

MODELO DIDACTICO SECCIONADO DE INYECTORES DE RIEL COMUN

EDISON JHOANY BARBOSA TAUTIVA
DANIEL LEONARDO GÓMEZ SANDOVAL
JUAN DAVID MANJARRES LÓPEZ

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
BOGOTÁ
2014

MODELO DIDACTICO SECCIONADO DE INYECTORES DE RIEL COMUN

EDISON JHOANY BARBOSA TAUTIVA
DANIEL LEONARDO GÓMEZ SANDOVAL
JUAN DAVID MANJARRES LÓPEZ

Trabajo de grado para optar el título de
Tecnólogo en mecánica automotriz

Asesor

ARMANDO ALFREDO HERNÁNDEZ MARTIN
Ingeniero Mecánico

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
BOGOTA

2014

Nota De Aceptación

Aprobado por la facultad de Ingeniería Mecánica y el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Escuela Colombiana De Carreras Industriales (ECCI) para optar al título de Tecnólogo En Mecánica Automotriz.

Jurado

ARMANDO ALFREDO HERNÁNDEZ
MARTIN

Director

Bogotá, Mayo del 2014

DEDICATORIA.

A todos los docentes de la Escuela Colombiana De Carreras Industriales que acompañaron con sus conocimientos, dentro y fuera de clases, haciendo posible que nuestra formación profesional se resumiera en satisfacciones académicas e inquietudes insatisfechas en continua indagación.

A nuestros amigos y compañeros, quienes trabajaron con nosotros durante cinco cortos semestres poniendo lo mejor de su energía y perseverancia por el bien de nuestra formación profesional, compartiendo su confianza, tiempo, y momentos vividos durante esta etapa como estudiante de tecnología en mecánica automotriz.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo no habría sido posible sin la atribución directa o indirecta de personas a las que agradecemos por estar presentes en el proceso de su elaboración.

Le agradecemos al profesor Armando Alfredo Hernández Martín por manifestarnos su interés en dirigir nuestro trabajo de grado, por su confianza, colaboración y apoyo en este importante proceso de realización de la tesis.

Contenido

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | INTRODUCCION..... | 7 |
| 2. | DEFINICION DEL PROBLEMA | 8 |
| 3. | JUSTIFICACION | 9 |
| 4. | OBJETIVOS..... | 10 |
| 4.1 | Objetivo general..... | 10 |
| 4.2 | Objetivos generales. | 10 |
| 5. | MARCO TEÓRICO. | 11 |
| 5.1. | RIEL COMUN O COMMON-RAIL..... | 11 |
| | Concepto:..... | 11 |
| | Ventajas: | 11 |
| 5.2. | INYECTORES. | 12 |
| 5.3. | COMPONENTES IMPORTANTES EN EL SISTEMA DE INYECCION RIEL COMUN..... | 14 |
| 5.4. | INSTRUCTIVO O GUIA DE LABORATORIO..... | 15 |
| 5.5. | INYECTOR PIEZOELECTRICO. | 22 |
| 5.6. | INYECTOR RIEL COMUN MARCA DENSO..... | 24 |
| 5.7. | INYECTOR RIEL COMUN MARCA DELPHI..... | 27 |
| 5.8. | INYECTOR RIEL COMUN MARCA SIEMENS VDO | 28 |
| 5.9. | INYECTOR RIEL COMUN MARCA BOSCH | 29 |
| 5.10. | AVANCES EN TECNOLOGIA | 30 |
| 6. | DISEÑO METODOLOGICO..... | 34 |
| 6.1. | DISEÑO METODOLÓGICO PARA "CONOCIMIENTO DEL TEMA" Y PROCESO DE CORTE. | 34 |
| 6.2. | DISEÑO METODOLOGICO DE LA MAQUETA. | 35 |
| 6.3. | DISEÑO METODOLOGICO PARA DETALLES FINALES. | 36 |
| 7. | CONCLUSIONES..... | 38 |
| 8. | BIBLIOGRAFIA..... | 39 |
| 9. | ANEXOS | 40 |

1. INTRODUCCION

En el presente trabajo de grado se presentaran y analizaran los mecanismos propios de los inyectores de riel común. Aquí se presentan los componentes internos de estos inyectores, dando un análisis teórico donde se verán reflejadas las características tecnológicas y diferencias de las otras marcas y tamaños presentadas en el modelo didáctico

Gracias a los conocimientos adquiridos en los laboratorios de mecánica de la universidad y a las áreas de conocimiento contiguas al desarrollo general de este proyecto, se realiza el procedimiento de corte de cada uno de los inyectores utilizando la maquinaria necesaria, de este modo al tener el desglose de sus componentes internos se realiza el proceso de ensamble de estos componentes para nuevamente encajarlos entre las cavidades internas del inyector. Finalmente se podrá observar los inyectores armados en su totalidad con el corte seccionado a la pieza donde se pueden visualizar los mecanismos internos.

Además de lo anterior, es indispensable conocer los otros componentes que van incorporados al sistema de riel común, no con una profundización del tema pero si con una breve explicación de su funcionamiento e importancia ya que el objetivo principal de este proyecto es poder mostrar las características tanto internas como externas de los inyectores ubicados en el riel común de alta presión.

Se mostrará el procedimiento paso a paso de lo que se hizo para lograr obtener el proyecto culminado, este diseño es una parte fundamental de lo que se va dar a conocer. Por medio de la exposición visual, se podrá acceder al cuerpo del inyector muy fácilmente y se podrá conocer el funcionamiento que rige un inyector de riel común. Paralelo al modelo didáctico de exposición se facilitara una guía de laboratorio para profundizar mejor sobre el tema y dar un acompañamiento extra a las inquietudes que puedan tener los beneficiados de este proyecto.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Mostrar cómo trabaja un inyector de riel común por medio de la exposición de un modelo didáctico seccionado, en la cual se verán reflejadas las características tecnológicas de los inyectores y a su vez diferenciar algunas marcas de otras. Además de conocer y analizar cómo trabajan los componentes en su interior, a través de la realización de un corte superficial y calculado en el dispositivo para poder acceder visualmente en su interior. La culminación del proyecto podrá estar destinada como ayuda didáctica para el aprendizaje de los estudiantes y como herramienta de enseñanza para los docentes de tecnología en mecánica automotriz o de la facultad de ingeniería mecánica.

3. JUSTIFICACION

Este proyecto se realizará con el fin de observar y aprender como es el funcionamiento de los inyectores de riel común, mediante diferentes procesos que se le implementarán a dichos inyectores, logrando así de este modo la obtención de los resultados esperados, los cuales ya fueron mencionados anteriormente en la descripción del proyecto.

4. OBJETIVOS.

4.1 Objetivo general.

Realizar un modelo didáctico seccionado en el cual se explique detalladamente las características tecnológicas de los inyectores de riel común.

4.2 Objetivos generales.

- Poder diferenciar las distintas marcas de inyectores de riel común.
- Conocer los componentes internos de los inyectores al realizar el desmontaje.
- Dar a conocer el funcionamiento de cada marca de inyectores por medio del acceso visual que nos ofrece un modelo seccionado

5. MARCO TEÓRICO.

5.1. RIEL COMUN O COMMON-RAIL

El sistema de riel común es un sistema electrónico de inyección de combustible para motores diésel de inyección directa en el que la gasolina es aspirada directamente del depósito de combustible a una bomba de alta presión y ésta a su vez lo envía a un conducto común para todos los inyectores y por alta presión al cilindro.

Concepto: La idea esencial que rige el diseño es lograr una pulverización mucho mayor que la obtenida en los sistemas de bomba inyectora anteriores, para optimizar el proceso de inflamación espontánea de la mezcla que se forma en la cámara al inyectar la gasolina. Para ello se recurre a hacer unos orificios mucho más pequeños, dispuestos radialmente en la punta del inyector (tobera), compensando esta pequeña sección de paso con una presión mucho mayor.

Ventajas: La principal ventaja de este sistema es que permite controlar electrónicamente el suministro de combustible permitiendo así realizar hasta 5 pre-inyecciones antes de la inyección principal, con lo que conseguimos preparar la mezcla para una óptima combustión. Esto genera un nivel sonoro mucho más bajo y un mejor rendimiento del motor.

Actualidad: Actualmente, casi todos los automóviles nuevos fabricados en Europa con motor diésel incorporan riel común identificados bajo distintas siglas según el fabricante (CRDI, CDTI, HDI, JTD, DCI, DTI, HDi TDCI, actualmente se empieza a incorporar en todos los TDI. Bosch, Siemens, Delphi y Denso son los fabricantes más importantes de estos sistemas. Entre los sistemas mencionados existen diferencias considerables en cuanto a la regulación de la presión y el funcionamiento eléctrico de los inyectores, pero básicamente se rigen por la misma forma de trabajo mecánico.¹

¹ *Common-rail* [en línea]. Wikipedia: 17 jun 2014. [Consulta: 14 noviembre 2013]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Common-rail>

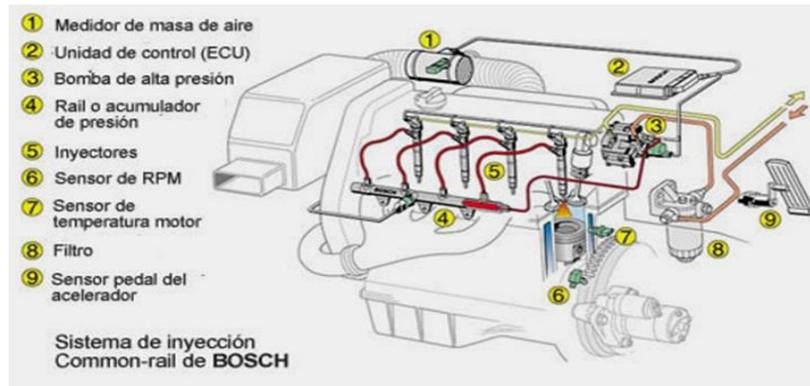


Ilustración1. Sistema de inyección Riel común BOSCH. Ubicación. <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/14987784/Motor-Diesel-Sistema-Riel-Comun.html>



Ilustración 1. Conjunto Riel común de alta presión. Ubicación. <http://html.rincondelvaqo.com/alimentacion-y-combustion-en-motores-alternativos.html>

5.2. INYECTORES.

El inyector utilizado en los sistemas riel común se activan de forma eléctrica a diferencia de los utilizados en sistemas que utilizan bomba rotativa que inyectan de forma mecánica. Con esto se consigue más precisión a la hora de inyectar el combustible y se simplifica el sistema de inyección.

Esquema de un inyector:

1. Retorno de combustible a deposito
2. Conexión eléctrica
3. Electroválvula
4. Muelle
5. Bola de válvula
6. Estrangulador de entrada
7. Estrangulador de salida
8. Embolo de control de válvula
9. Canal de afluencia
10. Aguja del inyector
11. Entrada de combustible a presión
12. Cámara de control.

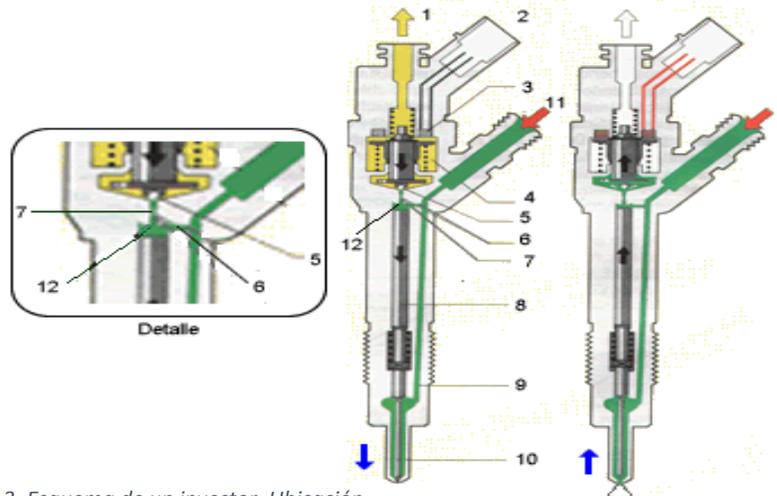


Ilustración 3. Esquema de un inyector. Ubicación.

http://www.aficionadosalamecanica.net/common_rail5.htm

Estructura: La estructura del inyector se divide en tres bloques funcionales: El inyector de orificios, el servo-sistema hidráulico y la electroválvula.

Funcionamiento: El combustible a alta presión procedente del rail entra por "11" al interior del inyector para seguir por el canal de afluencia "9" hacia la aguja del inyector "10", así como a través del estrangulador de entrada "6" hacia la cámara de control "12". La cámara de control "12" está unida con el retorno de combustible "1" a través del estrangulador de salida "7" y la electroválvula "3".

Cuando la electroválvula "3" no está activada el combustible que hay en la cámara de control "12" al no poder salir por el estrangulador de salida "7" presiona sobre el embolo de control "8" que a su vez aprieta la aguja del inyector "10" contra su asiento por lo que no deja salir combustible y como consecuencia no se produce la inyección.

Cuando la electroválvula esta activada entonces se abre y deja paso libre al combustible que hay en la cámara de control. El combustible deja de presionar sobre el embolo para irse por el estrangulador de salida hacia el retorno de combustible "1" a través de la electroválvula. La aguja del inyector al disminuir la fuerza del embolo que la apretaba contra el asiento del inyector, es empujada hacia arriba por el combustible que la rodea por lo que se produce la inyección. Como se ve la electroválvula no actúa directamente en la inyección sino que se sirve de un servomecanismo hidráulico encargado de generar la suficiente fuerza para mantener cerrada la válvula del inyector mediante la presión que se ejerce sobre la aguja que la mantiene pegada a su asiento.

El caudal de combustible utilizado para las labores de control dentro del inyector retorna al depósito de combustible a través del estrangulador de salida, la electroválvula y el retorno de combustible "1". Además del caudal de control existen caudales de fuga en el alojamiento de la aguja del inyector y del embolo. Estos caudales de control y de fugas se conducen otra vez al depósito de combustible, a través del retorno de combustible "1" con una tubería colectiva a la que están acoplados todos los inyectores y también la válvula reguladora de presión.

La función del inyector puede dividirse en cuatro estados de servicio, con el motor en marcha y la bomba de alta presión funcionando.

- Inyector cerrado (con alta presión presente):
- El inyector abre (comienzo de inyección)
- Inyector totalmente abierto.
- El inyector cierra (final de inyección).²

5.3. COMPONENTES IMPORTANTES EN EL SISTEMA DE INYECCION RIEL COMUN.

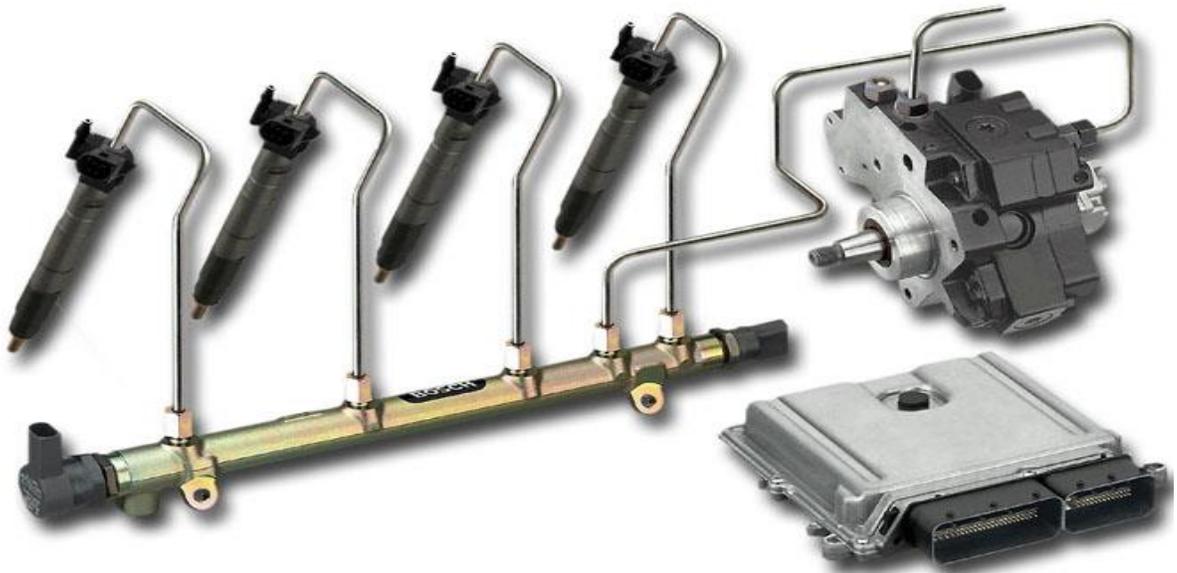


Ilustración 4. Inyectores piezoeléctricos marca BOSCH, Common rail de alta presión, válvula reguladora de presión, bomba inyectora y la ECU por sus siglas en inglés (engine control unit). Ubicación. <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/14028130/Potencia-al-Milimetro---inyectores-piezoelctrico.html>

² Estructura y función de los componentes [en línea]. Aficionados a la mecánica: Dani meganeboy. 2014. [Consulta: 14 noviembre 2013]. Disponible en: http://www.aficionadosalamecnica.net/common_rail5.htm

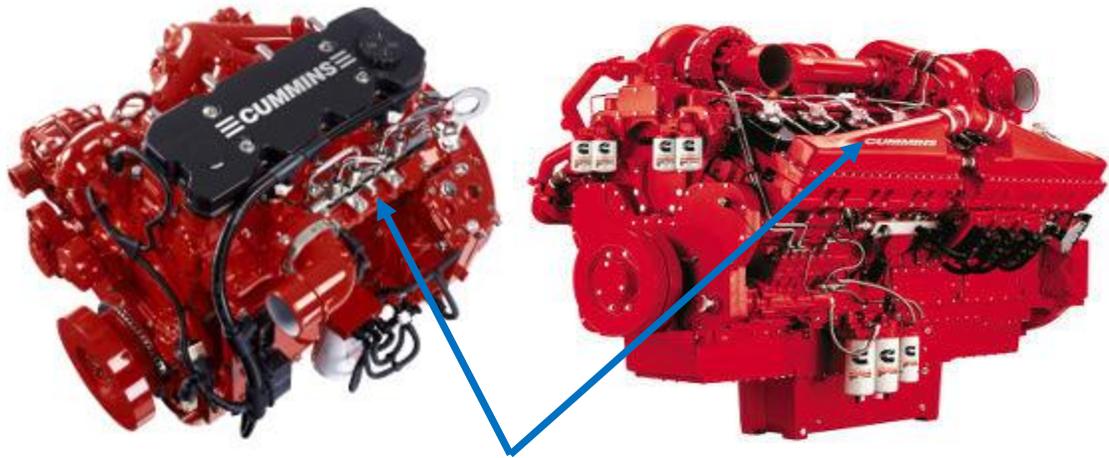


Ilustración 5. Sistema riel común en Cummins. Ubicación. <http://www.directindustry.com/prod/cummins-inc/common-rail-diesel-engines-28678-484792.html>

5.4. INSTRUCTIVO O GUIA DE LABORATORIO.

RIEL COMUN O COMMON RAIL.

Historia:

En 1998 recibió el Premio "Paul Pietsch Preis" para Bosch y Fiat por el sistema Common Rail como innovación técnica para el futuro.

Este sistema fue desarrollado por el grupo industrial italiano Fiat Group, en el Centro Ricerche Fiat en colaboración con Magneti Marelli, filial del grupo especializada en componentes automovilísticos y electrónicos. La industrialización la llevó a cabo Bosch. El primer vehículo del mundo en equipar este sistema fue el Alfa Romeo 156 con motor JTD en 1997.

Actualmente, casi todos los automóviles nuevos fabricados en Europa con motor diésel incorporan common-rail identificados bajo distintas siglas según el fabricante (CRDI, CDTI, HDI, JTD, DCI, DTI, HDi TDCI, actualmente se empieza a incorporar en todos los TDI. Bosch, Siemens, Delphi y Denso son los fabricantes más importantes de estos sistemas. Entre los sistemas mencionados existen diferencias considerables en cuanto a la regulación de la presión y el funcionamiento eléctrico de los inyectores, pero básicamente se rigen por la misma forma de trabajo mecánico.

Desde 2003, los automóviles comercializados por Fiat Group Automobiles disponen de una variante más sofisticada del sistema common-rail denominada

MultiJet. Esta tecnología desarrollada y patentada por Magneti Marelli -(Grupo Fiat)- permite un mejor control de la mezcla con hasta cinco inyecciones diferentes por ciclo, lo que conlleva mejoras en los consumos, prestaciones y menor impacto ambiental. En 2009 se comenzaron a comercializar automóviles con MultiJet II, una segunda versión de este sistema con hasta 8 inyecciones, mejorando todos los parámetros de la anterior y sin tener que recurrir a filtros de partículas de escape, como en la gran mayoría del resto de marcas automotrices.

Concepto:

La idea esencial que rige el diseño es lograr una pulverización mucho mayor que la obtenida en los sistemas de bomba inyectora anteriores, para optimizar el proceso de inflamación espontánea de la mezcla que se forma en la cámara al inyectar la gasolina (principio básico del ciclo Diesel). Para ello se recurre a hacer unos orificios mucho más pequeños, dispuestos radialmente en la punta del inyector (tobera), compensando esta pequeña sección de paso con una presión mucho mayor.

Es esencialmente igual a la inyección multipunto de un motor de gasolina, en la que también hay un conducto común para todos los inyectores, con la diferencia de que en los motores diésel se trabaja a una presión mucho más alta.

Ventajas:

- La principal ventaja de este sistema es que se puede regular la presión en los inyectores en función de la carga motor, de una manera muy precisa, con que se obtiene una regulación del caudal óptima. Por ejemplo al circular el vehículo subiendo a 2000 rpm por una ligera pendiente, la necesidad de par motor y por tanto de potencia = par motor x rpm es mayor que cuando el vehículo circula a las mismas 2000 rpm cuando baja la pendiente. En los sistemas mecánicos anteriores de inyección por bomba, la presión era prácticamente la misma y había que variar el caudal mediante variación del tiempo de inyección actuando sobre el tiempo de compresión de la bomba inyectora.
- La óptima atomización del combustible por parte de los inyectores hidráulicos de mando electrónico, controlados por una centralita de inyección electrónica, y la alta presión a la que trabaja el sistema hacen que se aumente el par y por tanto la potencia en todo el rango de revoluciones,

se reduzca el consumo de combustible y se disminuya la cantidad de emisiones contaminantes, en especial los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono y los hidrocarburos sin quemar.

- Al no haber un mecanismo mecánico que rija cuándo se debe inyectar el combustible, se puede elegir libremente cuándo inyectar, incluso realizar varias inyecciones en un mismo ciclo. Esto permite la preinyección que se produce justo antes de la principal, aumentando la presión y temperatura dentro del cilindro, lo que mejora la combustión y disminuye el ruido característico de los diésel.³

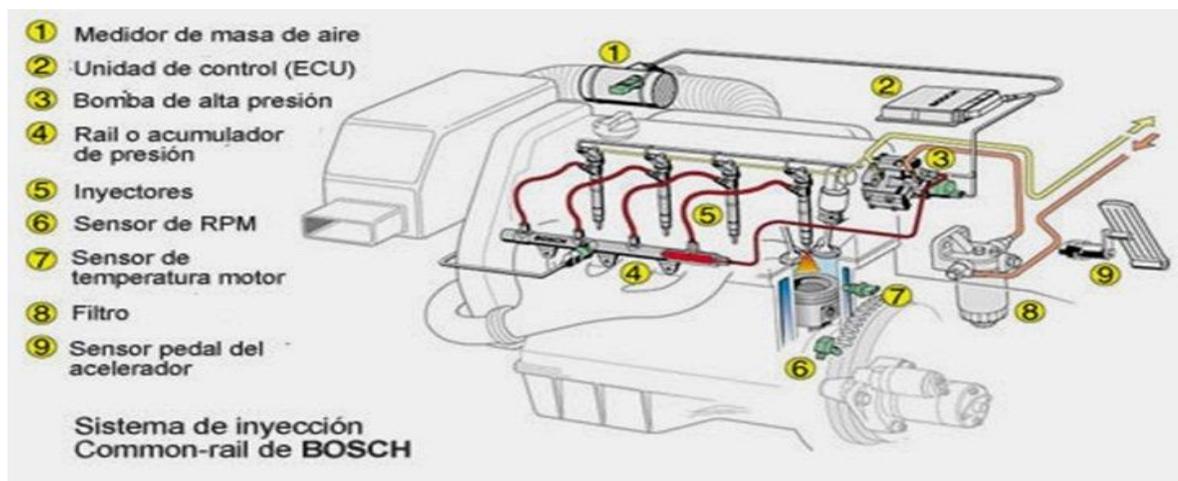


Ilustración 6. Sistema de inyección Riel común BOSCH. Ubicación. <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/14987784/Motor-Diesel-Sistema-Riel-Comun.html>

INYECTORES.

El inyector utilizado en los sistemas riel común se activan de forma eléctrica a diferencia de los utilizados en sistemas que utilizan bomba rotativa que inyectan de forma mecánica. Con esto se consigue más precisión a la hora de inyectar el combustible y se simplifica el sistema de inyección.

³ Common-rail [en línea]. Wikipedia: 17 jun 2014. [Consulta: 14 noviembre 2013]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Common-rail>

Esquema de un inyector de riel común.

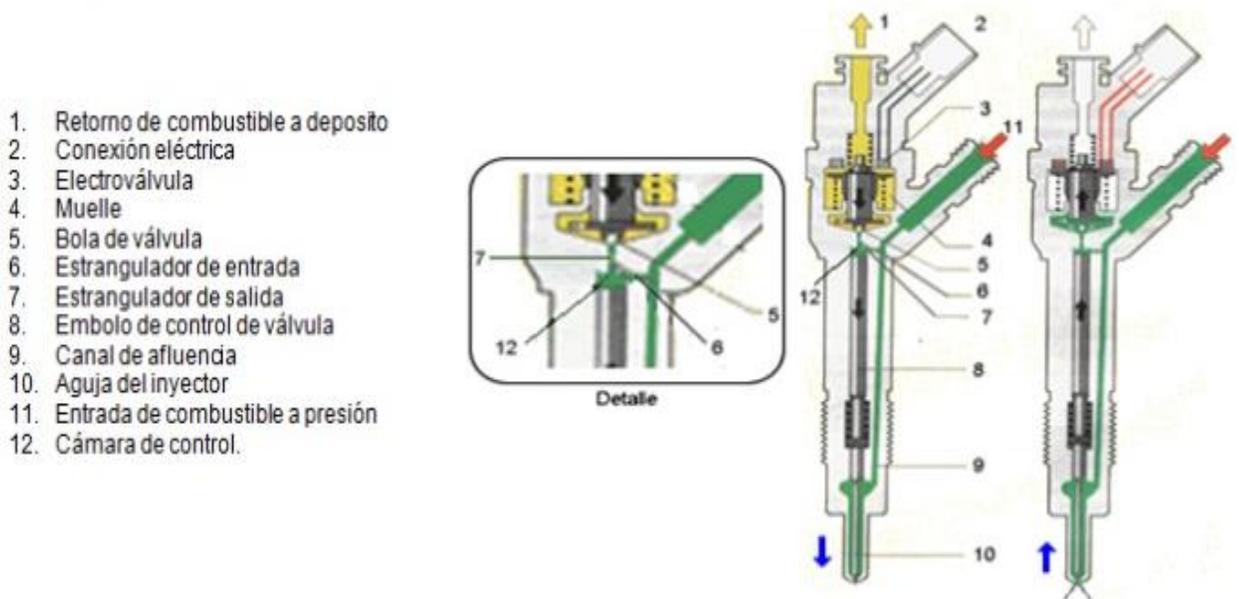


Ilustración 7. Esquema de un inyector. Ubicación. http://www.aficionadosalamecanica.net/common_rail5.htm

Estructura.

La estructura del inyector se divide en tres bloques funcionales:

- El inyector de orificios.
- El servosistema hidráulico.
- La electroválvula.

El combustible a alta presión procedente del rail entra por "11" al interior del inyector para seguir por el canal de afluencia "9" hacia la aguja del inyector "10", así como a través del estrangulador de entrada "6" hacia la cámara de control "12". La cámara de control "12" está unida con el retorno de combustible "1" a través del estrangulador de salida "7" y la electroválvula "3".

Cuando la electroválvula "3" no está activada el combustible que hay en la cámara de control "12" al no poder salir por el estrangulador de salida "7" presiona sobre el embolo de control "8" que a su vez aprieta la aguja del inyector "10" contra su asiento por lo que no deja salir combustible y como consecuencia no se produce la inyección.

Cuando la electroválvula esta activada entonces se abre y deja paso libre al combustible que hay en la cámara de control. El combustible deja de presionar

sobre el embolo para irse por el estrangulador de salida hacia el retorno de combustible "1" a través de la electroválvula. La aguja del inyector al disminuir la fuerza del embolo que la apretaba contra el asiento del inyector, es empujada hacia arriba por el combustible que la rodea por lo que se produce la inyección.

Como se ve la electroválvula no actúa directamente en la inyección sino que se sirve de un servomecanismo hidráulico encargado de generar la suficiente fuerza para mantener cerrada la válvula del inyector mediante la presión que se ejerce sobre la aguja que la mantiene pegada a su asiento.

El caudal de combustible utilizado para las labores de control dentro del inyector retorna al depósito de combustible a través del estrangulador de salida, la electroválvula y el retorno de combustible "1". Además del caudal de control existen caudales de fuga en el alojamiento de la aguja del inyector y del embolo. Estos caudales de control y de fugas se conducen otra vez al depósito de combustible, a través del retorno de combustible "1" con una tubería colectiva a la que están acoplados todos los inyectores y también la válvula reguladora de presión.

Funcionamiento.

La función del inyector puede dividirse en cuatro estados de servicio, con el motor en marcha y la bomba de alta presión funcionando.

- Inyector cerrado (con alta presión presente).
- El inyector abre (comienzo de inyección)
- Inyector totalmente abierto.
- El inyector cierra (final de inyección).

Si el motor no está en marcha la presión de un muelle mantiene el inyector cerrado.

- Inyector cerrado (estado de reposo): La electroválvula no está activada (estado de reposo) y por lo tanto se encuentra cerrado el estrangulamiento de salida que hace que la presión del combustible sea igual en la cámara de control que en el volumen de cámara de la tobera por lo que la aguja del inyector permanece apretado sobre su asiento en la tobera empujada (la aguja) por el muelle del inyector, pero sobre todo la aguja se mantiene cerrada porque la presión en la cámara de control y en el volumen de cámara de la tobera (que son iguales) actúan sobre áreas distintas. La primera actúa sobre el émbolo de control y la segunda sobre la diferencia de diámetros de la aguja, que es un área menor y por tanto la fuerza que empuja a la aguja contra el asiento es mayor que la fuerza en sentido

contrario, que tendería a abrirla. El muelle, aunque ayuda, aporta una fuerza muy pequeña.

- El inyector abre (comienzo de inyección): El inyector se encuentra en posición de reposo. La electroválvula es activada con la llamada corriente de excitación que sirve para la apertura rápida de la electroválvula. La fuerza del electroimán activado ahora es superior a la fuerza del muelle de válvula, y el inducido abre el estrangulador de salida. En un tiempo mínimo se reduce la corriente de excitación aumentada a una corriente de retención del electroimán más baja. Con la apertura del estrangulador de salida puede fluir ahora combustible, saliendo del recinto de control de válvula hacia el recinto hueco situado por encima, y volver al depósito de combustible a través de las tuberías de retorno. El estrangulador de entrada impide una compensación completa de la presión, y disminuye la presión en la cámara de control de válvula. Esto conduce a que la presión en la cámara de control sea menor que la presión existente en la cámara de la tobera. La presión disminuida en la cámara de control de la válvula conduce a una disminución de la fuerza sobre el émbolo de mando y da lugar a la apertura de la aguja del inyector. Comienza ahora la inyección. La velocidad de apertura de la aguja del inyector queda determinada por la diferencia de flujo entre el estrangulador de entrada y de salida.
- Inyector totalmente abierto: El émbolo de mando alcanza su tope superior y permanece allí sobre un volumen de combustible de efecto amortiguador. Este volumen se produce por el flujo de combustible que se establece entre el estrangulador de entrada y de salida. La tobera del inyector esta ahora totalmente abierta y el combustible es inyectado en la cámara de combustión con una presión que corresponde aproximadamente a la presión en el Rail. La distribución de fuerzas en el inyector es similar a la existente durante la fase de apertura.
- El inyector cierra (final de inyección): Cuando deja de activarse la electroválvula, el inducido es presionado hacia abajo por la fuerza del muelle de válvula y la bola cierra el estrangulador de salida. El inducido presenta una ejecución de dos piezas. Aunque el plato del inducido es conducido hacia abajo por un arrastrador, puede sin embargo moverse elásticamente hacia abajo con el muelle de reposición, sin ejercer así fuerza hacia abajo sobre el inducido y la bola.

Al cerrarse el estrangulador de salida se forma de nuevo en el recinto de control una presión como en el Rail, a través del estrangulador de entrada. Este aumento de presión supone un incremento de fuerza ejercido sobre el embolo de mando. Esta fuerza del recinto de control de válvula y la fuerza del muelle, superan ahora la fuerza del volumen de la cámara de tobera y se cierra sobre su asiento la aguja del inyector. La velocidad de cierre de la

aguja del inyector queda determinada por el flujo del estrangulador de entrada.⁴

LOGROS DE APRENDIZAJE

Evidenciar competencias en:

- Inspección visual del conjunto porta-inyector y tobera.
- Diagnóstico de componentes internos del inyector.
- Detallar el principio de funcionamiento de un inyector de riel común
- Conocer los estados de servicio y la aplicación de la bomba de alta presión.

PROCEDIMIENTO DE SERVICIO

- ✓ Seleccionar un inyector de riel común.
- ✓ Realizar el desmontaje de las piezas con la herramienta indicada.
- ✓ Tener en cuenta el orden de estos componentes.
- ✓ Una vez se tenga el desmontaje completo del inyector, proceder a verificar cada uno de los componentes internos y externos con la ayuda del modelo didáctico.

Realizar la inspección visual de los siguientes componentes:

- Válvula: la válvula tiene dos orificios, el agujero de entrada y el de salida.
- La tobera y la válvula: están alimentados por dos canales de presión.

Explicar el funcionamiento de:

- Orificios del conjunto tobera-válvula: el primer orificio tiene dos ductos de presión, uno alimenta a la tobera y el otro a la válvula. El segundo orificio ubicado en la parte superior de la válvula expulsa el exceso de combustible del sistema.

¿Dónde se originan fuerzas en el inyector?: una fuerza es causada por la presión del combustible en la tobera de la aguja y la otra fuerza es causada por el cambio de volumen en la cámara de la válvula.

⁴ *Estructura y función de los componentes* [en línea]. Aficionados a la mecánica: Dani meganeboy. 2014. [Consulta: 14 noviembre 2013]. Disponible en: http://www.aficionadosalamecanica.net/common_rail5.htm

¿Qué es lo que causa la apertura y cierre del inyector?: el cambio de volumen en la cámara de la válvula.

¿Qué sucede cuando se inyecta combustible?: la presión en la cámara de la válvula decrece ocasionando un cambio de posición en el embolo de la válvula.

Cuando la fuerza de la válvula se reduce. ¿Qué sucede?: el inyector se cierra.

¿Cuándo ocurre la apertura del inyector?: cuando se energiza el solenoide de la válvula.

La inyección piloto: es usada para reducir el ruido en la combustión.

Pre-inyección: permite distribuir mejor la combustión, considerada como la inyección principal.

Post-inyección: se usa para elevar más la temperatura de los gases de escape y de esta forma lograr reducir las emisiones de NOx (óxido nitroso).

PROYECTO DE AULA

Aplicaciones en la actualidad y consultar los requisitos para lograr un sistema de pulverización correcto.

Anotar las diferencias y semejanzas de un inyector mecánico a uno de riel común electrónico (anexar una ficha técnica por cada inyector).

5.5. INYECTOR PIEZOELECTRICO.

La operación de estos inyectores se realiza por un efecto llamado piezoeléctrico. El fenómeno piezoeléctrico consiste en un cristal de cuarzo que cambia de tamaño cuando se somete a un impulso eléctrico. Inversamente es capaz de generar un impulso eléctrico si se fuerza a cambiar deformándolo.

En estos inyectores, el solenoide que abría y cerraba la válvula para permitir el drenaje al retorno del diesel sobre el embolo, es remplazado por un elemento Piezoeléctrico.

El PCM (modulación por impulsos codificados) dispone del mecanismo en el interior del inyector que realiza las diferencias de presiones y el movimiento mecánico posibilitando así la salida de combustible al cilindro.

Para este fin el PCM envía sobre el piezoeléctrico una tensión inicial de unos 70 V por un tiempo de 0,2mseg. Ya en el interior, los cristales logran elevar este voltaje

a unos 140 V, esto toma otros 0,2 ms y se logra con una corriente de aprox. 7 Amp. A este proceso se lo llama tensión de carga y corriente de carga.

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

Para terminar el proceso de inyección es necesario colocar otro impulso de tensión final llamado tiempo de descarga; esto toma alrededor de otros 0,2 ms.

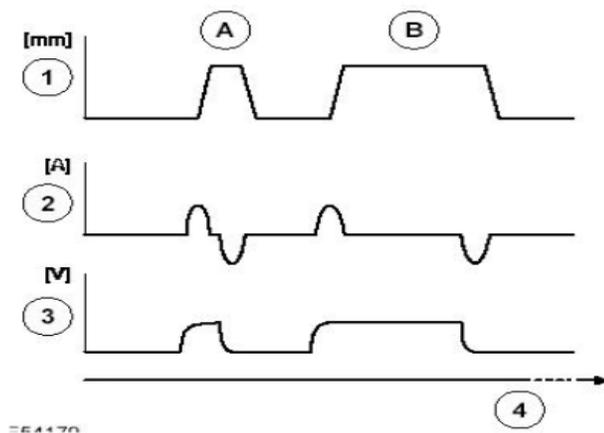
El elemento piezoeléctrico está formado por unas placas metálicas separadas por un dieléctrico de cuarzo, semejante a la construcción de un condensador de placas planas.⁵



Ilustración 8. Representación del piezoeléctrico de un inyector Diesel. Ubicación: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/140-funcionamiento-de-inyectores-piezoelectricos.html>

Los inyectores piezoeléctricos son particularmente indicados para los equipos de inyección common-rail y también para los motores que traen una bomba inyectora por cilindro, donde la presión máxima de inyección llega a los 2.000 bar.

⁵ *Funcionamiento de inyectores piezoeléctricos* [en línea]. CISE electrónica: Fernando Augeri. 2011. [consulta: 2 Julio 2014]. Disponible en: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/140-funcionamiento-de-inyectores-piezoelectricos.html>



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

Ilustración 9. Relación de corriente, voltaje y desplazamiento de la aguja del inyector. Ubicación: http://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/inyectores_piezoelctricos1.pdf

Se puede apreciar que existe una pre-inyección y una inyección principal, si se analiza la gráfica de la corriente se identifica que es necesario realizar una descarga de la corriente acumulada en el piezoeléctrico para lograr que este se contraiga y pare la inyección.

5.6. INYECTOR RIEL COMUN MARCA DENSO

Denso es otro de los clásicos en la fabricación de sistemas de inyección y como tal también ha evolucionado hacia el Common Rail.

Sus componentes se montan fundamentalmente en la marca Toyota, pero Denso es una marca muy extendida en los fabricantes japoneses y en general asiáticos. También suministra sistemas Common Rail, para aplicaciones industriales.

En este caso también gracias a la tecnología de comprobación Nova Ditec, dan un servicio de máxima calidad en la reparación y comprobación de la marca Denso.

Desgraciadamente, para esta marca, apenas se suministran recambios, por no decir ningún recambio, por lo que en muchos casos es difícil su reparación y hay que limitarse a la comprobación.⁶

⁶ Sistema de inyección riel común DENSO [en línea]. Prezi: Mario Alberto Abarka. 2013. [consulta: 2 julio 2014]. Disponible en: <http://prezi.com/wictfk6nkchb/sistema-de-inyeccion-riel-comun-denso/>

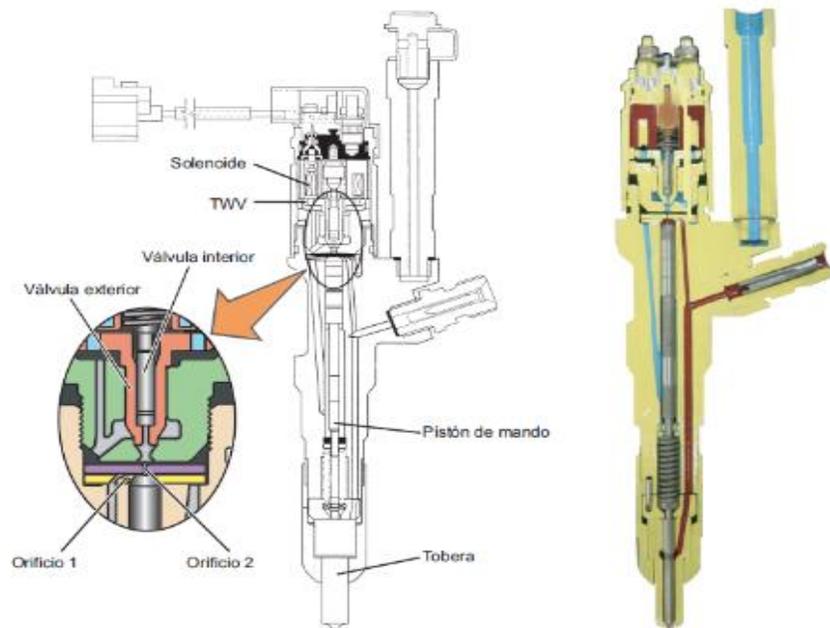


Ilustración 10. Inyector tipo X1. Ubicación: <http://prezi.com/wjctfk6nkchb/sistema-de-inyeccion-riel-comun-denso/>

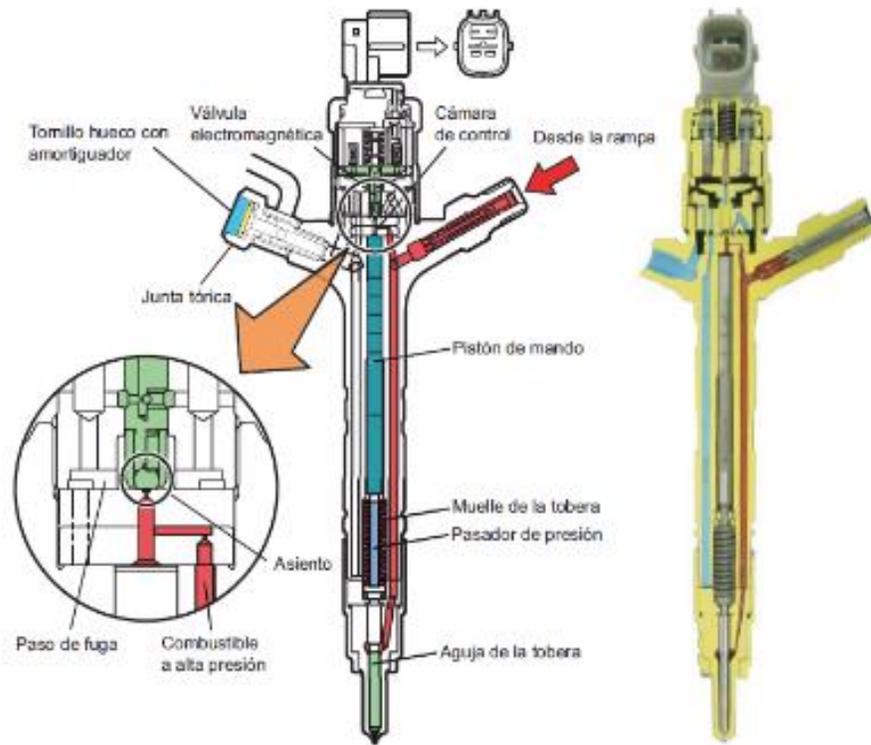


Ilustración 11. Inyector tipo X2. Ubicación: <http://prezi.com/wjctfk6nkchb/sistema-de-inyeccion-riel-comun-denso/>

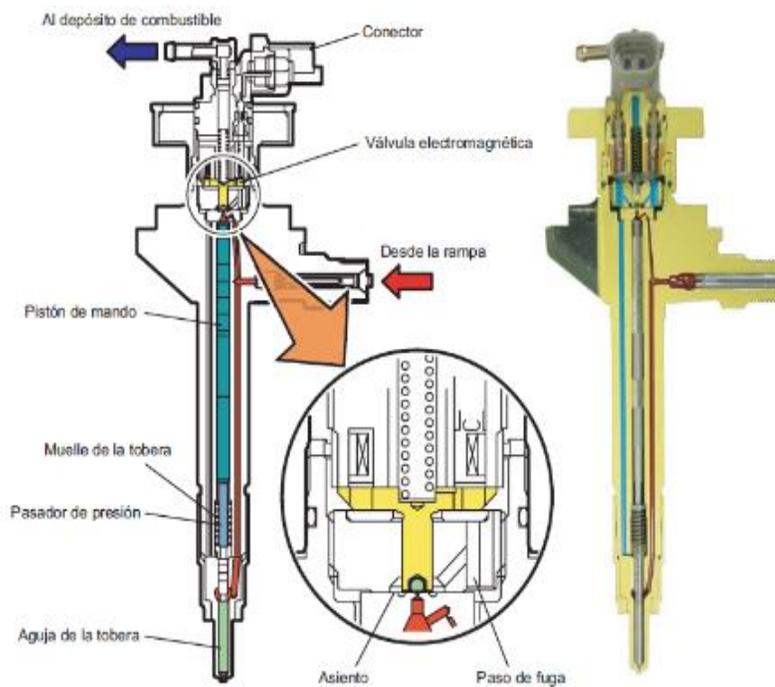


Ilustración 12. Inyector tipo G2. Ubicación: <http://prezi.com/wjctfk6nkchb/sistema-de-inyeccion-riel-comun-denso/>

5.7. INYECTOR RIEL COMUN MARCA DELPHI

El objetivo de combinar ambas tecnologías de inyección directa, siempre evolucionadas hasta el momento de forma paralela, ha sido el conseguir un compromiso entre reducción de elementos móviles, pérdidas de carga por el trabajo de la bomba de alta presión y una elevada presión de inyección que garantice el cumplimiento anticontaminación. De este modo se ha conseguido un diseño compacto y que no necesita de bombas auxiliares de trabajo.

La unión de ambas tecnologías promete mejorar la eficiencia de los motores diésel añadiendo mayores prestaciones, menores vibraciones y ruidos y un menor consumo.

Delphi como clásico suministrador de equipos de inyección diésel, comenzó a suministrar sistemas de Common Rail poco tiempo después que Bosch.

Está muy implantado en las marcas Renault y Ford, pero suministra a todos los fabricantes de automóviles.

En Electroinyección Coslada, gracias a la tecnología de comprobación Nova Ditex, dan un servicio de máxima calidad en la reparación y comprobación de componentes ajenos a Bosch.

Tanto las bombas de alta presión como los inyectores de Delphi son completamente reparables, ya que este fabricante también suministra recambios originales a tal efecto.

Los inyectores de Common Rail Delphi, debido a su estructura mecánica, requieren indispensablemente de una codificación que les permita adaptarse con la gestión electrónica que los maneja.⁷

⁷ *Reparación inyectores Common Rail Delphi* [en línea]. Taller de mecánica: 2014. [consulta: 2 julio 2014]. Disponible en: <http://www.talldemecanica.com/inyectores-de-coomon-rail/27-reparacion-inyectores-common-rail-delphi.html>

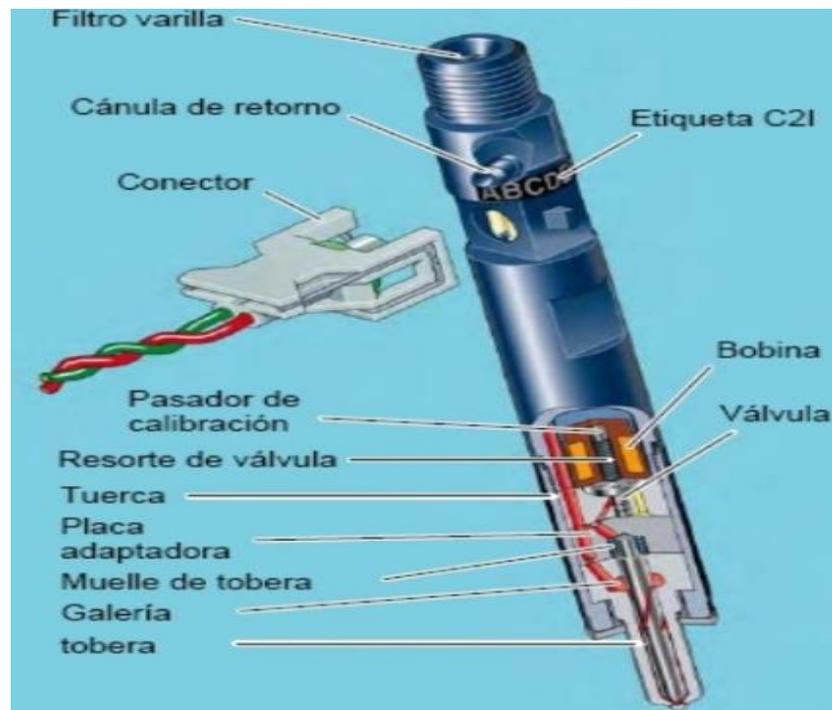


Ilustración 13. Inyector marca Delphi. Ubicación: <http://www.tallerdemecanica.com/inyectores-de-coomon-rail/27-reparacion-inyectores-common-rail-delphi.html>

5.8. INYECTOR RIEL COMUN MARCA SIEMENS VDO

Aunque todavía popularmente mencionados como Siemens, estos productos son hoy Continental después de la compra de la filial VDO. La firma VDO fabrica desde hace mucho tiempo componentes para el automóvil, pero siempre lo había hecho en el área de los motores de gasolina, y sobre todo, gestión electrónica.

Siemens comenzó a suministrar equipos de Common Rail en el año 2000 a Citroen/Peugeot. Las bombas de alta presión son muy parecidas a las Bosch, pero su característica fundamental es que siempre ha utilizado la tecnología piezoeléctrica para la activación de los inyectores. Las bombas de alta presión son del todo reparables y existe despiece y recambio original a tal efecto, al contrario que los inyectores que no pueden ser reparados.

Para la comprobación de los componentes de la marca Siemens utilizan los equipos Nova Ditex, garantizando así la calidad, servicio y eficacia.⁸

⁸ *Productos diésel y componentes del sistemas de inyección* [en línea]. Taller de mecánica: Coslada. Madrid. 2010. [consulta: 2 julio 2014]. Disponible en: <http://www.tallerdemecanica.com/taller-bosch/cursos/mercadodiesel/sistemascommonrail.html>

5.9. INYECTOR RIEL COMUN MARCA BOSCH

En los sistemas de inyección de Common Rail hay básicamente dos componentes, que tienen posibilidad de reparación; los inyectores y las bombas de alta presión.

En general todas las marcas presentes en el mercado del automóvil, turismo e industrial, tienen bombas de alta presión reparables.

Cuando hablamos de los inyectores de Common Rail la cosa cambia bastante.

Bosch es la marca que más implantada está, a la que nosotros representamos y la que más posibilidades de reparación ofrece. Tiene actualmente en el mercado una extensa gama de bombas de alta presión. Para turismos: CP1, CP1H, CP3 y CP4; para industriales CP2 Y CP3.

En cuanto a inyectores, hay dos tipos diferentes: de válvulas magnéticas y piezoeléctricas. Los comandados por válvula magnética son todos reparables 100%, los piezoeléctricos, solo permiten su comprobación.⁹



Ilustración 14. Desglose de las piezas externas e internas del inyector de riel común marca BOSCH. Ubicación: <http://www.tallerdemecanica.com/inyectores-de-coomon-rail/26-r.html>

⁹ *Productos diésel y componentes del sistemas de inyección* [en línea]. Taller de mecánica: Coslada. Madrid. 2010. [consulta: 2 julio 2014]. Disponible en: <http://www.tallerdemecanica.com/taller-bosch/cursos/mercadodiesel/sistemascommonrail.html>



Ilustración 15. Ejemplo de corte seccionado al inyector de riel común marca BOSCH. Ubicación: <http://www.tallerdemecanica.com/inyectores-de-coomon-rail/26-r.html>

5.10. AVANCES EN TECNOLOGIA

Con la adición de los nuevos sistemas F2e y F2p, la familia Delphi de sistemas F2 de riel común para vehículos comerciales, ahora combinan la flexibilidad en la administración de combustible de riel común con capacidad de presión alta y controlan la cantidad precisa de inyección en tres arquitecturas distintas. Los clientes pueden disfrutar de los beneficios de los sistemas de riel común, la distribución precisa de alta presión de combustible en todo el rango de velocidad, tiempo y carga, eligiendo una mejor trayectoria que optimiza el desempeño, empaque y costo en su aplicación específica de motor.

"Estos sistemas están diseñados para ser eficientes y precisos con capacidad elevada de presión de riel que disminuye la necesidad de dispositivos de escape de tratamiento posterior", señaló David Draper, director de Ingeniería de Trabajo Pesado, Delphi Diesel Systems. "El uso de la tecnología comprobada de inyección de Delphi habilita una alta eficiencia de bombeo, a la vez que disminuye la pérdida de potencia parásita que se asocia comúnmente con otros sistemas de alta presión menos optimizados. El resultado es un sistema robusto de combustible que se desempeña de forma confiable en la carretera por 1.6 millones de kilómetros o cerca de un millón de millas".

Los nuevos sistemas Delphi F2e y F2p mejoran la arquitectura convencional de riel común, para ofrecer a los clientes una forma fácil de aprovechar los beneficios de la eficiencia de esta tecnología.

La tecnología Delphi del sistema diesel de riel común de alta presión para trabajo pesado, es el primer sistema de riel común de alta presión en el mundo diseñado para integrarse totalmente en la cabeza del cilindro del motor, proporcionando un mayor desempeño en los motores EUI. Diseñados para operar desde el árbol de levas en cabeza, los elementos de bombeo F2e ofrecen un sistema modular compacto y flexible que se adapta fácilmente debajo de la tapa de balancines del motor. Al utilizar la misma instalación específica de los productos actuales EUI de Delphi, la transición al sistema F2e requiere modificaciones leves al motor, evitando la necesidad de una inversión adicional de maquinado y línea de ensamble a los fabricantes de camiones diesel.

El sistema F2e es configurable para ajustarse a los requerimientos únicos de arquitectura y abastecimiento de los diferentes tipos de motores EUI existentes. El diseño modular permite hasta seis elementos de bombeo, dando lugar a motores más grandes y potentes que requieren de un inyector de bombeo en cada cilindro. La posición de los inyectores de bombeo junto a la cabeza del cilindro es ajustable para adaptarse a los requerimientos de diseño y sistema de tren motriz. El sistema F2e también permite que ambos perfiles de leva bilobulados y trilobulados soporten diferentes requerimientos de radios y bombeos de conducción.

El sistema de riel común diesel de alta presión para trabajo pesado ofrece nuevas características en la tecnología de riel común para motores de trabajo pesado, con tecnología EUP de leva en bloque. Dirigido por el árbol de levas del motor o montado aparte en una caja de levas, el sistema externo de riel está diseñado para adaptarse dentro del paquete existente del motor EUP. Además, permite el uso de dos a seis EUPs en la estructura escalable y de distribución de la bomba, presurizando el riel común a una presión extremadamente alta. Los inyectores proporcionan inyección integral flexible de una fuente constante de combustible de alta presión a cualquier velocidad del motor, ocasionando menos ruido. Los beneficios del sistema de riel común de alta presión para trabajo pesado F2p incluyen lo siguiente: Se adapta dentro del empaque existente del motor EUP. Menos elementos de bombeo reducen la lista de materiales y disminuyen el costo de acuerdo al sistema robusto comprobado de la unidad electrónica de bombeo, en combinación con la nueva tecnología del inyector de riel común de alta presión, amplia gama de opciones disponibles de toberas y la distribución escalable de tecnología de bombeo permite la instalación de diferentes bombas para cumplir con los índices de potencia del motor.

La próxima generación de sistemas de ultra-alta presión

El equipo sigue investigando la próxima generación de tecnologías para aplicaciones más allá del 2020. “Tenemos algunos desarrollos muy interesantes en tecnología de válvula en los que ya se está trabajando en nuestros laboratorios y estamos hablando con los clientes acerca de los sistemas de ultra-alta eficiencia que están estrechamente integrados al motor”, señaló Friday.

Actualmente, Delphi ofrece sistemas que son capaces de operar hasta 3,000 bares y está investigando presiones más altas. “Nuestro enfoque es la mayor eficiencia y más control de precisión, lo cual puede evitar la necesidad de los costos asociados con las altas presiones, pero Delphi posee la experiencia como líder mundial en el campo que consideramos seguir desarrollando para que nuestros clientes tengan flexibilidad total en sus decisiones de diseño”.

Delphi Powertrain provee sistemas de inyección total de combustible diesel para las aplicaciones de trabajo ligero, mediano y pesado en todos los mercados del mundo. Delphi asimismo proporciona combustible de inyección de gasolina y electrónica de administración de motor y se encuentra a la vanguardia en el desarrollo de electrónica de potencia para los vehículos eléctricos e híbridos.¹⁰

Más eficiencia para motores diesel económicos que protegen el medio ambiente

Las exigencias con respecto a la reducción del consumo se han endurecido considerablemente en los últimos años, ya que con el paso de la norma de gases de escape Euro 5 a la Euro 6 se tienen que reducir las emisiones de NOx a más de la mitad. Para hacer frente a estas exigencias, los ingenieros de Bosch incrementan el porcentaje de retorno de los gases de escape, las presiones de carga para el aire de combustión y las presiones de inyección en amplias partes del campo nominal del motor, con lo que logran una combustión muy baja en nitrógeno. Además, los ingenieros aprovechan el tratamiento de los gases de escape para seguir mejorando la eficiencia del motor diesel. Para ello, han adaptado el sistema Denoxtronic para la Reducción Catalítica Selectiva, SCR - que se está utilizando con éxito desde hace tiempo en vehículos industriales - a los requisitos de cada automóvil.

¹⁰ *Gana Delphi premio Pace por tecnología de Riel Común Diesel* [en línea]. Portal automotriz: 2013. [consulta: 2 julio 2014]. Disponible en: http://www.portalautomotriz.com/content/site/module/news/op/displaystory/story_id/69263/format/html/

Los primeros coches diesel se están equipando con este sistema desde 2009 en EE.UU. para cumplir con su estricta legislación sobre emisiones y están disponibles también en Europa, como vehículos Euro 6. Para el cumplimiento de valores de emisiones más estrictos y para reducir aún más el consumo de combustible y las emisiones de CO₂, Bosch está desarrollando actualmente sistemas de inyección que trabajan a más de 2.000 bares de presión, lo que corresponde a una carga de dos toneladas por centímetro cuadrado. En los inyectores piezoeléctricos, que permiten hasta 8 inyecciones por carrera, el tiempo de inyección se sitúa ya por debajo de un milisegundo, puesto que se inyecta con una velocidad que supone el doble de la del sonido.

El futuro le pertenece al diesel.

La tecnología diesel de Bosch conseguirá en los próximos años un accionamiento para turismos con motor de combustión aún más eficiente. De la suma de los distintos desarrollos técnicos en torno al motor de combustión se están creando nuevos conceptos de motor, que llegarán en 2015 al mercado. Los motores diesel del futuro tendrán ya sólo tres cilindros y una cilindrada de aprox. 1,1 litros gracias al proceso de 'downsizing'. Sin embargo, estos pequeños motores ofrecerán, con sus 100 kW de potencia, unas cualidades de conducción dinámicas y confortables. Los motores estarán equipados con otras técnicas adicionales que ayudan a mejorar la eficiencia de la cadena cinemática.

Sistema start/stop para apagar y encender el motor automáticamente durante las fases de parada, por ejemplo en semáforos o en atascos, gestión térmica para que el motor alcance rápidamente la temperatura de servicio óptimo y para mantener esa temperatura y un alternador altamente eficiente que aprovecha la energía de frenado para recargar la batería

Los diesel del futuro serán aún más eficientes, gracias a la tecnología de Bosch. Por ejemplo, un diesel del año 2015 ya sólo consumirá 3,6 l/100 km. Si lo comparamos con el consumo de los diesel estándar del año 2009, supone una reducción del 30 por ciento. Con el avance de los híbridos se reducirá el consumo de los modelos diesel hasta un 40 por ciento. Los ingenieros de Bosch trabajan ya en sistemas para los conceptos de motores del futuro de los fabricantes de coches con lo que lograrán impulsar el desarrollo de los motores de combustión.¹¹

¹¹ *Los turismos Diesel cumplen 75 años* [en línea]. BOSCH: Técnica de automoción. Christine N. Maier. 2011. [consulta: 3 julio 2014]. Disponible en: <http://www.bosch-prensa.com/tbwebdb/bosch-es/es-ES/PressText.cfm?Search=0&id=629>

6. DISEÑO METODOLOGICO.

6.1. DISEÑO METODOLÓGICO PARA "CONOCIMIENTO DEL TEMA" Y PROCESO DE CORTE.

- Después de haber seleccionado nuestro proyecto de investigación lo siguiente a realizar es hacer una investigación lo más profunda posible para recopilar la mayor cantidad de información y así proseguir a la descripción paso a paso de cada uno de ellos.
- Indagar en sitios aplicados a la industria automotriz, donde se pretende conocer la temática acerca de los inyectores de riel común y, donde se puede ubicar el mejor lugar para proseguir con el paso de obtención de los inyectores.
- Ubicación en el sitio acordado para el proceso de obtención, allí se observan los inyectores más adecuados, en este caso se aspira a obtener distintas marcas de inyectores de riel común, conociendo su proceso de funcionamiento y las características técnicas o tecnológicas de los dispositivos para poder continuar con el proyecto.
- Para el proceso de desmontaje de los inyectores, fue necesario conocer sus componentes internos y el orden correcto para realizar dicha operación, teniendo en cuenta que son inyectores que operan electrónicamente.
- Se realizó el desmontaje a 6 inyectores totalmente diferentes de distintas marcas.
- Se solicita del taller de la universidad varios días de la semana, en el cual se colocaban los inyectores en el banco de trabajo, realizando una limpieza exterior del cuerpo y tobera. (ver figura 1, capítulo 9)
- El cuerpo del inyector posee un roscado más arriba de la punta de la tobera, este es el primer objetivo para lograr ver los componentes internos.

- Algunas veces fue necesario emplear otro taller, debido a que algunos integrantes vieron facilidades de trabajo cerca a su casa, de este modo se obtuvieron todos los cortes de los inyectores.
- Primero se realiza el desbaste al cuerpo sin los componentes internos, el proceso es un poco demorado pero con paciencia se obtuvieron buenos resultados.
- Después con una lima fina y una triangular se desbastan bordes filosos y escoria de la superficie, para así lograr un buen acabado en el exterior.
- En la tobera roscada también se realizó el corte, esto con el fin de poder detallar la punta con los componentes inyectores de gasolina y su sistema, si no se realizaba este corte no se podía observar todo el mecanismo.
- Una vez realizado el corte a la tobera y al cuerpo del inyector se procede a pulir nuevamente borrando cualquier imperfección o para mejorar el aspecto interno de cada uno de los inyectores utilizados.
- Como proceso final para el corte de los inyectores, se realiza el montaje de todos los componentes internos en las cavidades respectivas por cada inyector, de este modo se obtiene la vista perfecta para detallar los inyectores de riel común. (ver figuras 4 y 5, capítulo 9)

6.2. DISEÑO METODOLOGICO DE LA MAQUETA.

- En primer lugar se toma la decisión de escoger el acrílico como material para nuestra maqueta de presentación del proyecto, ya que el acrílico da una excelente apariencia al montaje de los inyectores.
- Con respecto al diseño, es algo muy sencillo de explicar, 6 agujeros, apoyo inclinado con soporte triangular para el fácil acceso y visualidad de los inyectores. (Ver figuras 6 y 7, capítulo 9)
- Y para que este proyecto quede como los más reconocidos de la universidad, una impresión en laser del logotipo de la universidad y nuestros nombres.

- En la sección lista de figuras se podrá apreciar en diferentes ángulos las imágenes del acrílico y el montaje final de los inyectores para su exposición.

6.3. DISEÑO METODOLOGICO PARA DETALLES FINALES.

- Después de tener los inyectores totalmente pulidos y cortados se procedió a pintarlos para obtener una mejor apariencia y también diferenciar el corte que se realizó.
- Gracias a esta página (<http://www.christiani.es/>) suministrada por el profesor Armando, se ha guiado el procedimiento de pintura de cada una de los inyectores, al entrar allí y ver algunos ejemplos de otros inyectores de riel común ya seccionados de manera didáctica, se escogen los mismos colores, ROJO para el acabado superficial del material y AMARILLO para los conductos de gasolina. (ver figuras 8 y 9, capítulo 9)
- Elección de esmaltes de estos colores para realizar el procedimiento, ya que presentan un secado rápido y un endurecimiento superficial que proporciona lucidez y un poco de brillo también.
- Para ello es necesario desmontar los componentes internos nuevamente para evitar pintarlos junto con la tobera roscada ya que no son el objetivo primordial de este procedimiento, al realizar este procedimiento se necesita una cinta protectora para aislar los componentes importantes.
- Las superficies fueron bastante pulidas para dejar una superficie uniforme, el esmalte se adhiere fácilmente y con unas dos capas de éste se obtuvo la uniformidad deseada de esmalte sobre el material seccionado y los conductos de gasolina ubicados internamente.
- Una vez se termina de pintar, se deja secar al sol directamente y mientras una persona está en este proceso, se van pintando más con el mismo procedimiento descrito en el ítem anterior hasta llegar a los 6 inyectores de exposición.
- Con los inyectores pintados y toberas roscadas de igual manera con los resultados esperados, el siguiente proceso es volver a montar los componentes internos en sus respectivas cavidades.

- Por último, coger las toberas y roscarlas a la punta de cada inyector, de esta manera se concluyó el proceso de pintura de los cortes seccionados y los conductos de gasolina, teniendo en cuenta que no a todos se les pudo encontrar estos conductos ya que presentaban un sistema complejo para poder identificarlos.
- Revisar el trabajo para hacer correcciones y poder estudiar el material antes de la presentación final, después de esto se realiza la presentación en diapositivas por medio del programa en línea Prezi.
- Realizar una base de madera con dimensiones idénticas a la maqueta de acrílico, en esta base se roscará la maqueta de acrílico para lograr una mayor fijación y aspecto.
- Comprar unos soportes para fijar a la pared del taller de laboratorio diesel, fijar la base de madera junto al soporte para lograr terminar la repisa de nuestro proyecto físico culminado.
- Organizar nuestro tema para dar una buena información, el cual deberá proporcionar una ayuda para personas que estén interesadas en el conocimiento de los inyectores de riel común.
- Se procederá a perfeccionar la maqueta o modelo didáctico seccionado de las distintas marcas de inyectores de riel común que se consiguieron, teniendo en cuenta lo que se escribió anteriormente en la descripción del proyecto.
- Presentación y exposición final del modelo didáctico seccionado de inyectores de riel común.

7. CONCLUSIONES.

Se llevó a cabo la realización del modelo didáctico de los inyectores donde se pueden observar los mecanismos internos que lo componen facilitando así de una manera muy breve el entendimiento del sistema funcional de este mecanismo.

El corte realizado a los inyectores permite a los espectadores el entendimiento del funcionamiento del inyector y lo que permite llegar a un perfecto funcionamiento para el proceso de combustión del motor.

Se obtuvieron los resultados esperados en los cortes a los inyectores y por medio de la pintura aplicada se puede diferenciar de una manera satisfactoria lo que se quiere dar a entender.

El diseño de la maqueta y la facilidad de transporte hacen que el beneficiado tenga una buena experiencia para su aprendizaje y poder instruirse más sobre el tema, teniendo a su disposición la visualización de los inyectores y la diferencia en cuanto marca y referencia a los demás inyectores de riel común.

8. BIBLIOGRAFIA

- *Common-rail* [en línea]. Wikipedia: 17 jun 2014. [Consulta: 14 noviembre 2013]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Common-rail>
- *Estructura y función de los componentes* [en línea]. Aficionados a la mecánica: Dani meganeboy. 2014. [Consulta: 14 noviembre 2013]. Disponible en: http://www.aficionadosalamecanica.net/common_rail5.htm
- *Funcionamiento de inyectores piezoeléctricos* [en línea]. CISE electrónica: Fernando Augeri. 2011. [consulta: 2 Julio 2014]. Disponible en: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/140-funcionamiento-de-inyectores-piezoelctricos.html>
- *Delphi desarrolla un sistema de inyección diésel combinando common-rail e inyector-bomba* [en línea]. Tecmovia: David Chavero. 2014. [consulta: 2 julio 2014]. Disponible en: <http://www.tecmovia.com/2012/09/07/delphi-desarrolla-un-sistema-de-inyeccion-diesel-combinando-common-rail-e-inyector-bomba/>
- *Productos diésel y componentes del sistemas de inyección* [en línea]. Taller de mecánica: Coslada. Madrid. 2010. [consulta: 2 julio 2014]. Disponible en: <http://www.tallerdemecanica.com/taller-bosch/cursos/mercadodiesel/sistemascommonrail.html>
- *Gana Delphi premio Pace por tecnología de Riel Común Diesel* [en línea]. Portal automotriz: 2013. [consulta: 2 julio 2014]. Disponible en: http://www.portalautomotriz.com/content/site/module/news/op/displaystory/story_id/69263/format/html/
- *Los turismos Diesel cumplen 75 años* [en línea]. BOSCH: Técnica de automoción. Christine N. Maier. 2011. [consulta: 3 julio 2014]. Disponible en: <http://www.bosch-prensa.com/tbwebdb/bosch-es/es-ES/PressText.cfm?Search=0&id=629>

9. ANEXOS

- **DESMONTAJE DEL INYECTOR, PROCESO DE CORTE, ACABADOS FINALES Y ENSAMBLE DEL MODELO DIDACTICO.**



*Figura 1. Cuerpo del inyector de riel común.
Fuente propia*



*Figura 2. Desglose de los componentes internos del inyector con la punta de la tobera y la porta-tobera.
Fuente propia*



*Figura 3. Foto tomada en el taller de reserva para el corte de los inyectores.
Fuente propia*



*Figura 4. Primer inyector seccionado con visualización total de sus componentes internos, acabado con lima fina y pulido.
Fuente propia*



*Figura 5. Resultado final del corte seccionado de los inyectores de riel común.
Fuente propia*



Figura 6. Diseño final de la maqueta de exposición hecha en acrílico transparente con 6 alojamientos para los inyectores de riel común, a la izquierda los nombres de los integrantes y a la derecha el logo principal de la universidad.
Fuente propia



Figura 7. Foto en isométrico de la maqueta con un plástico protector de rayones y suciedad.
Fuente propia



*Figura 8. Primer inyector de riel común pintado con el esmalte para diferenciar el corte seccionado en el material.
Fuente propia*



*Figura 9. Presentación final de los inyectores de riel común, el color ROJO identifica el corte del material y el color AMARILLO identifica los conductos por donde fluye la gasolina.
Fuente propia*



*Figura 10. Presentación de la maqueta con los inyectores de riel común ubicados en sus respectivos alojamientos.
Fuente propi*