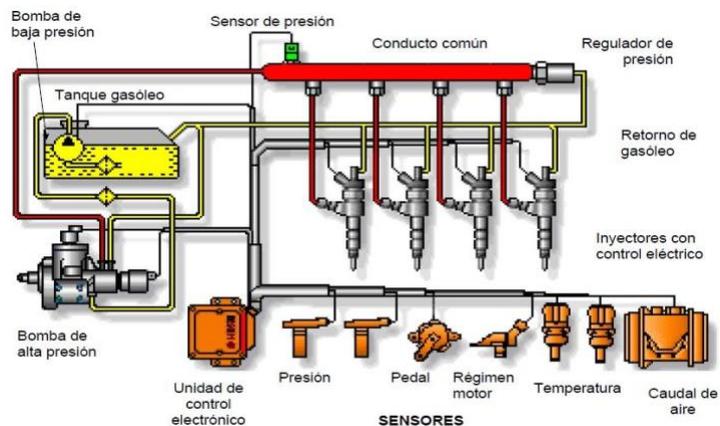
Sistema de alta y baja presión. Fuente: Autoría propia.

## 2.7 Componentes

El sistema de inyección de combustible electrónico Common Rail incluye principalmente el tanque de combustible, la tubería, la bomba de combustible, el filtro de combustible, la bomba de alta presión, el colector de combustible, los inyectores y la unidad de administración electrónica.

Cuando se arranca el motor, todos los sensores conectados desde el motor al ECM informarán sobre la presión, la temperatura, el rpm del motor, la posición del acelerador y otros datos sobre el funcionamiento normal del motor.

Los componentes principales encontramos los que se encuentran en la imagen.



Componentes principales. Fuente: Autoría propia.

## Hoja de operaciones N° 04

### I. Datos generales:

- 1.1. Asignatura : Motores Diésel.
- 1.2. Especialidad : Fuerza Motriz.
- 1.3. Ciclo académico : 2022 – I.
- 1.4. Promoción : 2018.
- 1.5. Año y sección : IX - E4.
- 1.6. Horas y crédito : 06 / 04.
- 1.7. Profesor : Mesías Valle, José Vladimir
- 1.8. Fecha : 20 junio del 2022.

**II. Tema:** Ubicación y reconocimiento de los elementos del sistema de alimentación  
Common Rail

**III. Capacidades:** Al culminar la práctica los estudiantes serán capaces de:

- 3.1. Ubica en el motor los componentes del Sistema de alimentación Common Rail.
- 3.2. Desmonta el riel de inyectores y mencionar los componentes que los conforman.
- 3.3. Aplica los protocolos de seguridad e higiene al reconocer los elementos del sistema de alimentación Common Rail.

### IV. Medios y materiales:

4.1 Material auxiliar:

- Hoja de información.
- Multimedia.
- Manuales.

#### 4.2 Equipos e instrumentos:

- Multímetro automotriz.
- Punta lógica.

#### 4.3 Material fungible:

- Franela.
- Aceite.

#### 4.4 Autopartes:

- Inyector common rail.
- Sensor temperatura.
- Sensor presión.
- Filtro.
- Unidad de control
- Bomba alta presión.

#### 4.5 Herramientas:

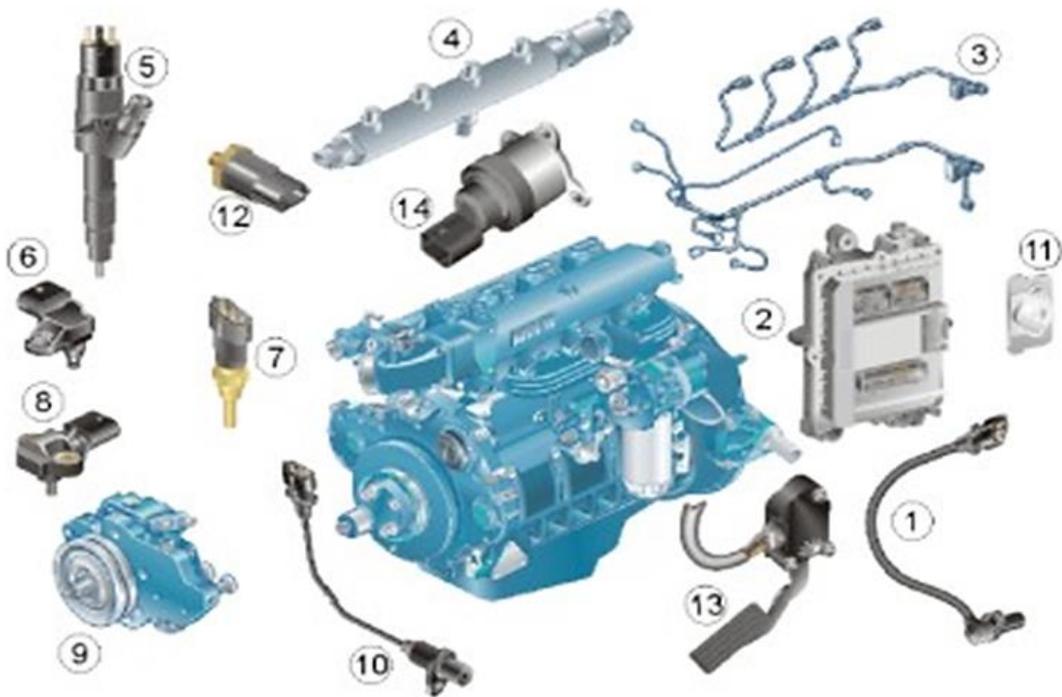
- Palanca de  $\frac{3}{4}$ .
- Extensión.
- Dado N° 12; 17 y 19mm.
- Llave mixta N° 12 y 17mm.
- 01 destornillador plano de 10mm.
- Alicata mecánico 6".

### **V. Procedimientos**

Nota: Tengamos en cuenta que la actividad a realizar es de reconocer la ubicación y función que cumplen los componentes del sistema de inyección Common Rail de los motores Diesel

Paso 1: Proceso en reconocimiento de los componentes del Common Rail:

Ubicamos el vehículo y levantamos la capota del motor para poder ubicar y conocer la función que cumple los componentes del common rail.



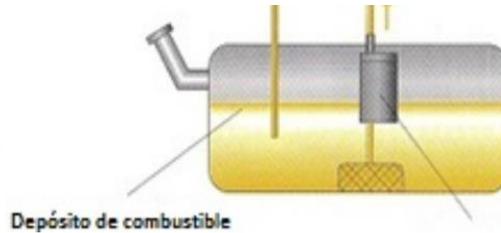
Componentes del common rail. Fuente: Autoría propia.

Sensor de rpm (1); ECM (2); Arnés (3); Tubo rail (4); Inyector (5); sensor de presión y temperatura de aire (6); Sensor de temperatura del líquido de refrigeración (7); Sensor de presión y temperatura (8); Bomba de alta presión (9); Sensor de fase del motor (10); Sensor de altitud (11); Sensor de presión del rail (12); Pedal del acelerador (13); Válvula reguladora de presión (14).

### 5.1 Tanque de combustible

Ubicado parte trasera del vehículo y está lo más bajo para reducir el centro de gravedad. Su interior, cuenta con paneles con el fin de evitar olas en reómetro para

notificar al conductor el nivel de combustible restante en el tanque. Tiene tres tuberías: retorno, ventilación y suministro.

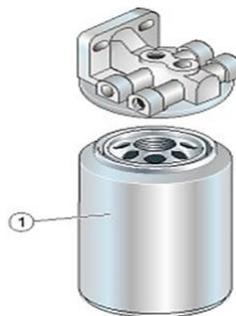


Depósito de combustible. Fuente: Autoría propia.

## 5.2 Filtro de combustible

Parte importante de la filtración de combustible fuera del sistema de inyección, para absorber las impurezas que pueden dañar los componentes de la bomba, las válvulas de presión y los inyectores.

El combustible puede o no contener agua en forma de emulsión, y cuando esta agua llega al sistema de inyección, puede causar daños por corrosión. El sistema de inyección de combustible common rail requiere un filtro de papel y un filtro de combustible de sifón. Debe vaciarse periódicamente.



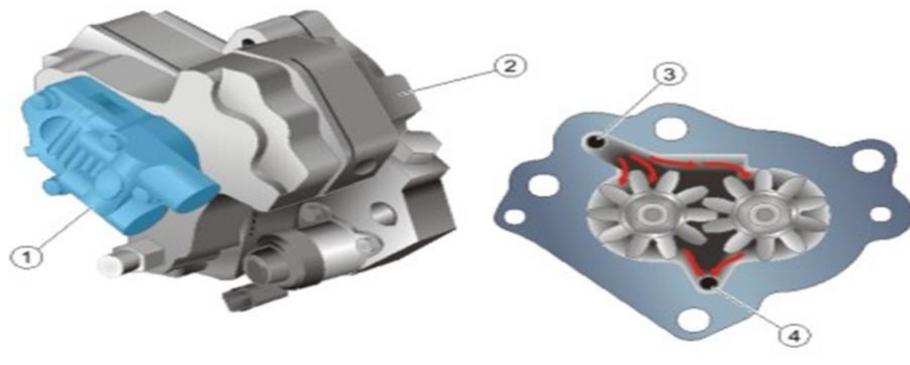
Filtro. Fuente: Autoría propia.

## 5.3 Bomba de alimentación

Está instalado en la propia bomba de alta presión y se encarga de sacar el combustible del depósito a través del filtro y llevarlo a la cámara de alta presión.

#### 5.4 Bomba de engranaje de combustible

Suministra combustible a la bomba de alta presión del riel común para ayudarla a mantener alta presión en todos los modos de accionamiento del motor. Está integrado en la bomba de alta presión y tiene un eje de transmisión común.

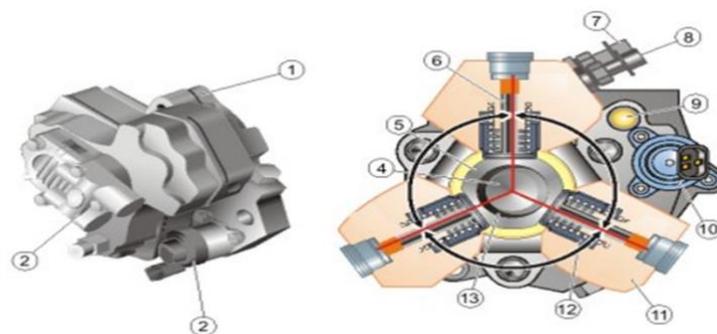


Bomba de combustible (1); Bomba de alta presión (2); Lado de succión (3); lado de la presión (4). Fuente: Autoría propia.

#### 5.5 Bomba de alta presión – sus componentes

Es la interfaz entre los circuitos de baja y alta presión, que cumple crear la presión adecuada para el riel y los inyectores, mediante la inyección de combustible en la cámara de combustión.

Cumple con mantener una presión de combustible adecuada en todos los rangos de funcionamiento y durante todo el funcionamiento del motor. Esto incluye la reserva de combustible necesaria para un arranque rápido y un aumento rápido de la presión de la barra.

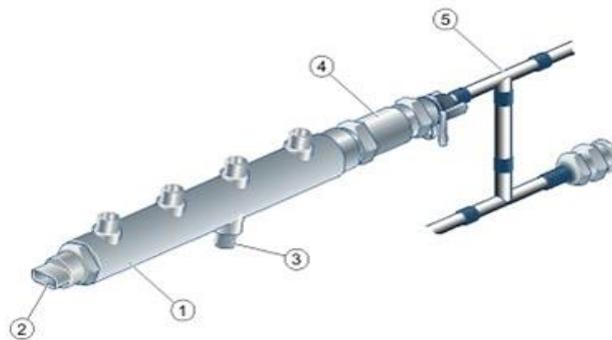


Bomba de alta presión-sus componentes. Fuente: Autoría propia.

Bomba de alta presión (1); Bomba de combustible (2); Válvula reguladora (3); Eje de accionamiento (4); Resalto accionador (5); Elemento bombeador con resorte (6); Conexión de retorno (7); Conexión de alta presión (8); Conexión de avance (9); Regulador de presión (10); Carcasa (11); Resorte de presión (12); Buje flotante (13).

### 5.6 Rail Common (Tubo acumulador de alta presión – Common Rail)

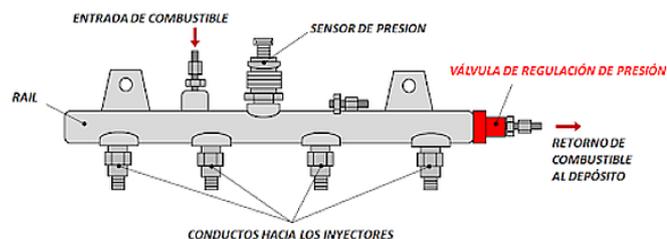
El tubo acumulador de alta presión está hecho de acero forjado y cumple con almacenar el combustible necesario para la inyección de todos los cilindros bajo alta presión.



Tubo acumulador de alta presión. Fuente: Autoría propia.

Common Rail (1); Sensor de presión (2); Entrada de combustible (3); Válvula de seguridad (4); Retorno de combustible (5).

### 5.7 Válvula reguladora de presión



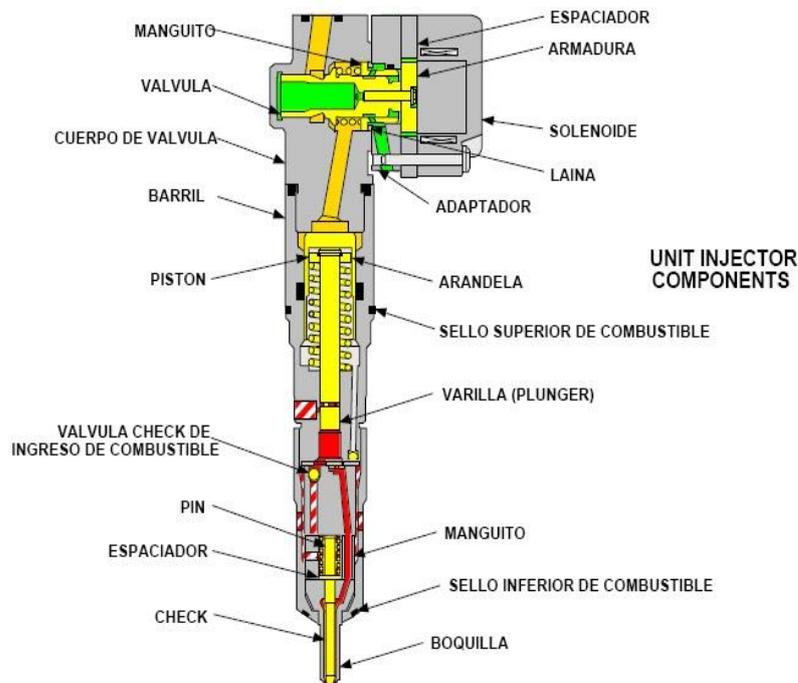
Válvula reguladora de presión. Fuente: Autoría propia.

- Ubicada junto a la bomba de alta presión y su función es regular y mantener la presión de combustible en el riel de acuerdo con la velocidad del motor y las condiciones de carga.
- Si Si la presión en el riel es demasiado baja, el amortiguador se abrirá por completo, alimentando más combustible al elemento de la bomba. Por lo tanto, cuanto mayor sea el volumen, mayor será la presión en el riel.

## 5.8 Inyector

El inyector inyecta la cantidad adecuada de combustible en el momento adecuado en la cámara de combustión.

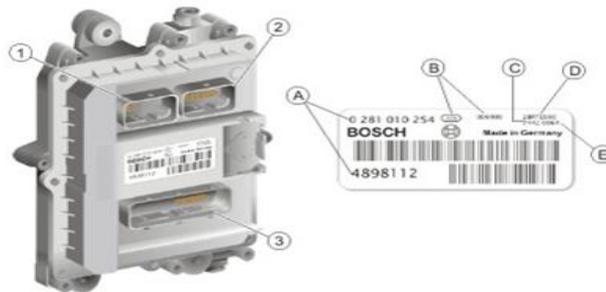
El El inyector está controlado por una unidad de inyección electrónica (ECM) así mismo el combustible se inyecta en la cámara bajo seguimiento del solenoide, que está interno en el inyector.



Inyector. Fuente: Autoría propia.

### 5.9 Unidad de comando del motor – ECM

El ECM controlar la presión en el common rail y la sincronización de la inyección de combustible, de acuerdo con las señales provenientes de los sensores de los diversos sistemas, en base a programas preestablecidos registrados en su memoria.



Unidad de comando del motor. Fuente: Autoría propia.

Conector de sensores (1); Conector de inyectores (2); Conector del vehículo (3); Identificación del ECM (A); Local y fecha de fabricación (B); Equipo de prueba (C); Índice de calibración (D); Secuencia numérica de la producción diaria (E). Los datos se comparan con tablas de características del motor; Por el microprocesador envía señales a la salida, que son calculadas por el programa residente. Debido a los requisitos dinámicos y de alta precisión del motor, se requiere una elevada potencia.

### 5.10 Control del sistema electrónico – Componentes

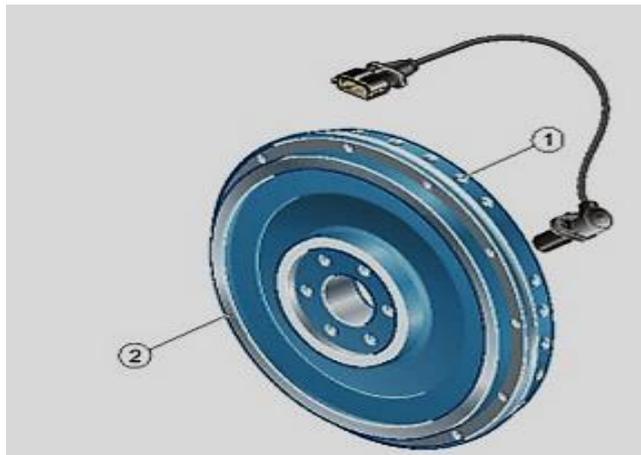
El control electrónico del motor con Common Rail se divide en tres grupos de sistemas:



Sensores auxiliares (1); Unidad de comando (2); Actuadores auxiliares (3).  
Fuente: Autoría propia.

### 5.11 Sensor de posición del cigüeñal y del volante del motor

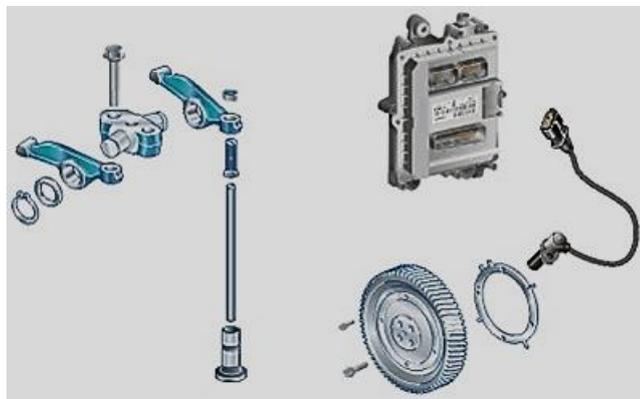
El volante tiene una capacidad de 60 dientes, dos de los cuales están integrados. El aumento de la holgura se debe a una posición específica del cigüeñal en la posición del cilindro y es como punto de referencia para el sensor.



Agujeros de referencia para sensor (1); Volante del motor (2).  
Fuente: Autoría propia.

### 5.12 Sensor de posición del árbol de levas - funcionamiento

Ubicado detrás del engranaje del árbol de levas se ubica un disco con 4 + 1 o 6 + 1 dientes, espaciados uniformemente a 90 grados, los dientes dobles encargados de referencia a la unidad de control del motor para determinar dónde bombear el primer cilindro.

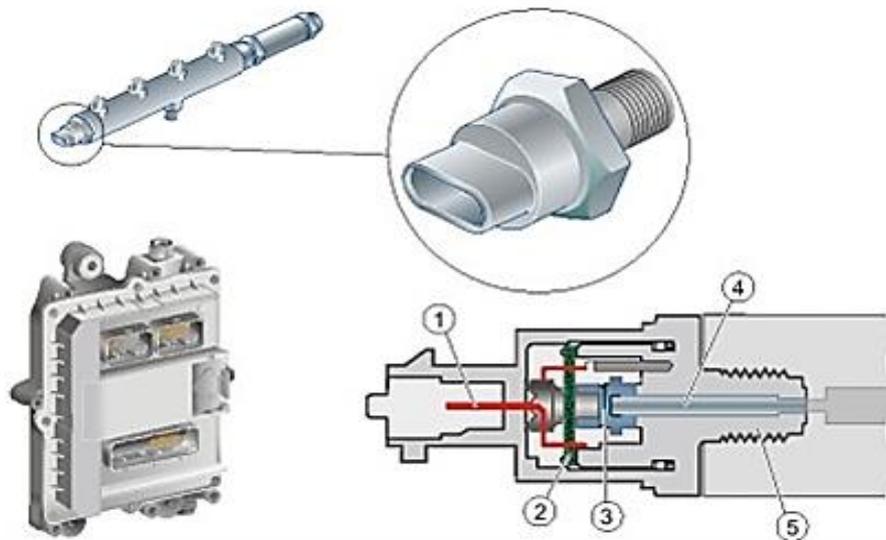


Componentes del sistema de levas. Fuente: Autoría propia.

### 5.13 Sensor - presión del common rail

Ubicado al final del tubo del riel de alta presión y monitorea la presión de combustible actual. La función del sensor es medir la presión en el riel con suficiente precisión, en un tiempo relativamente corto, y proporcionar una señal de voltaje a la unidad de control del motor, que coincida con la presión actual.

La señal de voltaje se usa para regular la presión de suministro en el circuito de combustible de baja presión. Circuito de riel de combustible para elementos de bomba de alta presión. Si no hay señal del sensor de presión, el motor no arrancará. Por razones de seguridad, el motor se detendrá inmediatamente si el sensor detecta una fuga en la tubería del riel o un aumento de presión.

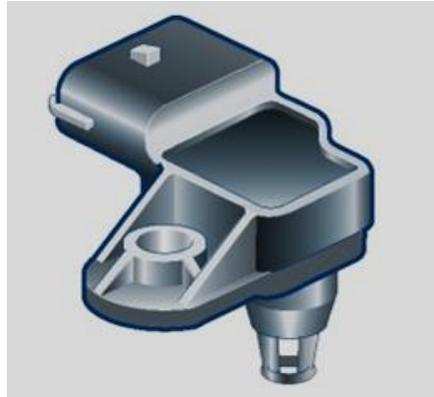


Orificio de pasaje (1); Circuito de evaluación (2); Diafragma con elemento sensor (3); Conexión de alta tensión (4); Rosca de fijación (5). Fuente: Autoría propia.

### 5.14 Sensor de presión y temperatura del aire

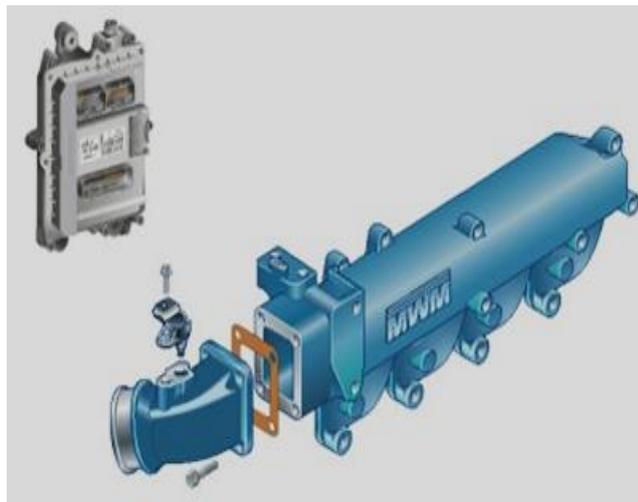
Ubicado en el colector de admisión mismo. Para cumplir con los requisitos normalizados a los límites de las emisiones de gases de escape, es obligado controlar estrictamente la relación aire x combustible, especialmente durante el funcionamiento

dinámico del motor de combustión. Por lo tanto, se requiere sensores que registren el caudal de la cantidad de aire que realmente se recibe en los cilindros.



Sensor de presión y temperatura.  
Fuente: Autoría propia.

#### 5.15 Sensor - presión y temperatura del aire



Colector de admisión. Fuente: Autoría propia.

El flujo de oxígeno que ingresa al múltiple de admisión genera señales en los sensores de presión y temperatura del aire. La unidad de control del motor reconoce estas señales y calcula la cantidad de combustible que debe inyectarse a la cámara de combustión. Al no encontrar señal de los sensores de temperatura y presión de aire, la ECU asumirá el valor constante para controlar la inyección de combustible.

## Hoja de evaluación

**Nombres y Apellidos:** \_\_\_\_\_

**Nota:** \_\_\_\_\_

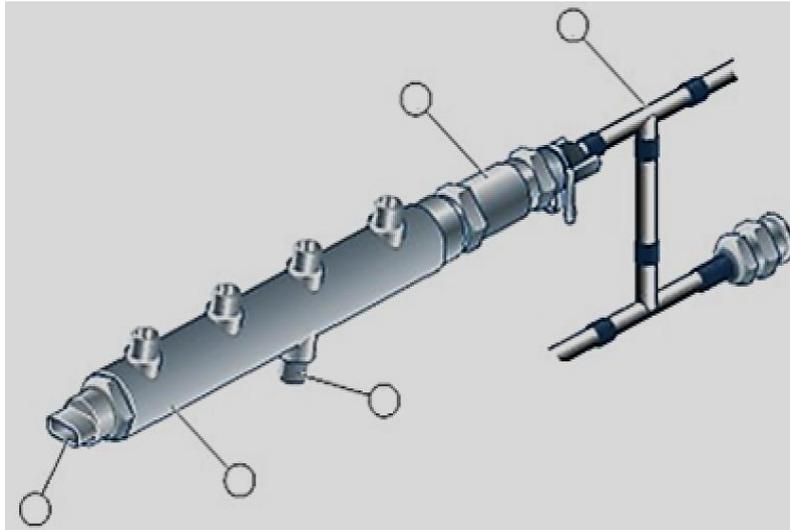
**Profesor:** Mesías Valle, José Vladimir

**Fecha:** 20 / 06 / 2022

☞ Lea y responda las preguntas dados a continuación:

1. Ponga una “V” si es verdadero y una “F” si es falso los enunciados siguientes:
  - a. El sensor de rotación de cigüeñal consta de un imán permanente y un núcleo de hierro con una bobina de cobre. ( )
  - b. El sensor de temperatura del está ubicado en el colector de escape. ( )
  - c. Están conectados al ECM mediante un conector de 4 polos. Como son Los sensores, actuadores. ( )
  - d. La válvula reguladora está ubicada junto a la bomba de alta presión. ( )
2. La bomba de baja presión se encarga de aspirar el combustible desde el depósito y enviar el combustible a una presión baja:
  - a. 12 bares
  - b. 16 bares
  - c. 9 bares.
3. En la cámara de presión, por donde va el combustible: \_\_\_\_\_, e inmediatamente, uno para la bomba de alta y otro para el depósito, según las rpm del motor y las condiciones de carga.
  - a. Válvula reguladora de presión.
  - b. Sensor cigüeñal.
  - c. Válvula seguridad.
4. Complete los números según corresponda:

- a. Entrada de combustible.
- b. Retorno de combustible.
- c. Common rail
- d. Sensor de presión.
- e. Válvula de seguridad.



Cámara de presión. Fuente: Autoría propia.

## Síntesis

Al finalizar la elaboración del presente estudio se ha llegado a una conclusión importante en donde el contenido de la monografía valora la importancia y la evolución del sistema de inyección de combustible a altas presiones hidráulicas, desde ese enfoque cabe señalar que Los sistemas electrónicos de inyección de combustible actuales tienen como objetivo mejorar varios aspectos importantes de un motor, como las emisiones contaminantes, la entrega de par motor, el funcionamiento silencioso, la eficiencia energética y más. Hoy en día, todos los vehículos que salen al mercado deben estar equipados con esta tecnología.

La evolución que ha logrado la mecánica automotriz en los últimos años, incorporando elementos electrónicos para el control de componentes mecánicos, ha creado en los técnicos la necesidad de aprender a operar estos vehículos a través del aprendizaje de técnicas que les permitan realizar tareas de mantenimiento y reparación. Como es sabido, todos los sistemas de inyección electrónica actuales buscan controlar, entre otras cosas, aspectos como la composición de la mezcla aire-combustible, así como el tiempo de encendido más adecuado para cada condición de funcionamiento del motor.

Optimización de consumos en el cual este control permite al conductor utilizar el combustible de manera más eficiente, lo que se traduce en un consumo más racional.

Menos contaminación, es uno de los aspectos relevantes es en los fabricantes apuesten por sistemas electrónicos el cual aporta con impactó ambiental, ya que consumen menos gasolina y esto se traduce en menos emisiones contaminantes.

### **Apreciación crítica y sugerencias**

En la actualidad en el sector automotriz es cada vez que un técnico automotriz se enfrenta a un diagnóstico que involucra componentes electrónicos, debe tener un proceso simplificado para encontrar una solución. Sin embargo en muchas instituciones educativas hay muchas limitaciones pedagógicas en el desarrollo de las asignaturas de diagnóstico electrónico, esto se debe a que las instituciones educativas no cuentan con los equipos de diagnóstico automotriz acorde a los avances tecnológicos, si alguna institución educativa cuenta con los equipos de diagnóstico como el Scanner muchas veces el docente tiene limitaciones para manejar el equipo, a consecuencia de ello los estudiantes son los perjudicados.

Para ello es importante señalar las siguientes sugerencias:

- Gestionar la implementación de los equipos de diagnóstico automotriz.
- Capacitación para los docentes en el manejo de los equipos de diagnóstico automotriz.
- Gestionar convenios con las empresas del sector automotriz en el rubro de diagnóstico automotriz para que los estudiantes puedan aplicar lo aprendido y desarrollar las habilidades y destrezas en el diagnóstico automotriz.

## Referencias

- Bosch, R. (2005). *Sistema de inyección por acumulador common rail inyector*. Madrid: Reverte.
- García, S. (2014). *Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento*. Recuperado de <https://bibliotecadigital.oducal.com/Record/KOHA-OAI-TEST:32020>
- Gramsch, J. (2014). *Guía práctica para la administración del mantenimiento para gerentes y dueños de empresas: serie guías prácticas de ingeniería industrial*. Santiago de Chile: Kindle Edition.
- Parra, C. y Crespo, A. (2012). *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos*. Sevilla, España: Ingeman.
- Vallejo, A. (2013). *Sistemas de inyección diésel electrónico, para servicio automotriz pesado. principio de funcionamiento. de distribución por engranajes*. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0754\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0754_M.pdf)

## **Apéndice**

### Apéndice A: Glosario técnico

## Apéndice A: Glosario técnico

- **Bomba de alta presión:** Dispositivo compacto con el propósito de suministrar el combustible necesario al motor.
- **Filtro de combustible:** Su función es de proteger el sistema de inyección de un vehículo. El filtro de motor Diésel elimina las impurezas presentes en el combustible.
- **Sensor presión de combustible:** Instalado en el riel de combustible. Cumple la función de controlar la presión de combustible, gracias a la intervención del PCM.
- **Válvula de regulador de presión:** Es fabricado en cuerpo metálico que permite el apriete de la bomba de alta presión o dada en la rampa de inyección según el sistema utilizado. En el interior hay una armadura que presiona contra el asiento de sellado, es decir, la línea de combustible.
- **Inyectores:** Encargado de crear un pequeño chorro (pulverización) de combustible en el interior de la cámara de combustión.
- **ECU:** (Unidad de control del motor) recibe información de varios sensores para controlar los parámetros del motor, como la combustión, el combustible, el rpm o las emisiones. Si el motor de un automóvil pudiera compararse con el corazón del cuerpo humano, su centralita sería como el cerebro.
- **Sensor IAT:** Sensor de temperatura del aire de admisión es un dispositivo que se utiliza para medir la temperatura al ingreso al colector de admisión.
- **Sensor CKP:** Sensor de posición del cigüeñal, encargado de determina la posición y la velocidad de rotación del cigüeñal en el motor.
- **Sensor de temperatura:** Es un termistor (la resistencia que varía en función a la temperatura). Cuanto más caliente esté el sensor, menor será su resistencia.

Fuente: Autoría propia.