



**de los
Andes**

HUMANIZA-TECH

FORMAR PARA TRANSFORMAR

Instituto de la organización Equitel “Potenciamos el talento de las
personas para acelerar su crecimiento profesional”

Sistema de inyección - conceptos y principios de operación.



**de los
Andes**

HUMANIZA-TECH

FORMAR PARA TRANSFORMAR



Agenda.

- Introducción
- Tipos de sistemas.
- Sistema PT
 - Sistema STC
- Sistema Celect y Celect plus
- Sistema HPI
- Sistema HPCR (MCRS).
- Sistema XPI



Objetivos de aprendizaje.

Entender el flujo, la operación y las partes de los diferentes sistemas de inyección de motores Cummins, incluyendo:

- Describir el flujo del sistema de inyección de un motor diésel.
- Conocer los diferentes sistemas de inyección empleados en motores Cummins
- Identificar como los sistemas de inyección impactan en las emisiones
- Reconocer hacia donde se dirigen los sistemas de inyección Cummins.



Introducción.

Los motores diésel son equipos de alto desarrollo tecnológico que se emplean actualmente en una gran variedad de equipos desde vehículos de pasajeros, pasando por autobuses, camiones, maquinaria agrícola, minería, locomotoras hasta aplicaciones marinas.

Diferentes a los antiguos motores diésel, ruidosos y humeantes, los nuevos motores presentan innumerables ventajas: Silenciosos, económicos, limpios, rápidos y seguros.

El rendimiento fiable en operación, la economía y el cumplimiento de emisiones ha requerido el desarrollo de sistemas de inyección cada vez más sofisticados, que incluyen el control electrónico para asegurar la cantidad de inyección correcta en el momento adecuado.

La finalidad de estos sistemas es aprovechar la energía química del combustible en potencia del motor, con el menor desperdicio posible durante la operación del mismo.



Funciones

En términos generales, el sistema de inyección, consiste de una serie de componentes, cuya finalidad es tomar combustible de un depósito (tanque), filtrarlo, presurizarlo y llevarlo hasta las cámaras de combustión (cilindros atomizándolo, para lograr que todo el combustible que allí llega, se queme y genere la potencia suficiente para impulsar los pistones y hacer girar el cigüeñal.

Para lograr lo descrito, se requiere de una cantidad, presión y tiempo específico de inyección de manera que se aproveche el combustible lo mas eficientemente posible.



Funciones

Las funciones del sistema de inyección son las siguientes:

- Entregar la cantidad correcta de combustible en la cámara de combustión.
- Filtrar el combustible para eliminar agua libre y saturada y material particulado que pueda afectar los componentes.
- Presurizar el combustible para realizar un quemado adecuado del combustible.
- Lubricar y refrigerar todos los componentes del sistema

Para un motor Cummins, el combustible debe cumplir con especificaciones de ingeniería, con las cuales se garantice una operación correcta del mismo y para evitar emisiones al ambiente, adicionalmente debe evitar daños a todos los componentes internos.



Generalidades

Consideraciones generales:

1. El sistema de combustible es un ítem crítico para el desempeño del motor.
2. El combustible debe ser limpio, no debe contener parafina sólida, agua, fluidos o elementos corrosivos o aire.
3. La temperatura de combustible en la entrada de la bomba no debe exceder los 71 °C, para permitir una correcta lubricación del sistema y para evitar un decrecimiento acentuado de la viscosidad.
4. Se debe garantizar una presión adecuada del combustible, para garantizar una combustión eficiente con bajas emisiones de gases y material particulado.



Generalidades

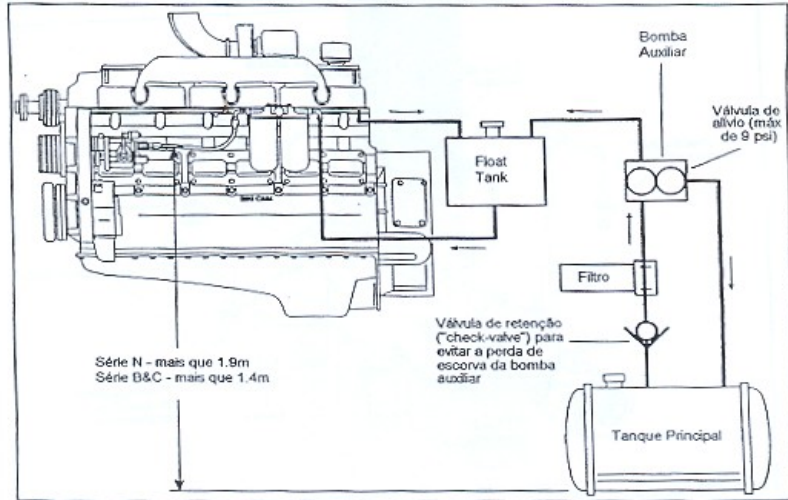
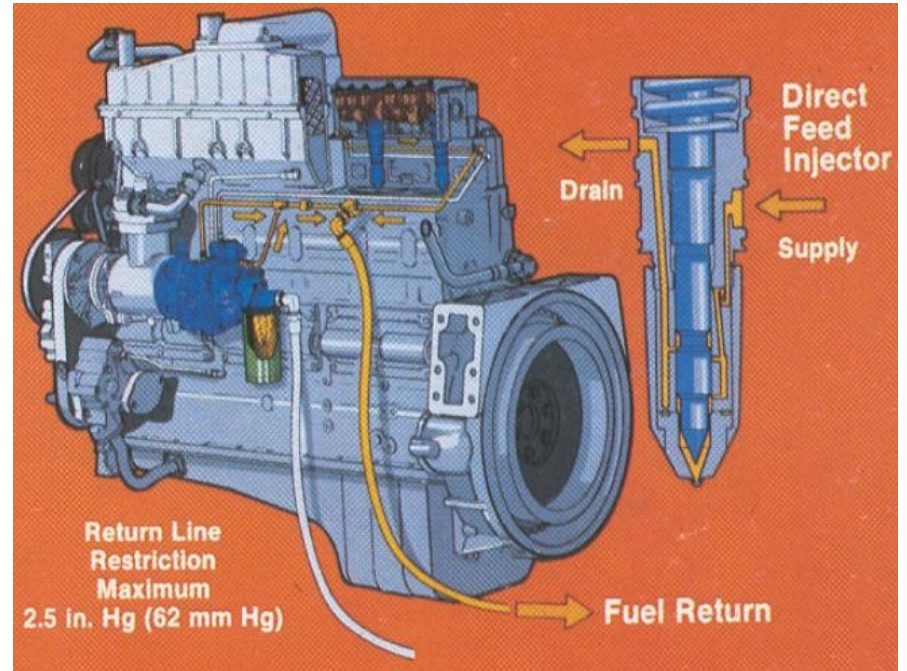


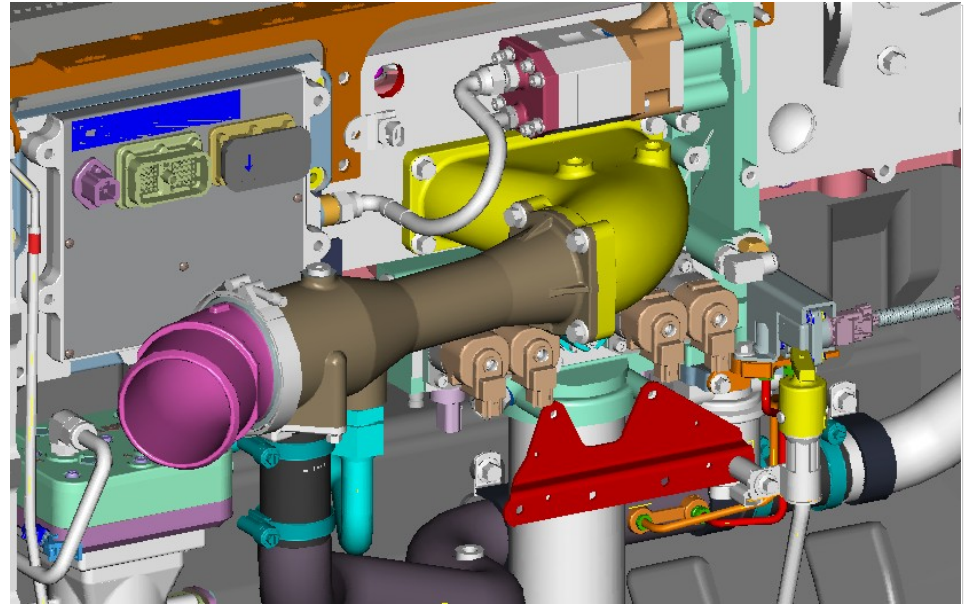
Figura 2.27 - "Float tank" com alimentação por bomba auxiliar



Generalidades

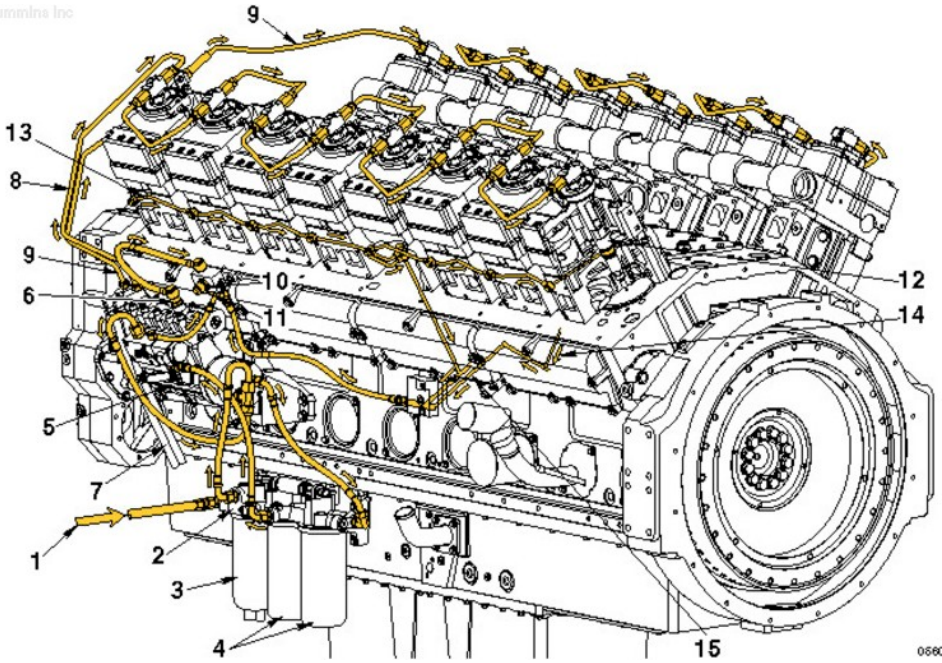
A continuación se hace un recuento y breve descripción de los principios básicos de operación de los sistemas de inyección de combustible que se emplean en los motores Cummins, como son:

- Sistema PT
 - Sistema STC
- Sistema Celect y Celect Plus
- Sistema HPI
- Sistema HPCR (MCRS)
- Sistema XPI



Generalidades

Cummins Inc



066x

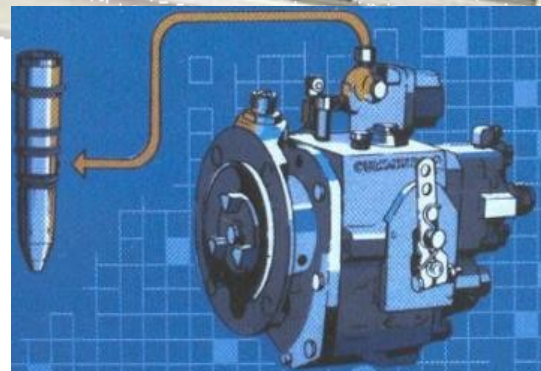
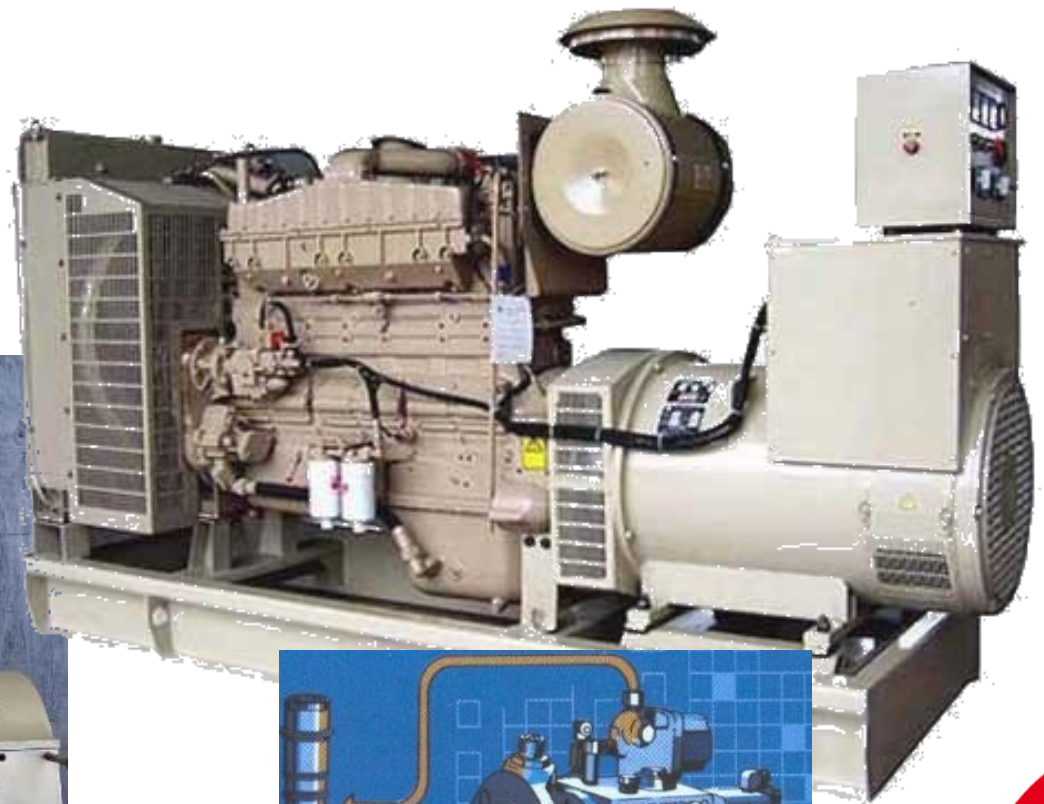
Generalidades

A continuación se hace un recuento y breve descripción de los principios básicos de operación de los sistemas de inyección de combustible que se emplean en los motores Cummins, como son:

- Sistema PT
 - Sistema STC
- Sistema Celect y Celect Plus
- Sistema HPI
- Sistema HPCR (MCRS)
- Sistema XPI



Sistema PT



Sistema PT

El sistema PT o Presión-Tiempo, deriva su nombre de la dos variables principales que afectan la cantidad de combustible inyectado por ciclo en los sistemas de combustible Cummins.

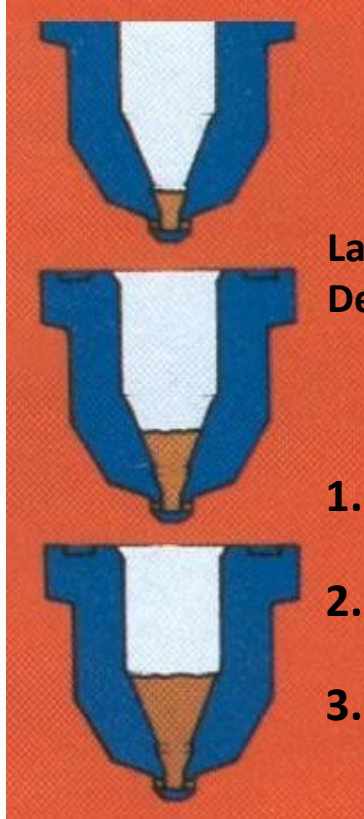
“P” Se refiere a la presión a la entrada de los inyectores, que esta controlada por la bomba.

“T” Se refiere al tiempo que esta disponible para que fluya el combustible dentro de los inyectores, el cual esta controlado por la velocidad del motor a través del eje de levas y el tren de inyectores.

P = Fuel Pressure at the
Injector Inlet

T = Time Fuel Is Allowed
to Flow

Sistema PT



La Cantidad por Ciclo
Depende de:

1. **PRESIÓN** del Combustible
2. **TIEMPO** de Flujo
3. **ÁREA** de Flujo

En el sistema PT, la cantidad de combustible quemada por el motor, es la cantidad de combustible que se suministra dentro de la copilla del inyector

La cantidad suministrada, depende de la presión de combustible que llega al inyector, el área de flujo del inyector y la cantidad de tiempo que tiene disponible el combustible para fluir dentro de la cámara de dosificación de la tobera o copilla del inyector.

Sistema PT

Área de Flujo
(Pasaje)



Calibración



Presión



Bomba



Tiempo



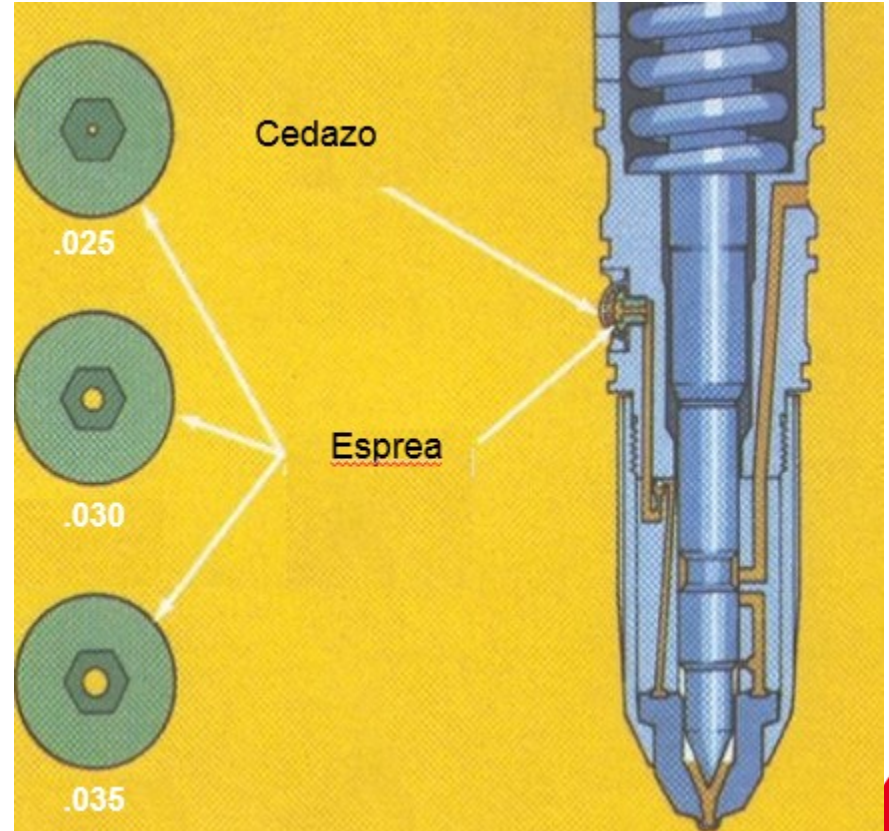
Velocidad
del Motor



Sistema PT

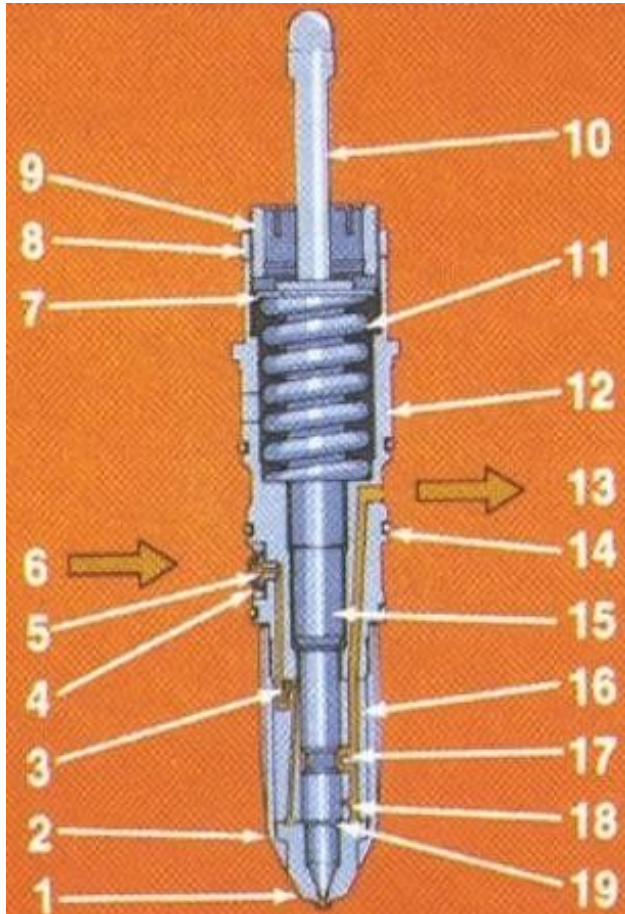
El área de flujo de los inyectores esta determinada por la calibración de un juego completo de inyectores y esta calibración la determina las partes que componen el inyector

El manual de lista de partes críticas (CPL) enumera el ensamble del inyector mas la combinación de otras partes básicas del motor, que son necesarias para producir un nivel determinado de potencia del motor.



La calibración del área de flujo de los inyectores esta determinada por el tamaño de un agujero ajustable. Cada inyector en el motor esta calibrado a la misma tasa de flujo.

Sistema PT



Inyector de combustible de sistema PT, de operación netamente mecánica.

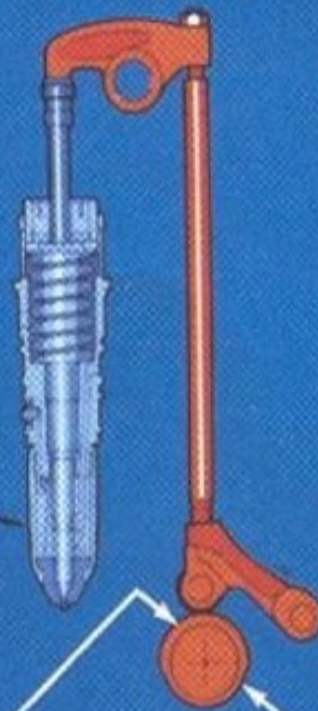


Sistema PT

**Orificio de Suministro
Cerrado**



Orificio de
Suministros



Círculo base
exterior

Círculo base
interior



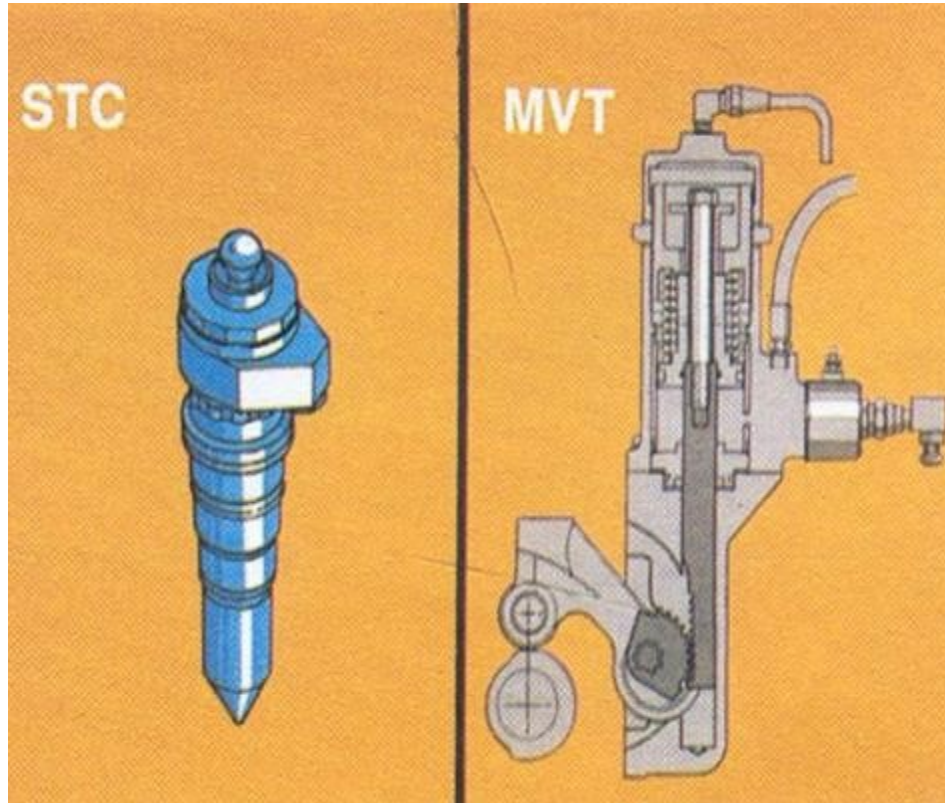
Sistema PT con STC



**Control
Avance de
Tiempo**

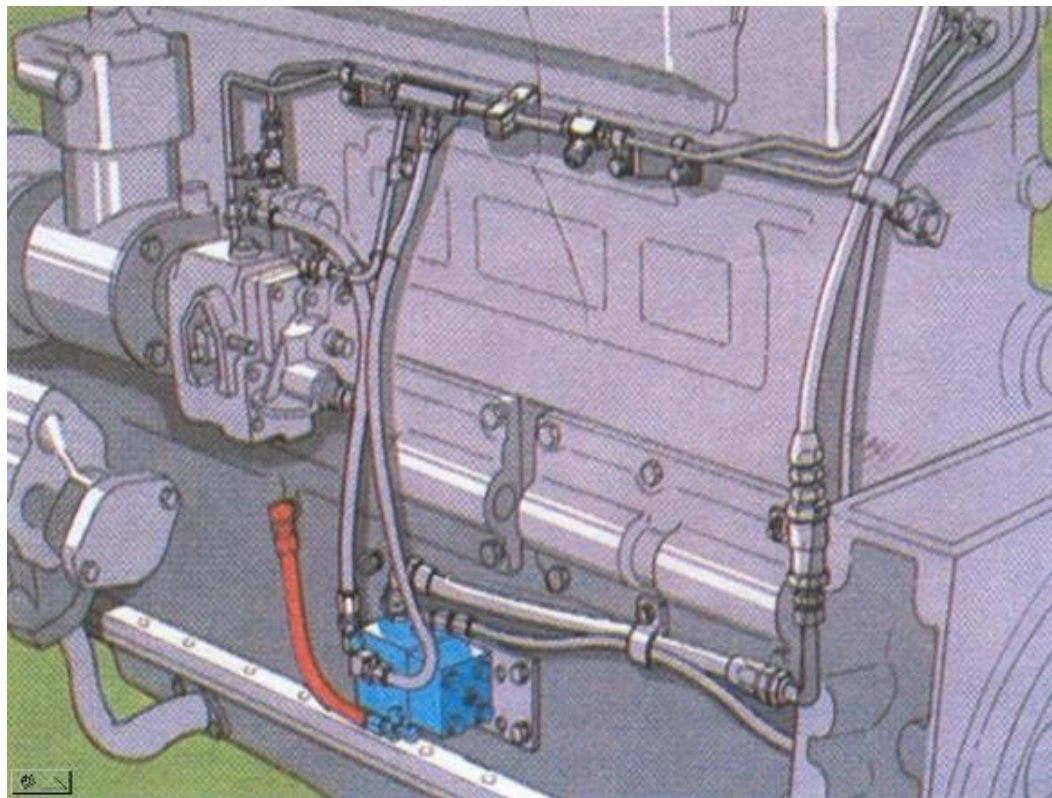


Sistema PT con STC



El sistema PT adoptó un nuevo sistema de inyección variable, llamado "Control de sincronización de un paso" (STC). Este sistema lleva a cabo los mismos resultados que la Sincronización Variable Mecánica (MVT). Una de las principales diferencias es que el STC, es activado por aceite, mientras que el MVT, es activado por aire.

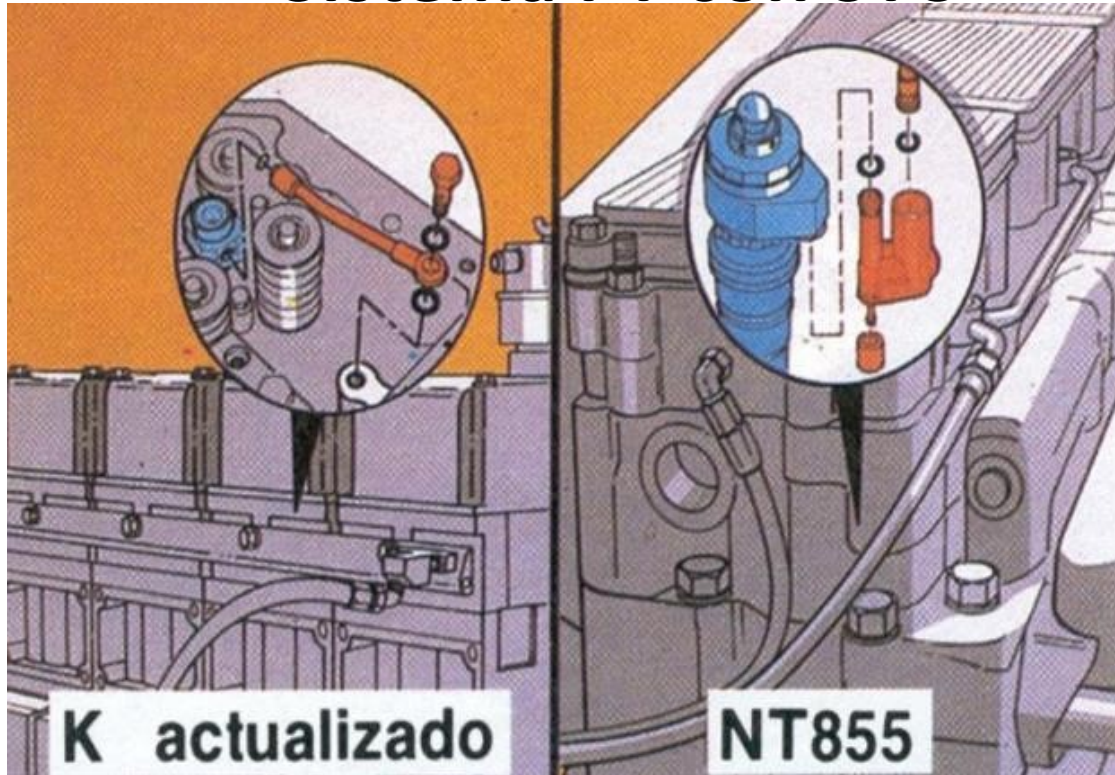
Sistema PT con STC



El STC es comúnmente usado en los motores NT, N14 Mecánicos y serie K (K19, K38, K50)



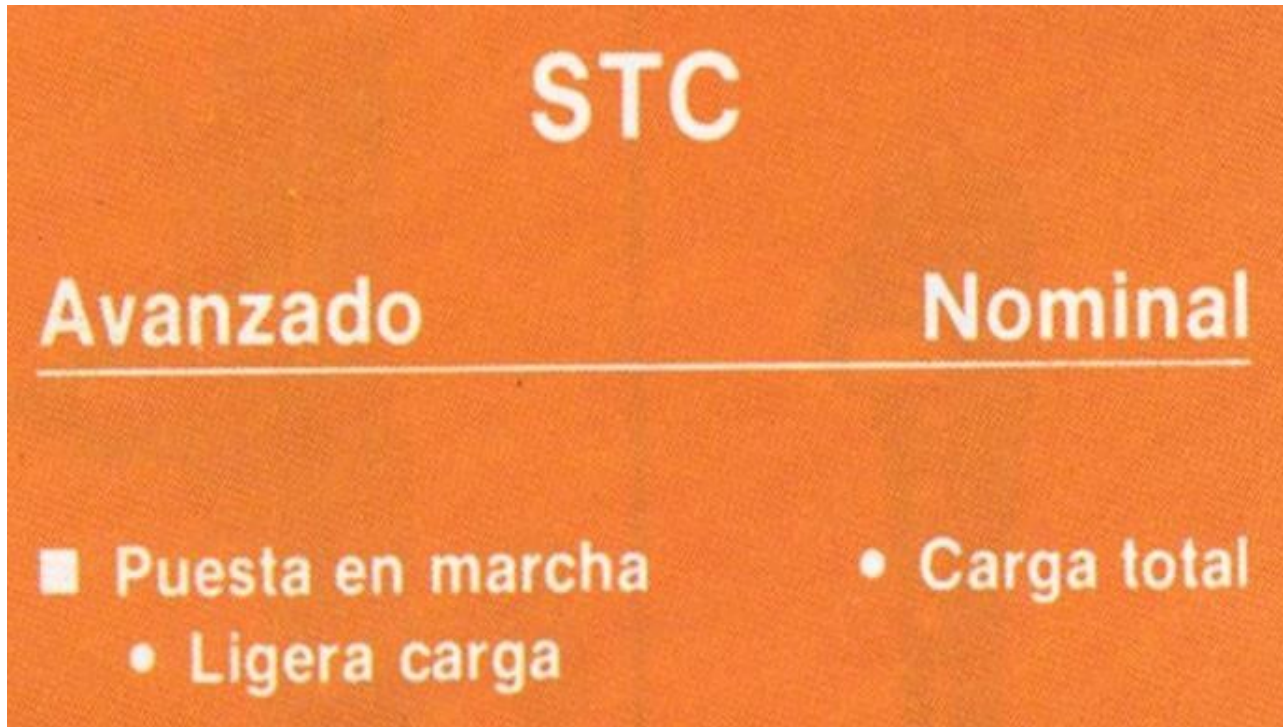
Sistema PT con STC



También algunos componentes del STC entre ambas familias de motores son diferentes aún cuando los principios de operación son los mismos.

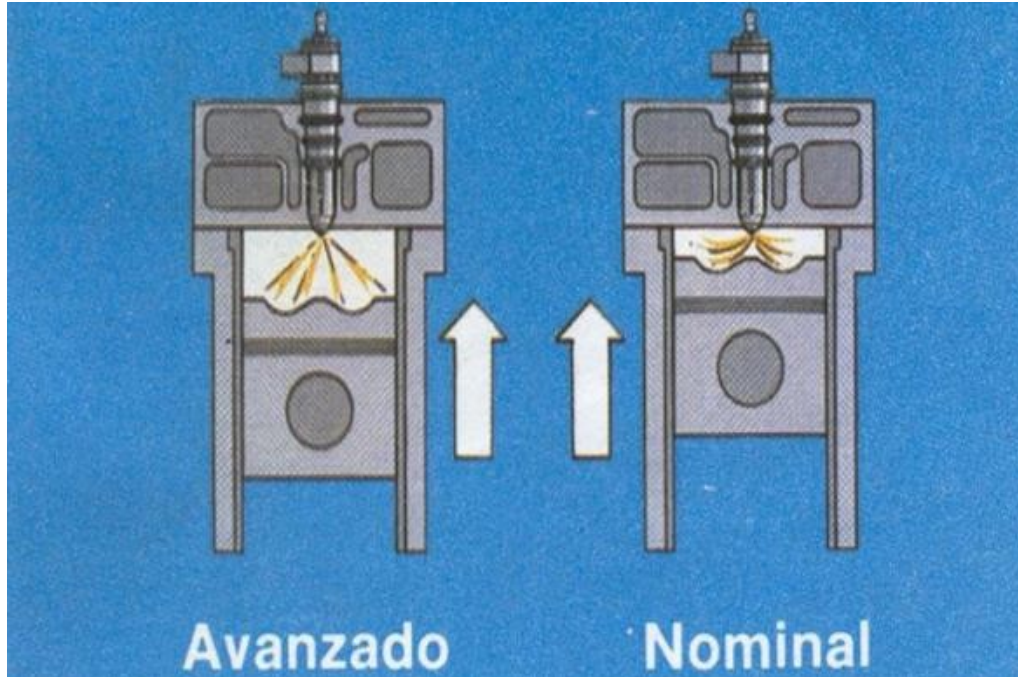


Sistema PT con STC



El STC permite al motor operar en posición de tiempo de inyección ADELANTADO, durante condiciones de puesta en marcha y carga ligera. Cuando el motor esté operando en condiciones de carga mediana y total, el tiempo de inyección se convierte a nominal.

Sistema PT con STC



Tiempo de inyección ADELANTADO, significa que el combustible será inyectado **antes** del tiempo nominal en la carrera de compresión. Tiempo de inyección NOMINAL, significa que el combustible es inyectado **después** del tiempo avanzado en la carrera de compresión.

Sistema PT con STC

El STC ofrece muchas ventajas. Durante el tiempo de inyección ADELANTADO tenemos:

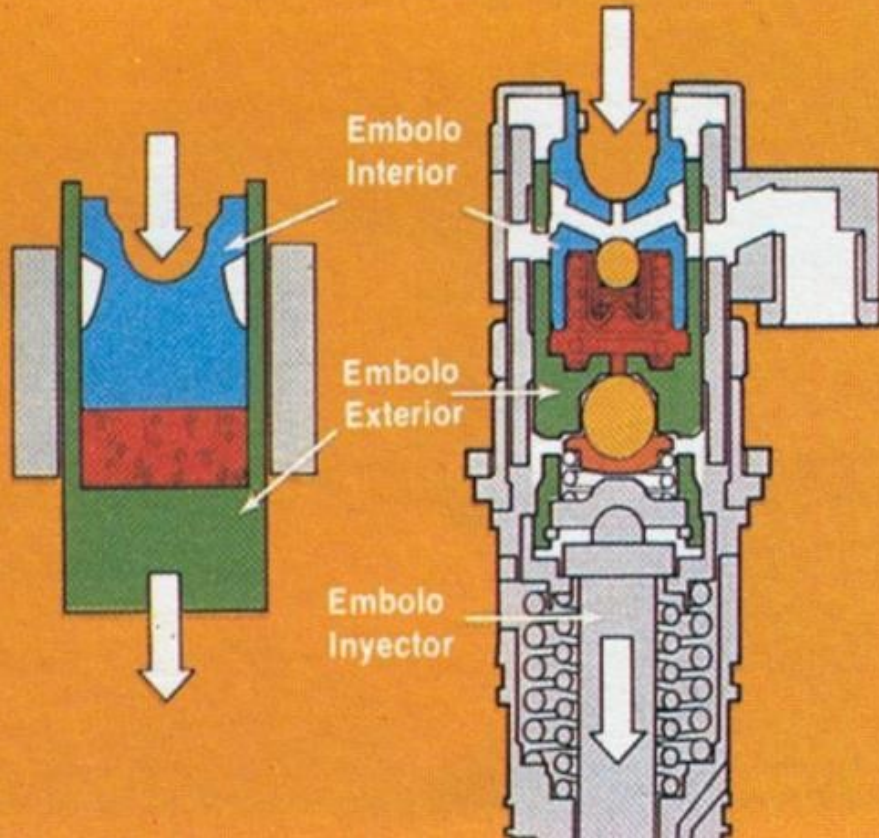
- Mejora las características de operación en mínima
- Mejora las características de operación en mínimas r.p.m. en clima o motor frío.
- Reduce el humo blanco con clima o motor frío.
- Mejora la economía de combustible durante la operación del motor bajo ligera carga.
- Reduce la carbonización en los inyectores.

Durante el tiempo de inyección NOMINAL el STC.

- Controla las presiones en los cilindros.
- Reduce las emisiones de óxido de nitrógeno.



Sistema PT con STC

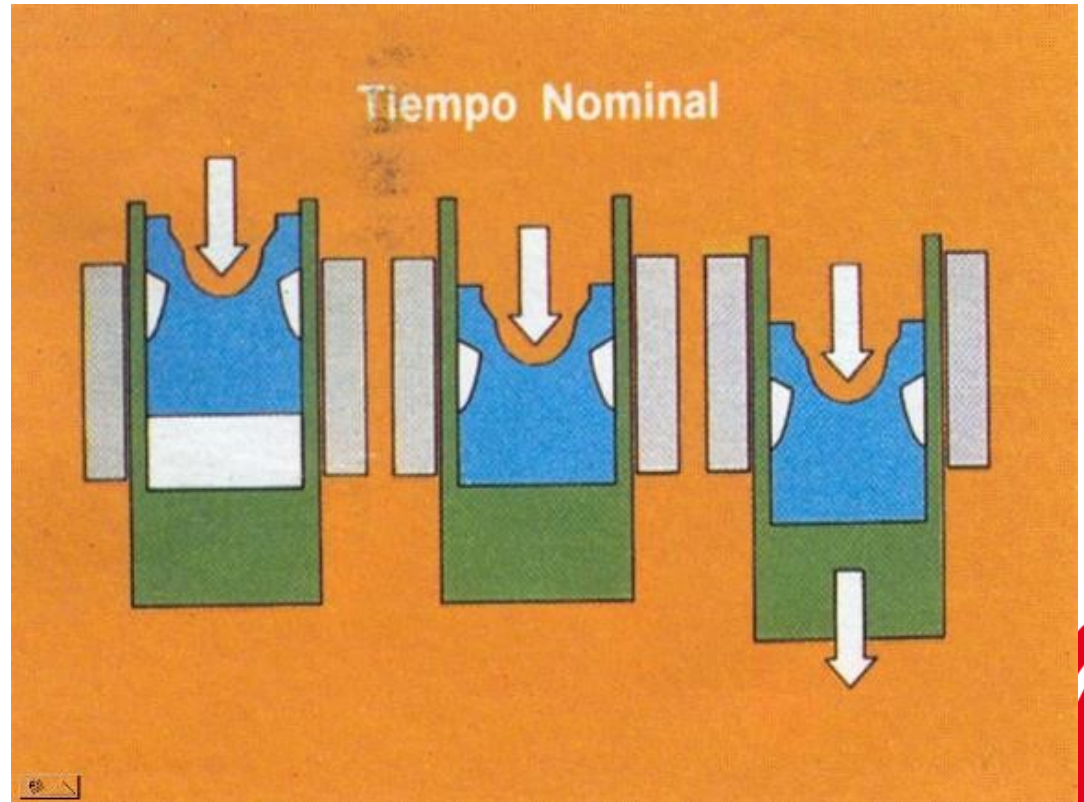


Ahora, examinemos la relación entre el buzo STC y el émbolo del inyector. Para este ejemplo utilizaremos un dispositivo hidráulico simple con un émbolo interior y otro exterior.

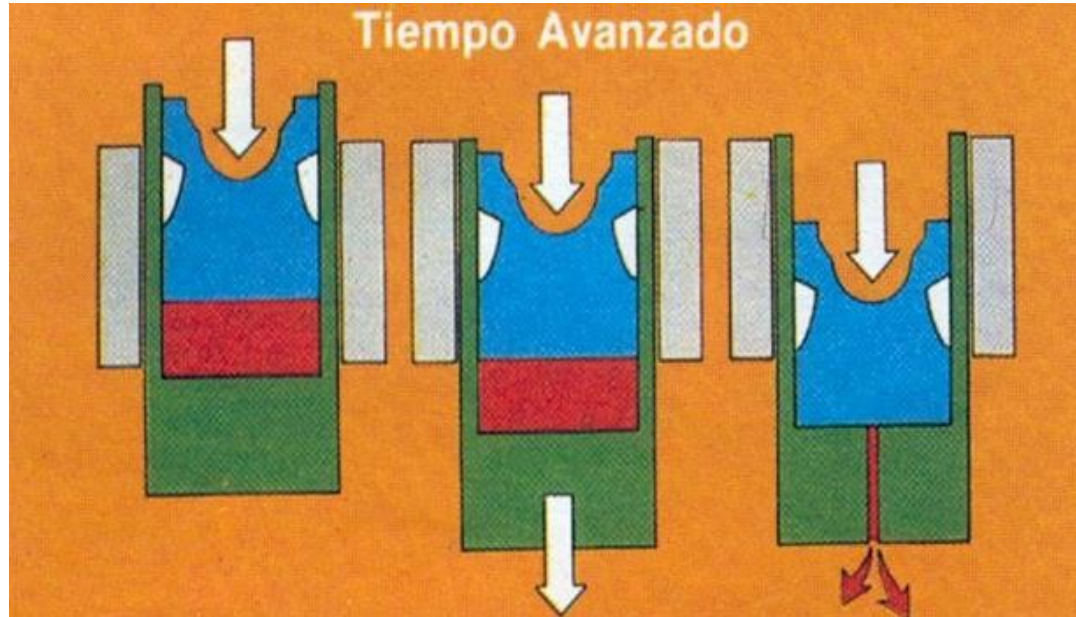


Sistema PT con STC

En tiempo NOMINAL el buzo se "colapsa" (el émbolo interior hace contacto con el exterior), antes de que el émbolo del inyector comience a moverse. Tenemos que en tiempo NOMINAL, el inyector estándar, excepto que el árbol de levas tiene una mayor levantamiento para "tomar" el espacio entre los émbolos del buzo.



Sistema PT con STC



Cuando el sistema está en tiempo ADELANTADO, la válvula de control dirige la presión de aceite hacia el buzo, llenando el espacio entre ambos émbolos. El émbolo del inyector inicia su movimiento conforme el seguidor comienza a subir la rampa de inyección. Debido a que esto inició antes, el émbolo del inyector está haciendo contacto con la copa antes de que el seguidor llegue a la parte más alta de la leva, permitiendo con este extra levantamiento, que el aceite atrapado entre los émbolos del buzo sea forzado a salir.

Sistema PT



- Sistema de inyección mecánico
- PT (Presión-Tiempo)
- Caudal y presión manejada por la bomba de combustible.
- Inyección realizada en la cámara por medio de mecanismo leva-varilla de empuje-balancín.
- Presiones de inyección de 10.000 psi a 12.000 psi.



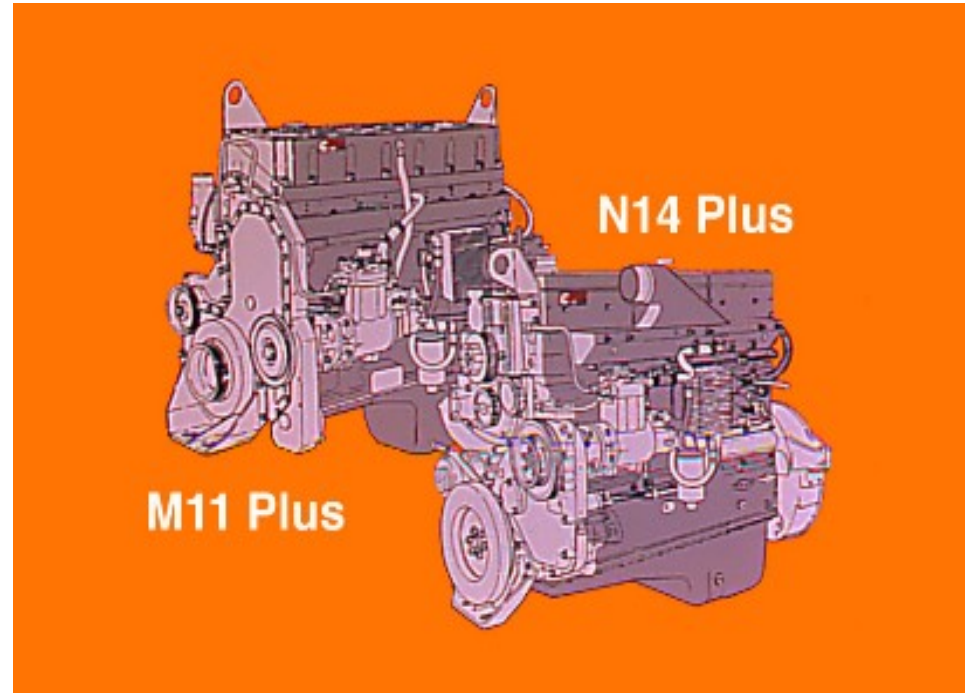
Sistema Celect



Sistema Celect

CELECT es un sistema de control electrónico de dosificación y sincronización de inyección que proporciona:

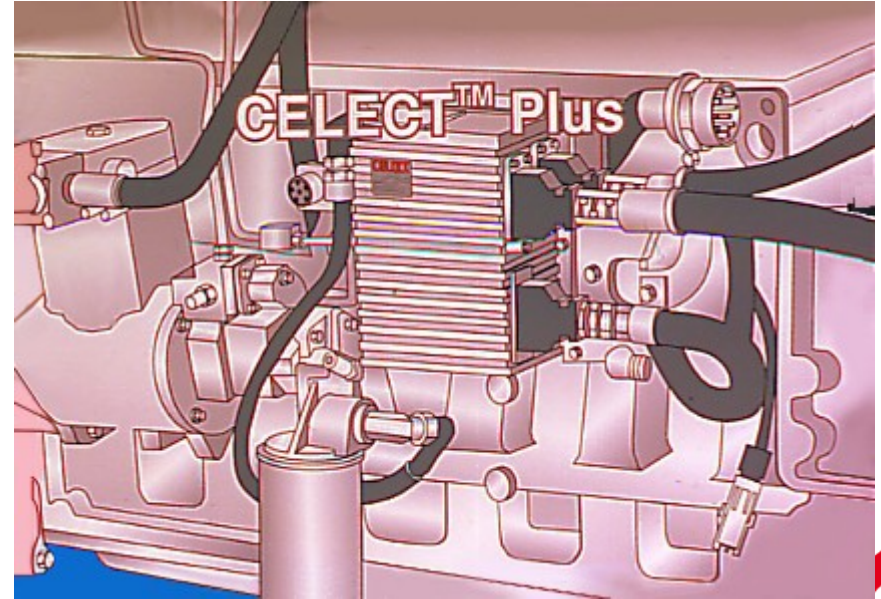
- Economía de combustible optimizada.
- Emisiones de escape reducidas.



Sistema Celect

El Sistema **CELECT PLUS** proporciona:

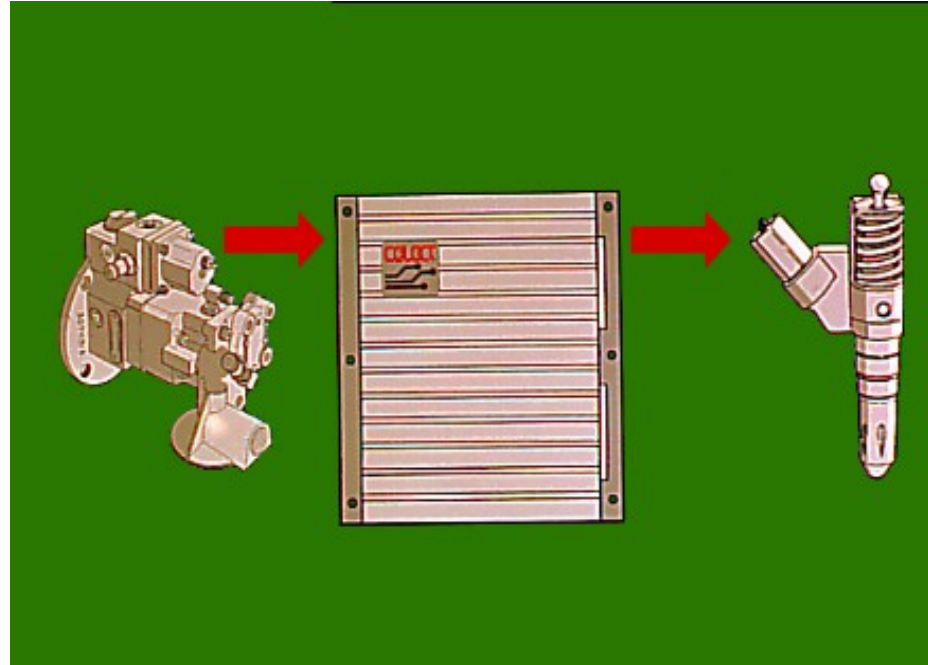
- Control Electrónico del Comportamiento y Velocidad del Vehículo.
- Protección del Motor.
- Resistencia a las Alteraciones
- Auto Diagnostico del Sistema.



Sistema Celect

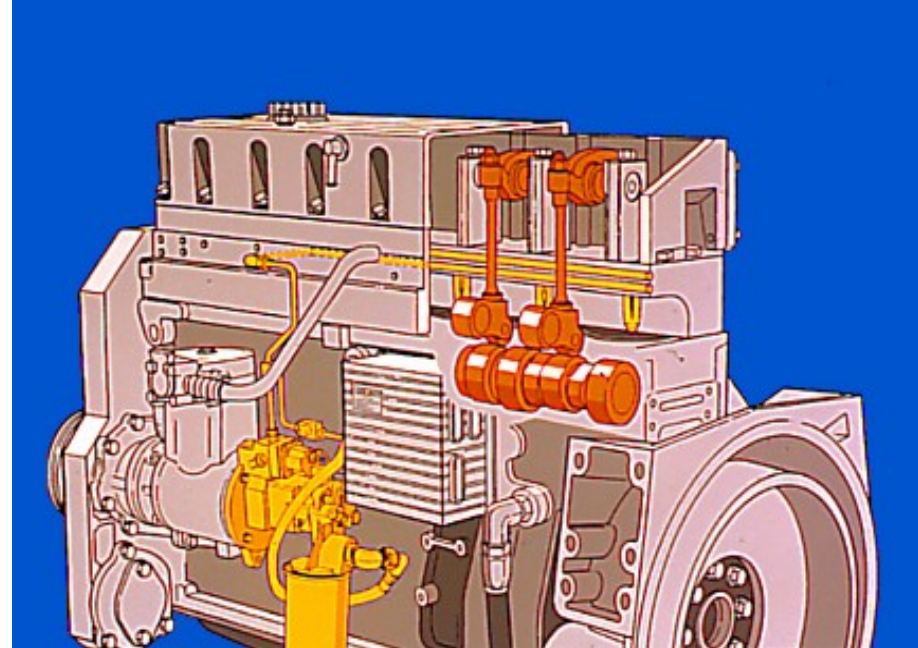
Los componentes principales del Sistema de Combustible CELECT PLUS son:

- La Bomba de Combustible.
- El Modulo de Control Electrónico (ECM).
- El Inyector CELECT PLUS.

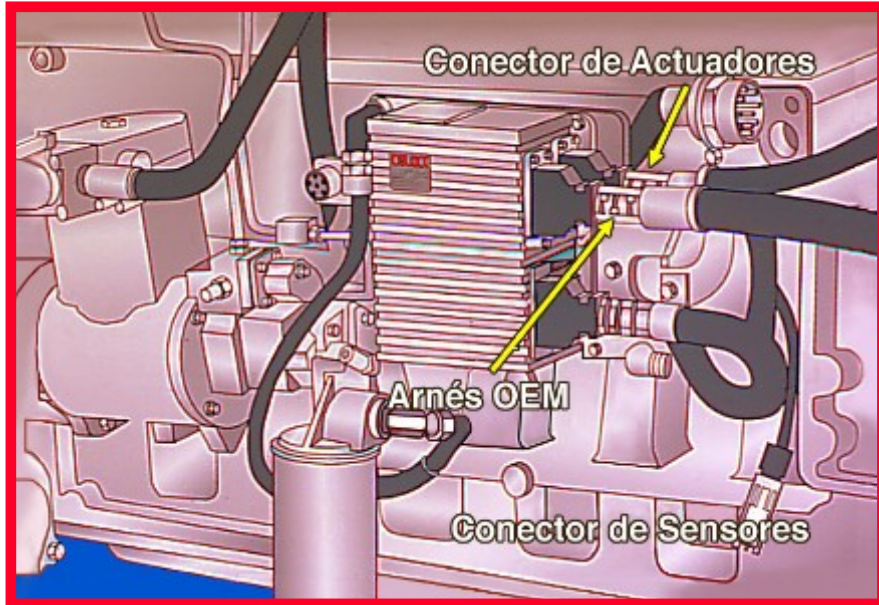


Sistema Celect

- El Sistema de Combustible Controla Electrónicamente la Dosificación y el Tiempo de Inyección.
- Sin embargo el inyector es activado por el árbol de levas para desarrollar la alta presión necesaria y así llevar a cabo la inyección del combustible.



Sistema Colect



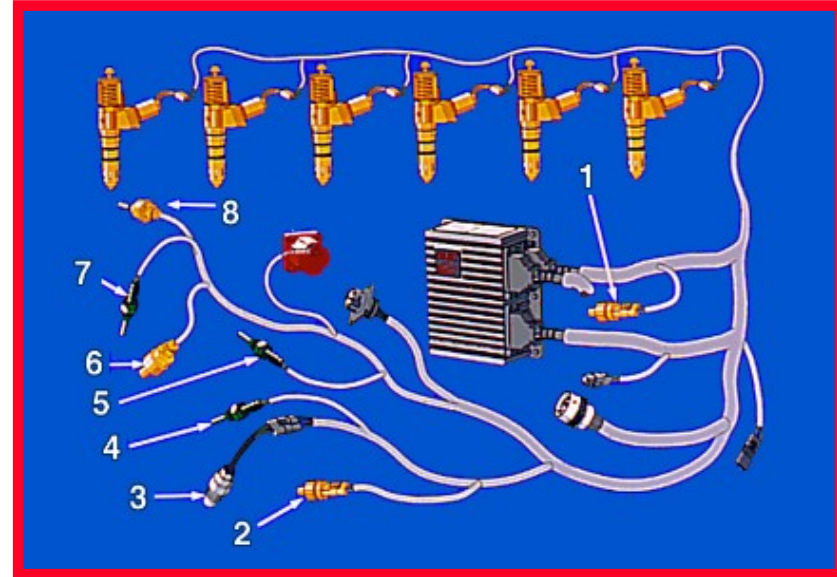
Los componentes del Sistema Eléctrico van conectados al Módulo de Control Electrónico (ECM) y son los siguientes:

- Conector de Actuadores.
- Conector de Sensores.
- Arnés del Fabricante de Equipo Original (OEM).

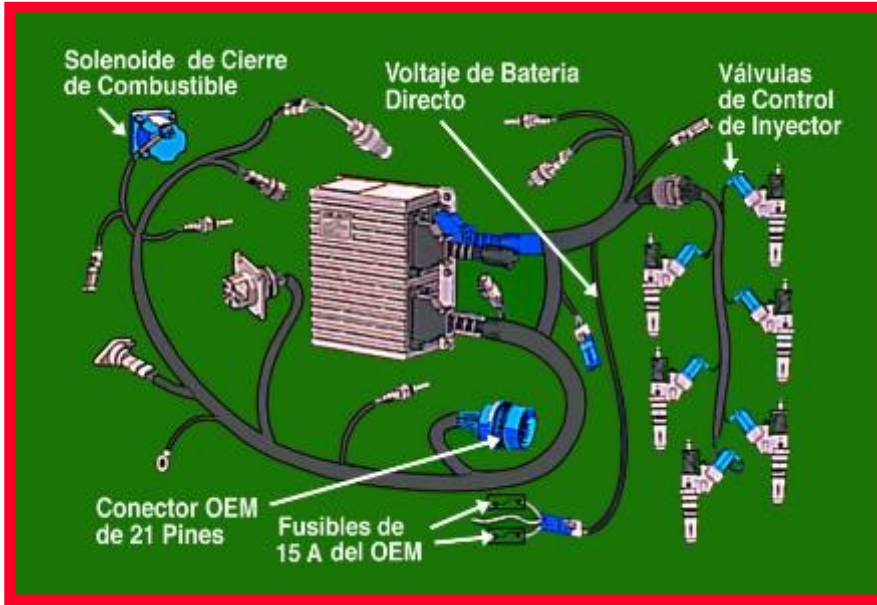
Sistema Colect

El Conector de Sensores enlaza el ECM al:

1. Sensor de Presión de Aire Ambiente.
2. Sensor de Presión de Aceite.
3. Sensor de Posición del Motor.
4. Sensor de Temperatura del Aceite.
5. Sensor de Temperatura del múltiple de admisión.
6. Sensor de Presión del Múltiple de Admisión.
7. Sensor de Temperatura de Refrigerante.
8. Sensor de Nivel de Refrigerante.



Sistema Colect



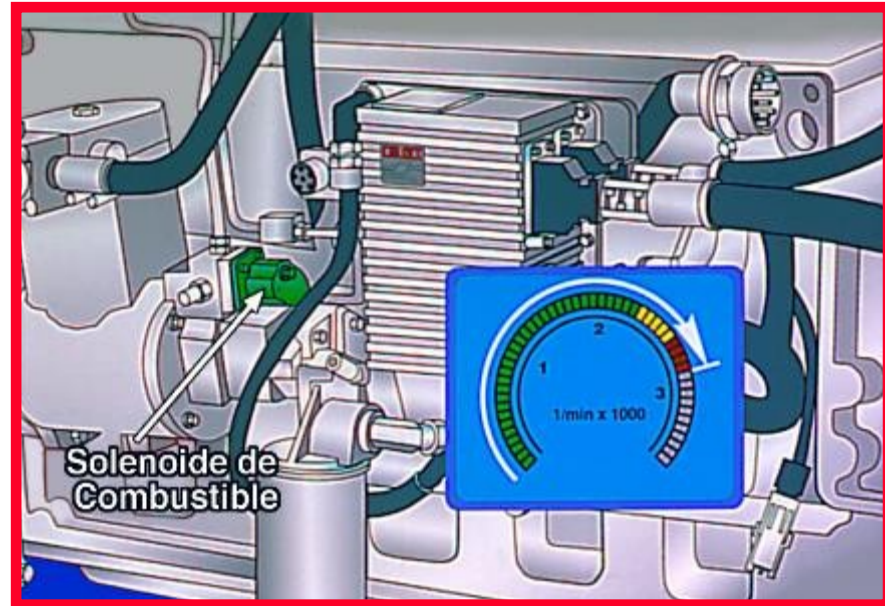
Los cables del Conector de Actuadores enlazan el ECM a:

- La Solenoide de Cierre de Combustible.
- Las Válvulas Solenoide de los Inyectores.
- Al Voltaje de Batería Directo. (a través de dos fusibles de 15 amperios en línea instalados por el OEM)

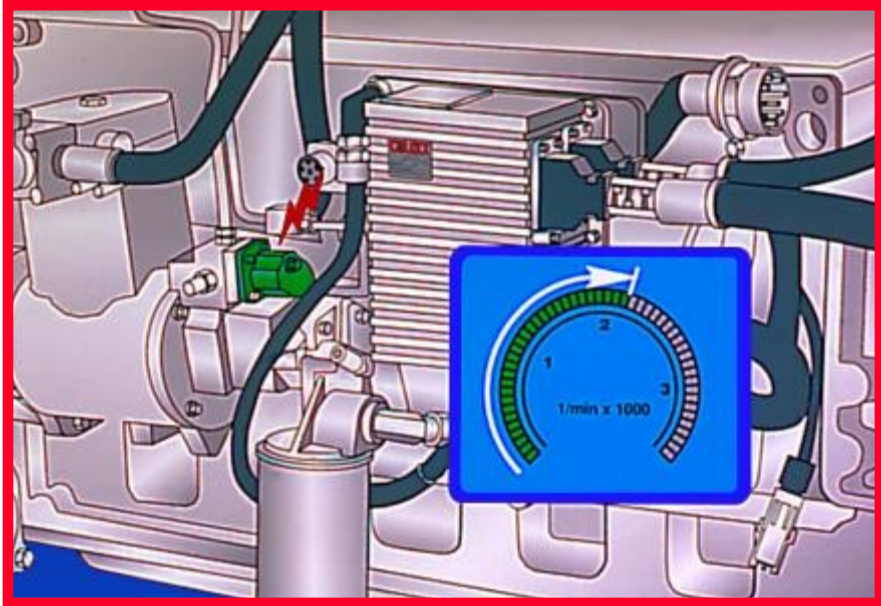


Sistema Celect

- La Solenoide de Cierre de Combustible es de Tipo de Reinicio Rápido.
- Esta controlada por el ECM y no por la llave.
- Esta condición permite que el ECM mande a la Solenoide parar el flujo de combustible en el caso de una situación de sobre velocidad del motor.



Sistema Celect

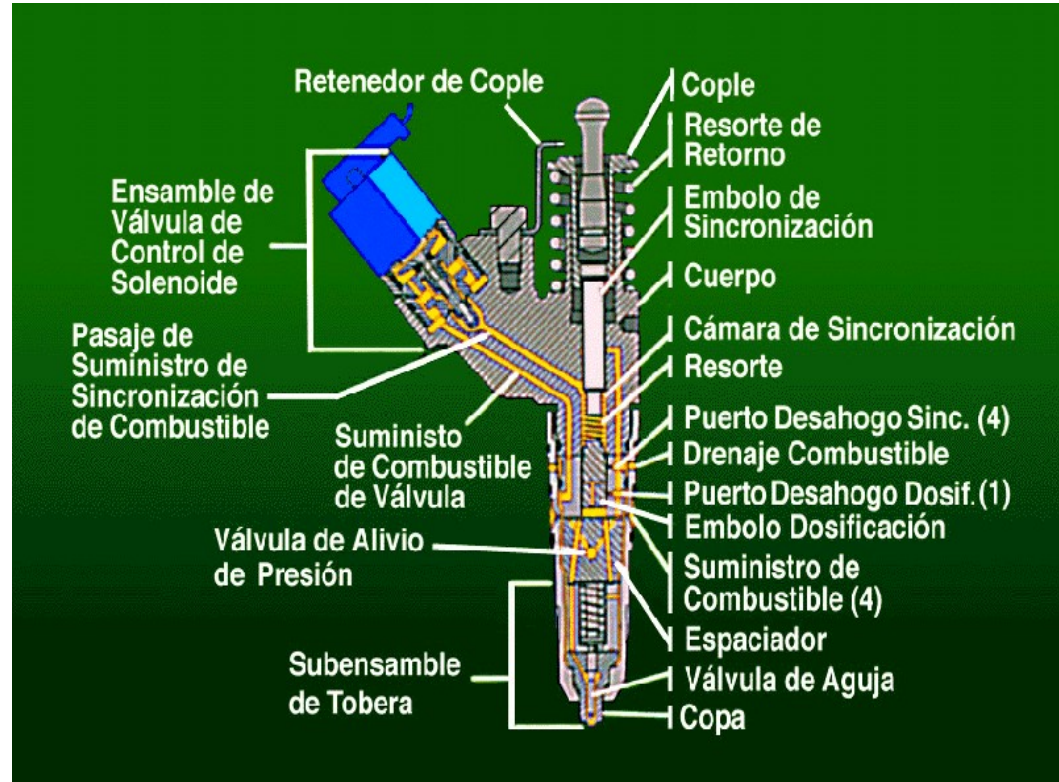


- Si ha ocurrido una situación de sobre velocidad el motor se apaga.
- Y si las RPM del motor regresan a un valor aceptable.
- La Solenoide se energiza otra vez y el motor se restablece para una operación normal.



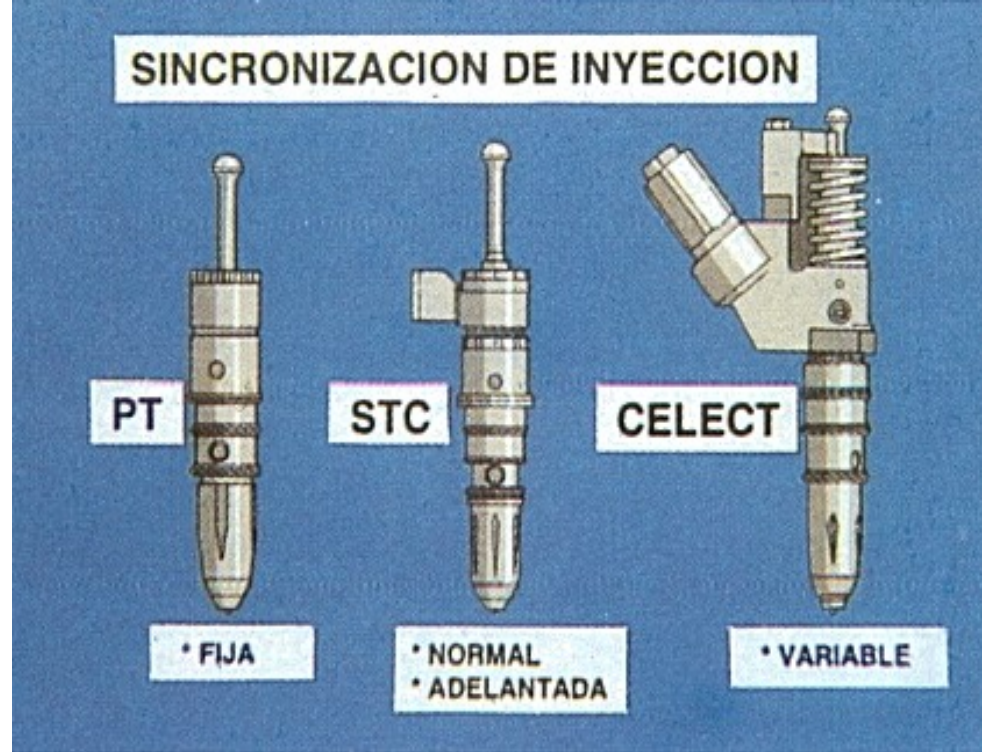
Sistema Celect

El sistema CELECT cuenta con un inyector con una tobera de inyector con mas barrenos de atomización en la copa y un nuevo ángulo de atomización modificado.



Sistema Celect

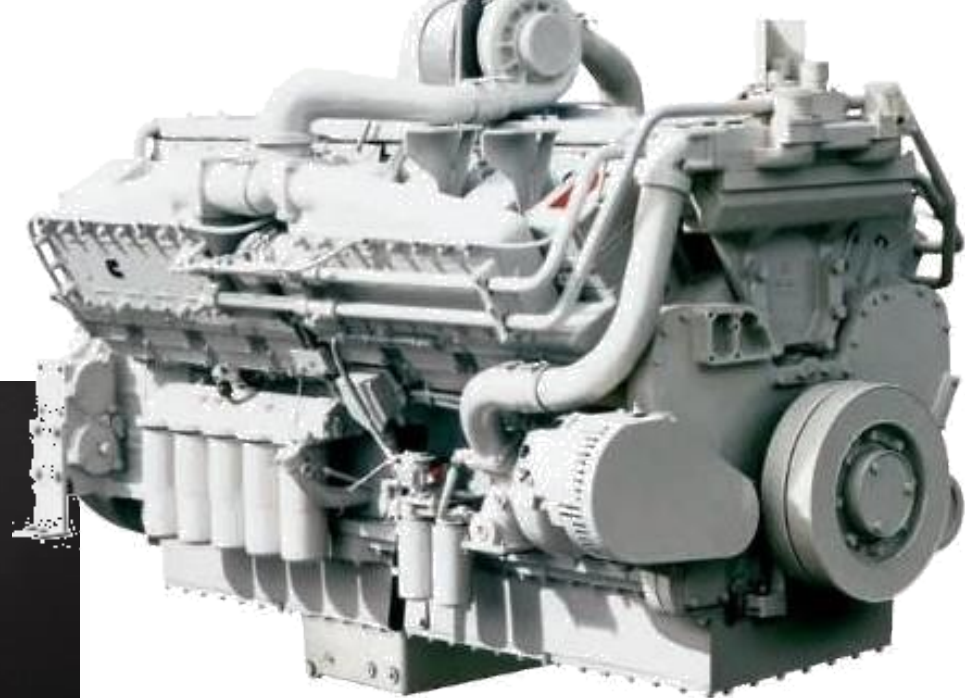
El sistema CELECT ofrece control variable de los valores de sincronización de inyección y dosificación de combustible a diferencia del sistema PT, de sincronización fija y el STC de sincronización avanzada.



Sistema Celect

- Sistema de inyección electro-mecánico
- PT (Presión-Tiempo)
- Caudal manejado por el ECM mediante un solenoide eléctrico.
- Presión manejada por la bomba de combustible.
- Inyección realizada en la cámara por medio de mecanismo leva-varilla de empuje-balancín.
- Presiones de inyección de 15.000 psi a 16.000 psi.

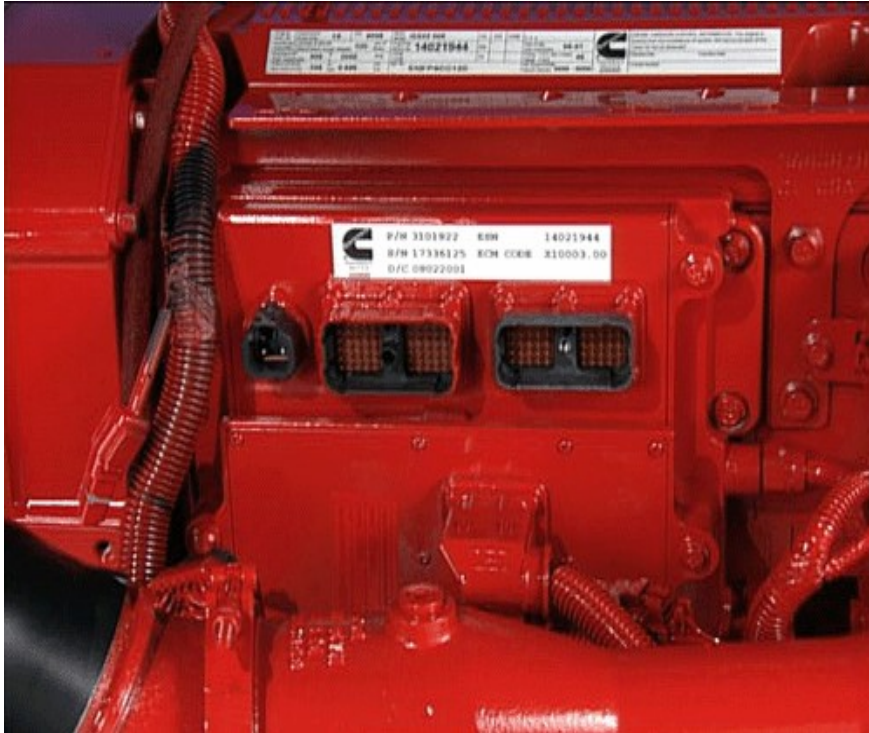




Sistema HPI



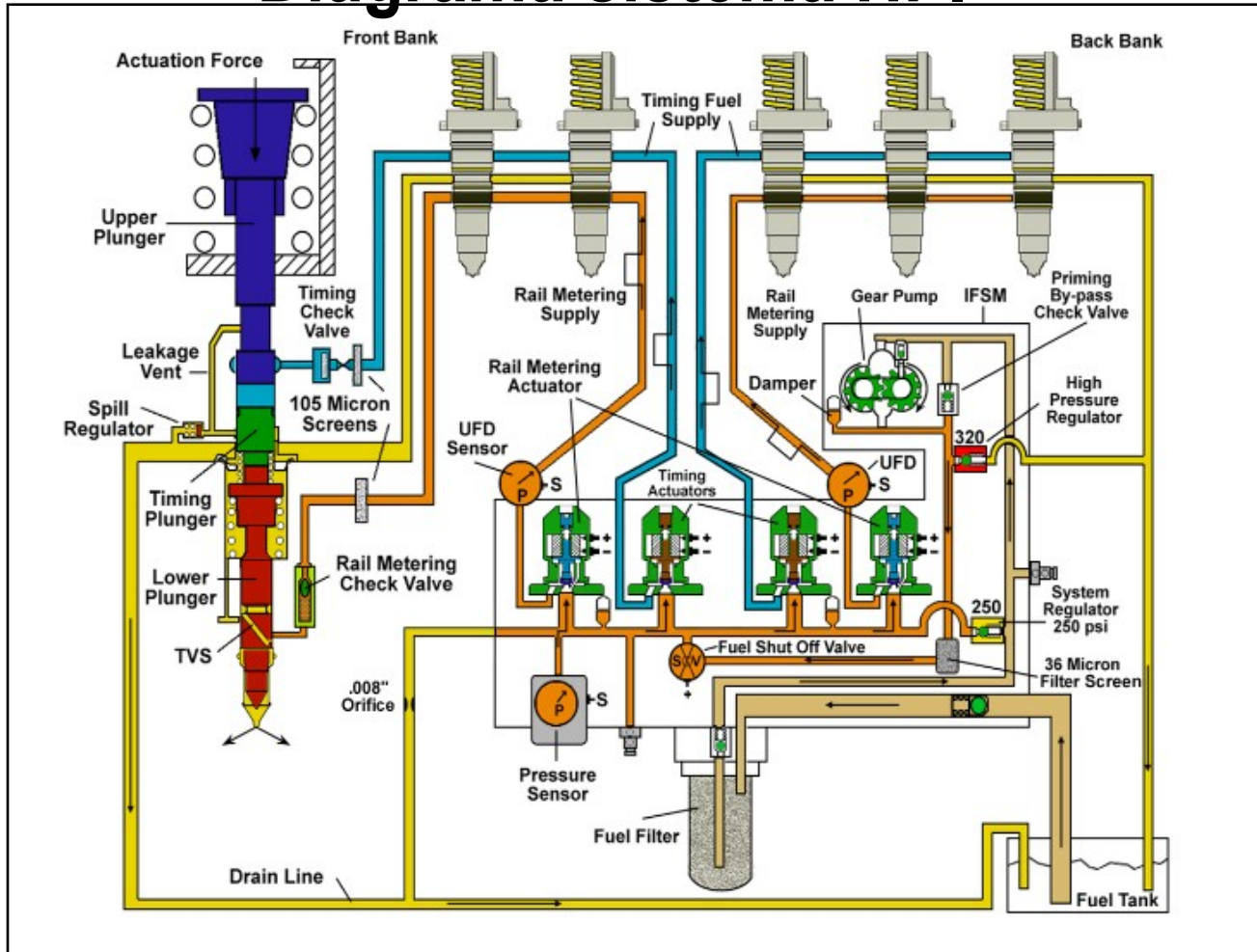
Sistema HPI



El sistema de inyección HPI (High Pressure Injection), se basa en los sistemas electrónicos IS o QS, en el cual el Módulo de Control Electrónico (ECM) procesa todas las entradas de los sensores y comanda principalmente las acciones del sistema de inyección.



Diagrama sistema HPI



Sistema HPI



El sistema de combustible cuenta con un inyector tipo tobera abierta, de accionamiento mecánico y asistido por controles electrónicos Cummins. Esto proporciona una administración precisa del combustible y un tiempo de inyección infinitamente variable.



Sistema HPI

Un filtro combinado con separador de agua es estándar para los motores HPI. Los filtros usan un medio filtrante StrataPore y drenaje de agua. Los elementos separadores de agua en los filtros de combustible son obligatorios debido a las necesidades de refrigeración y lubricación de los actuadores en el sistema de combustible.



Sistema HPI



El filtro de combustible retiene el agua y la recoge en el fondo del recipiente del bote. El agua puede drenarse periódicamente del filtro según sea necesario.



Sistema HPI



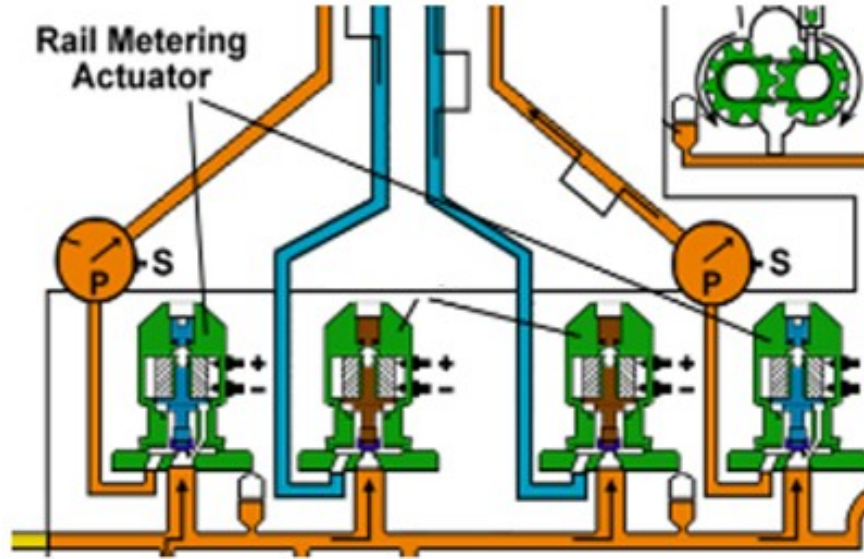
IFSM



ECVA

El ensamble de válvulas con control electrónico (ECVA en HHP) y Módulo integrado del sistema de combustible (IFSM en HD) tienen un puerto de entrada de combustible y dos puertos de salida. Los actuadores controlan el flujo de combustible a través de cada puerto de salida. El actuador de dosificación de combustible controla el combustible requerido para la combustión. El actuador de sincronización controla el combustible necesario para controlar la sincronización de inyección infinitamente variable.

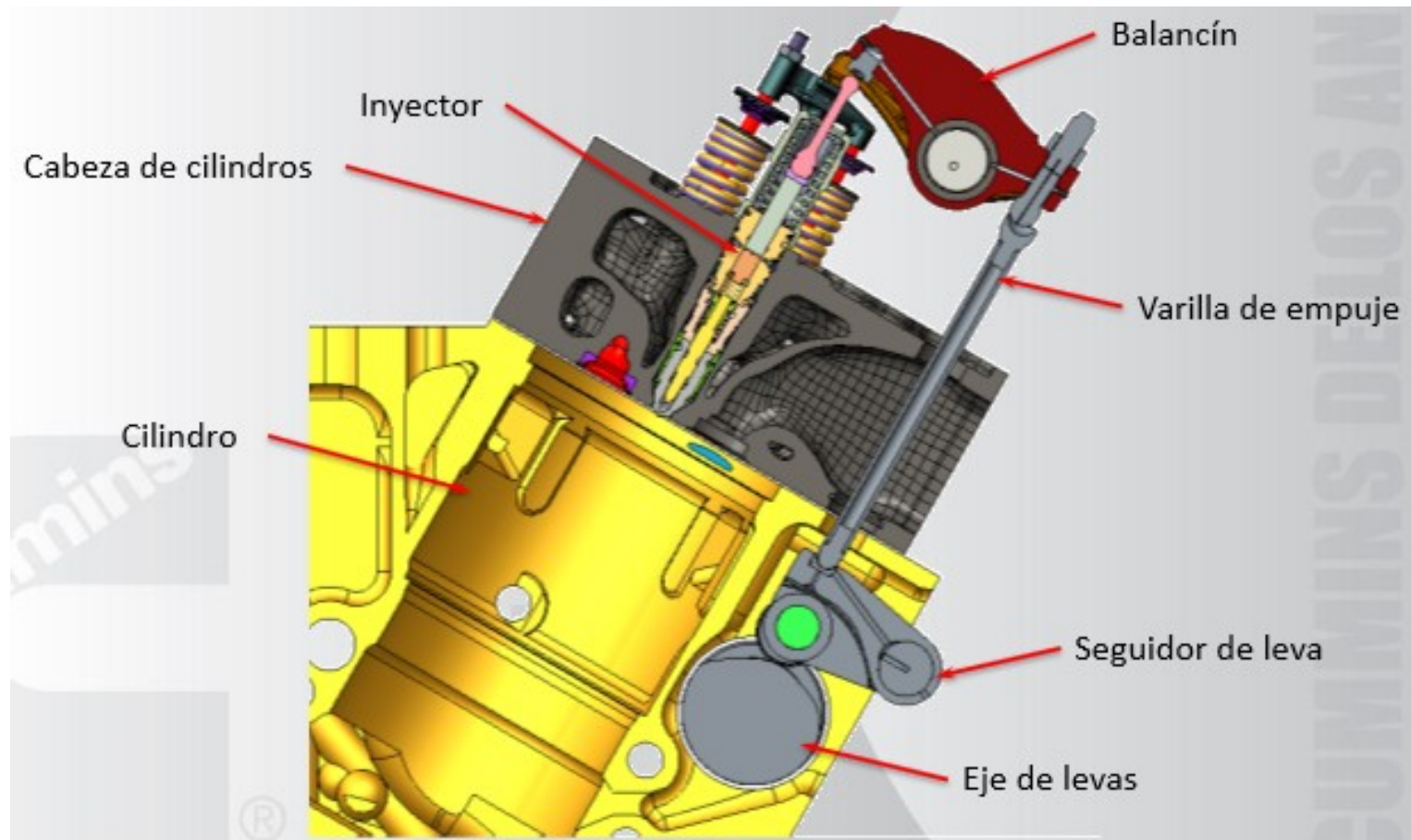
Sistema HPI



Los actuadores controlan el flujo de combustible para la bomba de combustible, el riel de tiempo o sincronización y el riel de dosificación.



Sistema HPI

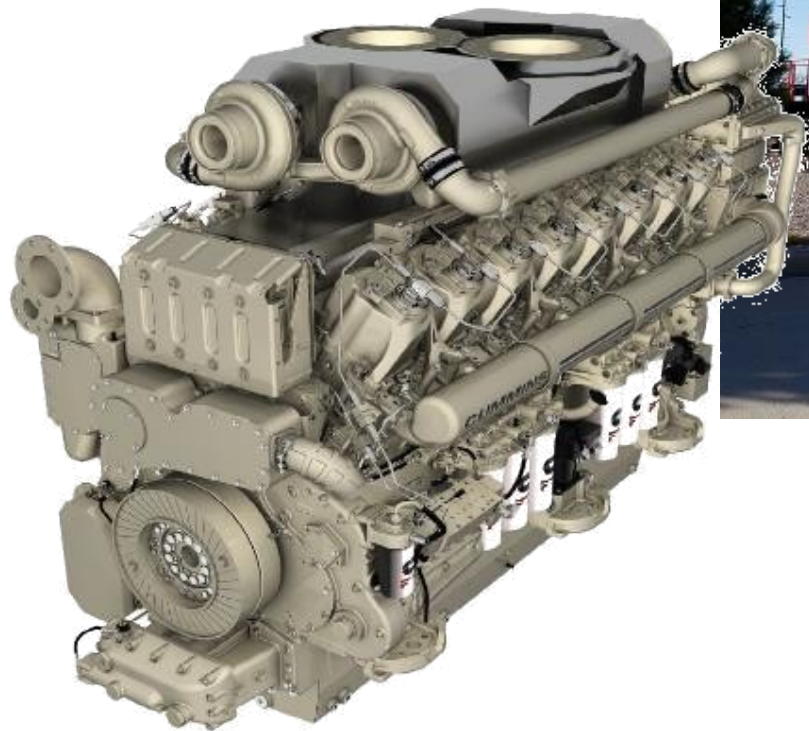




Sistema HPI

- Sistema de inyección Hidromecánico
- HPI (Alta presión de Inyección)
- Caudal y presión manejados por el ECM mediante actuadores de tiempo y sincronización.
- Presión manejada por el ECM mediante sensores
- Inyección realizada en la cámara por medio de mecanismo leva-balancín.
- Presiones de inyección de 22.000 psi a 25.000 psi.





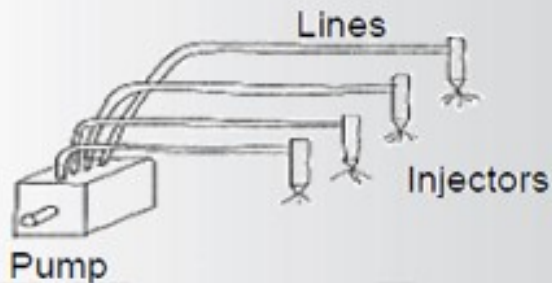
Sistema HPCR/MCRS Riel Común



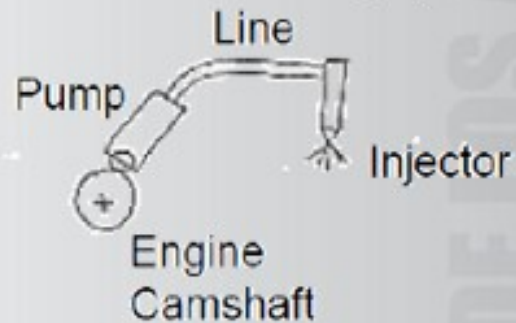
Sistema Riel Común

Tipos básicos de sistemas de combustible diésel

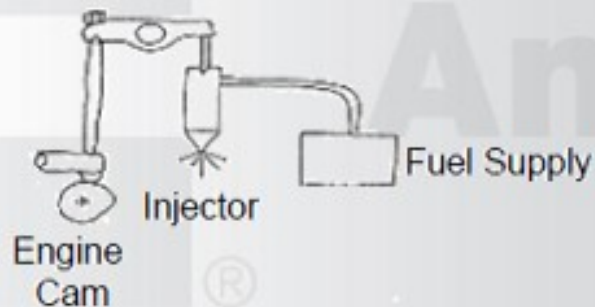
Bomba-Línea-Tobera (PLN)



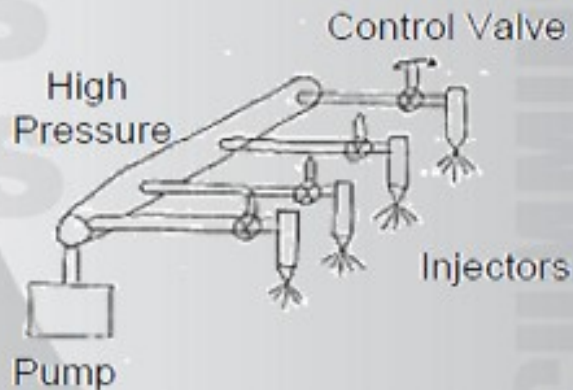
Bomba Unitaria (UP)



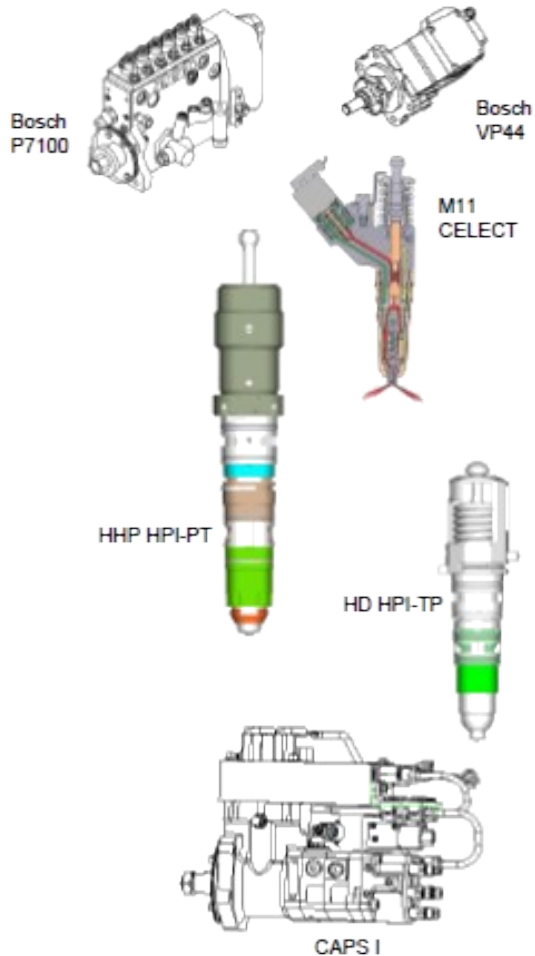
inyector Unitario (UI)



Riel Común de alta presión (HPCR) o acumulador

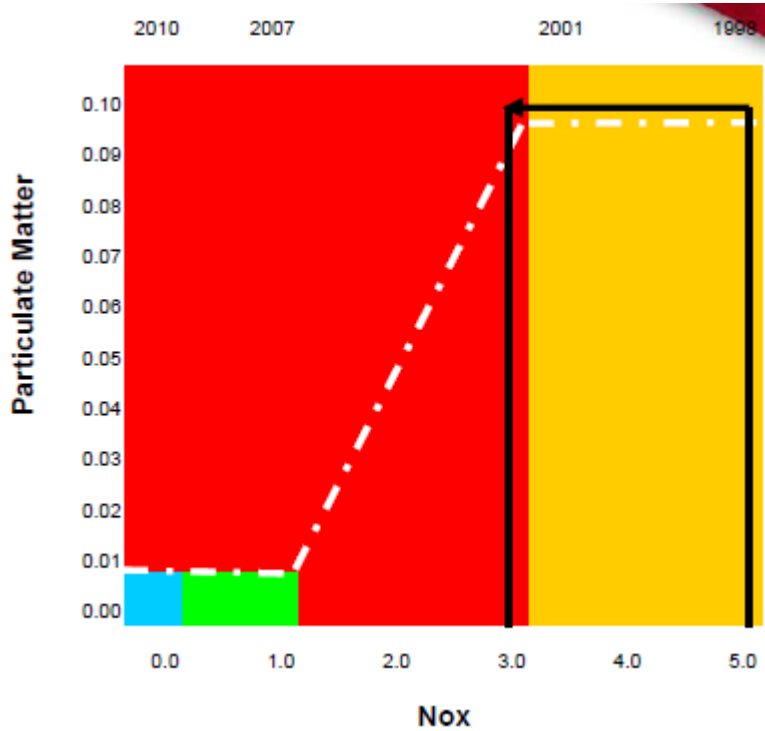


Sistema Riel Común



- Con los motores MR, fueron introducidos los sistemas de bomba-línea- tobera en 1983 (Bosch P7100 y VP44).
- Los inyectores unitarios controlados electrónicamente SELECT fueron aplicados a motores HD in 1991 (11 y 14 litros).
- HPI-PT (Inyectores unitarios de Presión variable de riel/tiempo de dosificación fijo) fue puesto en producción en HHP en 1995 (19 hasta 60 litros).
- HPI-TP (Inyectores unitarios de presión fija de riel/tiempo de dosificación variable) fue introducido en el motor Signature en 1998.
- CAPS 1, fue puesto en producción en MR en marzo de 1998. Combinación de HPCR y PLN. Diseñado para reemplazar los sistemas PLN de medio rango.

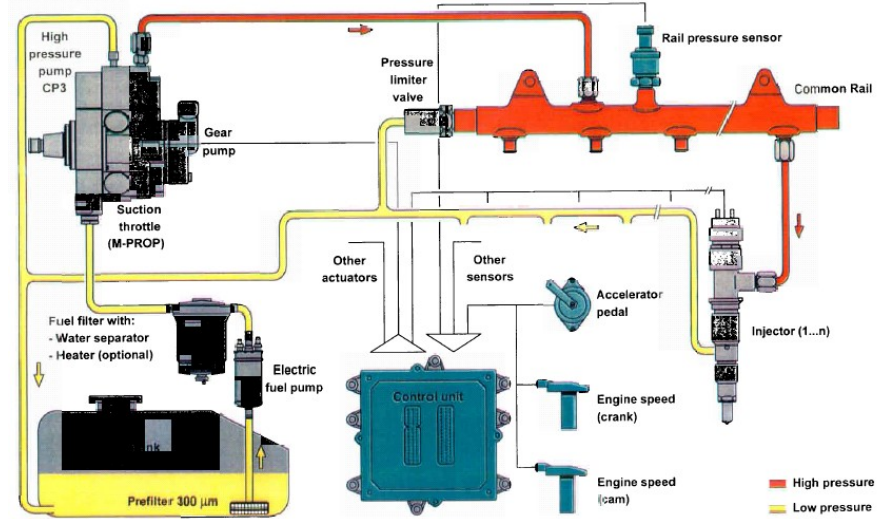
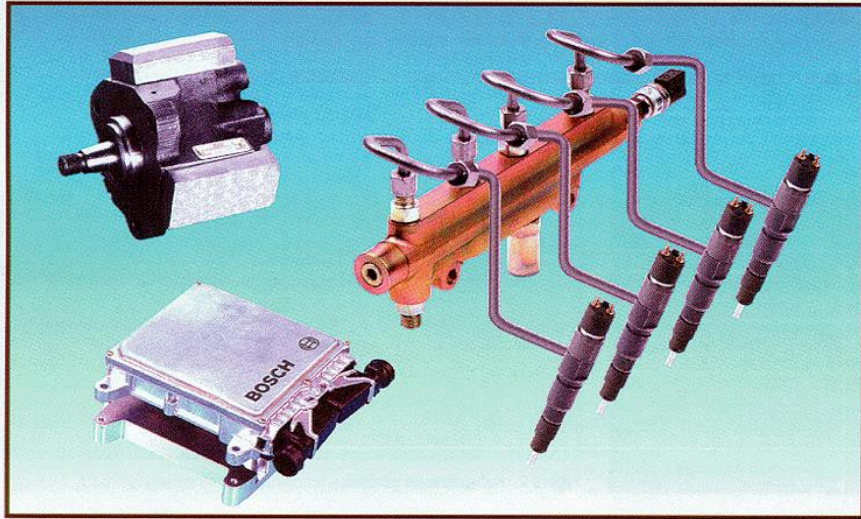
Sistema Riel Común



Debido a los requerimientos de emisiones (más estrictos) del 2002, se requería un sistema de emisiones de mayor presión que CAPS, por lo cual la industria migró a los sistemas de combustible de riel común.

Cummins consideró instalar sistemas de HPCR para cumplir tales requerimientos.

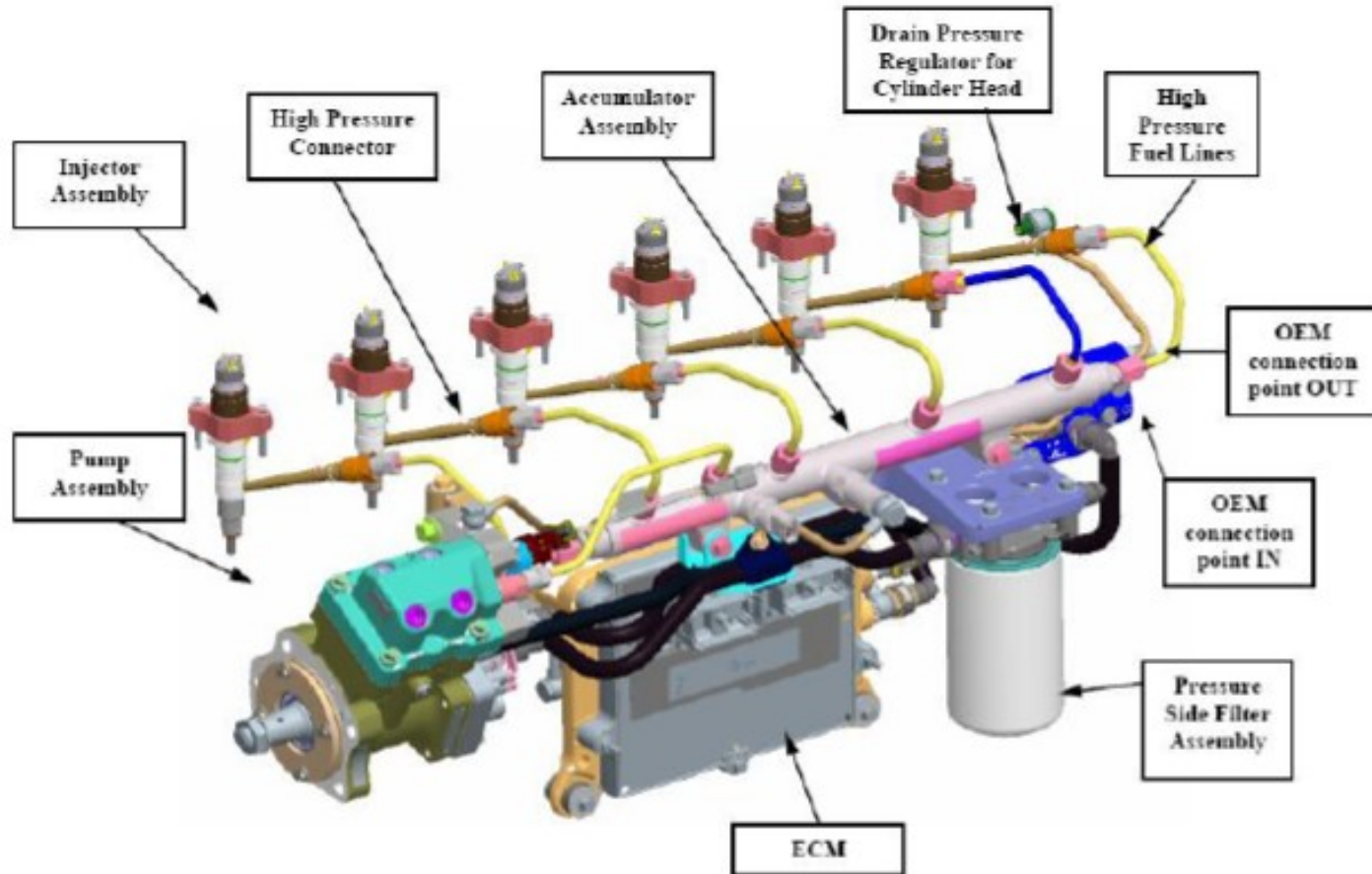
Sistema Riel Común



BOSCH HPCR

- Usado actualmente en ISB'02
- Limitado a 1600 Bar.

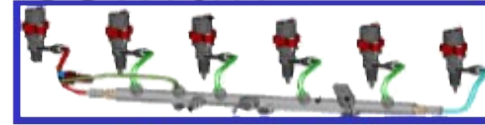
Sistema Riel Común



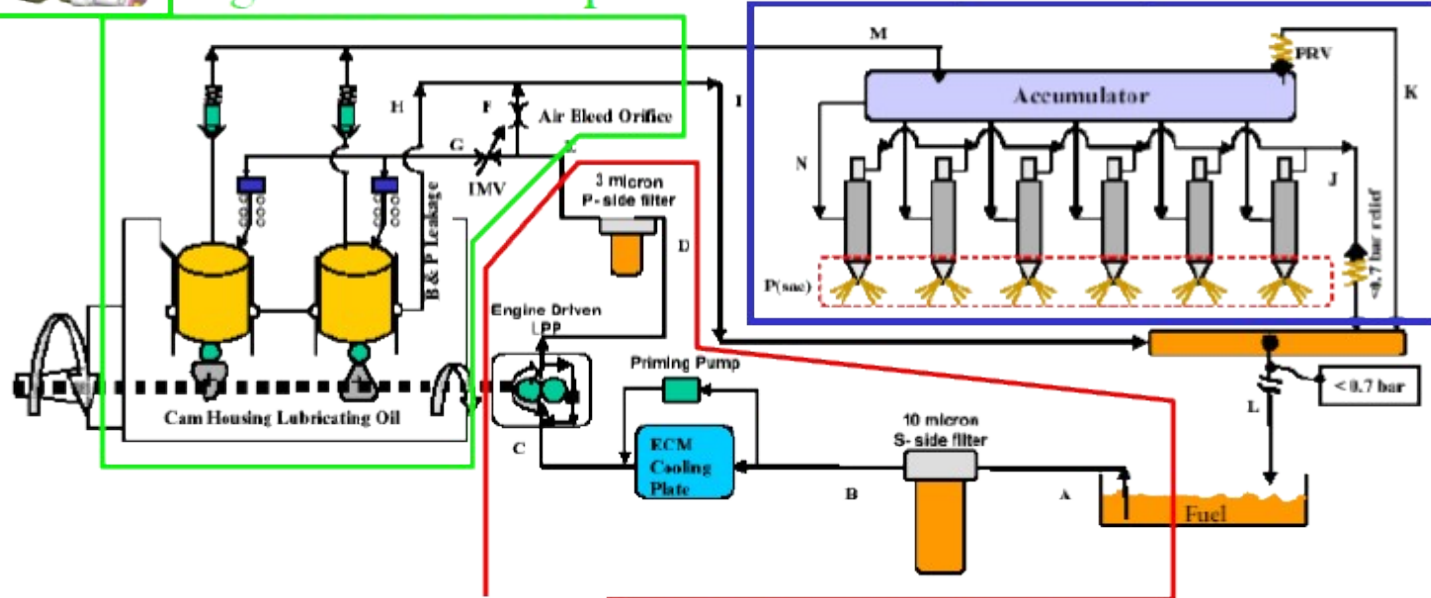
Sistema Riel Común



High Pressure Pump



Injection System

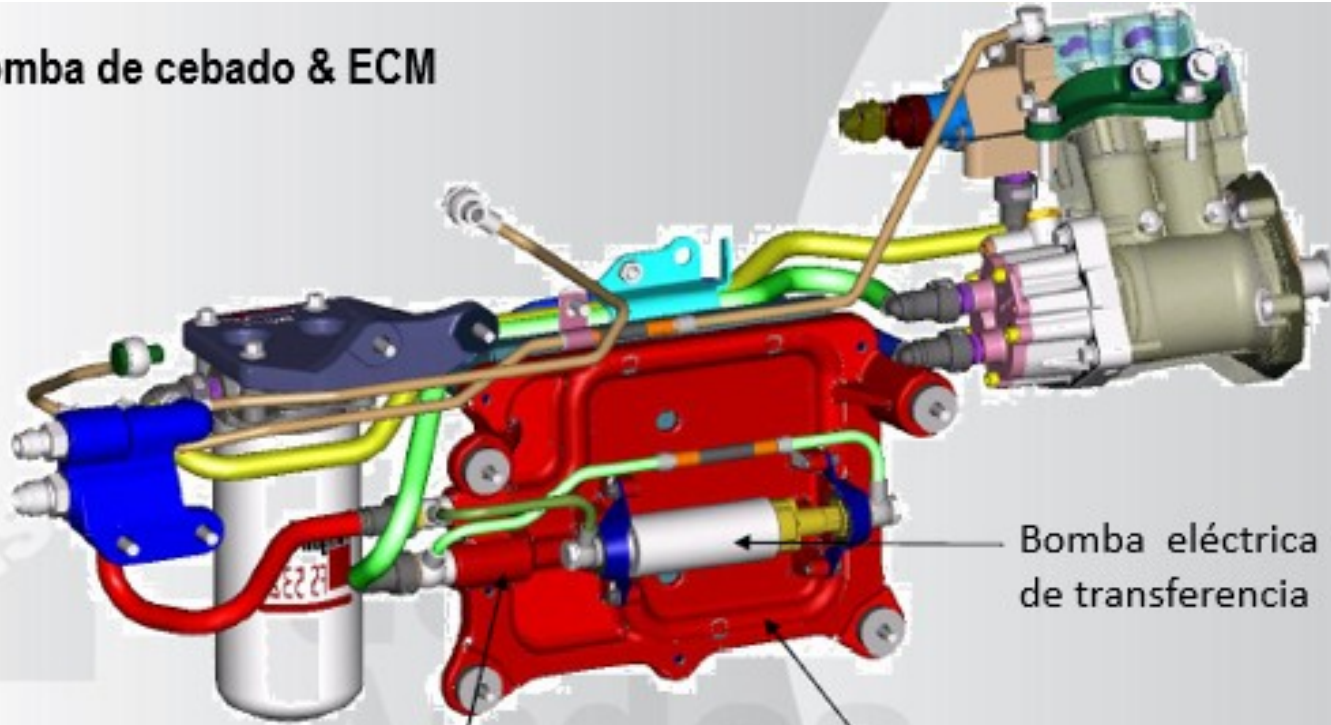


Low Pressure System



Sistema Riel Común

Bomba de cebado & ECM



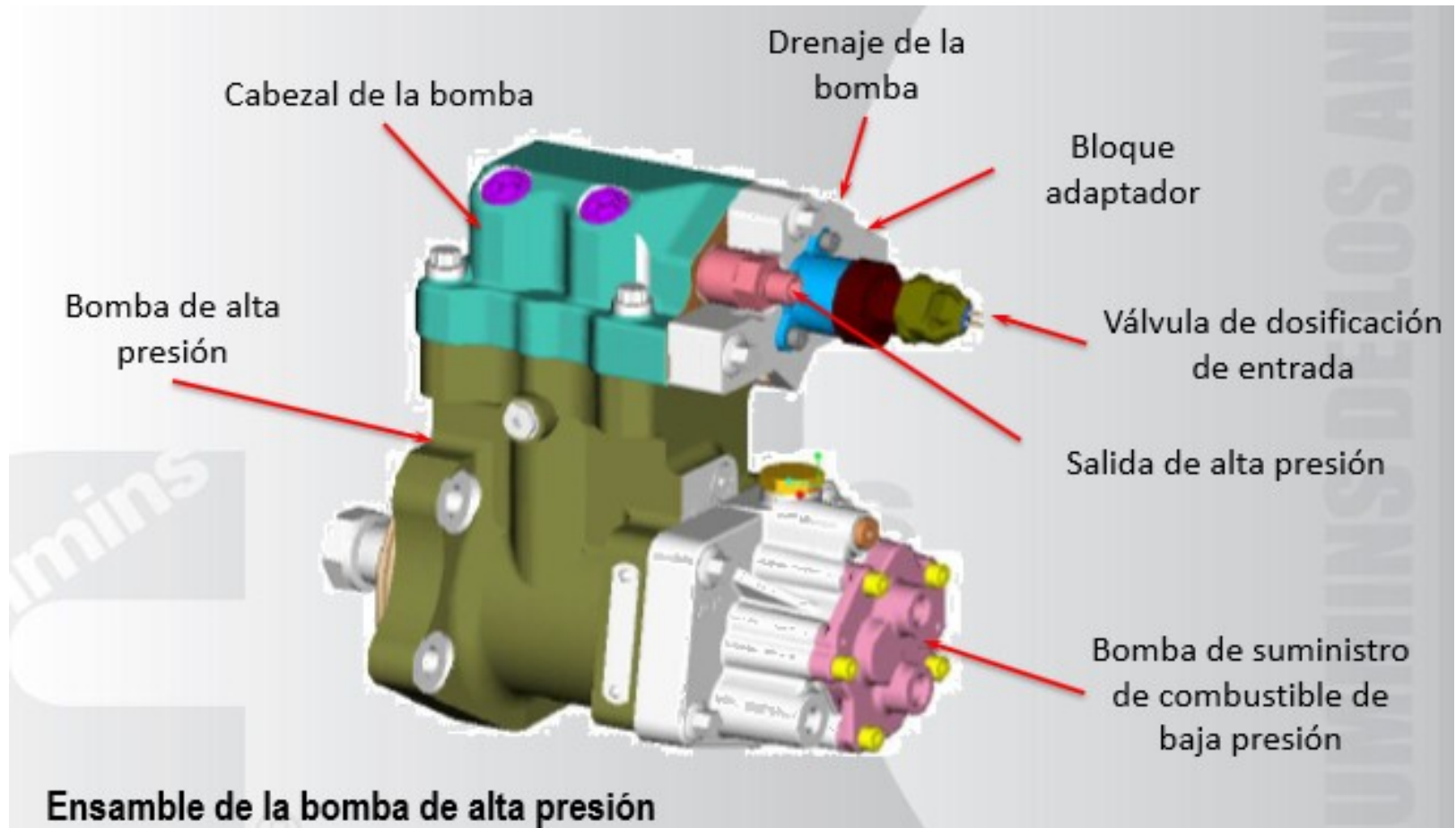
Bomba eléctrica de transferencia

Placa de enfriamiento del ECM

Válvula check de la bomba de transferencia

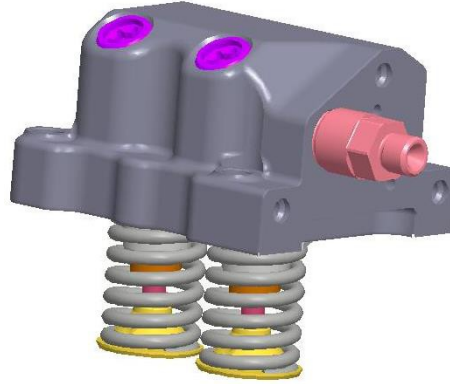


Sistema Riel Común

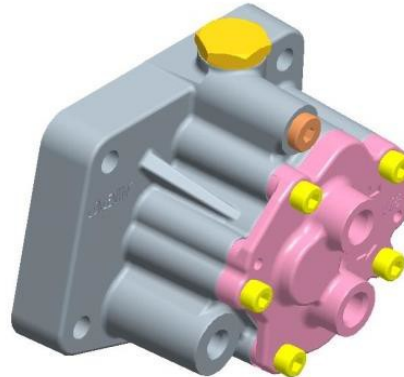


Sistema Riel Común

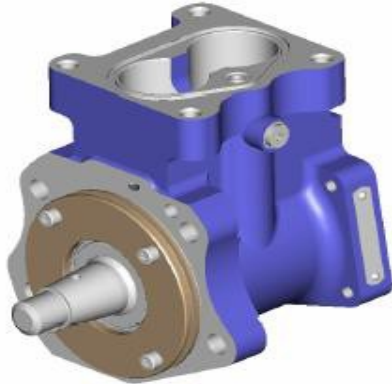
Ensamble del cabezal



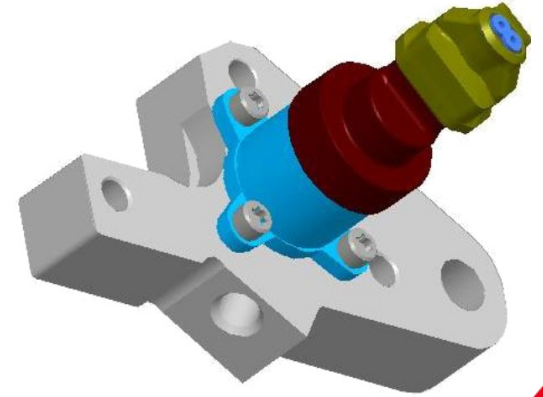
Bomba de engranes/LPP



Ensamble de la carcasa de levas



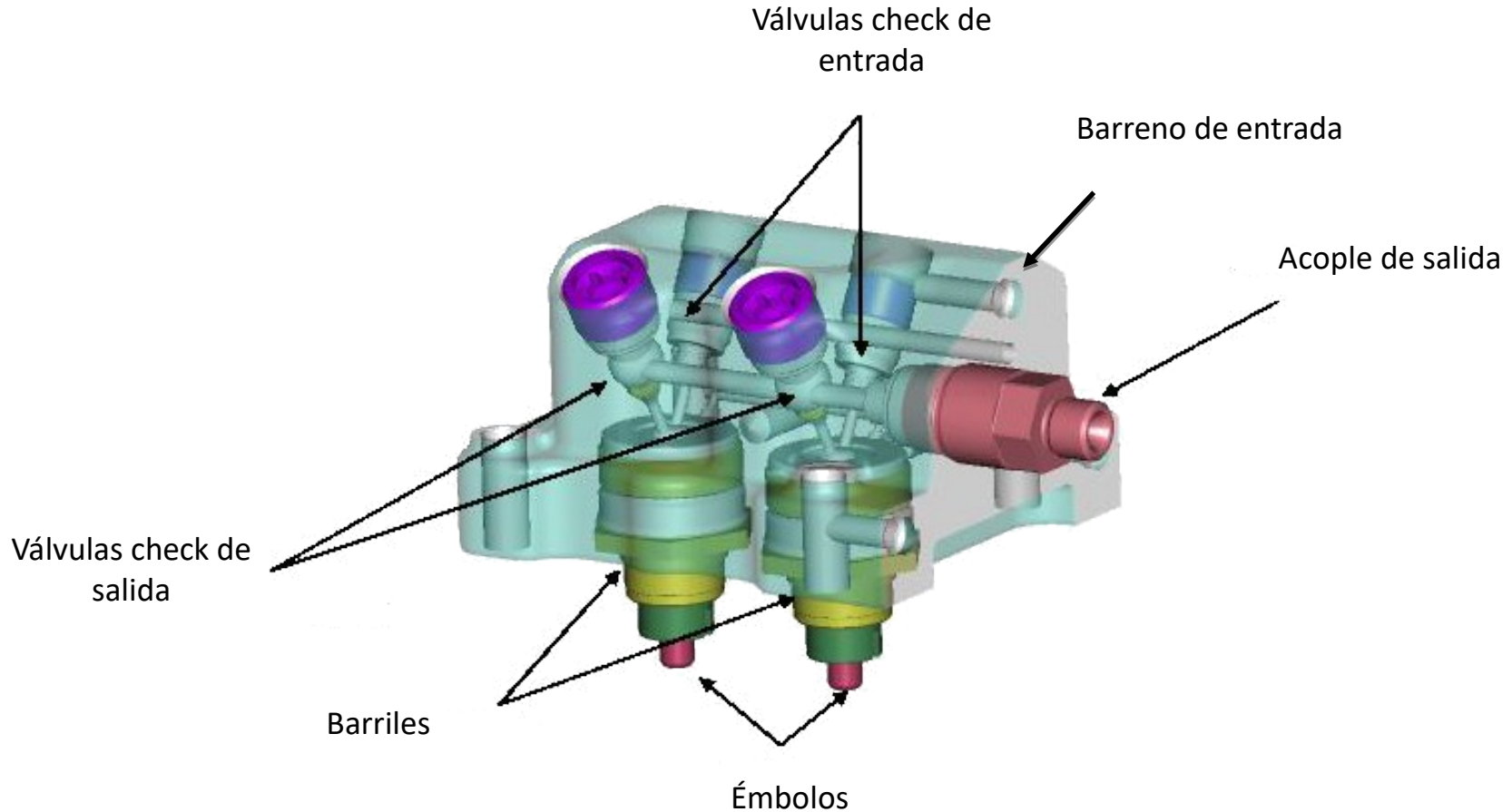
Ensamble IMV



Módulos de la bomba de alta presión

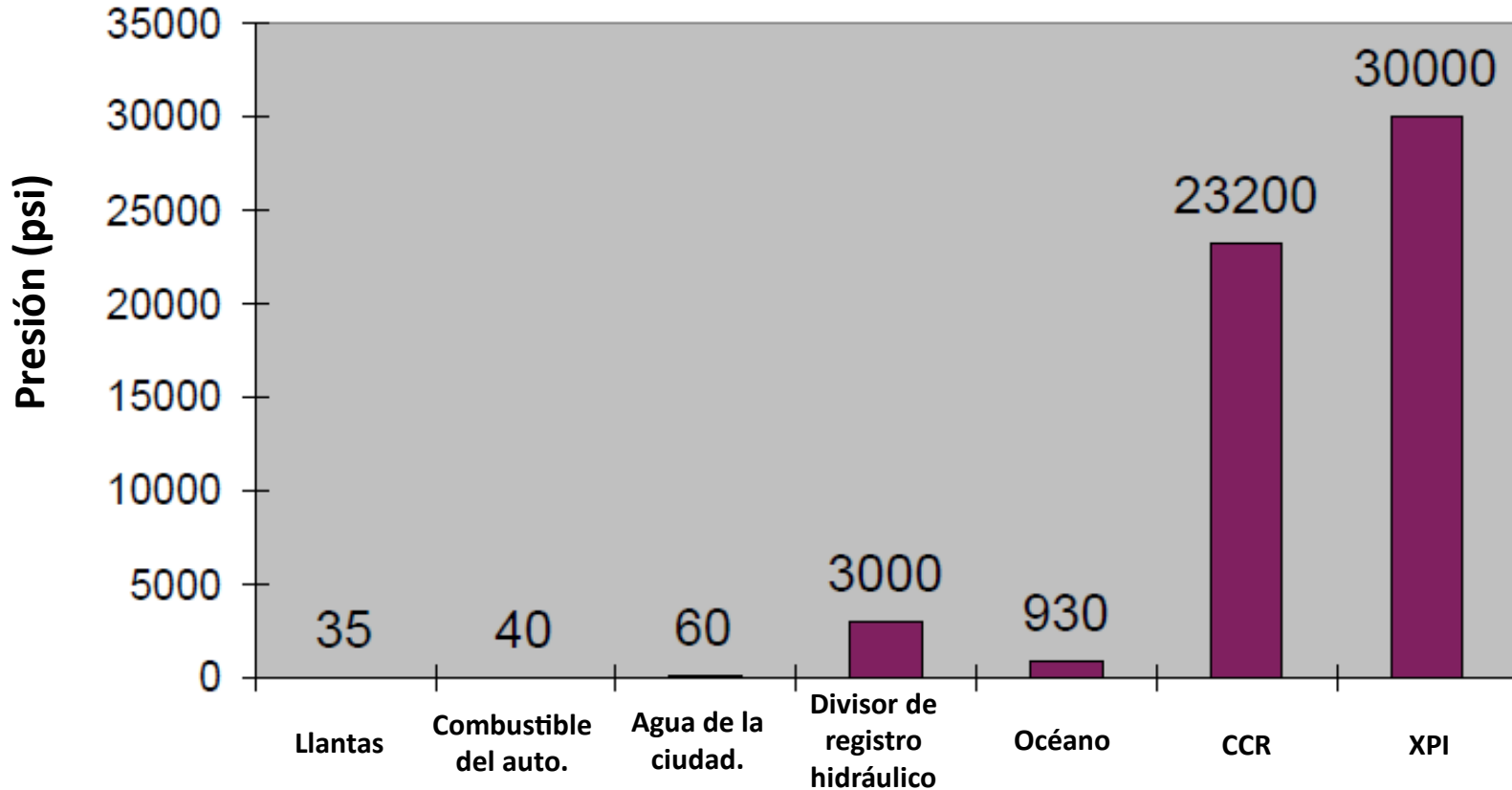


Sistema Riel Común



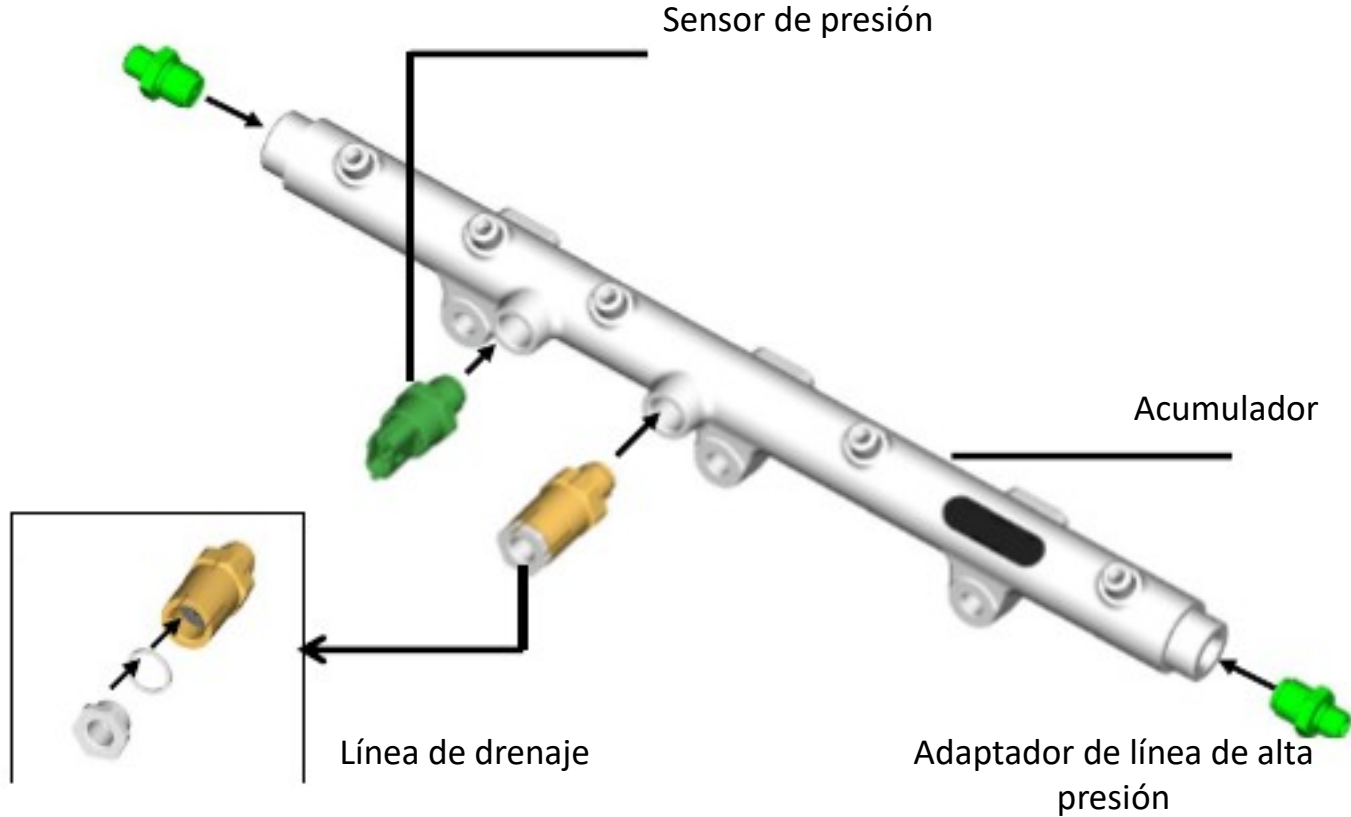
Sistema Riel Común

Presiones

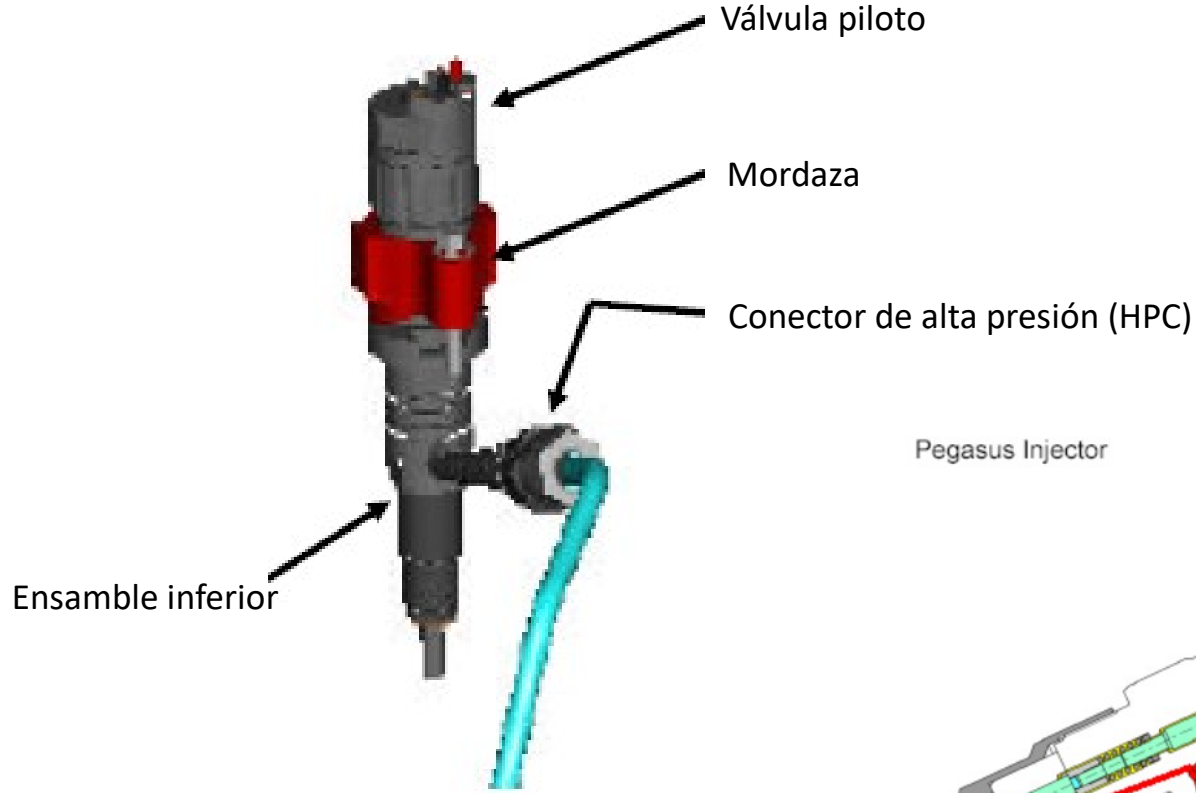


Sistema Riel Común

Acumulador (riel común)



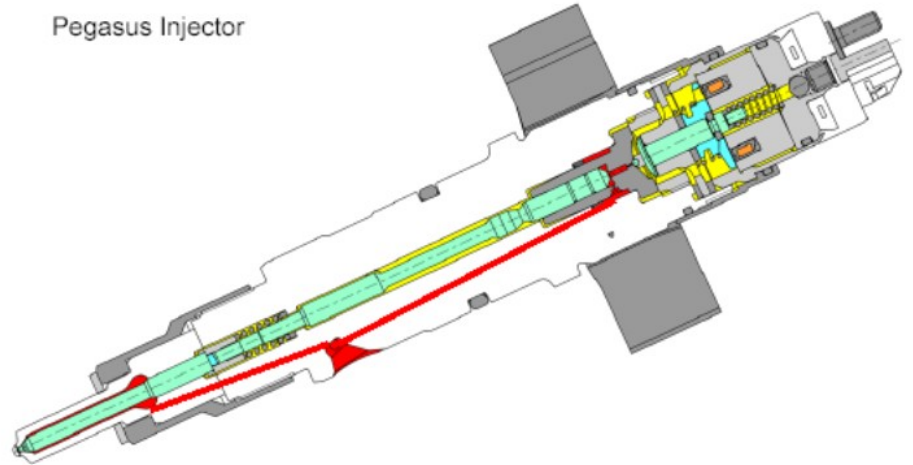
Sistema Riel Común



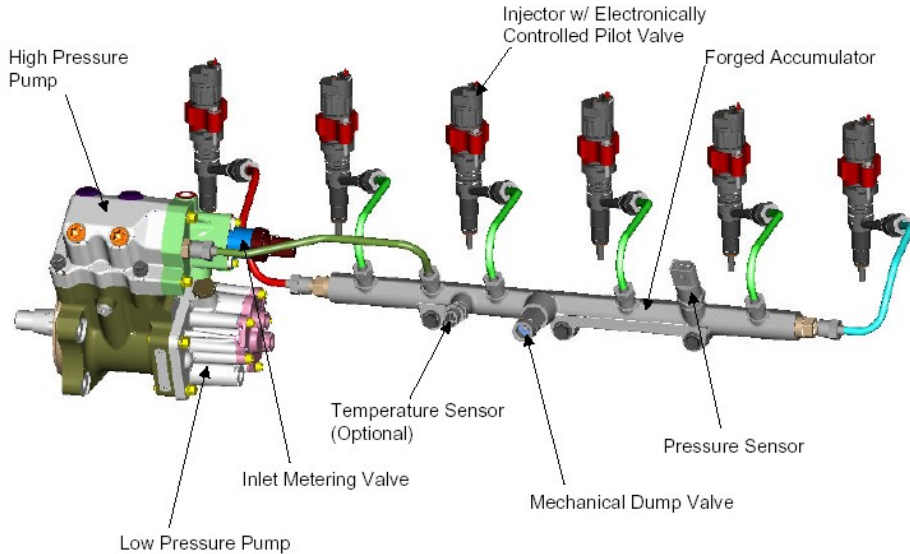
Inyectores

BOSCH

Pegasus Injetor

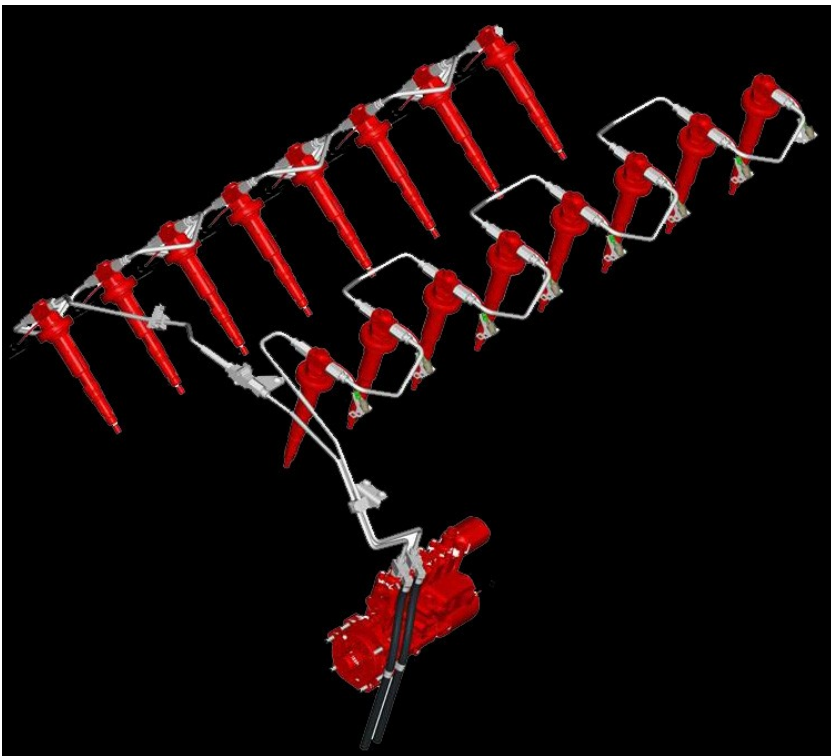
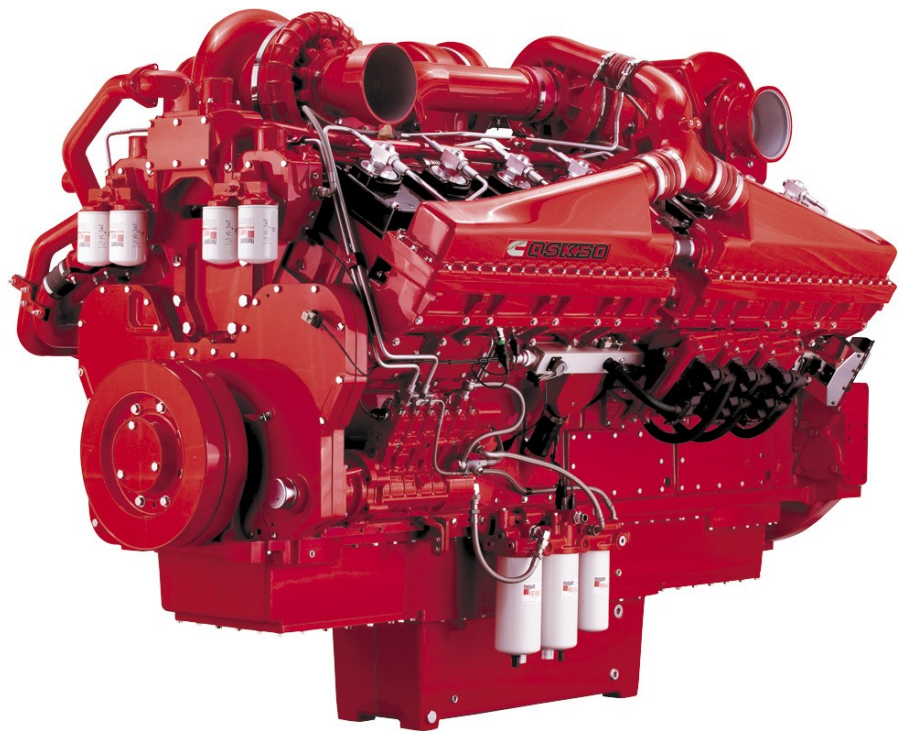


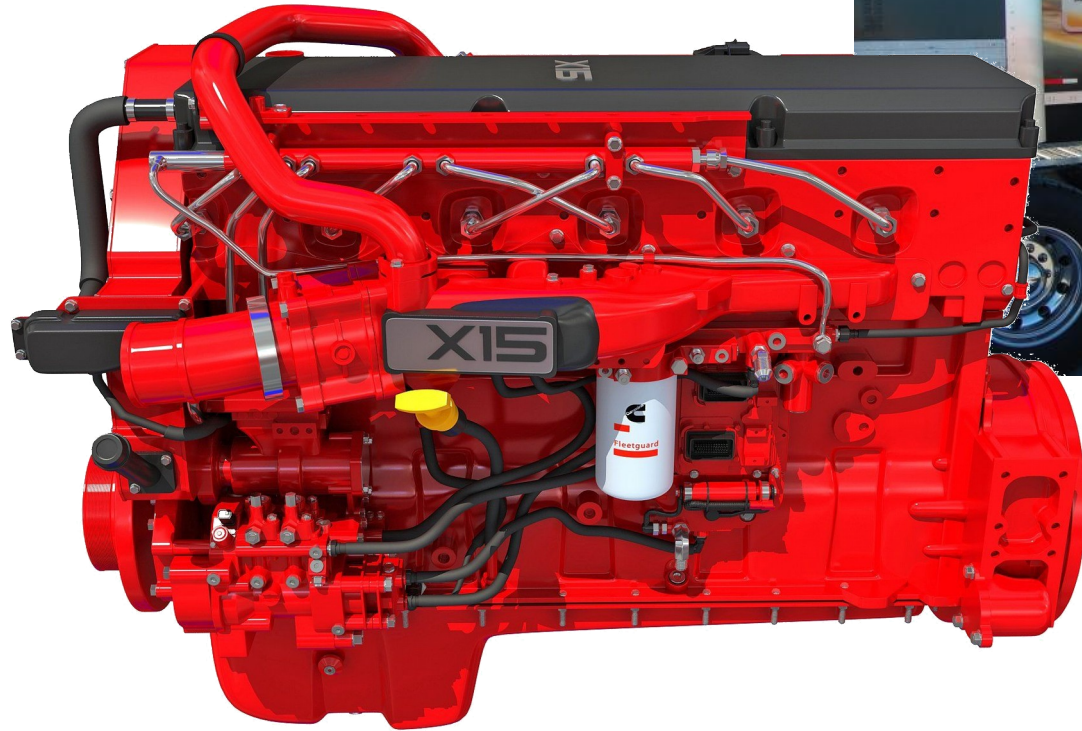
Sistema Riel Común



- **Sistema de inyección electrónico**
- **HPCR (Riel Común de Alta Presión)**
- **Caudal y presión manejados por el ECM mediante bomba de inyección y riel de acumulación de presión de combustible.**
- **Presión manejada por el ECM mediante sensores**
- **Inyección realizada en la cámara por medio de sistema eléctrico directo al inyector.**
- **Presiones de inyección superiores a 30.000 psi.**

Sistema MCRS (Modular Common Rail System)

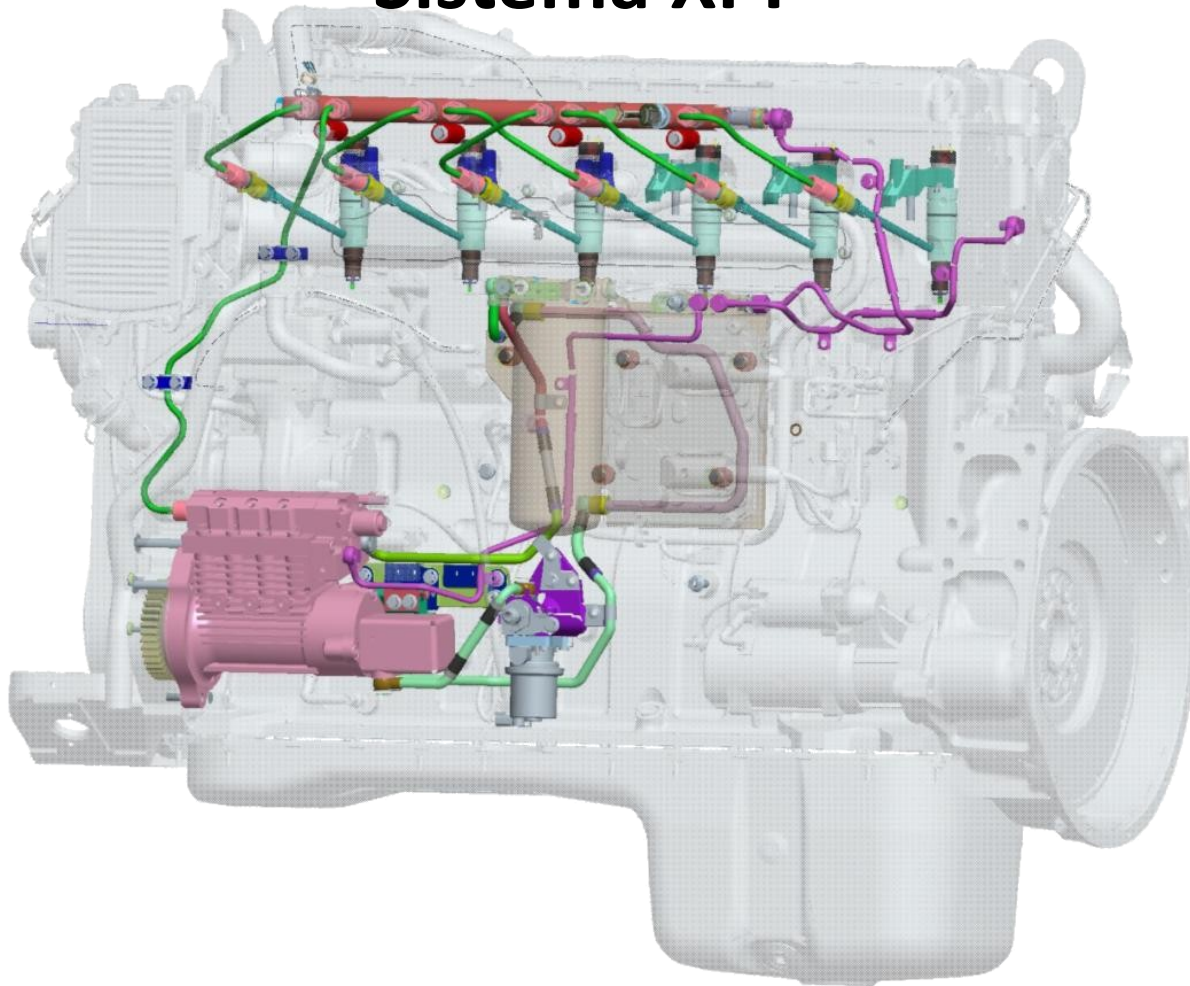




Sistema XPI



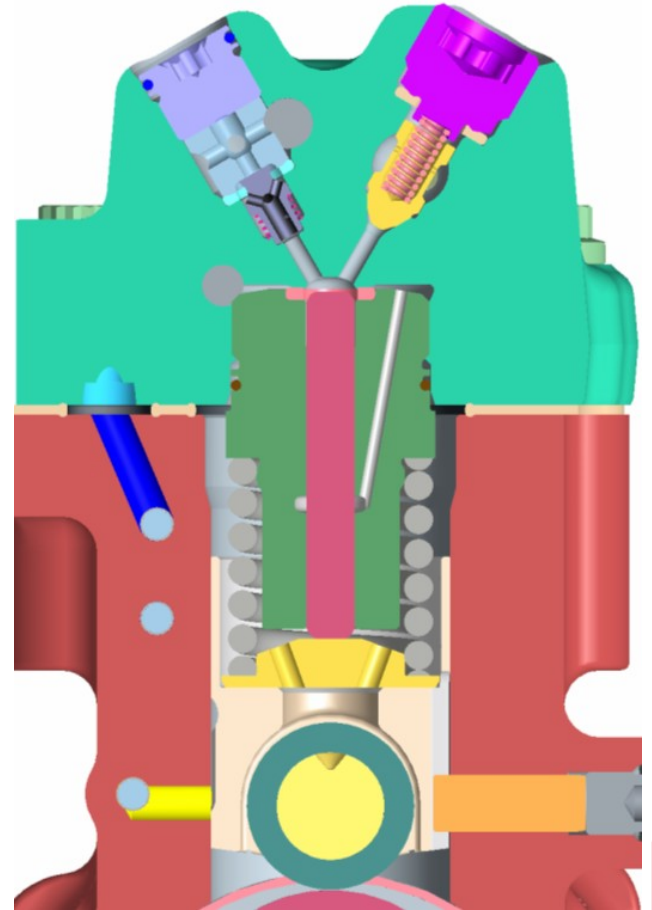
Sistema XPI



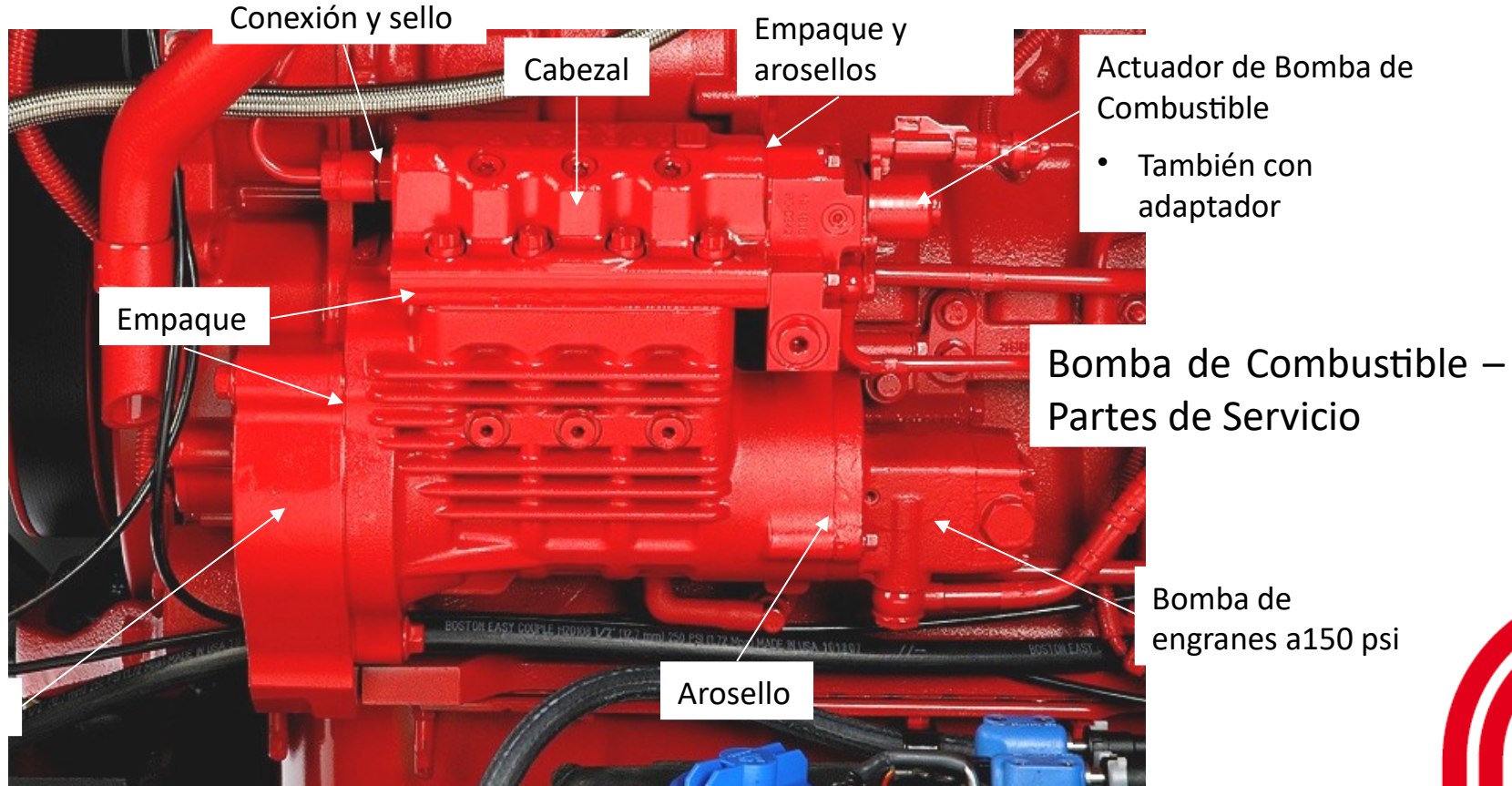
Sistema XPI



Sistema XPI



Sistema XPI

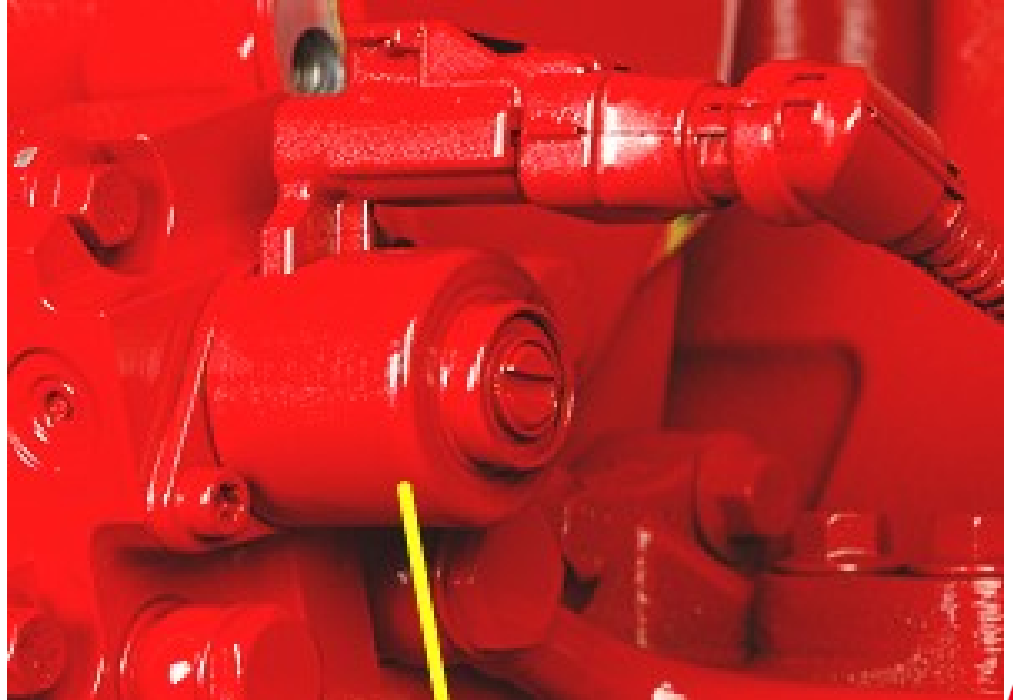


* - se necesita herramienta para instalarlo.

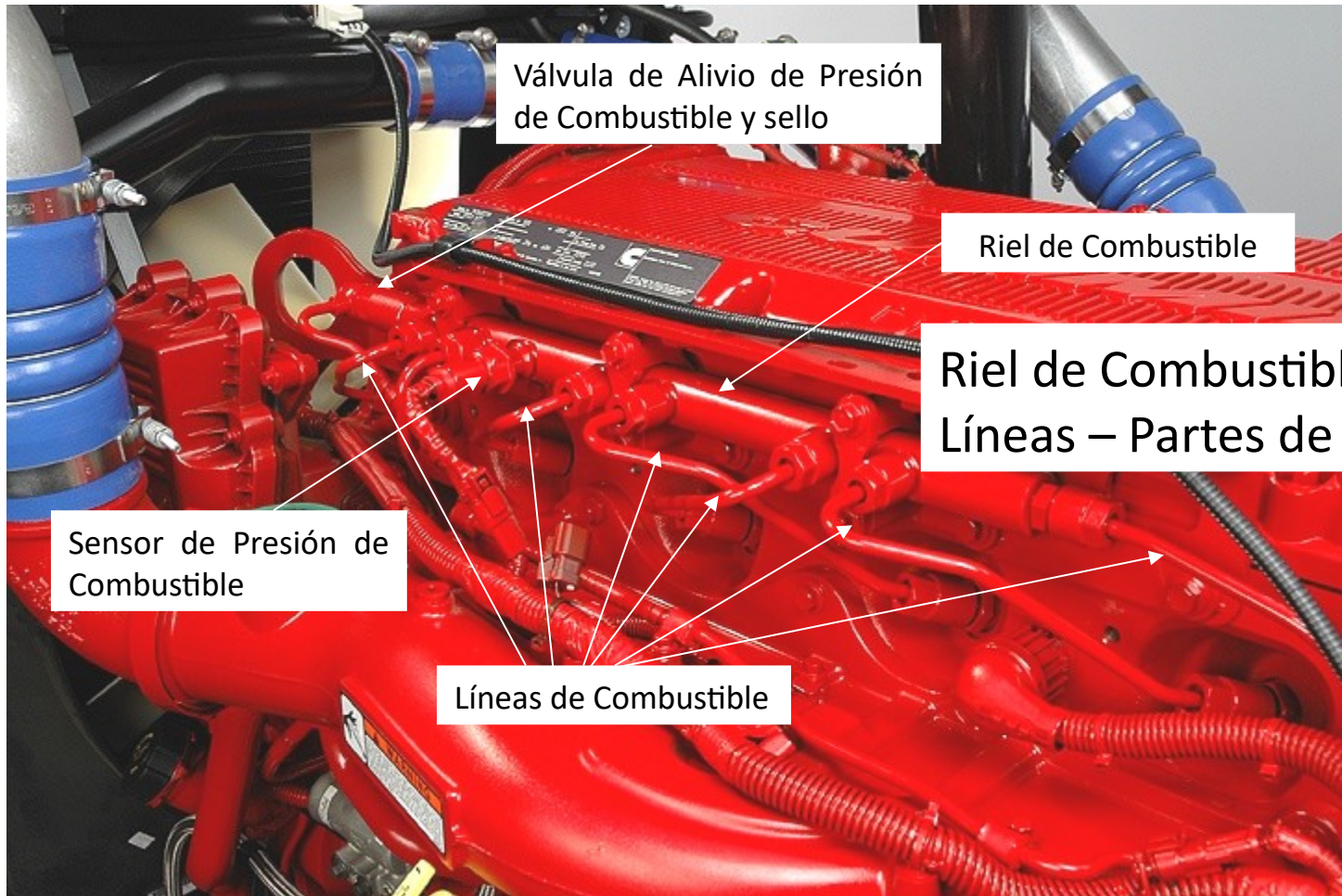


Sistema XPI

El actuador de la bomba de combustible es una válvula normalmente abierta que opera por señal PWM y regula la entrada de combustible a las cámaras de alta presión.



Sistema XPI



Válvula de Alivio de Presión de Combustible y sello

Riel de Combustible

Riel de Combustible y Líneas – Partes de Servicio

Sensor de Presión de Combustible

Líneas de Combustible



Sistema XPI

Inyector – Partes de Servicio



Arosello

Sello de Combustión



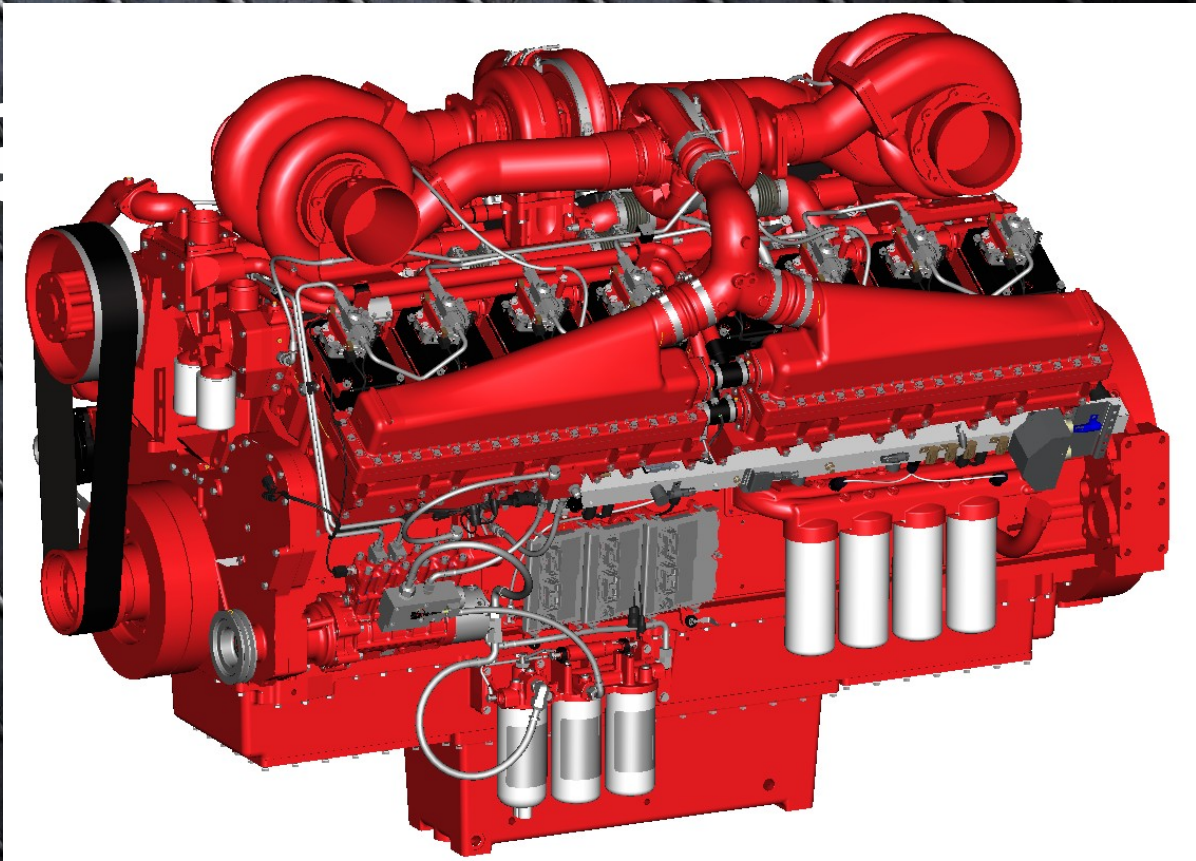
Sistema XPI

Conector de Combustible (Montado a la Cabeza) – Partes de Servicio

Arosello



¿Preguntas?





Gracias