

**Universidad Internacional del Ecuador**



**Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica  
Automotriz**

**Tema:**

**Estudio de los inyectores CRDI (Common Rail Direct Injection) Bosch en el  
Ecuador, Mantenimiento preventivo y correctivo**

**Bryan Ricardo Viláñez Ponce**

**Luis Joaquín Sacancela Ushiña**

**Director:**

**Msc. Ing. Andrés Castillo**

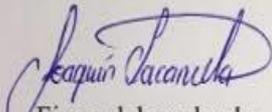
**Quito, Mayo del 2017**



## CERTIFICADO

Nosotros, Luis Joaquín Sacancela Ushiña, Bryan Ricardo Viláñez Ponce. Declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o certificación profesional y que se ha consultado de la bibliografía detallada.

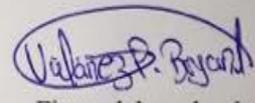
Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establezca en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Firma del graduado

**Luis Joaquín Sacancela Ushiña**

C.I: 1722550199

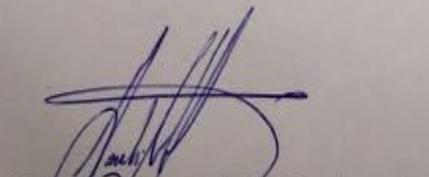


Firma del graduado

**Bryan Ricardo Viláñez Ponce**

C.I: 1722494547

Yo Ing. Andrés Castillo, certifico que, conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable tanto de su originalidad y autenticidad como de su contenido.



Firma del director de trabajo de grado.  
Msc. Ing. Andrés Castillo  
C.I:1713421749

## **DEDICATORIA**

El presente artículo dedico la presente investigación a la facultad de mecánica automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, por el apoyo brindado durante toda la investigación, las facilidades para utilizar sus instalaciones.

A mi tutor Msc. Andrés Castillo, a los lectores del presente artículo quienes nos brindaron su apoyo incondicional, tiempo para dirigirnos y realizar de la mejor manera el estudio.

A mi familia quienes han sido un apoyo durante toda mi carrera estuvieron a mi lado apoyándome, motivándome a seguir adelante a pesar de las dificultades y obstáculos que se me han presentado.

*Joaquín Sacancela*

## **DEDICATORIA**

Este Artículo de Investigación lo dedico a mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron en el transcurso de mi carrera y en especial a mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida.

Gracias a la bendición de Dios hoy cumpla una de mis metas, la cual me permitirá crecer profesionalmente y como persona de bien.

A mis Docentes, que con abnegación impartieron sus conocimientos hacia mí con responsabilidad y compromiso en esta prestigiosa Universidad.

***Bryan Ricardo Viláñez Ponce***

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado, a mis padres quienes han sido mi apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida sin ellos esto no habría sido posible, mis hermanas quienes que con sus palabras, consejos me han ayudado a ser un hombre de bien, a todos mis profesores a lo largo de mi vida como estudiante a quienes con sus conocimientos impartidos han logrado formar de mi un profesional con conocimientos y valores de integridad, honestidad, a la Universidad Internacional del Ecuador por abrirme las puertas y formarme como un profesional de calidad.

Son muchas a las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me gustaría agradecerles por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañías en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

*Joaquín Sacancela*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por brindarme la vida, la sabiduría y la confianza para enfrentar las adversidades de cada día y así culminar mis propósitos, también dar las gracias por proporcionarme una gran familia quienes estuvieron apoyándome en todo momento.

Quiero expresar mi gratitud a mi tutor Ing. Andrés Castillo, a quien debo muchas horas de amable dedicación y mucha paciencia, ya que sin su ayuda y conocimientos no hubiese sido posible la realización del presente trabajo.

Expresar mi inmenso reconocimiento a la prestigiosa Universidad Internacional del Ecuador por abrirme las puertas y formarme como un gran profesional en la prosperidad de la sociedad, a mis profesores por brindarme la paciencia que tuvieron al inculcarme sus valiosos conocimientos.

***Bryan Ricardo Viláñez Ponce***

## INDICE DE CONTENIDO

Universidad Internacional del Ecuador .....	1
CERTIFICADO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	6
RESUMEN .....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. INYECTORES COMMON RAIL .....	10
2.1. BOSCH.....	11
2.2. DENSO.....	11
2.3. DELPHI.....	11
2.4. SIEMENS.....	12
2.5. MANTENIMIENTO EPS 205 .....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. VEHICULOS .....	13
3.2. INYECTORES .....	14
3.3. EQUIPO EPS 205 .....	14
3.4. NORMATIVA .....	14
4. ANALISIS Y DISCUSION.....	15
4.1. MANTENIMIENTO.....	16
5. CONCLUSIONES.....	17
6. REFERENCIAS .....	18
INDICE GENERAL .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

# ESTUDIO DE LOS INYECTORES CRDI (COMMON RAIL DIRECT INYECTION) EN EL ECUADOR Y SU MANTENIBILIDAD

Andres Castillo<sup>1</sup>, Joaquín Sacancelas<sup>2</sup>, Bryan Viláñez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Director de la facultad de Mecánica Automotriz, Coordinador Investigación, Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador, [acastillo@internacional.edu.ec](mailto:acastillo@internacional.edu.ec)

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, [joaquin.sacancela@hotmail.es](mailto:joaquin.sacancela@hotmail.es),

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería Mecánica automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, [bryanct\\_15@hotmail.es](mailto:bryanct_15@hotmail.es)

## RESUMEN

**Introducción** El presente estudio busca determinar los procedimientos necesarios para el mantenimiento de los inyectores Common Rail con respecto al funcionamiento del motor. En el Ecuador las marcas de sistemas Common Rail con más índice de rotación en vehículos livianos y pesados son Bosch, y esta misma posee diferentes modelos de sistemas **Materiales y métodos** Se investigaron los procesos de mantenimiento de los inyectores en el equipo EPS 205 de Bosch, y también como mantenimiento correctivo se pueden identificar las averías más comunes en el inyector **Conclusiones** En los inyectores CRDI no existe una reparación de componentes afectados ya que al ser muy pequeños la mejor alternativa es reemplazarlos. En los mantenimientos que se realizan en los inyectores a lo largo de su vida útil se determinan que partes deben ser reemplazadas mediante las pruebas necesarias en el equipo EPS 205 y posteriormente su desarme, o si el daño es excesivo en el recambio total del inyector. Los inyectores piezoeléctricos poseen una sola vida ya que si se daña el inductor se debe reemplazar todo el inyector, para este tipo de inyectores como mantenimiento preventivo solo se realiza las pruebas de inductancia.

Palabras clave: inyector, diesel, calibración, CRDI

## ABSTRACT

**Introduction** The present study seeks to determine the procedures necessary for the maintenance of Common Rail injectors with respect to the operation of the engine. In Ecuador, the brands of Common Rail systems with more rotation index in light and heavy vehicles are Bosch, and this same owns different models of systems **Materials and methods** The processes of maintenance of the injectors in the equipment EPS 205 of Bosch, And also as corrective maintenance can identify the most common faults in the injector **Conclusions** In CRDI injectors there is no repair of affected components since the very best alternative is to replace them. The life of the injectors during their service life determines which parts must be replaced by the necessary tests on the EPS 205 equipment and subsequently their disassembly or if the damage is excessive in the total replacement of the injector. The piezoelectric injectors have a single life since if the inductor is damaged the whole injector must be replaced, for this type of injectors as preventive maintenance only the inductance tests are performed.

Keywords: injector, diesel, calibration, CRDI

## 1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas Common Rail (Riel común) han tenido una gran evolución desde el día de su lanzamiento en 1986 por Fiat y Bosch, pasando por varias generaciones en sus modelos hasta el día de hoy. En Ecuador los sistemas CRDI más utilizados son de las marcas Bosch que es la marca líder en el mercado en sistemas Common Rail, también se encuentran las marcas Denso y Delphi.

Se investigó que en inyectores Common Rail no existe una reparación de sus partes internas debido a que estas tienen un tamaño muy reducido y sus medidas deben ser muy exactas por lo cual estos elementos se deben reemplazar. Si el inyector se encuentra muy afectado por desgaste se procederá al cambio completo del mismo.

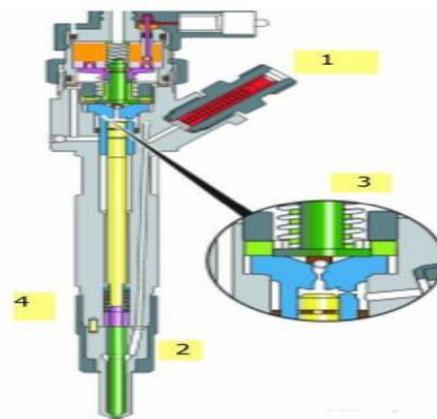
Con la mantenibilidad del sistema Common Rail y enfocándonos en los inyectores, en nuestro medio existen los bancos de pruebas o los equipos especializados de Bosch se determinará el correcto o incorrecto funcionamiento de los mismos, sometidos a diversas pruebas que comprobarán si los inyectores requieren ser desarmados para una inspección minuciosa o que están en un correcto estado.

Con el equipo Bosch EPS-205 se logra un escaneo completo y específico de los inyectores ya sean estos Bosch o de otras marcas. Este equipo aplica las siguientes pruebas para diagnosticar el funcionamiento de los inyectores. \* prueba de fugas (sellado del inyector) \* Comportamiento del arranque del inyector (sin flujo de retorno en contrapresión) \* Sintonización de código ISA \* Plena carga de caudal (VL) \* Pre-inyección (VE) \* Cantidad de caudal en Ralentí (LL) \* Entrega de

caudal en emisiones (EM) \* Resistencia del actuador (inyector).

## 2. INYECTORES COMMON RAIL

Los inyectores que se utilizan en los sistemas Common rail tienen un accionamiento electrónico a diferencia de los utilizados en sistemas que utilizan la 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.



**Figura 1:** Inyector Common Rail partes  
**Fuente:** Sistemas de inyección diesel por acumulador Common Rail [1]

En el inyector existen dos cámaras mostradas en la imagen superior 2 y 3. El combustible proveniente del sistema de alta presión (Bomba) ingresa por 1 y toma dos caminos, uno hacia la cámara inferior 2 y otro hacia la cámara superior 3. Como las presiones son iguales sobre el vástago que tapa la tobera existe la presión del resorte 4, para abrir el inyector hay que permitir una caída de presión en la cámara superior 3. Esta caída de presión se logra accionando un solenoide que retrae el resorte mostrado en el detalle 3 y así el balón o esfera permite el paso del combustible que se encuentra en esa cámara hacia el retorno. Este

combustible cuando es liberado retorna al depósito. Con esto la presión alta queda enfrentada a la presión que ejerce el resorte 4, logrando vencer el resorte desplazando la tobera y permitiendo el paso del combustible al interior a la cámara de combustión. [1]

En el mercado ecuatoriano existen diferentes tipos de marcas de inyectores, entre las cuales están Bosch, Denso, Delphi debido a que existen un sin número de vehículos en el mercado ecuatoriano con estas tecnologías las cuales varían entre sí.

### **2.1.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. [2]

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

Cuando se habla de los inyectores de Common Rail la cosa cambia bastante. Bosch es la marca que más implantada está, 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. [2]

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. [2]

### **2.2.DENSO**

A finales de 1995, Denso lanzó su primer sistema common rail, que actualmente continúa desarrollando y mejorando. De hecho Denso introdujo en el mercado europeo en junio de 2002 un sistema common rail de 1.800

bares. Los sistema common rail Denso son capaces de alcanzar una alta presión de inyección y al mismo tiempo proporcionar hasta cinco inyecciones múltiples con gran exactitud. [2]

Este sistema superó cómodamente la norma Euro 4 de regulaciones de emisiones sin filtro de partículas diésel.

En Europa, muchos vehículos como Primera, Almera Tino, y X-Trail de Nissan, MPV y Mazda 6 de Mazda y Avensis de Toyota están equipados con este sistema. En Japón y también en muchos otros países los modelos Prado e Hilux de Toyota y ELF camioneta de Isuzu están equipados con sistemas Denso. [2]

### **2.3.DELPHI**

Delphi es otro de los fabricantes de equipos de inyección diésel clásicos. Comenzó a suministrar sistemas de Common Rail para turismos poco tiempo después que Bosch. [2]

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

La reparación de los inyectores de Common Rail Delphi ofrece la gran ventaja de poder efectuar reparaciones en el automóvil con un precio muy reducido, además de minimizar los tiempos de inmovilización del coche en el taller. [2]

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 de una codificación que les permita adaptarse al con la gestión electrónica que los maneja. [2]

## 2.4.SIEMENS

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. [2]

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. [2]

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 utiliza los equipos Nova Ditex, garantizando así la calidad, servicio y eficacia. [2]

## 2.5.MANTENIMIENTO EPS 205

El procedimiento necesario para la reparación de los inyectores es el mismo para todos pero varía dependiendo del tipo de inyector, ya sea por solenoide o piezoeléctrico.

Para determinar si un inyector se encuentra averiado se debe realizar 5 pruebas, las cuales son:

- Prueba de estanqueidad
- Preinyección
- Ralentí
- Plena carga

Tan solo con la prueba de estanqueidad se puede determinar si existe fugas o si existe full retorno en el inyector, si existe una medida que exceda el límite de retorno no se procede a realizar las

siguientes pruebas sino que va directamente al desarmado del inyector. Una vez desarmado el inyector se inspecciona visualmente las partes que puedan sufrir algún desgaste y este generando el mal funcionamiento del inyector. Ya identificado el componente defectuoso, se lo procede a reemplazar. Cuando se han reemplazado los componentes defectuosos del inyector, se vuelve a armar para posteriormente realizar las pruebas antes mencionadas para una verificación final y su respectiva calibración electrónica para que se adapte a los parámetros originales de funcionamiento del inyector.

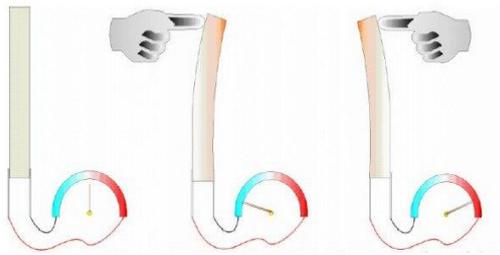
Estas pruebas se las pueden realizar en el equipo EPS 205 de Bosch ya que este puede realizar las pruebas necesarias en inyectores Bosch y de otras marcas.



**Figura 2:** Equipo EPS 205

**Fuente:** Bosch, Manual técnica del automóvil [3]

La operación de los inyectores piezoeléctricos 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 la siguiente grafica se muestra un ejemplo de esta afirmación. [4]



**Figura 3:** principio piezoeléctrico  
**Fuente:** CISE Electrónica [4]

En estos inyectores, el solenoide que abría y cerraba la válvula para permitir el drenaje al retorno del diésel sobre el embolo, es remplazado por un elemento Piezoeléctrico. [4]

El PCM 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. [4]

El inyector dispone en su interior de un dispositivo piezoeléctrico, que es el encargado de producir el movimiento mecánico necesario para posibilitar la inyección de combustible. Este mecanismo electromecánico trabaja en forma muy rápida, y al aplicarle corriente al mismo se deforma, contrayéndose primero y luego expandiéndose nuevamente para cerrar el paso de combustible. [4]

Al aplicar una tensión de aprox. 70 voltios sobre las placas del dispositivo piezoeléctrico, el mismo se contrae, dado que el cuarzo que esta actuado como dieléctrico tiene esta particular propiedad. La distancia entre las placas disminuye y se abre la válvula que posibilita el drenaje del diésel hacia el orificio de retorno.

Pero al trabajar el dieléctrico contrayéndose genera voltaje, propiedad también del cuarzo presionado entre las placas, con lo que la tensión se eleva a unos 140 voltios, quedando este dispositivo cargado como si fuera un condensador. Luego el PCM realiza una especie de cortocircuito entre los terminales de conexión, posibilitando la descarga de este "condensador" piezoeléctrico y el mecanismo se expande cerrando la válvula. [4]

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante el presente artículo se identificó el mantenimiento preventivo y correctivo en inyectores Bosch CRDI en el Ecuador, mediante la comparación de vehículos más comercializados en el mercado ecuatoriano que poseen estos sistemas con el fin de determinar la mantenibilidad, existencia de partes y servicio de reparación.

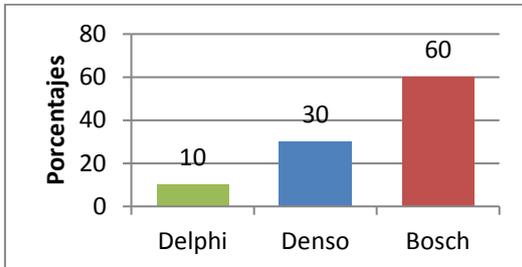
#### 3.1.VEHICULOS

Los inyectores Bosch que se investigaron son los que se encuentran en el sistema de inyección de los vehículos: Mazda BT 50 2.5 CRDI, Volkswagen Amarok TDI, Chevrolet Dmax 2,5 3.0 CRDI y Kia Sorento CRDI debido a que estos vehículos tienen un índice de rotación de repuestos y mantenimiento muy elevado en el mercado ecuatoriano, ya que los inyectores de cada uno de estos vehículos están diseñados para trabajar

en condiciones acordes al diésel utilizado en el país.

### 3.2. INYECTORES

En el mercado ecuatoriano se encuentran 3 marcas más utilizadas en sistemas de inyección CRDI.



**Figura 4:** Sistemas Common Rail en el Ecuador

**Fuente:** Inyectores en el Ecuador [5]

La investigación realizada nos muestra que los sistemas de inyección Common Rail de Bosch son los más utilizados a nivel nacional con un 60%. Por su parte las marcas Delphi con un 10% y Denso con un 30% están ubicadas menormente en el mercado, en marcas de vehículos como Kia y Ford.



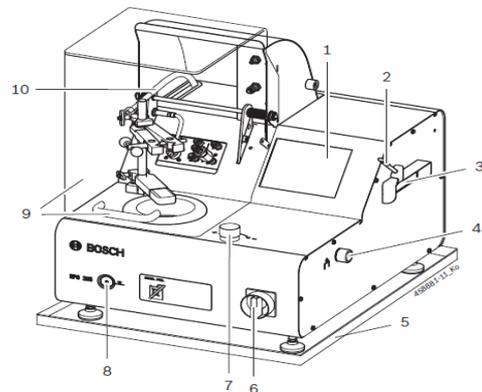
**Figura 5:** Inyector CRDI VW Amarok

**Fuente:** CDE Diesel Bosch [6]

### 3.3. EQUIPO EPS 205

EPS 205 es un aparato de construcción compacta. Contiene todos los componentes necesarios para la comprobación de CRI/CRIN, CRI Piezo y DHK/UI, como p. ej. una bomba de alta presión para generar presión, el depósito de aceite de ensayo, un caudalímetro, una tarjeta de circuitos impresos de medición, una placa de circuito impreso de ordenador y la pantalla LCD con pantalla táctil.

Para crear la presión necesaria para la comprobación se utilizan una bomba de alta presión y un rail de alta presión. La bomba de alta presión suministra el aceite de ensayo. El rail de alta presión con una válvula reguladora de presión controla la presión necesaria para la comprobación. Los DHK/UI, CRI/CRIN y CRI Piezo se conectan mediante una manguera de alta presión y un adaptador de conexión. Los CRI/CRIN y CRI Piezo son accionados adicionalmente a través de un cable adaptador eléctrico. [3]



**Figura 6:** Diagrama EPS 205

**Fuente:** [3]

### 3.4. NORMATIVA

Para realizar las pruebas con el EPS 205 v se utiliza un aceite bajo la normativa ISO 4113. ISO 4113: 2010 especifica los requisitos para los fluidos de calibración, es decir, un fluido de base y un fluido valor más cercano (CV), destinado a la prueba y calibración de equipos de inyección de combustible diésel en la producción, en el servicio y en los laboratorios. El fluido de calibración CV requiere un intervalo de tolerancia más estrecha para la viscosidad cinemática y la densidad, y se puede especificar para mejorar la exactitud de la configuración de calibración. [7]

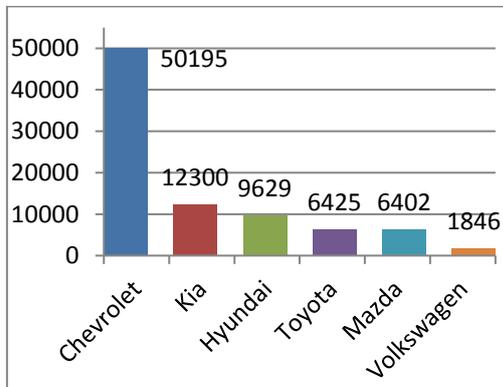


**Figura 7:** Power diesel ISO 4113  
Fuente: [7]

Para realizar las pruebas con el eps 205 es necesario aplicar la normativa ISO 8573-1. En general, la norma regula el nivel máximo de contaminantes en el aire comprimido, en lo referido a la cantidad de humedad, partículas y residual de aceite. [8]

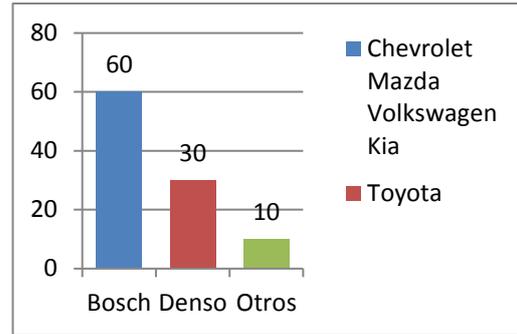
#### 4. ANALISIS Y DISCUSION

Finalizado el estudio se obtuvieron los resultados comparativos mostrados en la figura 1 de las marcas de vehículos más comercializados en el Ecuador



**Figura 8:** Marcas de vehículos más vendidas en el Ecuador  
Fuente: [9]

Los inyectores CRDI más usados en Ecuador son Bosch y Denso que se encuentran en marcas de vehículos como Chevrolet, Mazda, Kia, Volkswagen (Bosch) y Toyota (Denso).



**Figura 9:** Comparativa Inyectores Denso-Bosch  
Fuente: Autores

En la figura 9 se determinó que en los diversos modelos de vehículos que poseen el sistema CRDI de Bosch están entre los más comercializados.

**Tabla 1:** Comparativa inyectores solenoide vs piezoeléctricos a nivel del mar

Tipos de inyectores CRDI a 0 mts sobre nivel del mar	
Inyectores con solenoide	Inyectores piezoeléctricos
Caudal estándar	Caudal estándar
Caudal de 1 milímetro cubico ( carga inicial)	Caudal de 1 milímetro cubico ( carga inicial)
Caudal de 50 milímetros cúbicos ( plena carga)	Caudal de 50 milímetros cúbicos ( plena carga)

**Fuente:** Bryan Viláñez – Joaquín Sacancela

En la tabla 6 se observa el caudal de los inyectores con solenoide vs los inyectores piezoeléctricos a 0 mts sobre el nivel del mar, en carga inicial ambos poseen el mismo caudal de 1 mm<sup>3</sup> y en plena carga va a 50 mm<sup>3</sup>.

**Tabla 2:** comparativa inyectores solenoide vs piezoeléctricos 2800 mts

**Tipos de inyectores CRDI a 2800 a nivel del mar**

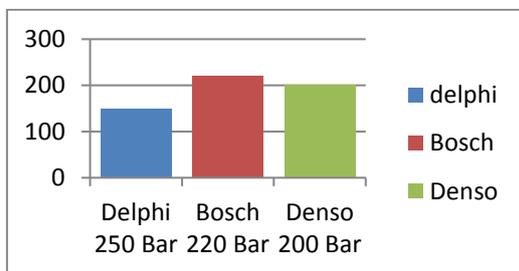
Inyectores con solenoide	Inyectores piezoeléctricos
Reducción de caudal	Reducción de caudal
Caudal de 35 milímetros cúbicos ( plena carga)	Caudal de 35 milímetros cúbicos ( plena carga)

**Fuente:** Bryan Viláñez – Joaquín Sacancela

Estos resultados se dan por que la computadora mediante los sensores incorporados en todo el vehículo censa las condiciones a las que el motor es sometido como las atmosféricas y de acuerdo a esos datos obtenidos se determina el caudal necesario para el funcionamiento del motor.

A medida que aumenta la altitud, desciende la presión atmosférica. Por este motivo también disminuye el llenado del cilindro con aire para la combustión. Si se inyectara el mismo caudal que con la presión atmosférica alta, se producirá una expulsión de humo excesiva a causa de la carencia de aire.

El sensor de presión del entorno en la ECU registra la presión atmosférica. Con ello es posible reducir el caudal de inyección cuando se está a mayor altitud. La presión atmosférica ejerce también influencia en la regulación de presión de sobrealimentación y la limitación del par motor.



**Figura 10:** Presiones de apertura de inyectores de distintas marcas

**Fuente:** inyectores en el Ecuador [5]

Para que un inyector funcione necesita de una presión de apertura que viene desde una bomba sea cual fuere el sistema CRDI correspondiente. DELPHI requiere de una presión de 250 bares, BOSCH se abre con 220 bares y DENSO recibe 200 bares para empezar a funcionar.

#### 4.1.MANTENIMIENTO

##### 4.1.1. PREVENTIVO

En los vehículos que poseen el sistema Common rail se estima que el 14% de las averías o fallas tienen que ver con el sistema de inyección del motor, pero el 6% está directamente relacionado con el fallo de los inyectores, un porcentaje afortunadamente bajo ya que es una de las reparaciones más costosas del sistema CRDI.

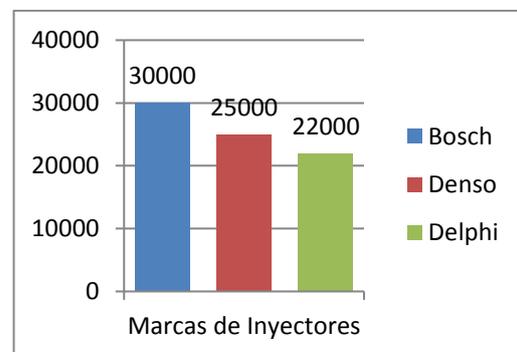
**Tabla 3:** Porcentaje fallas sistema de inyección CRDI

**Distribución del 14% de fallas dentro del sistema de inyección.**

ELEMENTOS	Porcentaje %
Inyectores	6%
Bomba de combustible	3%
Trampa de agua	2%
Filtro de combustible	2%
Cañerías	1%

**Fuente:** Bryan Viláñez – Joaquín Sacancela

Es necesario realizar un mantenimiento preventivo de acuerdo al fabricante por kilometraje el mismo que variara dependiendo de cada marca.



**Figura 10:** Mantenimiento preventivo por marcas.

**Fuente:** Autores

Mediante entrevistas a diferentes talleres automotrices especializados en diésel se concluye que la comprobación de los inyectores se debe realizar preventivamente 1 vez al año o cada 20000 km para observar el índice de desgaste del inyector, ya sea sometiéndolos a las pruebas del banco de pruebas o al equipo EPS 205 de Bosch.

#### 4.1.2. CORRECTIVO

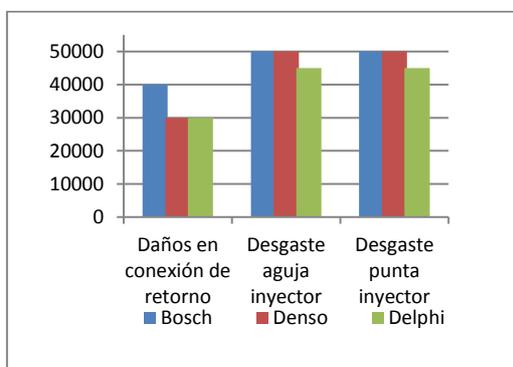
Cuando el inyector necesita ser reparado (desarmado) existen varios síntomas en el funcionamiento del motor que nos avisan, como pérdida de potencia, sobrecalentamiento, mayor consumo de combustible, mayor cantidad de emisiones (humo negro).

**Tabla 4:** Averías en inyectores CRDI

AVERIAS EN INYECTORES CRDI	
PROBLEMA	CAUSA
Aumento de emisiones (humo negro)	Fugas de diésel en el inyector, goteo
Ralentí irregular	Inyectores sucios, filtros sucios, compresión dispareja en los cilindros
Difícil arranque	Desgaste de agujas del inyector, inyector se inunda por fugas,
Consumo excesivo de combustible	Fugas en el inyector, desgaste de partes internas del inyector
Falla en altas velocidades	Desgaste y obstrucción del inyector
Perdida de potencia	Desgaste y obstrucción del inyector
Daños por agua y calidad de diésel	Mayor consumo de combustible, bajo desarrollo del motor

**Fuente:** Bryan Viláñez – Joaquín Sacancela

Estos síntomas de fallo del motor por causa de desgaste de inyectores se presentan de la misma manera en las diferentes marcas de inyectores, dependiendo del kilometraje del vehículo.

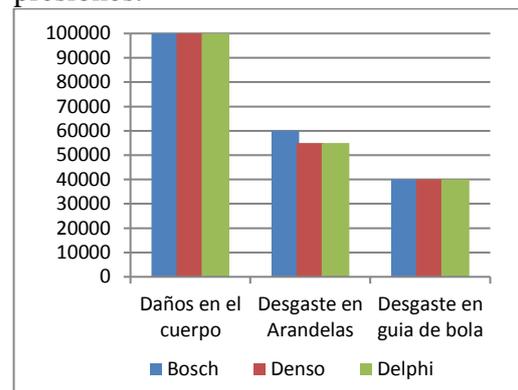


**Figura 11:** Desgastes más comunes en inyectores por marca.

**Fuente:** Autores

Estos daños especialmente en la aguja del inyector son generados por desgaste con relación al tiempo, uso. El desgaste que a menor kilometraje se presenta es en la conexión de retorno en comparación con la aguja y la punta de la aguja.

Otros de los elementos del inyector en los que se encuentran daños están, en el cuerpo, arandelas y guías de bola, al estar expuestos a rozamiento y altas presiones.



**Figura 12:** Desgastes más comunes en inyectores por marca.

**Fuente:** Autores

En la figura 12 se observa los daños más comunes en los inyectores por kilometraje dependiendo de cada marca estos no varían significativamente debido a que trabajan dentro de rangos de trabajo parecidos y con combustible de la misma calidad.

#### 5. CONCLUSIONES

En los 2 tipos de inyectores existentes que son los convencionales y los piezoeléctricos existe un mantenimiento preventivo, pero en el caso del mantenimiento correctivo los piezoeléctricos no existe tal y se debe recambiar el inyector por completo ya que son de una sola vida. En inyectores CRDI convencionales no existe como tal una reparación y calibración de sus componentes internos, ya que son con una medida milimétrica y se los debe reemplazar y calibrar el inyector electrónicamente.

Los equipos EPS 205 de Bosch determinaran el funcionamiento de los inyectores preventivamente, lo recomendable es someter los inyectores a las pruebas del EPS 205 cada 20000 km o 1 vez al año como mantenimiento preventivo de los mismos, y cuando sea necesario mantenimiento correctivo, también se los somete al equipo para determinar la falla específica, El mantenimiento correctivo de los inyectores CRDI se hace desarmándolo y diagnosticando mediante la visión de los componentes internos. El índice de daño y desgaste determinaran si pueden ser reparados o cambiados totalmente, ya que Las partes interiores de los inyectores al tener un desgaste leve quiere decir que puede seguir funcionando normalmente sin presentar fallas en el motor, pero cuando ya presentan fallas graves es necesario un recambio obligatorio para el correcto funcionamiento del motor.

De acuerdo al estudio de los vehículos con mayor porcentaje de ventas en Ecuador, se determinó que la mayoría de las marcas poseen sistemas con inyectores marca Bosch, su preferencia se debe a que cuanta con un amplio stock de repuestos a nivel nacional e internacional siendo una de las principales proveedores de sistemas CRDI.

## 6. REFERENCIAS

- [1] «equipoautomotrizjavaz,» [En línea]. Available: [https://equipoautomotrizjavaz.com/datos\\_tecnicos/funcionamiento\\_inyectores\\_diesel.pdf](https://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/funcionamiento_inyectores_diesel.pdf). [Último acceso: 2 05 2017].
- [2] E. Coslada, «Taller de Mecanica,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.tallerdemecanica.com>. [Último acceso: 30 09 2016].
- [3] Bosch, *Manual de operaciones de eps 205*, 2015.
- [4] C. Electronica, «Cise,» 09 2010. [En línea]. Available: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/140-funcionamiento-de-inyectores-piezoelctricos.html>. [Último acceso: 30 09 2016].
- [5] A. Coral de la Cadena, «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECTORES DE VEHICULOS A DIESEL CRDI PARA LA ESCUELA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ,» 2013. [En línea]. Available: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/2963/1/65T00090.pdf>. [Último acceso: 03 05 2017].
- [6] cde. [En línea]. Available: <http://www.cde.com.co/web/>. [Último acceso: 02 05 2017].
- [7] O. i. p. l. estandarizacion, «ISO,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/50636.html>. [Último acceso: 05 05 2017].
- [8] O. I. p. l. Estandarizacion, «ISO,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/46418.html>. [Último acceso: 2017 05 08].
- [9] AEADE, «Asociacion de Empresas Automotrices del Ecfuador,» [En línea]. Available: <http://www.aeade.net/>. [Último acceso: 2017 05 08].
- [10] BOSCH, «Bosch Auto Parts,» [En línea]. Available: [br.bosch-automotive.com](http://br.bosch-automotive.com). [Último acceso: 03 05 2017].

## INDICE GENERAL

1.	GENERALIDADES .....	20
1.1.	Justificación .....	20
1.2.	Objetivos.....	20
1.2.1.	Objetivo general.....	20
1.2.2.	Objetivos específicos.....	20
2.	INTRODUCCION.....	21
3.	FUNDAMENTO TEORICO .....	21
3.1.	ANEXO 1 Sinopsis del sistema Common Rail.....	21
3.1.1.	Funcionamiento CRDI .....	23
3.1.2.	Sistemas Common Rail para turismos.....	27
3.1.3.	Sistema Common Rail para vehículos industriales .....	31
3.1.4.	Alimentación de combustible en la parte de baja presión .....	33
3.1.5.	Componentes de la parte de alta presión del sistema CRDI.....	39
3.1.6.	Inyectores .....	51
3.1.7.	Conexiones de alta presión.....	59
3.1.8.	Regulación electrónica diesel (EDC) .....	63
3.1.9.	Diagnóstico .....	84
3.2.	ANEXO 2 Funcionamiento y reparación de inyectores diesel CRDI .....	86
3.3.	ANEXO 3 Manual de operaciones EPS 205 Bosch.....	89
3.3.1.	Descripción del producto .....	91
3.3.2.	Primera puesta a servicio.....	103
3.3.3.	Manejo .....	107
3.3.4.	Mantenimiento .....	114
4.	MATERIALES Y METODOS .....	122
4.1.	ANEXO 4 Diseño e implementación de un banco de pruebas de inyectores de vehículos a diésel CRDI para la escuela de Ingeniería Automotriz .....	122
4.2.	ANEXO 5 Manual de reparación de inyectores Bosch Power Point .....	125
4.3.	ANEXO 6 Normativa ISO 8573-1: 2010.....	142
4.4.	ANEXO 7 Normativa ISO 4113: 2010 .....	143
4.5.	ANEXO 8 ordenanza metropolitana que incorpora el capítulo V, del libro segundo del código municipal, relacionado con el manejo ambientalmente adecuado de aceites usados. ....	144
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	150
6.	CONCLUSIONES .....	155
7.	RECOMENDACIONES.....	156
8.	BIBLIOGRAFIA.....	156

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. Justificación.**

El tema de calibraciones mecánicas para inyectores common rail, en Ecuador es un tema muy poco profundizado, no se posee suficiente información para su mantenimiento, calibración y reparación. Por ello la presente investigación pretende conocer la existencia, procedimientos y factibilidad para realizar las calibraciones. Con esta investigación se busca conocer los procedimientos adecuados para calibrar, reparar, optimizar y alargar la vida útil del inyector garantizando un funcionamiento adecuado, mediante pruebas con ayuda de equipos de diagnóstico.

### **1.2. Objetivos.**

#### **1.2.1. Objetivo general.**

Investigar la existencia calibraciones mecánicas y procedimientos para reparación de inyectores en sistemas common rail en Ecuador.

#### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- Investigar procedimientos necesarios para realizar calibraciones en inyectores, con el fin de alargar la vida útil y garantizar su funcionamiento.
- Investigar el comportamiento de los inyectores según la variación de altura a nivel del mar, realizando una tabla comparativa entre las regiones Costa – Sierra.
- Conocer los diferentes tipos de sistemas common rail de mayor aplicación en Ecuador, y los repuestos con mayor índice de rotación para mantenimiento de los inyectores.
- Investigar los tipos de pruebas necesarias para la comprobación del funcionamiento, después de su reparación para garantizar un funcionamiento óptimo dentro del sistema.
- Conocer las diferentes marcas de sistemas existentes en Ecuador y la variación de presiones de los inyectores para sistemas Common rail.

## 2. INTRODUCCION

## 3. FUNDAMENTO TEORICO

### 3.1. ANEXO 1 Sinopsis del sistema Common Rail

4

Sinopsis del sistema Common Rail Campos de aplicación

### Sinopsis del sistema Common Rail

Los requisitos planteados a los sistemas de inyección de los motores Diesel crecen permanentemente. Las elevadas presiones, rápidos tiempos de respuesta y la adaptación flexible del desarrollo de la inyección al estado de servicio del motor hacen el motor Diesel más económico, limpio y potente. De esta forma, los motores Diesel se han introducido asimismo en la clase de automóviles superior.

Uno de los sistemas de inyección más perfeccionados es el sistema de inyección por acumulador *Common Rail (CR)*. La ventaja principal del sistema *Common Rail* son las amplias posibilidades de variación en la configuración de la presión de inyección y los momentos de inyección. Esto se consigue mediante la separación de la generación de presión (bomba de alta presión) y la inyección (inyectores). Como acumulador de presión se utiliza el conducto común.

### Campos de aplicación

El sistema de inyección por acumulador *Common Rail* para motores con inyección directa Diesel (*Direct Injection, DI*) se utiliza en los siguientes vehículos:

- *Turismos*, desde los motores muy económicos de tres cilindros, con una cilindrada de 0,8 l, 30 kW (41 CV) de potencia y 100 Nm de par motor y un consumo de combustible de 3,5 l/100 km, hasta los motores de ocho cilindros de los vehículos de la gama superior, con aprox. 4 l de cilindrada, 180 kW (245 CV) de potencia y 560 Nm de par motor.
- *Vehículos industriales ligeros*, con potencias de hasta 30 kW/cilindro.
- *Vehículos industriales pesados*, inclusive *locomotoras y navíos* con potencias de hasta aprox. 200 kW/cilindro.

1 Sistema de inyección por acumulador Common Rail en un motor Diesel de cinco cilindros

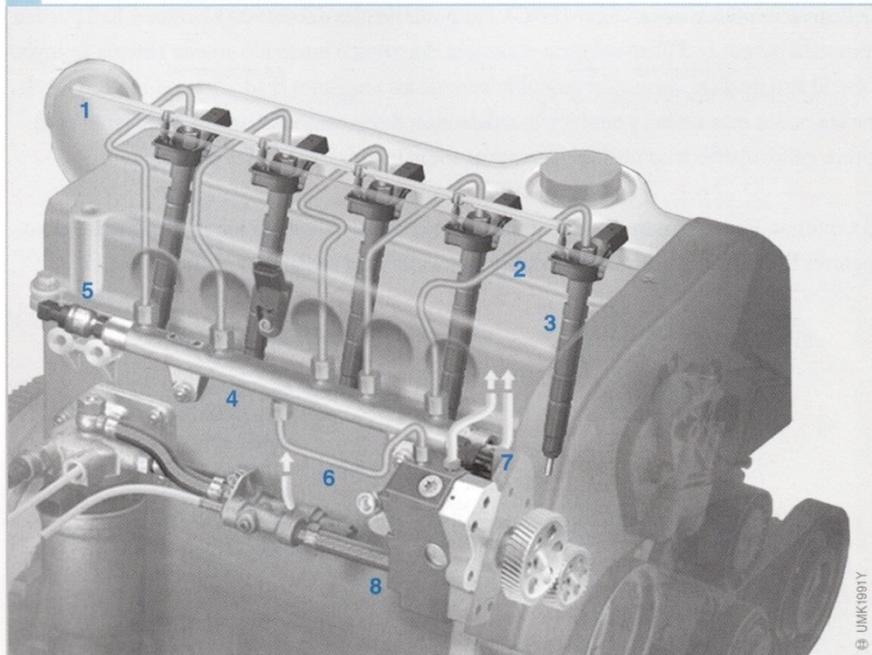


Figura 1

- 1 Tubería de retorno de combustible
- 2 Tubería de combustible a alta presión hacia el inyector
- 3 Inyector
- 4 Conducto común
- 5 Sensor de presión del conducto común
- 6 Tubería de combustible a alta presión hacia el conducto común
- 7 Retorno de combustible
- 8 Bomba de alta presión

El sistema Common Rail ofrece una elevada flexibilidad en lo relativo a la adaptación de la inyección al motor. Esto se consigue mediante:

- Elevada presión de inyección de hasta aprox. 1.600 bares, en el futuro de hasta 1.800 bares.
- Presión de inyección adaptada al estado de servicio (200...1.800 bares).
- Comienzo variable de la inyección.
- Posibilidad de efectuar varias inyecciones previas y posteriores (pueden efectuarse incluso postinyecciones muy retardadas).

De esta forma, el sistema Common Rail contribuye a incrementar la potencia específica y a reducir el consumo de combustible, la emisión de ruidos y la expulsión de sustancias nocivas de los motores Diesel.

El Common Rail se ha convertido hoy en el sistema de inyección directa más utilizado en los motores Diesel modernos y de elevadas prestaciones para turismos.

## Estructura

El sistema Common Rail comprende los siguientes grupos principales (figuras 1 y 2):

- *Parte de baja presión*, con los componentes de alimentación de combustible.
- *Parte de alta presión*, con la bomba de alta presión, el conducto común, los inyectores y las tuberías de combustible a alta presión.
- *Sistema de Regulación Electrónica Diesel (EDC)*, con los sensores, unidad de control y elementos de regulación (actores) del sistema.

Los inyectores son los componentes principales del sistema Common Rail. Van equipados con una válvula de conmutación rápida (válvula electromagnética o regulador piezoeléctrico), mediante la cual se abre y se cierra el inyector. De esta manera es posible controlar por separado el proceso de inyección para cada cilindro.

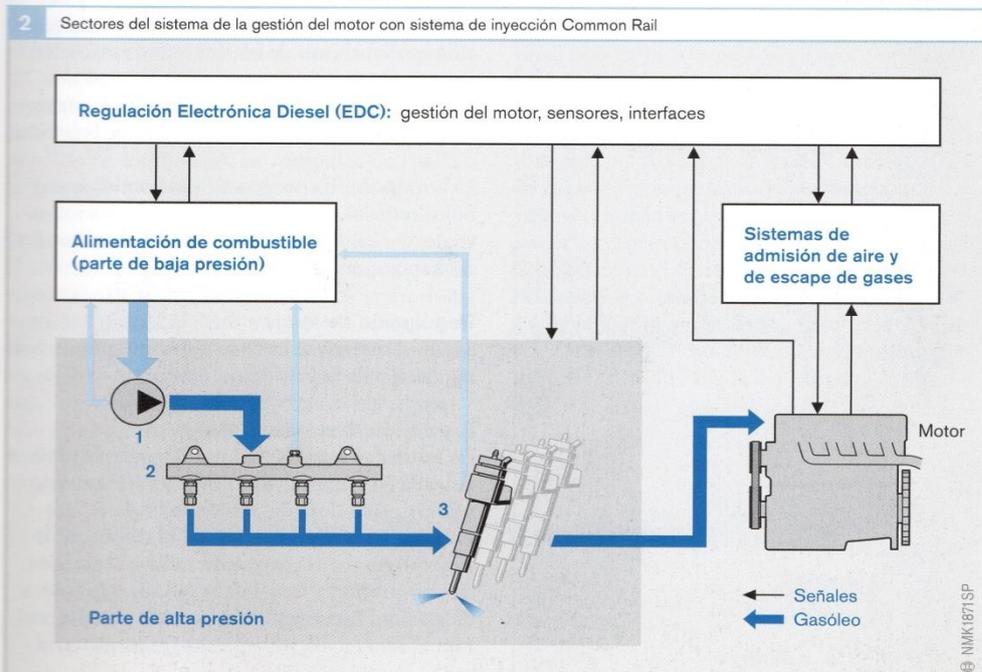


Figura 2

- 1 Bomba de alta presión
- 2 Conducto común
- 3 Inyectores

### 3.1.1. Funcionamiento CRDI

Todos los inyectores están conectados al conducto común. De aquí se deriva el nombre "Common Rail" ("conducto común" en inglés).

La característica especial del sistema Common Rail consiste en que la presión del sistema puede ajustarse dependiendo del momento de servicio del motor. El ajuste de la presión se efectúa mediante la válvula reguladora de presión o la unidad de dosificación (figura 3).

La estructura modular del sistema Common Rail facilita su adaptación a los diferentes motores.

#### Funcionamiento

En el sistema de inyección por acumulador Common Rail se encuentran separadas la generación de presión y la inyección. La presión de inyección se genera independientemente del régimen del motor y del caudal de inyección. El sistema de Regulación Electrónica Diesel (EDC) controla cada uno de los componentes.

#### Generación de presión

La separación de la generación de presión y de la inyección se efectúa con ayuda de un volumen de acumulación. El combustible sometido a presión se encuentra disponible para la inyección en el volumen de acumulación del "Common Rail".

La presión de inyección deseada se genera mediante una bomba de alta presión accionada continuamente por el motor. Esta bomba mantiene la presión en el conducto común independientemente del número de revoluciones del motor y del caudal de inyección. Debido a la alimentación prácticamente uniforme, la bomba de alta presión puede ser significativamente menor y con un par de accionamiento máximo mucho más reducido que en el caso de los sistemas de inyección convencionales. Esto comporta asimismo una reducción importante de los esfuerzos a que se debe ver sometido el accionamiento de la bomba.

La bomba de alta presión es una bomba de émbolos radiales, en el caso de los vehículos industriales concebida también en parte como bomba de disposición en serie.

#### Regulación de la presión

Según el sistema se utilizan diferentes procesos de regulación de la presión.

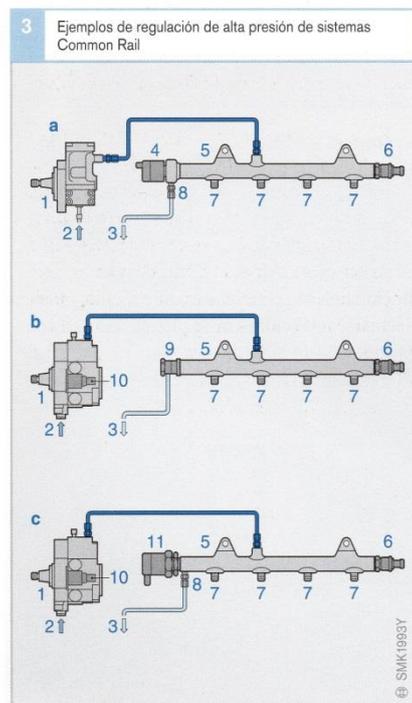
#### Regulación en el lado de alta presión

En los sistemas para turismos se regula la presión deseada en el conducto común mediante una válvula reguladora de presión del lado de alta presión (figura 3a, posición 4). El combustible innecesario para la inyección refluye al circuito de baja presión a través de la válvula reguladora de presión. Esta regulación permite obtener una rápida adaptación de la presión existente en el

Figura 3

- a Regulación de la presión en el lado de alta presión con válvula reguladora de presión utilizada en turismos
- b Regulación de la presión en el lado de aspiración con unidad de dosificación (para turismos y vehículos industriales) abridada a la bomba de alta presión
- c Regulación de la presión en el lado de aspiración con unidad de dosificación y regulación adicional con válvula reguladora de presión (para turismos)

- 1 Bomba de alta presión
- 2 Alimentación de combustible
- 3 Retorno de combustible
- 4 Válvula reguladora de presión
- 5 Conducto común
- 6 Sensor de presión del conducto común
- 7 Conexión del inyector
- 8 Conexión de retorno de combustible
- 9 Válvula limitadora de presión
- 10 Unidad de dosificación
- 11 Válvula reguladora de presión



conducto común en caso de modificación del momento de servicio (p.ej. al efectuarse un cambio de carga).

La regulación del lado de alta presión se utilizó en los primeros sistemas Common Rail. La válvula reguladora de presión se encuentra montada con más frecuencia en el conducto común, en algunas aplicaciones directamente en la bomba de alta presión.

**Regulación de caudal del lado de aspiración**  
Otra posibilidad de regulación de la presión del conducto común consiste en la regulación de caudal del lado de aspiración (figura 3b). La unidad de dosificación (10) abridada a la bomba de alta presión permite que la bomba suministre al conducto común el caudal de combustible exactamente necesario para mantener la presión de inyección precisa para el sistema. Una válvula limitadora de presión (9) evita que se produzca un incremento inadmisibles de la presión del conducto común en caso de avería.

Con la regulación de caudal del lado de aspiración es menor el volumen de combustible a alta presión, y con ello también el consumo de potencia de la bomba. Esto tiene efectos positivos en el consumo de combustible. Al mismo tiempo se reduce la temperatura del combustible devuelto al depósito de combustible en comparación con la de la regulación en el lado de alta presión.

#### Sistema de doble regulación

El sistema de doble regulación (figura 3c), con la regulación de la presión en el lado de aspiración mediante la unidad de dosificación y la regulación en el lado de alta presión mediante la válvula reguladora de presión, combina las ventajas de la regulación en el lado de alta presión y la regulación de caudal en el lado de aspiración (ver la sección "Sistema Common Rail para vehículos de turismo").

#### Inyección

Los inyectores inyectan el combustible directamente en la cámara de combustión del motor. Reciben el combustible del conducto común a través de cortas tuberías de combustible a alta presión. La unidad de control del motor controla la válvula de mando integrada en el inyector, encargada de la apertura y cierre del inyector.

La duración de la apertura del inyector y la presión del sistema determinan el volumen de combustible aportado. Con una presión constante, el caudal de combustible inyectado es proporcional al tiempo de conexión de la válvula de mando y, con ello, es independiente del número de revoluciones del motor o de la bomba (inyección controlada en función del tiempo).

#### Potencial hidráulico

La separación de las funciones de *generación de presión e inyección* aporta, en comparación con los sistemas de inyección convencionales, un mayor grado de libertad en lo relativo al desarrollo de la combustión: la presión de inyección puede elegirse con gran libertad en el diagrama de curvas características. La presión de inyección máxima es actualmente de 1.600 bares, en el futuro será de 1.800 bares.

Gracias a las inyecciones previas o múltiples del sistema Common Rail es posible obtener una disminución adicional de las emisiones de gases de escape, y una reducción significativa de los ruidos originados por la combustión. Mediante varias activaciones de la válvula de mando, de funcionamiento extremadamente rápido, pueden efectuarse inyecciones múltiples de hasta cinco inyecciones por ciclo de inyección. La aguja del inyector se cierra con asistencia hidráulica y asegura así un rápido fin de la inyección.

## Control y regulación

### Funcionamiento

La unidad de control del motor registra la posición del pedal acelerador y el estado de servicio actual del motor y del vehículo con ayuda de los sensores (ver asimismo el capítulo “Regulación Electrónica Diesel”). Estos sensores se encargan de medir, entre otras cosas:

- el ángulo y número de revoluciones del cigüeñal,
- la presión existente en el conducto común,
- la presión de sobrealimentación,
- la temperatura del aire de admisión, del líquido refrigerante y del combustible,
- la masa de aire aspirada,
- la velocidad de marcha, etc.

La unidad de control evalúa las señales de entrada y calcula de forma sincronizada con la combustión las señales de activación para la válvula reguladora de presión o la unidad de dosificación, los inyectores y los restantes elementos de regulación (p.ej. la válvula de recirculación de los gases de escape, elemento regulador del turbocompresor).

Los breves tiempos de respuesta necesarios para los inyectores se obtienen mediante las válvulas conmutadoras de alta presión optimizadas y una activación especial.

El sistema ángulo/tiempo adapta el momento de inyección al estado del motor (control en función del tiempo) mediante los datos de los sensores del cigüeñal y del árbol de levas. El sistema de Regulación Electrónica Diesel (EDC) permite dosificar exactamente el caudal de inyección. El EDC ofrece además el potencial para otras funciones adicionales, mediante las cuales se mejora el comportamiento de marcha y se incrementa el confort.

### Funciones básicas

Las funciones básicas controlan la inyección del gasóleo para que se efectúe en el momento correcto, con el volumen adecuado y a la presión prescrita. Aseguran así un funcionamiento de consumo favorable y silencioso del motor Diesel.

### Funciones correctoras para el cálculo de la inyección

Para compensar las tolerancias del sistema de inyección y del motor se dispone de una serie de funciones correctoras (ver el capítulo “Regulación Electrónica Diesel”):

- compensación del caudal de los inyectores,
- calibración de volumen cero,
- regulación de compensación de caudal,
- adaptación del valor medio de caudal.

### Funciones adicionales

Otras funciones adicionales de control y regulación sirven para una reducción de las emisiones de gases de escape y del consumo de combustible, o bien aumentan la seguridad y el confort. Ejemplos de ellas son:

- regulación del reciclado de gases de escape,
- regulación de la presión de sobrealimentación,
- regulación de la velocidad de marcha,
- bloqueo electrónico de arranque, etc.

La integración del sistema EDC en el sistema global del vehículo abre asimismo toda una serie de nuevas posibilidades, p.ej. el intercambio de datos con el mando del cambio o la regulación de la climatización.

Una interfaz de diagnóstico permite la evaluación de los datos del sistema almacenados en memoria al realizar la inspección del vehículo.

### Configuración de unidades de control

Debido a que la unidad de control del motor sólo posee por regla general hasta ocho etapas finales para los inyectores, en los motores con más de ocho cilindros se utilizan dos unidades de control del motor. Estas unidades de control están interconectadas en un conjunto “principal-secundario” mediante un interfaz CAN interno de elevada velocidad. De esta forma se consigue asimismo más capacidad para los microcontroladores. Algunas funciones van asignadas fijas a una unidad de control (p.ej. la regulación de compensación de caudal), mientras que otras pueden asignarse flexiblemente a una unidad de control en el momento de efectuar la configuración (p.ej. el registro de los sensores).

► Éxito del Diesel en Europa

**Utilización del motor Diesel**

Al comienzo de la historia del automóvil, el motor de gasolina era el grupo propulsor típico de los vehículos de carretera. En el año 1927 se suministraron los primeros vehículos industriales con motores Diesel, y en 1936 también turismos con dicho sistema propulsor.

El motor Diesel se impuso en el segmento de los vehículos industriales gracias a su rentabilidad y duración. En el segmento de los turismos, por el contrario, el motor Diesel mantendría una presencia testimonial todavía durante un largo periodo de tiempo. La imagen del Diesel ha mejorado sólo gracias a los motores Diesel modernos con inyección directa y sobrealimentación – el principio de la inyección directa se utilizó ya en los primeros motores Diesel para vehículos industriales. Entretanto, la proporción de turismos equipados con motor Diesel matriculados en Europa ha alcanzado prácticamente el 50%.

**Características del motor Diesel**

¿Qué caracteriza al motor Diesel actual, capaz de haber conseguido tal éxito en Europa?

*Rentabilidad*

Por un lado, el consumo de combustible sigue siendo inferior al de los motores de gasolina equivalentes, gracias al mayor rendimiento del motor Diesel. Por otro lado, los gasóleos soportan una menor carga impositiva en muchos países europeos. Por dicho motivo, el Diesel sigue siendo la alternativa más económica para los conductores que efectúan un elevado kilometraje, a pesar del precio de adquisición más elevado.

*Placer en la conducción*

Casi todos los modelos con motor diesel actuales funcionan con sobrealimentación. De esta forma se consigue un mayor llenado de los cilindros ya en la gama baja de revoluciones. El volumen de combustible dosificado es además correspondientemente alto, con lo cual el motor consigue un elevado par. De esto se obtiene un desarrollo del par motor que permite la conducción a un elevado par ya a bajos números de revoluciones.

El par motor – y no la potencia del motor – resulta decisivo para la fuerza de arrastre del motor. En comparación con un motor de gasolina sin sobrealimentación, puede obtenerse un mayor "placer en la conducción" con un motor Diesel de menor potencia. La imagen de "débil pestilente" ya no concuerda con los vehículos con motor diesel de la nueva generación.

*Compatibilidad medioambiental*

La humareda producida antiguamente por los vehículos con motor diesel en funcionamiento bajo carga pertenece ya al pasado. Esto se ha conseguido gracias a los sistemas de inyección mejorados y la Regulación Electrónica Diesel (EDC). Con estos sistemas puede dosificarse exactamente el volumen de combustible, y adaptarlo al momento de servicio del motor y a las condiciones medioambientales. Con esta técnica se cumplen las normas sobre la emisión de gases de escape vigentes actualmente.

Los catalizadores de oxidación, mediante los cuales se elimina el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC) de los gases de escape, constituyen un equipamiento estándar del motor Diesel. Con otros sistemas de depuración de los gases de escape, p.ej. el filtro de partículas y los catalizadores acumuladores de NO<sub>x</sub>, se cumplirá también en el futuro con lo especificado en las normas sobre la emisión de gases de escape más severas, también en el caso de las normas fijadas al respecto por la legislación norteamericana.



## 3.1.2. Sistemas Common Rail para turismos

### Sistema Common Rail para turismos

#### Alimentación de combustible

En los sistemas Common Rail para turismos se utilizan bombas eléctricas de combustible o bombas de ruedas dentadas para la alimentación del combustible a la bomba de alta presión.

#### Sistemas con bomba eléctrica de combustible

La bomba eléctrica de combustible – montada como parte integrante de la unidad de montaje del depósito de combustible en el depósito de combustible (In-tank) o en la tubería de alimentación de combustible (Inline) – aspira el combustible a través de un filtro previo y lo suministra a la bomba de alta presión (figura 3) con una presión de 6 bares. La potencia de suministro máxima es de 190 l/h. Para garantizar un arranque rápido del motor, la bomba se conecta ya al girar la llave de encendido. De esta forma queda garantizada la presión necesaria en el circuito de baja presión en el momento del arranque del motor.

En la tubería de alimentación tendida hacia la bomba de alta presión va montado el filtro de combustible (filtro de depuración fina).

#### Sistemas con bomba de ruedas dentadas

La bomba de ruedas dentadas va abridada a la bomba de alta presión, y es accionada solidariamente con el eje de accionamiento de ésta (figuras 1 y 2). De esta forma, la bomba de ruedas dentadas inicia el suministro sólo en el momento del arranque del motor. La potencia de suministro depende del número de revoluciones del motor y puede ser de hasta 400 l/h a una presión de hasta 7 bares.

En el depósito de combustible va montado un filtro previo de combustible. El filtro de depuración fina está montado en la tubería de alimentación tendida hacia la bomba de ruedas dentadas.

#### Sistemas combinados

Existen asimismo aplicaciones en las cuales se utilizan ambos tipos de bomba. La bomba eléctrica de combustible garantiza un mejor comportamiento de arranque, especialmente en caso de arranque a la temperatura de servicio, ya que el volumen de alimentación de la bomba de ruedas dentadas se reduce con el combustible caliente, y por lo tanto más fluido, y el menor número de revoluciones de la bomba.

#### Regulación de alta presión

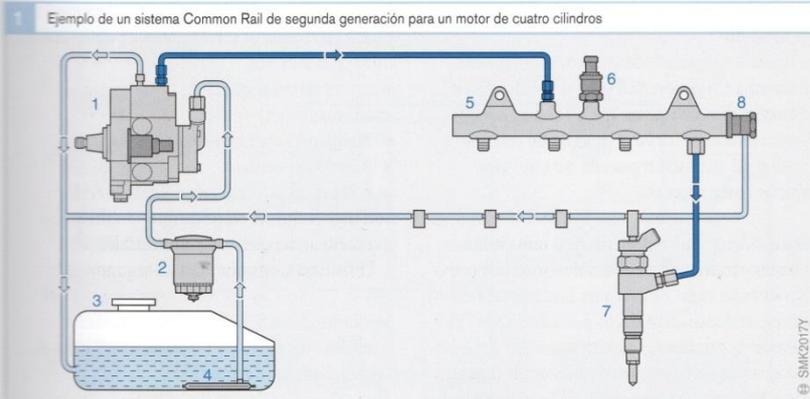
En el sistema Common Rail de primera generación, la regulación de la presión existente en el conducto común se efectúa mediante la válvula reguladora de presión. La bomba de alta presión (versión CP1) aporta el caudal de alimentación máximo independientemente de las necesidades de combustible, y la válvula reguladora de presión hace refluir el combustible suministrado en exceso al depósito de combustible.

El sistema Common Rail de segunda generación regula la presión existente en el conducto común en el lado de baja presión mediante la unidad de dosificación (figura 1 y 2). La bomba de alta presión (versiones CP3 y CP1H) debe suministrar sólo el volumen de combustible precisado realmente por el motor. De esta forma se reduce la demanda de energía de la bomba de alta presión y, con ello, el consumo de combustible.

El sistema Common Rail de tercera generación se caracteriza por los inyectores piezoeléctricos integrados en la tubería (figura 3).

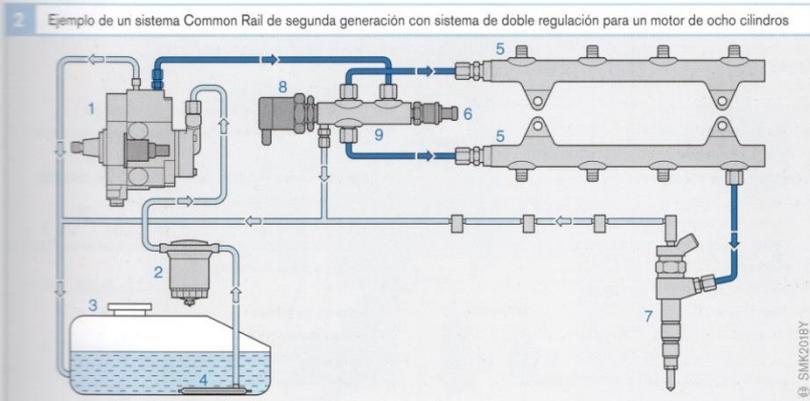
Si la presión sólo puede ser ajustada en el lado de baja presión, la reducción de la presión en el conducto común dura excesivamente en caso de cambios de carga rápidos y negativos. La dinámica de adaptación de la presión a las condiciones de carga modificadas es demasiado lenta. Este es el caso especialmente con los inyectores piezoeléctricos integrados en la tubería debido a sus reducidas fugas internas. Algunos sistemas Common Rail incluyen por ello una válvula reguladora de presión (figura 3) adicionalmente a la bomba de alta presión con unidad de dosificación. Con este sistema de doble regulación se combinan las ventajas de la regulación en el lado de baja presión con el comportamiento dinámico más favorable de la regulación en el lado de alta presión.

Otra ventaja frente a la regulación exclusivamente en el lado de baja presión es la posibilidad de efectuar una regulación en el lado de alta presión con el motor frío. De esta forma, la bomba de alta presión suministra más combustible del que se inyecta, efectuándose la regulación de la presión mediante la válvula reguladora de presión. El combustible se calienta a causa de la compresión, con lo cual puede suprimirse un calefaccionado adicional del combustible.



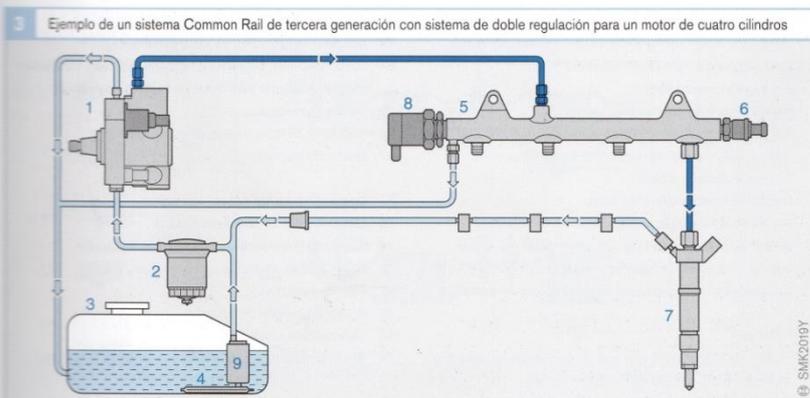
**Figura 1**

- 1 Bomba de alta presión CP3 con bomba de ruedas dentadas de alimentación previa y unidad dosificadora
- 2 Filtro de combustible con separador de agua y calefacción (opcional)
- 3 Depósito de combustible
- 4 Filtro previo
- 5 Conducto común
- 6 Sensor de presión del conducto común
- 7 Inyector con válvula electromagnética
- 8 Válvula limitadora de presión



**Figura 2**

- 1 Bomba de alta presión CP3 con bomba de ruedas dentadas de alimentación previa y unidad dosificadora
- 2 Filtro de combustible con separador de agua y calefacción (opcional)
- 3 Depósito de combustible
- 4 Filtro previo
- 5 Conducto común
- 6 Sensor de presión del conducto común
- 7 Inyector con válvula electromagnética
- 8 Válvula reguladora de presión
- 9 Bloque de funciones (distribuidor)



**Figura 3**

- 1 Bomba de alta presión CP1H con unidad de dosificación
- 2 Filtro de combustible con separador de agua y calefacción (opcional)
- 3 Depósito de combustible
- 4 Filtro previo
- 5 Conducto común
- 6 Sensor de presión del conducto común
- 7 Inyector piezoeléctrico integrado en la tubería
- 8 Válvula reguladora de presión
- 9 Electrobomba de combustible

### Figura del sistema de los vehículos de turismo

La figura 4 muestra todos los componentes de un sistema Common Rail para un motor Diesel de cuatro cilindros de un turismo con equipamiento máximo. Según el modelo de vehículo y el tipo de utilización pueden no utilizarse algunos componentes.

Para mantener una representación más clara, los sensores y transmisores de valor teórico (A) no figuran en su lugar de montaje. Los sensores del sistema de depuración de los gases de escape (F) y el sensor de presión del conducto común representan una excepción, ya que su posición de montaje es precisa para la comprensión de la instalación.

#### Figura 4

##### Motor, gestión del motor y componentes del sistema de inyección de alta presión

- 17 Bomba de alta presión
- 18 Unidad de dosificación
- 25 Unidad de control del motor
- 26 Conducto común
- 27 Sensor de presión del conducto común
- 28 Válvula reguladora de presión (DRV 2)
- 29 Inyector
- 30 Bujía de espiga de incandescencia
- 31 Motor Diesel (DI)
- M Par motor

##### A Sensores y transmisores de valor teórico

- 1 Sensor del pedal acelerador
- 2 Interruptor del embrague
- 3 Contactos del freno (2)
- 4 Unidad de mando del regulador de la velocidad de marcha
- 5 Interruptor de precalentamiento-arranque ("cerradura de encendido")
- 6 Sensor de la velocidad de marcha
- 7 Sensor del número de revoluciones del cigüeñal (inductivo)
- 8 Sensor del número de revoluciones del árbol de levas (sensor inductivo o Hall)
- 9 Sensor de la temperatura del motor (en el circuito del líquido refrigerante)
- 10 Sensor de la temperatura del aire de admisión
- 11 Sensor de la presión de sobrealimentación
- 12 Caudalímetro de aire por película caliente (aire de admisión)

##### B Interfaces

- 13 Cuadro de instrumentos con emisión de señales de consumo de combustible, número de revoluciones, etc.
- 14 Compresor del acondicionador de aire con unidad de mando

Mediante el bus CAN del punto "Interfaces" (B) puede efectuarse el intercambio de datos con los diferentes sectores:

- motor de arranque,
- alternador,
- bloqueo electrónico de arranque,
- mando del cambio,
- sistema de tracción antideslizante ASR, (Antriebsschlupfregelung)
- sistema electrónico de estabilidad ESP (Elektronisches Stabilitäts-Programm).

Mediante el bus CAN pueden conectarse asimismo el cuadro de instrumentos (13) y el acondicionador de aire (14).

Para la depuración de los gases de escape se representan dos posibles sistemas combinados (a o b).

15 Interfaz de diagnóstico

16 Unidad de control del tiempo de incandescencia CAN Controller Area Network (bus de datos serial del vehículo)

##### C Alimentación de combustible (parte de baja presión)

- 19 Filtro de combustible con válvula de rebose
- 20 Depósito de combustible con filtro previo y Elektrokraftstoffpumpe, EKP (bomba eléctrica de combustible)
- 21 Sensor de nivel de llenado

##### D Sistema de aditivos

- 22 Unidad dosificadora de aditivos
- 23 Unidad de control de aditivos
- 24 Depósito de aditivos

##### E Suministro de aire

- 32 Refrigerador de recirculación de gases de escape
- 33 Actuador de la presión de sobrealimentación
- 34 Turbocompresor por gases de escape (aquí con turbina con geometría variable VTG (Variable Turbinengeometrie))
- 35 Válvula de mariposa
- 36 Regulador de recirculación de gases de escape
- 37 Bomba de depresión

##### F Depuración de los gases de escape

- 38 Sonda lambda de banda ancha LSU
- 39 Sensor de la temperatura de los gases de escape
- 40 Catalizador de oxidación
- 41 Filtro de partículas
- 42 Sensor de presión diferencial
- 43 Catalizador acumulador de NO<sub>x</sub>
- 44 Sonda lambda de banda ancha, sensor de NO<sub>x</sub> opcional

Sinopsis de sistemas de inyección Diesel

**Campos de aplicación**

Los motores Diesel se caracterizan por su alta rentabilidad. Desde el comienzo de la producción de la primera bomba de inyección producida en serie por Bosch en el año 1927, los sistemas de inyección se han visto sometidos a procesos de perfeccionamiento permanentes.

Los motores Diesel se utilizan en una gran cantidad de versiones (figura 1), p.ej. como:

- accionamiento para grupos electrógenos móviles (hasta aprox. 10 kW/cilindro),
- motores de funcionamiento rápido para turismos y vehículos industriales ligeros (hasta aprox. 50 kW/cilindro),
- motores para los sectores de la construcción, agrícola y forestal (hasta aprox. 50 kW/cilindro),
- motores para vehículos industriales pesados, autobuses y remolcadores (hasta aprox. 80 kW/cilindro),
- motores estacionarios, p.ej. para grupos de corriente de emergencia (hasta aprox. 160 kW/cilindro),
- motores para locomotoras y navios (hasta 1000 kW/cilindro).

**Requisitos**

Las prescripciones cada vez más estrictas sobre emisiones de gases de escape y de ruidos, así como el deseo de un consumo de combustible cada vez más bajo, plantean nuevas exigencias al sistema de inyección de un motor Diesel.

Como norma general, el sistema de inyección debe inyectar el combustible con una elevada presión (hoy de entre 350 y 2.050 bares) en la cámara de combustión del motor Diesel, dosificando el caudal de inyección con la exactitud más elevada posible, para conseguir una buena preparación de la mezcla en función del proceso de la combustión diesel (inyección directa o indirecta) y del estado de servicio. La regulación de la carga y del número de revoluciones del motor Diesel se efectúa mediante el volumen de combustible sin estrangulamiento del aire de admisión.

La regulación mecánica de los sistemas de inyección Diesel está siendo sustituida de forma creciente por la Regulación Electrónica Diesel (EDC). En el sector de los turismos y los vehículos industriales, los nuevos sistemas de inyección Diesel se regulan exclusivamente mediante sistemas EDC.

1 Campos de aplicación de los sistemas Bosch de inyección Diesel.

Figura 1

M, MW,  
A, P, H,  
ZWM,

CW Bombas de inyección en serie con tamaño constructivo creciente

PF Bombas de inyección individuales

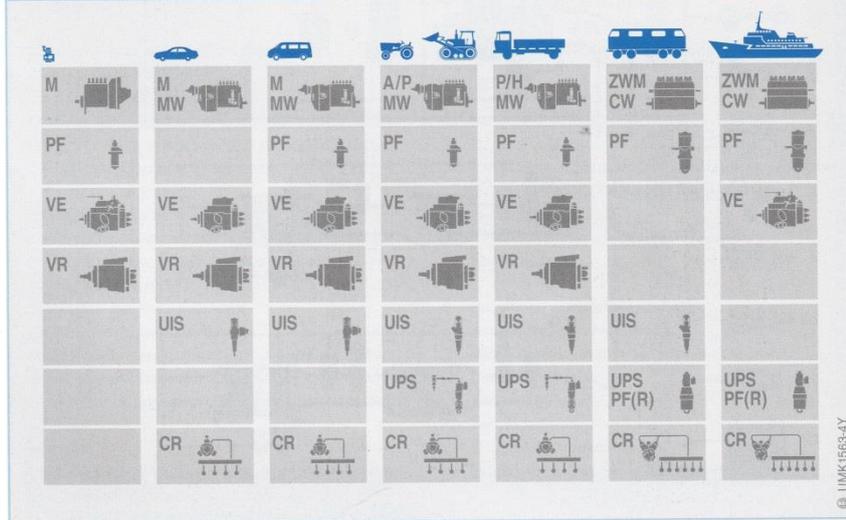
VE Bombas de inyección distribuidoras de émbolos axiales

VR Bombas de inyección distribuidoras de émbolos radiales

UIS Unidad de bomba-inyector

UPS Unidad de bomba-tubería-inyector

CR Common Rail



UMK1563-4Y

### 3.1.3. Sistema Common Rail para vehículos industriales

#### Sistema Common Rail para vehículos industriales

##### Alimentación de combustible

##### Prealimentación

Los sistemas Common Rail de los vehículos industriales ligeros se diferencian muy poco de los sistemas para turismos. Para efectuar la prealimentación del combustible se utilizan bombas eléctricas de combustible o bombas de combustible de ruedas dentadas. En los sistemas Common Rail para vehículos industriales pesados se utilizan exclusivamente bombas de ruedas dentadas para la alimentación del combustible a la bomba de alta presión (ver el capítulo "Alimentación de combustible en la parte de baja presión", sección "Bomba

de combustible de engranajes rectos"). La bomba de alimentación previa va abridada como norma general a la bomba de alta presión (figuras 1 y 2), en otras aplicaciones va fijada al motor.

##### Filtrado del combustible

Al contrario que en los sistemas para vehículos de turismo, el filtro de combustible (filtro de depuración fina) va montado en este caso en el lado de presión. La bomba de alta presión precisa por dicho motivo una alimentación externa de combustible, incluso con la bomba de ruedas dentadas abridada.

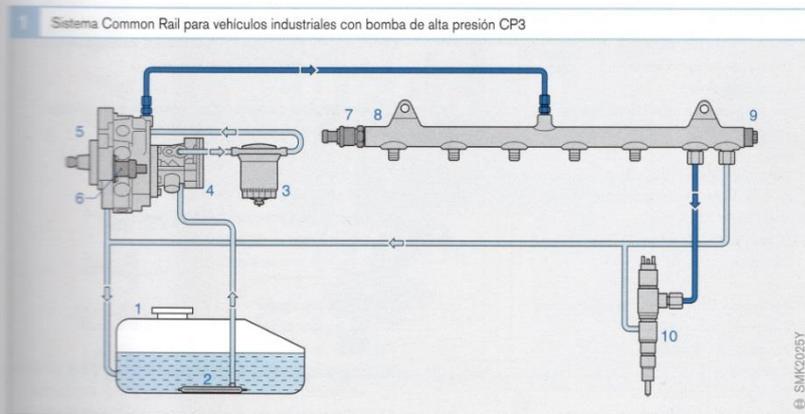


Figura 1

- 1 Depósito de combustible
- 2 Filtro previo
- 3 Filtro de combustible
- 4 Bomba de ruedas dentadas de alimentación previa
- 5 Bomba de alta presión CP3.4
- 6 Unidad de dosificación
- 7 Sensor de presión del conducto común
- 8 Conducto común
- 9 Válvula limitadora de presión
- 10 Inyector

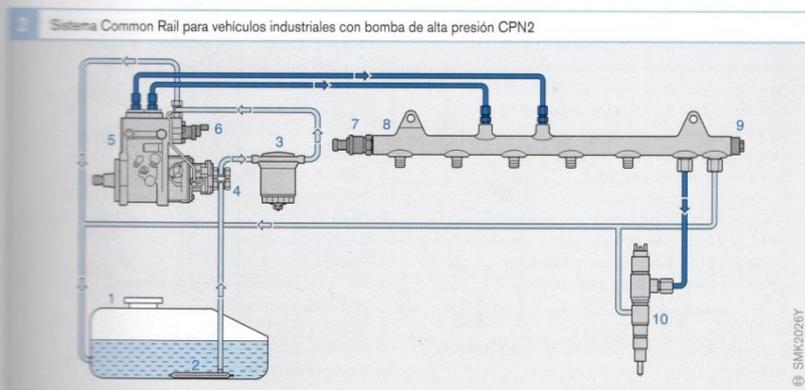


Figura 2

- 1 Depósito de combustible
- 2 Filtro previo
- 3 Filtro de combustible
- 4 Bomba de ruedas dentadas de alimentación previa
- 5 Bomba de alta presión CPN2.2
- 6 Unidad de dosificación
- 7 Sensor de presión del conducto común
- 8 Conducto común
- 9 Válvula limitadora de presión
- 10 Inyector

**Figura del sistema de los vehículos industriales**

La figura 3 muestra todos los componentes de un sistema Common Rail para un motor Diesel de seis cilindros de un vehículo industrial. Según el modelo de vehículo y el tipo de utilización pueden no utilizarse algunos componentes.

Para obtener una representación más clara, se incluyen en su lugar de montaje real sólo los sensores y transmisores de valor teórico cuya posición de montaje se precisa para la comprensión de la instalación.

Mediante el bus CAN citado en el punto "Interfaces" (B) puede efectuarse el intercambio de datos entre los más diferentes sectores (p.ej. el mando del cambio, sistema de tracción antidesli-

zante ASR (Antriebsschlupfregelung), sistema electrónico de estabilidad ESP (Elektronisches Stabilitäts-Programm), sensor de calidad del aceite, tacógrafo, radar de distancia ACC, coordinador de frenado – hasta 30 unidades de control). Mediante el bus CAN pueden conectarse asimismo el alternador (18) y el acondicionador de aire (17).

Para la depuración de los gases de escape se representan tres posibles sistemas: un sistema exclusivamente DPF (a) preponderantemente para el mercado EE.UU., un sistema exclusivamente SCR (b) predominantemente para el mercado de la UE, y un sistema combinado (c).

**Figura 3****Motor, gestión del motor y componentes del sistema de inyección de alta presión**

- 22 Bomba de alta presión
- 29 Unidad de control del motor
- 30 Conducto común
- 31 Sensor de presión del conducto común
- 32 Inyector
- 33 Relé
- 34 Grupos adicionales (p.ej. retardador, mariposa de escape del freno motor, motor de arranque, ventilador)
- 35 Motor Diesel (DI)
- 36 Bujía de llama (alternativamente Grid-Heater)
- M Par motor

**A Sensores y transmisores de valor teórico**

- 1 Sensor del pedal acelerador
- 2 Interruptor del embrague
- 3 Contactos del freno (2)
- 4 Contacto del freno motor
- 5 Contacto del freno de estacionamiento
- 6 Interruptor de mando (p.ej. regulador de la velocidad de marcha, regulación del número de revoluciones intermedio, reducción del par motor y del número de revoluciones)
- 7 Llave de arranque-parada ("cerradura de encendido")
- 8 Sensor del número de revoluciones del turbocompresor
- 9 Sensor del número de revoluciones del cigüeñal (inductivo)
- 10 Sensor del número de revoluciones del árbol de levas
- 11 Sensor de temperatura del combustible
- 12 Sensor de la temperatura del motor (en el circuito del líquido refrigerante)
- 13 Sensor de temperatura del aire de sobrealimentación
- 14 Sensor de la presión de sobrealimentación
- 15 Sensor del número de revoluciones del ventilador
- 16 Sensor de presión diferencial del filtro de aire

**B Interfaces**

- 17 Compresor del acondicionador de aire con unidad de mando
- 18 Alternador
- 19 Interfaz de diagnóstico

**20 Unidad de control SCR****21 Compresor de aire**

CAN Controller Area Network (bus de datos serial del vehículo) (hasta 3 buses)

**C Alimentación de combustible (parte de baja presión)**

- 23 Bomba de alimentación de combustible
- 24 Filtro de combustible con sensores de nivel de agua y de presión
- 25 Refrigerador de unidad de control
- 26 Depósito de combustible con filtro previo
- 27 Válvula limitadora de presión
- 28 Sensor de nivel de llenado

**D Suministro de aire**

- 37 Refrigerador de recirculación de gases de escape
- 38 Válvula de mariposa
- 39 Regulador de recirculación de gases de escape con válvula de recirculación de los gases de escape y sensor de posición
- 40 Refrigerador del aire de sobrealimentación con conducto de derivación para el arranque en frío
- 41 Turbocompresor por gases de escape (aquí con geometría de la turbina variable VTG) con sensor de posición
- 42 Regulador de la presión de sobrealimentación

**E Depuración de los gases de escape**

- 43 Sensor de la temperatura de los gases de escape
- 44 Catalizador de oxidación
- 45 Sensor de presión diferencial
- 46 Filtro de partículas con revestimiento catalítico (CSF)
- 47 Sensor de hollín
- 48 Sensor de nivel de llenado
- 49 Depósito de agente reductor
- 50 Bomba de alimentación de agente reductor
- 51 Inyector de agente reductor
- 52 Sensor de NO<sub>x</sub>
- 53 Catalizador SCR
- 54 Sensor de NH<sub>3</sub>

### 3.1.4. Alimentación de combustible en la parte de baja presión

## Alimentación de combustible en la parte de baja presión

El sistema de alimentación de combustible cumple una función consistente en la acumulación y filtrado del combustible necesario, así como de aportar combustible a una determinada presión de suministro al sistema de inyección en todas las condiciones de servicio. En algunas aplicaciones se efectúa adicionalmente el enfriamiento del retorno de combustible.

Como norma general, el sistema de alimentación de combustible es muy diferente en función del sistema de inyección Diesel utilizado. En la figura 1 se muestra la estructura típica de un sistema Common Rail para turismos.

### Sinopsis

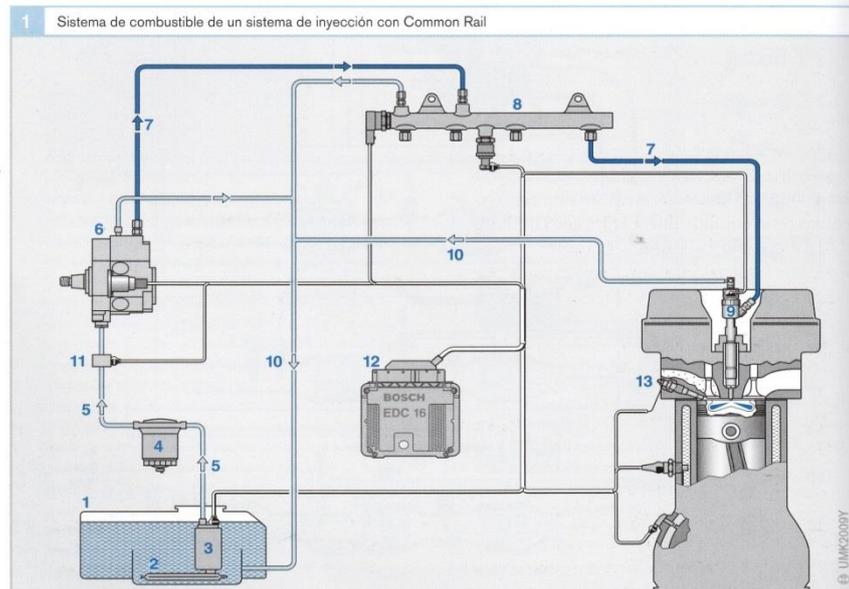
El sistema de alimentación de combustible comprende los siguientes componentes esenciales (figura 1):

- depósito de combustible,
- filtro previo,
- refrigerador de unidad de control (opcional),
- bomba de alimentación previa (opcional, en los turismos también bomba integrada dentro del depósito de combustible),
- filtro de combustible,
- bomba de combustible (baja presión),
- válvula reguladora de presión (válvula de rebose),
- refrigerador del combustible (opcional),
- tuberías de combustible a baja presión.

### Depósito de combustible

El depósito de combustible almacena el combustible. Debe ser resistente a la oxidación y estanco frente a una presión de una magnitud doble a la de servicio, pero como mínimo de 0,3 bares de sobrepresión. La sobrepresión generada debe eliminarse automáticamente mediante aberturas o válvulas de

**Figura 1**  
1 Depósito de combustible  
2 Filtro previo  
3 Bomba de alimentación previa  
4 Filtro de combustible  
5 Tuberías de combustible a baja presión  
6 Bomba de alta presión  
7 Tuberías de combustible a alta presión  
8 Conducto común  
9 Inyector  
10 Tubería de retorno de combustible  
11 Sensor de temperatura del combustible  
12 Unidad de control  
13 Bujía de espiga incandescente



## Bomba de combustible

La misión de la bomba de combustible en la parte de baja presión (bomba previa) consiste en suministrar una cantidad suficiente de combustible a los componentes de alta presión, es decir

- en cualquier estado de servicio,
- con un reducido nivel de ruidos,
- con la presión necesaria y
- a lo largo de toda la vida útil del vehículo.

La bomba de combustible succiona el combustible del depósito de combustible y suministra permanentemente el volumen de combustible necesario (volumen de inyección y de barrido) en dirección al sistema de inyección de alta presión (de 60 a 500 l/h, de 300 a 700 kPa o bien de 3 a 7 bares). Muchas bombas poseen una purga de aire automática, de forma que es posible el arranque también después de haber circulado hasta vaciar por completo el depósito de combustible.

Hay tres ejecuciones:

- bombas eléctricas de combustible (turismos),

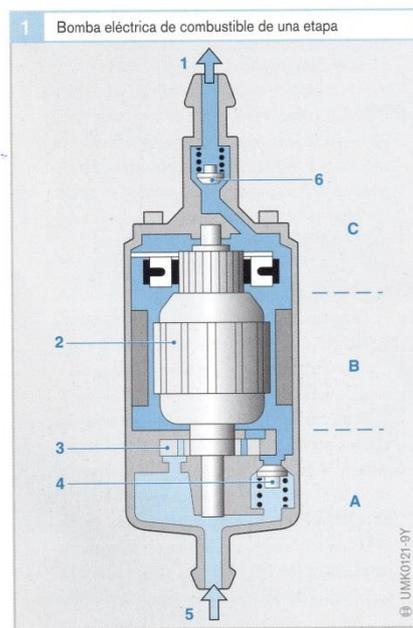


Figura 1

- A Elemento de bomba  
B Motor eléctrico  
C Tapa de empalme

- 1 Lado de presión  
2 Inducido del motor  
3 Elemento de bomba  
4 Limitador de presión  
5 Lado de aspiración  
6 Válvula de retención

- bombas de combustible de engranajes rectos accionadas mecánicamente y
- bombas de combustible en tándem (UIS, turismos).

Tanto en las bombas de inyección rotativa de émbolo axial como en las de émbolos radiales está integrada una bomba previa como bomba de aletas en la bomba de inyección.

### Bomba eléctrica de combustible

La bomba eléctrica de combustible (EKP, figuras 1 y 2) se utiliza solamente en los turismos y en los vehículos industriales ligeros. Además de la alimentación del combustible, debe cumplir asimismo la función de interrupción del suministro de combustible en caso necesario, en el marco de una supervisión del sistema.

Existen electrobombas de combustible para el montaje en tubería (intra línea) o montaje en el depósito (intradepósito). Las bombas de montaje en tubería van montadas fuera del depósito de combustible, en la tubería de combustible tendida entre el depósito de combustible y el filtro de combustible, fijadas en la plataforma portante del vehículo. Las bombas de montaje en depósito, por el contrario van montadas en el mismo depósito de combustible, en un soporte especial, en el cual se alojan normalmente también un tamiz de combustible del lado de aspiración, un sensor del nivel de llenado del depósito de combustible, una cámara de turbulencia a modo de reserva de combustible y los empalmes eléctricos e hidráulicos hacia el exterior.

Comenzando con el proceso de arranque del motor, la electrobomba de combustible funciona continuamente y de forma independiente del régimen del motor. Suministra continuamente al sistema de inyección el combustible procedente del depósito de combustible a través de un filtro de combustible. El combustible excedente retorna al depósito de combustible a través de una válvula de descarga.

Mediante un circuito de seguridad se impide el suministro de combustible estando conectado el encendido y parado el motor.

Las electrobombas de combustible constan de los tres elementos funcionales siguientes en un mismo cuerpo:

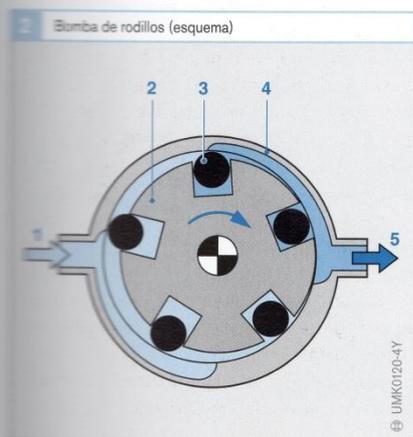
**Elemento de bomba (figura 1, posición A)**

Los elementos de bomba existen en diversas versiones, ya que el principio funcional aplicado en cada caso depende del campo de aplicación de la electrobomba de combustible. Para aplicaciones Diesel son generalmente bombas celulares de rodillos (RZP).

La bomba celular de rodillos (figura 2) es una bomba de desalajo. Consta de una placa básica (4) dispuesta excéntrica, en la que gira un disco ranurado (2). En cada ranura se encuentra un rodillo conducido suelto (3). Debido a la fuerza centrífuga generada por la rotación de la arandela ranurada y a la presión del combustible, los rodillos se presionan contra la pista de rodillos exterior y los flancos impulsores de las ranuras. Los rodillos actúan aquí como juntas en rotación. Así se forma una cámara entre cada dos rodillos del disco ranurado y la pista de deslizamiento de los rodillos. El efecto de bombeo se realiza con ello de forma que el volumen de la cámara se reduce continuamente tras cerrarse el orificio de afluencia reniforme (1).

**Motor eléctrico (figura 1, posición B)**

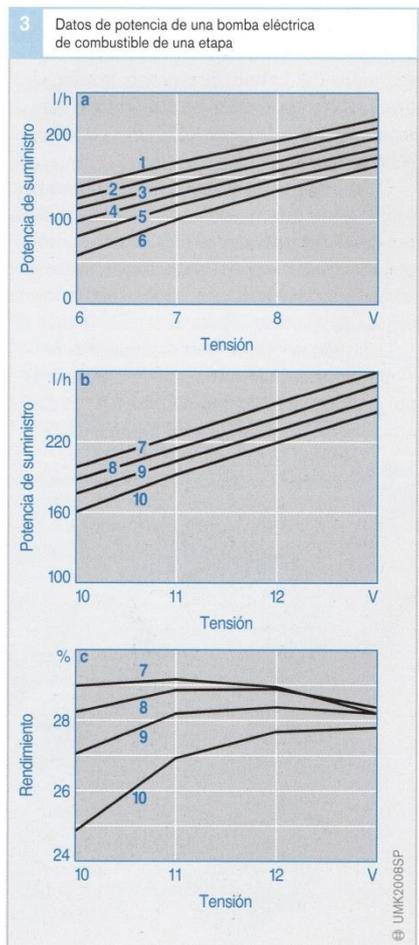
El motor eléctrico consta de un sistema de imán permanente y de un inducido (2). El dimensionado depende del caudal de suministro deseado con una presión del sistema determinada. El motor eléctrico está rodeado continuamente de combustible refrigerándose así ininterrumpidamente.



Con ello se consigue una elevada potencia del motor sin necesidad de montar complejos elementos estanqueizantes entre el elemento de bomba y el motor eléctrico.

**Tapa de empalme (figura 1, posición C)**

La tapa de empalme aloja las conexiones eléctricas y el empalme hidráulico del lado de presión. Una válvula de retención (6) evita el vaciado de las tuberías de combustible tras la desconexión de la bomba de combustible. En la tapa de empalme pueden ir montados adicionalmente elementos antiparasitarios.



**Figura 2**  
 1 Lado de aspiración (afluencia)  
 2 Arandela ranurada  
 3 Rodillo  
 4 Placa de base  
 5 Lado de presión

**Figura 3**  
 Parámetro: presión de alimentación  
 a Volumen de alimentación con baja tensión  
 b Volumen de alimentación en función de la tensión durante el funcionamiento normal  
 c Rendimiento en función de la tensión

1 a 200 kPa  
 2 a 250 kPa  
 3 a 300 kPa  
 4 a 350 kPa  
 5 a 400 kPa  
 6 a 450 kPa  
 7 a 450 kPa  
 8 a 500 kPa  
 9 a 550 kPa  
 10 a 600 kPa

**Bomba de combustible de engranajes**

La bomba de combustible de engranajes rectos (figuras 4 y 6) se utiliza para la alimentación de los módulos de inyección de los sistemas de bombas individuales (vehículos industriales) y del sistema Common Rail (turismos, vehículos industriales y vehículos todo terreno). Va fijada directamente al motor, o se encuentra integrada en la bomba de alta presión Common Rail. El accionamiento se efectúa mediante acoplamiento, rueda dentada o correa dentada.

Los elementos constructivos esenciales son dos ruedas dentadas engranadas entre sí, con rotación en sentido opuesto, las cuales suministran el combustible por los huecos entre los dientes del lado de aspiración (figura 6, posición 1) al lado de presión (5). La línea de contacto de las ruedas dentadas efectúa el estanqueizado entre el lado de aspiración y el lado de presión, y evita el reflujó del combustible.

El caudal de suministro es aproximadamente proporcional al número de revoluciones del motor. Por dicho motivo se efectúa una regulación de caudal mediante una regulación por estrangulamiento en el lado de aspiración o mediante una válvula de rebosé en el lado de presión (figura 5).

La bomba de combustible de engranajes funciona exenta de mantenimiento. Para efectuar la purga de aire del sistema de combustible en un arranque inicial, o después de haber circulado

hasta vaciar el depósito de combustible, puede estar montada una bomba de accionamiento manual directamente en la bomba de combustible de engranajes rectos o en la tubería de baja presión.

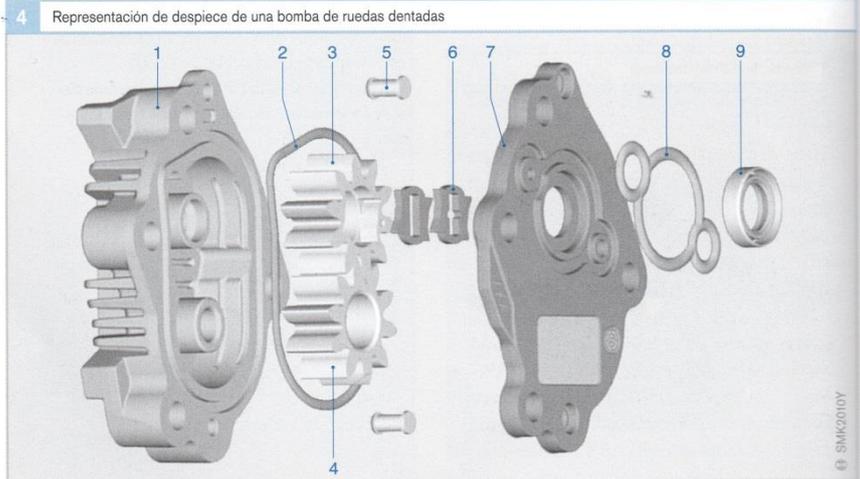
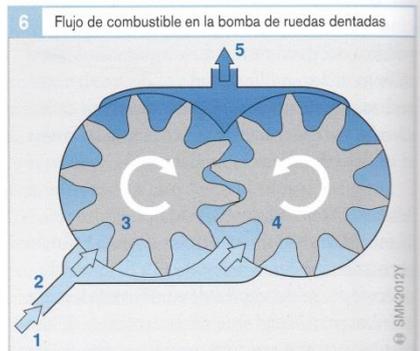
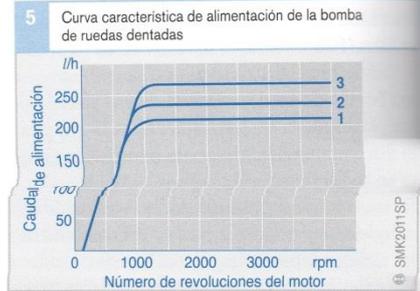
**Figura 5**  
Presión en la salida de la bomba: 8 bares

Parámetro: presión del lado de aspiración en la entrada de la bomba

- 1 500 mbares
- 2 600 mbares
- 3 700 mbares

**Figura 6**

- 1 Lado de aspiración (alimentación de combustible)
- 2 Estrangulador de aspiración
- 3 Rueda dentada primaria (rueda dentada de accionamiento)
- 4 Rueda dentada secundaria
- 5 Lado de presión



**Figura 4**

- 1 Carcasa de la bomba
- 2 Junta toroidal
- 3 Rueda dentada primaria
- 4 Rueda dentada secundaria
- 5 Remache
- 6 Pieza de acoplamiento
- 7 Tapa
- 8 Junta anular conformada
- 9 Retén de eje

## Filtro de combustible

### Tareas y requisitos

Los sistemas modernos de inyección para motores Diesel y de gasolina reaccionan de forma muy sensible a las menores impurezas contenidas en el combustible. Los daños pueden producirse sobre todo debido a la erosión causada por las partículas y la oxidación generada por el agua. La esperanza de vida útil del sistema de inyección se garantiza en principio mediante una pureza mínima del combustible.

### Filtrado de partículas

La reducción de las impurezas en forma de partículas es una de las funciones que debe cumplir el filtro de combustible. De esta forma se protegen los componentes expuestos al desgaste del sistema de inyección. El sistema de inyección prescribe el nivel de filtrado del filtro necesario. Además de garantizar la protección contra el desgaste, los filtros de combustible deben poseer asimismo una capacidad de acumulación de partículas suficiente, ya que de lo contrario podrían obstruirse al final del intervalo de cambio. En dicho caso disminuiría el volumen de alimentación de combustible y, con ello, también la potencia del motor. El montaje de un filtro de combustible exactamente adecuado al sistema de inyección es absolutamente imprescindible. La utilización de filtros inadecuados tiene consecuencias desagradables en el mejor de los casos, pero puede comportar consecuencias muy costosas en casos extremos (desde la sustitución de componentes hasta la del sistema de inyección completo).

El gasóleo posee un nivel de impurezas mucho mayor que la gasolina. Por dicho motivo, y también a causa de las presiones de inyección mucho más elevadas, los sistemas de inyección Diesel precisan contar con una protección contra el desgaste mayor que los sistemas de inyección de gasolina, y por lo tanto con una alta capacidad de filtrado y una vida útil más prolongada. Los filtros de gasóleo se fabrican por ello en versión de filtro intercambiable.

Los requisitos relativos al nivel de filtrado del filtro se han incrementado adicionalmente en los últimos años debido a la introducción de los sistemas Common Rail de segunda generación y los sistemas Unit Injector perfeccionados para turismos y vehí-

culos industriales. Para los nuevos sistemas, según el tipo de utilización (condiciones de servicio, contaminación del combustible, tiempo fuera de servicio del motor), se precisan grados de decantación de entre el 65% y el 98,6% (tamaño de partículas de 3 a 5 µm, ISO/TR 13353:1994). Además de la elevada capacidad de decantación de las partículas más finas, se exige asimismo una capacidad de acumulación de partículas más elevada a causa de los intervalos de mantenimiento más prolongados de los nuevos automóviles.

### Separación del agua

La segunda función esencial del filtro de gasóleo es la separación del agua emulsionada y el agua libre del combustible para evitar los desperfectos por oxidación. La separación efectiva del agua de más del 93% con el flujo máximo (ISO 4020:2001) es especialmente importante para las bombas distribuidoras de inyección y los sistemas Common Rail.

### Ejecuciones

La elección del filtro debe efectuarse detenidamente en función del sistema de inyección utilizado y las condiciones de servicio.

### Filtro principal

El filtro de gasóleo se monta por lo general en el circuito de baja presión, entre la bomba eléctrica de combustible y la bomba de alta presión, en el compartimento del motor.



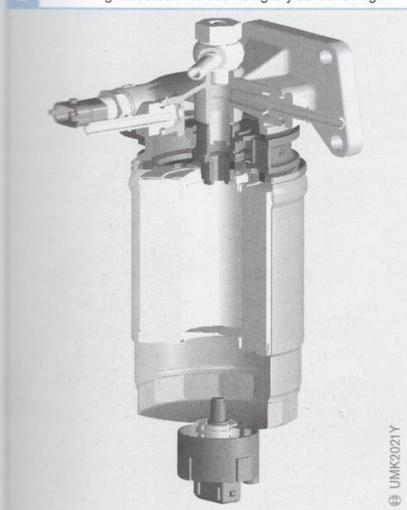
Está ampliamente extendida la utilización de filtros intercambiables enroscables, filtros "Inline" y elementos filtrantes no metálicos como piezas intercambiables alojadas en la carcasa del filtro hecha de aluminio, de plástico integral o de chapa de acero (para satisfacer los requisitos más exigentes en materia de protección en caso de choque). En dichos filtros sólo se sustituye el elemento filtrante. Se utilizan preferentemente elementos filtrantes plegados en forma de estrella (figura 1).

También existe la posibilidad de montar dos filtros. La conexión en paralelo origina una mayor capacidad de acumulación de partículas, la conexión en serie incrementa el grado de decantación. La conexión en serie puede efectuarse mediante filtros escalonados o filtros de depuración fina con un filtro previo adaptado.

#### Filtro previo para bombas previas

En el caso de requisitos especialmente elevados resulta ventajosa la utilización de un filtro previo adicional montado en el lado de aspiración o de presión de un nivel de filtrado adaptado al filtro principal (filtro de depuración fina). Los filtros previos se utilizan sobre todo en los vehículos industriales en países en los cuales se comercializa un gasóleo de baja calidad. La mayoría de las veces se trata de filtros de tamiz con una abertura de malla de 300 µm.

2 Filtro de gasóleo con vaciado de agua y sensor de agua



#### Separador de agua

La separación del agua se efectúa en el elemento filtrante mediante un *efecto repelente* (formación de gotas debido a la diferente tensión superficial del agua y el combustible). El agua separada se acumula en la cámara de agua existente en la parte inferior de la carcasa del filtro (figura 2). Para controlar el nivel de agua se utilizan p.ej. sensores de conductibilidad. La purga de agua se efectúa manualmente mediante un tornillo de vaciado de agua o un interruptor pulsador. Los sistemas de purga de agua completamente automáticos se encuentran actualmente en fase de desarrollo.

#### Elementos filtrantes

Los elevados requisitos a que se ven sometidos los filtros de combustible de los motores de las nuevas generaciones exigen la utilización de elementos filtrantes especiales, compuestos por varias capas sintéticas y celulosa. Estos elementos filtrantes utilizan un efecto de prefiltrado fino y garantizan una capacidad de acumulación de partículas máxima mediante la separación de las partículas en las respectivas capas filtrantes.

La nueva generación de filtros es adecuada asimismo para el funcionamiento con gasóleo biológico (Fatty Acid Methyl Ester, FAME – Éster metílico de ácidos grasos). Debido a la elevada concentración de partículas orgánicas existente en los combustibles FAME, se ha previsto sin embargo una duración más corta del filtro.

#### Funciones adicionales

Los módulos de filtrado modernos integran funciones adicionales modulares tales como:

- Precalentamiento del combustible: se efectúa eléctricamente, mediante el agua de refrigeración o la recirculación del combustible, y evita la obstrucción de los poros del filtro a causa de los cristales de parafina durante el servicio de invierno.
- Indicador de mantenimiento mediante medición de la presión diferencial.
- Dispositivos de llenado y purga de aire: el llenado y la purga de aire del sistema de combustible después de haber llevado a cabo el cambio del filtro se efectúa mediante una bomba de accionamiento manual, integrada en la tapa del filtro en la mayoría de los casos.

### 3.1.5. Componentes de la parte de alta presión del sistema CRDI

## Componentes de la parte de alta presión del sistema Common Rail

El sector de alta presión del sistema Common Rail se divide en tres sectores: generación de presión, acumulación de presión y dosificación del combustible. La bomba de alta presión lleva a cabo la generación de presión. La acumulación de la presión se efectúa en el conducto común, en el cual está montado el sensor de presión y la válvula reguladora o limitadora de presión. Los inyectores garantizan una inyección correcta respecto al momento y volumen de inyección. Todos los sectores están interconectados mediante tuberías de combustible a alta presión.

### Sinopsis

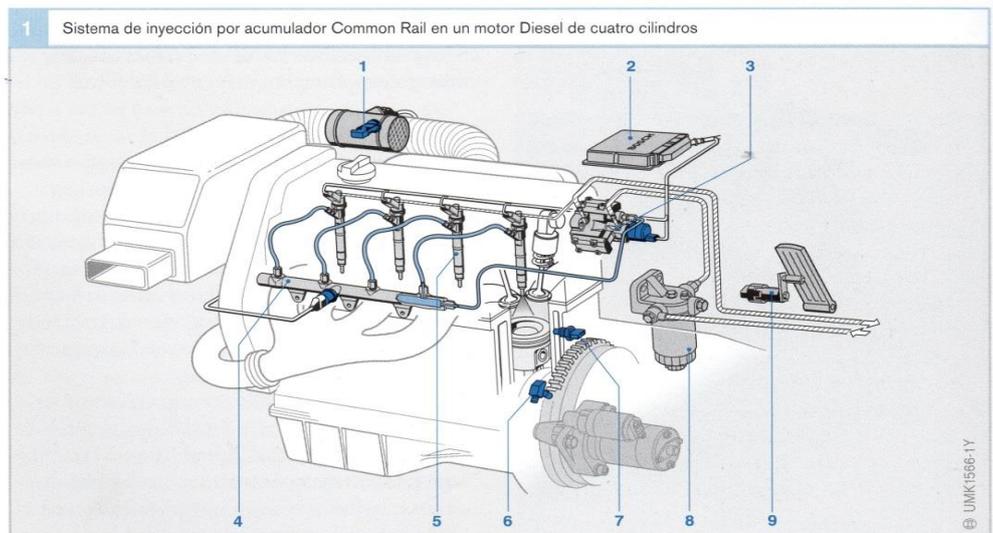
Las características diferenciadoras esenciales de las diferentes generaciones de sistemas Common Rail consisten en la versión de la bomba de alta presión y de los inyectores, así como en las funciones precisas para el sistema (tabla 1).

Tabla 1

1 Sinopsis del sistema Common Rail			
Generación del sistema CR	Presión máxima	Inyector	Bomba de alta presión
1ª generación turismos	1.350 a 1.450 bares	Inyector con válvula electromagnética	CP1 Regulación de la presión en el lado de alta presión con válvula reguladora de presión
1ª generación vehículos industriales	1.400 bares	Inyector con válvula electromagnética	CP2 Regulación de caudal en el lado de aspiración con dos válvulas electromagnéticas
2ª generación turismos y vehículos industriales	1.600 bares	Inyector con válvula electromagnética	CP3, CP1H Regulación de caudal en el lado de aspiración con unidad de dosificación
3ª generación turismos	1.600 bares (en el futuro 1.800 bares)	Inyector piezoeléctrico integrado en la tubería	CP3, CP1H Regulación de caudal en el lado de aspiración con unidad de dosificación
3ª generación vehículos industriales	1.800 bares	Inyector con válvula electromagnética	CP3.3NH Unidad de dosificación

Figura 1

- 1 Medidor de masa de aire de película caliente
- 2 Unidad de control del motor
- 3 Bomba de alta presión
- 4 Acumulador de alta presión (conducto común)
- 5 Inyector
- 6 Sensor del número de revoluciones del cigüeñal
- 7 Sensor de la temperatura del motor
- 8 Filtro de combustible
- 9 Sensor del pedal acelerador



## Inyector

En el sistema de inyección Diesel Common Rail, los inyectores están conectados al conducto común mediante tuberías de combustible a alta presión de escasa longitud. El estanqueizado de los inyectores hacia la cámara de combustión se lleva a cabo mediante una arandela estanqueizante de cobre. Los inyectores van montados en la culata mediante elementos de fijación. Los inyectores Common Rail son adecuados para su montaje recto/oblicuo, según la versión de los inyectores, en los motores Diesel de inyección directa.

La característica del sistema es la generación de la presión de inyección independientemente del número de revoluciones del motor y del caudal de inyección. El comienzo de inyección y el caudal de inyección se controlan mediante el inyector activado eléctricamente. El momento de inyección se controla con el sistema ángulo-tiempo de

la Regulación Electrónica Diesel (EDC). Para ello se precisan dos sensores del número de revoluciones, montados uno en el cigüeñal y otro en el árbol de levas para la identificación de los cilindros (identificación de fases).

La disminución de las emisiones de gases de escape y la reducción permanente del nivel de ruidos de los motores Diesel exige una preparación de la mezcla óptima, por lo que a los inyectores se les exige caudales de preinyección e inyecciones múltiples muy pequeños.

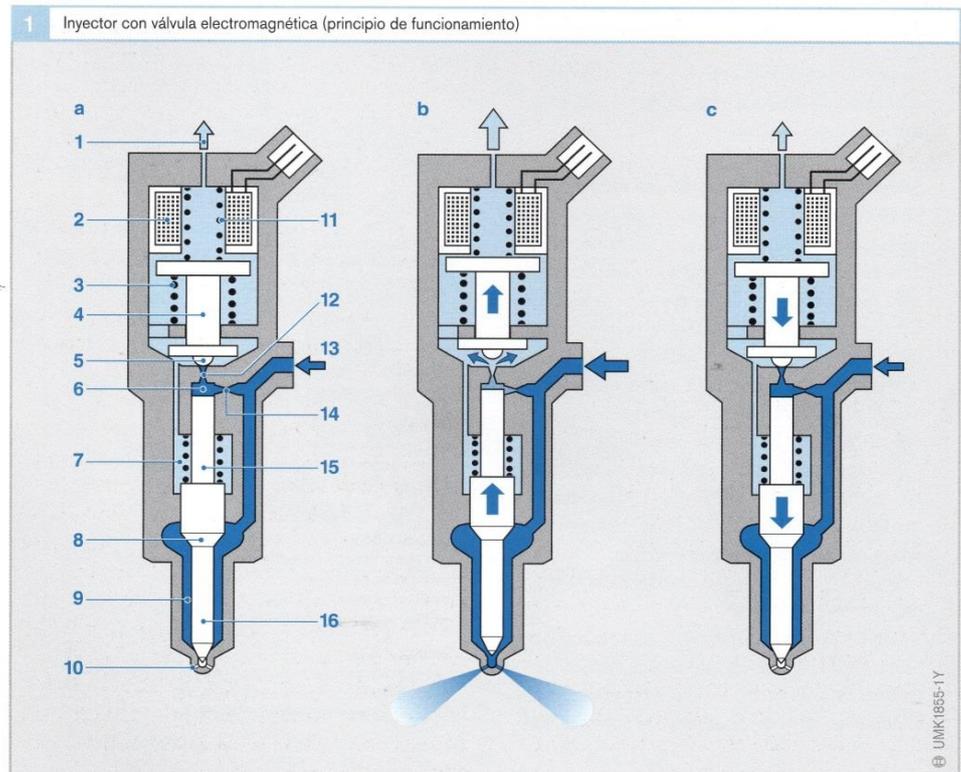
Actualmente se utilizan de serie tres diferentes tipos de inyector:

- inyector con válvula electromagnética e inducido de una pieza,
- inyector con válvula electromagnética e inducido de dos piezas,
- inyector con regulador piezoeléctrico.

Figura 1

- a Estado de reposo  
b Inyector abierto  
c Inyector cerrado

- 1 Retorno de combustible  
2 Bobina electromagnética  
3 Muelle de sobrecarrera  
4 Inducido magnético  
5 Bola de válvula  
6 Cámara de control de la válvula  
7 Muelle del inyector  
8 Resalte de presión de la aguja del inyector  
9 Volumen de la cámara  
10 Orificio de inyección  
11 Muelle de válvula electromagnética  
12 Estrangulador de salida  
13 Empalme de alta presión  
14 Estrangulador de alimentación  
15 Émbolo de la válvula (émbolo de mando)  
16 Aguja del inyector



## Inyector con válvula electromagnética

### Estructura

El inyector puede dividirse en distintos bloques funcionales:

- el inyector de orificios (ver el capítulo “Inyectores”),
- el servosistema hidráulico y
- la válvula electromagnética.

El combustible es conducido desde el empalme de alta presión (figura 1a, posición 13) a través de un conducto de alimentación hacia el inyector, así como a la cámara de control de la válvula (6) a través del estrangulador de alimentación (14). La cámara de control de válvula está unida con el retorno de combustible (1), a través del estrangulador de salida (12) que puede abrirse por una válvula electromagnética.

### Funcionamiento

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

- inyector cerrado (con alta presión existente),
- apertura del inyector (comienzo de la inyección),
- inyector totalmente abierto y
- cierre del inyector (fin de la inyección).

Estos estados de servicio se regulan mediante la distribución de fuerzas en los componentes del inyector. Si el motor no está en marcha y falta presión en el conducto común, el muelle del inyector cierra el inyector.

#### *Inyector cerrado (estado de reposo)*

El inyector no está activado en estado de reposo (figura 1a). El muelle de válvula electromagnética (11) presiona la bola de la válvula (5) contra el asiento del estrangulador de salida (12). En la cámara de control de válvula se genera la alta presión del conducto común. La misma presión reina asimismo en el volumen de la cámara (9) del inyector. Las fuerzas aplicadas por la presión existente en el conducto común sobre las superficies frontales del émbolo de mando (15) y la fuerza del muelle del inyector (7) mantienen cerrada la aguja del inyector, contraponiéndose a la fuerza de apertura existente en su resalte de presión (8).

#### *Apertura del inyector (comienzo de la inyección)*

El inyector se encuentra en posición de reposo. La válvula electromagnética se activa con la “corriente de atracción”, mediante la cual se abre rápidamente la válvula electromagnética (figura 1b). Los tiempos de conmutación cortos requeridos pueden conseguirse mediante la correspondiente concepción de la activación de las válvulas electromagnéticas en la unidad de control, con elevadas tensiones y corrientes.

La fuerza magnética del electroimán activados es superior a la fuerza elástica del muelle de la válvula. El inducido levanta la bola de la válvula del asiento de la válvula y abre el estrangulador de salida. Tras un breve periodo de tiempo se reduce la elevada corriente de atracción a una corriente de mantenimiento de menor entidad en el electroimán. Con la apertura del estrangulador de salida puede fluir el combustible desde la cámara de control de la válvula a la cámara hueca situada encima, y a través del retorno de combustible al depósito de combustible. El estrangulador de alimentación (14) impide una compensación completa de la presión, al objeto de que disminuya la presión existente en la cámara de control de la válvula. De esta forma, la presión reinante en la cámara de control de la válvula es menor que la presión del volumen de la cámara del inyector, en la cual existe todavía el mismo nivel de presión que en el conducto común. La reducción de la presión en la cámara de control de la válvula origina una fuerza reducida sobre el émbolo de mando y da lugar a la apertura de la aguja del inyector. En este momento comienza la inyección.

#### *Inyector totalmente abierto*

La velocidad de apertura de la aguja del inyector se determina en base a la diferencia de flujos entre el estrangulador de alimentación y el de salida. El émbolo de mando alcanza su tope superior y permanece retenido en el mismo mediante un volumen de combustible con efecto amortiguador (tope hidráulico). Este volumen se produce por el flujo de combustible regulado entre el estrangulador de entrada y el de salida. El inyector está ahora completamente abierto. El combustible se inyecta en la cámara de combustión con una presión prácticamente equivalente a la existente en el conducto común.

La distribución de fuerzas en el inyector es similar a la existente durante la fase de apertura. El caudal de combustible inyectado es, con una presión determinada, proporcional al tiempo de conexión de la válvula electromagnética y es independiente del número de revoluciones del motor o de la bomba (inyección controlada temporalmente).

#### *Cierre del inyector (fin de la inyección)*

En el momento en que deja de estar activada la válvula electromagnética, el muelle de la válvula presiona el inducido hacia abajo, cerrando la bola de la válvula el estrangulador de salida (figura 1c). Al cerrarse el estrangulador de salida se genera de nuevo en la cámara de control una presión equivalente a la existente en el conducto común, mediante la afluencia del estrangulador de alimentación. Este aumento de presión supone un incremento de fuerza ejercido sobre el émbolo de mando. La fuerza generada en la cámara de control de la válvula y la fuerza del muelle del inyector superan ahora la fuerza de la aguja del inyector, cerrándose como consecuencia la aguja del inyector. El flujo proveniente del estrangulador de alimentación determina la velocidad de cierre de la aguja del inyector. La inyección finaliza en el momento en que la aguja del inyector alcanza nuevamente el asiento del cuerpo del inyector, cerrando así los orificios de inyección.

Esta activación indirecta de la aguja del inyector mediante un sistema de servoasistencia hidráulico se efectúa debido a que la válvula electromagnética no es capaz de generar directamente la fuerza necesaria para abrir rápidamente la aguja del inyector. El "volumen de control" necesario al efecto, adicional al volumen de combustible inyectado, es conducido al retorno de combustible a través de los estranguladores de la cámara de control.

Adicionalmente al volumen de control, se generan volúmenes de fuga en las guías de la aguja del inyector y del émbolo de la válvula. Los volúmenes de control y fuga se conducen de nuevo al depósito de combustible a través del retorno de combustible mediante una tubería colectora, a la cual están conectadas también la válvula de rebose, la bomba de alta presión y la válvula reguladora de presión.

#### *Versiones de diagramas de curvas características*

##### *Diagrama de curvas características con cúspide plana del caudal*

En el diagrama de curvas características de los inyectores se diferencia entre funcionamiento balístico y no balístico. El conjunto émbolo de la válvula/aguja del inyector alcanza su tope hidráulico (figura 2a) si es lo suficientemente larga la duración de la activación durante el servicio del vehículo. El sector comprendido hasta el momento en que la aguja del inyector alcanza su carrera máxima representa el funcionamiento balístico. En el diagrama de curvas características de caudal, en el cual se representa el caudal de inyección mediante la correspondiente duración de la actuación (figura 2b), se separan el funcionamiento balístico y no balístico mediante una curva acodada trazada en el diagrama de curvas características.

Otra característica del diagrama de curvas características de caudal es la cúspide plana generada con pequeñas duraciones de activación. Esta cúspide plana se genera debido al rebote del inducido magnético al efectuarse la apertura. En este sector, el caudal de inyección es independiente de la duración de la activación. Debido a ello pueden representarse de forma estable pequeños caudales de inyección. Sólo después de haber finalizado el rebote del inducido se obtiene un incremento lineal del caudal de inyección con el aumento de la duración de la activación.

Los procesos de inyección de pequeño volumen (corta duración de la activación) se utilizan a modo de inyección previa para la reducción de ruidos. Las postinyecciones sirven para mejorar la oxidación de los hollines en márgenes de servicio seleccionados.

##### *Diagrama de curvas características sin cúspide plana del caudal*

Las normas legislativas sobre la emisión de gases de escape cada vez más severas han llevado a la aplicación de ambas funciones del sistema, *compensación del caudal de los inyectores* (IMA) y *calibración de volumen cero* (NMK), así como cortas distancias entre los procesos de inyección previa, principal y retardada. En los inyectores nuevos sin sector de cúspide plana puede ajustarse exactamente el caudal de inyección de la inyección previa mediante la función IMA. Con ayuda de

la función NMK pueden corregirse las oscilaciones de caudal en el margen inferior de la presión mediante el tiempo de activación. La condición previa necesaria para la aplicación de ambas funciones del sistema es un incremento lineal permanente del caudal, es decir, la supresión de la cúspide plana en el diagrama de curvas características de caudal (figura 2c). Si se activa adicionalmente el conjunto émbolo de la válvula/aguja del inyector en funcionamiento nominal sin tope de carrera, se trata en dicho caso de un funcionamiento completamente balístico del émbolo de la válvula sin representación de curva acomodada en el diagrama de curvas características de caudal.

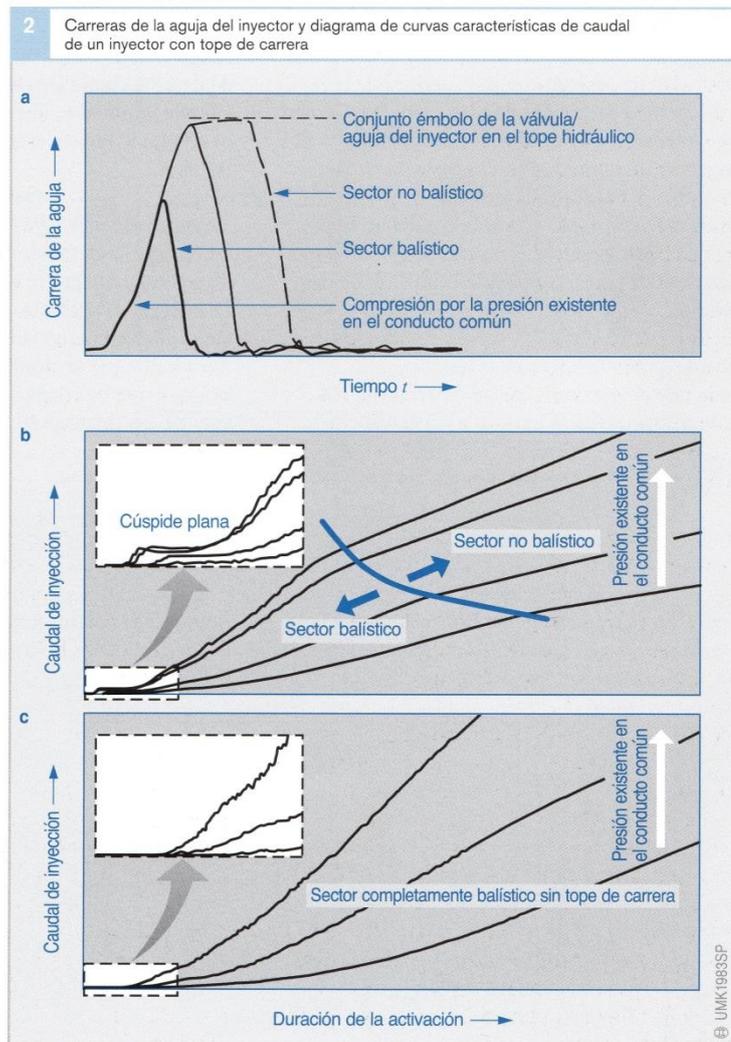
**Versiones de inyector**

En el caso de los inyectores con válvula electromagnética se diferencia entre dos diferentes conceptos de válvula electromagnética:

- Inyectores con inducido de una pieza (sistema de 1 muelle)
- Inyectores con inducido de dos piezas (sistema de 2 muelles).

Los tiempos cortos entre los procesos de inyección pueden asegurarse si el inducido recobra rápidamente una posición de reposo al efectuar el cierre. Esto se realiza de la mejor forma posible mediante un inducido de dos piezas con tope de carrera excesiva. Al efectuarse el proceso de cierre, la placa del inducido se desplaza hacia abajo en

unión positiva. El desplazamiento de la placa del inducido se limita mediante un tope de carrera excesiva, de forma que el inducido completo llegue rápidamente a una posición de reposo. Mediante el desacoplamiento de las masas del inducido y una adaptación de los parámetros de ajuste finaliza rápidamente el rebote de cierre del inducido. Con ello, y con los inducidos de dos piezas, se posibilitan tiempos más cortos entre dos procesos de inyección.



### Activación del inyector con válvula electromagnética

En el estado de reposo, la válvula electromagnética de alta presión en el inyector no se acciona, por lo que permanece cerrada. El inyector inyecta con la válvula electromagnética abierta.

La activación de la válvula electromagnética se divide en cinco fases (figuras 3 y 4).

#### Fase de apertura

Para abrir la válvula electromagnética debe incrementarse primero la corriente, con un flanco empinado exactamente definido, a aprox. 20 A para conseguir una reducida tolerancia y una elevada capacidad de reproducción (exactitud de la reproducción) del caudal de inyección. Esto se consigue mediante una *tensión de refuerzo* de hasta 50 V. Se genera en la unidad de control y se almacena en un condensador (acumulador de tensión de refuerzo). Aplicando esta tensión alta en la válvula electromagnética, la corriente aumenta con más rapidez que si se aplicase la tensión de la batería.

#### Fase de corriente inicial de arranque

En la fase de corriente inicial de arranque, la batería suministra la tensión a la válvula

electromagnética. Esto contribuye a una apertura rápida. La corriente inicial de arranque se limita con una regulación de corriente de aprox. 20 A.

#### Fase de corriente de mantenimiento

En la fase de corriente de mantenimiento se reduce la corriente a aprox. 13 A para disminuir la potencia perdida en la unidad de control y en el inyector. Al reducir la corriente inicial de arranque hasta la corriente de mantenimiento, se libera energía. Ésta es conducida hacia el acumulador de tensión de refuerzo.

#### Desconexión

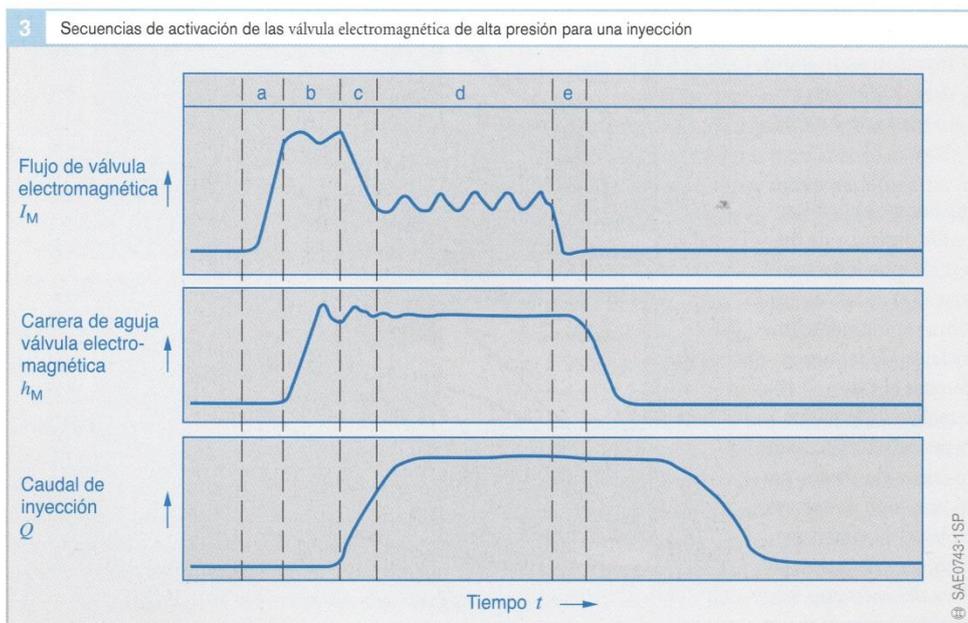
Al desconectar la corriente para cerrar la electroválvula también se libera energía. También ésta es conducida hacia el acumulador de tensión de refuerzo.

#### Recarga mediante convertidor de refuerzo

La recarga se efectúa mediante un convertidor de refuerzo integrado en la unidad de control. La energía consumida en la fase de apertura se recarga ya al comienzo de la fase de retención. Esto dura hasta que se alcanza el potencial de energía original que es necesario para la apertura de la válvula electromagnética.

Figura 3

- a Fase de apertura
- b Fase de corriente inicial de arranque
- c Transición a la fase de corriente de mantenimiento
- d Fase de corriente de mantenimiento
- e Desconexión



### Inyector piezoeléctrico integrado en la tubería

#### Estructura y requisitos

La estructura del inyector piezoeléctrico integrado en la tubería se divide esquemáticamente en los siguientes grupos constructivos (ver la figura 5)

- módulo actor (3),
- acoplador hidráulico o multiplicador (4),
- válvula de control o servoválvula (5) y
- módulo de inyector (6).

En la concepción del inyector ha primado el concepto de conseguir una elevada resistencia total en la cadena de actuadores formada por el actor, el acoplador hidráulico y la válvula de control.

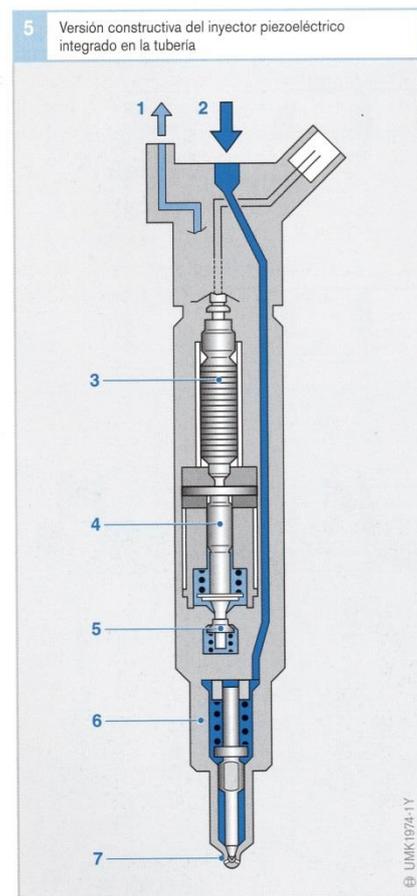


Figura 5

- 1 Retorno de combustible
- 2 Empalme de alta presión
- 3 Módulo regulador piezoeléctrico
- 4 Acoplador hidráulico (multiplicador)
- 5 Servoválvula (válvula de control)
- 6 Módulo de inyector con aguja del inyector
- 7 Orificio de inyección

Otra característica constructiva especial es la eliminación de las fuerzas mecánicas en la aguja del inyector, tal y como podían generarse hasta ahora en los inyectores con válvula electromagnética a través de una varilla de presión. En conjunto, se han podido reducir de forma eficaz las masas móviles y el rozamiento, mejorándose además la estabilidad y la deriva del inyector en comparación con sistemas convencionales.

El sistema de inyección ofrece además la posibilidad de obtener muy cortas distancias (“hidráulicamente cero”) entre los procesos de inyección. La cantidad y el acondicionamiento de la dosificación del combustible puede representar hasta cinco procesos de inyección por ciclo de inyección, adaptándose así los requisitos a los momentos de servicio del motor.

Mediante el estrecho acoplamiento de la servoválvula (5) a la aguja del inyector se obtiene una reacción inmediata de la aguja al accionamiento del actor. El tiempo de retardo entre el comienzo eléctrico de la activación y la reacción hidráulica de la aguja del inyector es de aproximadamente 150 microsegundos. De esta forma se han podido satisfacer las exigencias contrapuestas de elevadas velocidades de la aguja del inyector con la obtención simultánea de los menores caudales de inyección reproducibles.

Gracias a su principio conceptual, el inyector no acusa tampoco puntos de fuga directos del sector de alta presión al circuito de baja presión. La consecuencia es un incremento del rendimiento hidráulico del sistema en su conjunto.

#### Funcionamiento

##### Función de la servoválvula de 3 vías y 2 posiciones en el inyector CR

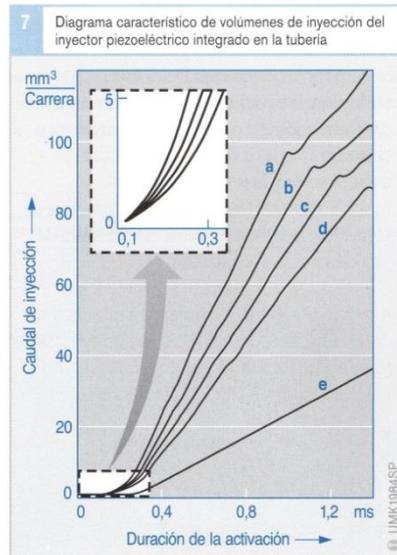
La aguja del inyector piezoeléctrico integrado en la tubería es controlada indirectamente por una servoválvula. El caudal de inyección deseado se regula mediante la duración de la activación de la válvula. Estando en reposo, el actor se encuentra en la posición inicial con la servoválvula cerrada (figura 6a). Es decir, el sector de alta presión está separado del sector de baja presión.

El inyector se mantiene cerrado mediante la presión del conducto común imperante en la cámara de control (3). Mediante la activación del actor piezoeléctrico se abre la servoválvula y se cierra el orificio de derivación (figura 6b). Mediante la relación de flujo del estrangulador de salida (2) y el estrangulador de alimentación (4) se reduce la presión en la cámara de control y se abre el inyector (5). El caudal de control resultante fluye a través de la servoválvula al circuito de baja presión del sistema completo.

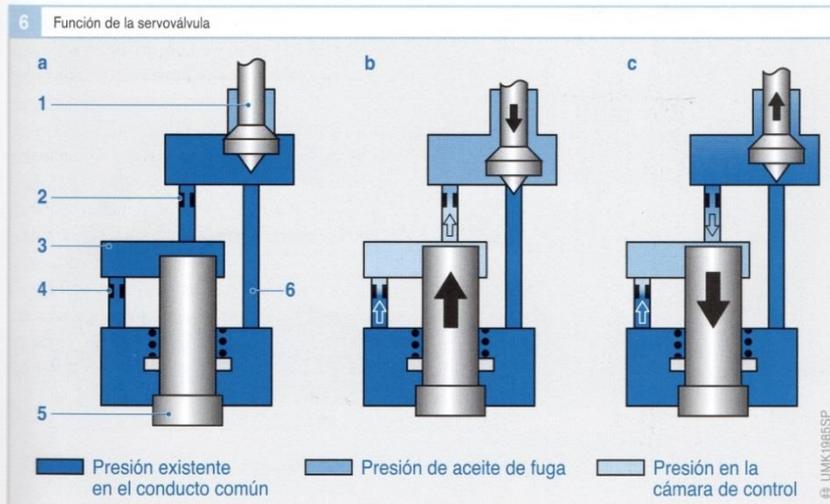
Para iniciar el proceso de cierre se descarga el actor y la servoválvula vuelve a dejar libre el conducto de derivación. Mediante el estrangulador de alimentación y el estrangulador de salida se rellena de nuevo la cámara de control en dirección de retroceso y se incrementa la presión en la cámara de control. Tan pronto como se alcanza el nivel de presión necesario, comienza a moverse la aguja del inyector y finaliza el proceso de inyección.

Debido al tipo de construcción de la válvula descrito anteriormente y a la elevada dinámica del sistema de regulación, se consigue una duración de la inyección significativamente más corta en comparación con los inyectores de tipo de construcción convencional, es decir, una varilla de presión y una válvula de 2 vías y 2 posiciones, lo cual comporta un efecto positivo en lo referente a las emisiones y la potencia del motor.

Debido a los requisitos planteados al motor en lo referente a la norma UE 4 se han optimizado las curvas características de los inyectores mediante la introducción de funciones correctoras (Injektormengenabgleich, compensación del caudal de los inyectores, IMA, y Nullmengenkalibrierung, calibración de volumen cero, NMK). De esta



**Figura 7**  
Caudales de inyección con diferentes presiones de inyección  
a 1.600 bares  
b 1.200 bares  
c 1.000 bares  
d 800 bares  
e 250 bares



**Figura 6**  
a Posición inicial  
b Apertura de la aguja del inyector (derivación cerrada, función normal con estrangulador de alimentación y de salida)  
c Cierre de la aguja del inyector (derivación abierta, función con dos estranguladores de alimentación)  
1 Servoválvula (válvula de control)  
2 Estrangulador de salida  
3 Cámara de control  
4 Estrangulador de alimentación  
5 Aguja del inyector  
6 Conducto de derivación

forma puede determinarse discrecionalmente el caudal de preinyección y minimizarse las dispersiones del volumen en el diagrama de curvas características, gracias al funcionamiento balístico integral, mediante la IMA (ver la figura 7).

#### *Función del acoplador hidráulico*

Otro elemento constructivo esencial del inyector piezoeléctrico integrado en la tubería es el acoplador hidráulico (figura 8, posición 3), el cual debe cumplir las siguientes funciones:

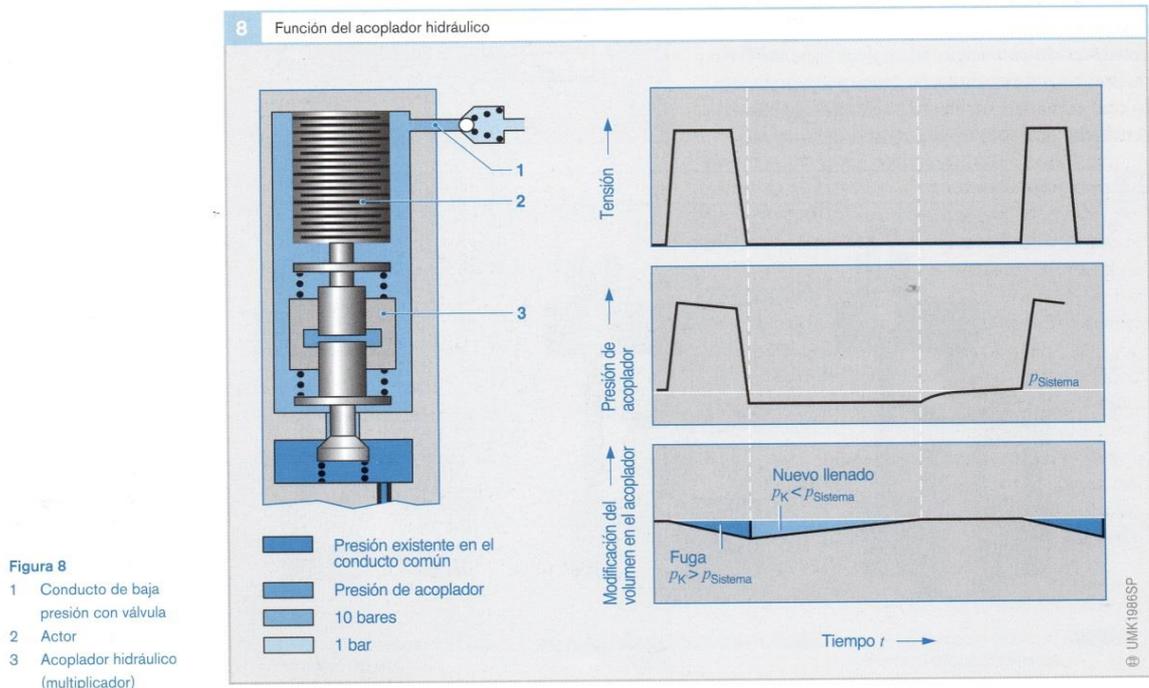
- multiplicación y refuerzo de la carrera del actor,
- compensación del juego eventualmente existente (p.ej. por dilatación térmica) entre el actor y la servoválvula,
- función Fail-safe (desconexión automática de seguridad de la inyección en caso de fallo de una desconexión eléctrica).

El módulo de actor y el acoplador hidráulico se encuentran rodeados por el gasóleo, el cual está sometido a una presión de aprox. 10 bares. Estando desactivado el actor, la presión existente

en el acoplador hidráulico está equilibrada con la de su entorno. Las modificaciones longitudinales debidas a las influencias de la temperatura se compensan mediante ligeros volúmenes de fuga a consecuencia de los juegos de guiado de ambos émbolos, de forma que en cada momento se mantenga un acoplamiento de fuerzas entre el actor y la válvula de mando.

Para generar una nueva inyección, se aplica al actor una tensión (de 110 a 150 V) hasta que se altere el equilibrio de fuerzas entre la válvula de mando y el actor. De esta forma se incrementa la presión en el acoplador y fluye un reducido volumen de fuga, generado a causa de los juegos de guiado de los émbolos, del acoplador al circuito de baja presión del inyector. La caída de presión generada en este caso en el acoplador no tiene ningún efecto, hasta una duración de la activación de varios milisegundos, en el funcionamiento del inyector.

Una vez finalizado el proceso de inyección debe rellenarse de nuevo el volumen faltante en el acoplador hidráulico. Esto se efectúa en dirección contraria a través de los juegos de guiado de los



émbolos, gracias a la diferencia de presión existente entre el acoplador hidráulico y el circuito de baja presión del inyector. La sincronización de los juegos de guiado y el nivel de baja presión se ha elegido de tal forma que el acoplador hidráulico quede de nuevo completamente lleno antes del siguiente ciclo de inyección.

#### Activación del inyector piezoeléctrico integrado en la tubería Common Rail

La activación del inyector se efectúa mediante la unidad de control del motor, cuya etapa final ha sido diseñada especialmente para estos inyectores. Se prescribe una tensión de activación de referencia en función de la presión del conducto común del momento de servicio ajustado. La aplicación de corriente se efectúa en forma de impulsos (figura 9) hasta alcanzarse una divergencia mínima entre la tensión de referencia y la tensión de regulación. El incremento de la tensión se transforma proporcionalmente en la carrera del actor piezoeléctrico. Mediante la multiplicación hidráulica, la carrera del actor genera un incremento de la presión en el acoplador hasta que se elimina la igualdad de fuerzas en la válvula de mando y se abre la válvula. Tan pronto como la válvula de mando alcanza su posición final, comienza a descender la presión en la cámara de control a través de la aguja y se efectúa la inyección.

#### Ventajas del inyector piezoeléctrico integrado en la tubería

- inyección múltiple con comienzo flexible de la inyección y distancias entre cada una de las inyecciones,
- caudales de inyección muy pequeños para la inyección previa,
- reducido tamaño y menor peso del inyector (270 g en comparación con 490 g),
- menor nivel de ruidos (-3 dB [A]),
- ventajas en el consumo (-3%),
- menores emisiones de gases de escape (-20%),
- incremento de la potencia del motor (+7%).

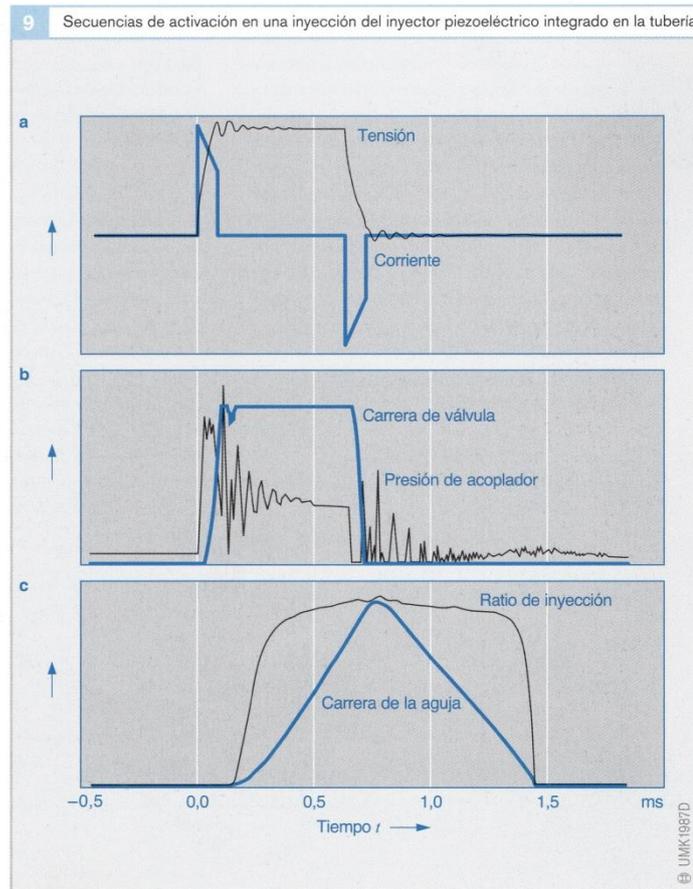


Figura 9

- Desarrollo de la corriente y la tensión al efectuarse la activación del inyector
- Desarrollo de la carrera de válvula y de la presión del acoplador
- Desarrollo de la carrera de válvula y el ratio de inyección

## El efecto piezoeléctrico

Pierre Curie y su hermano Jacques descubrieron en 1880 un fenómeno poco conocido, pero que hoy acompaña a millones de personas: el efecto piezoeléctrico. Este efecto, p.ej., mantiene la frecuencia de las manecillas de los relojes de cuarzo.

Determinados cristales (p.ej. el cuarzo y la turmalina) son piezoeléctricos: mediante la presión o deformación a lo largo de determinados ejes del cristal se inducen cargas eléctricas en la superficie del cristal. Esta polarización eléctrica se genera debido a que los iones positivos y negativos del cristal se atraen relativamente bajo los efectos de la fuerza (ver la figura, posición b). En el interior del cristal se compensan los centros de gravedad de la carga desplazados, pero se genera un campo eléctrico entre las superficies frontales del cristal. La presión y la dilatación del cristal generan direcciones de campo eléctrico contrarias.

Si, por otra parte, se aplica una tensión eléctrica en las superficies frontales del cristal, se invierte el efecto (efecto piezoeléctrico inverso): los iones positivos se desplazan en el campo eléctrico en dirección al electrodo negativo, y los iones negativos hacia el electrodo positivo. Debido a ello se contrae o se expande el cristal según la dirección de la intensidad de campo eléctrico (ver la figura, posición c).

Con respecto a la intensidad de campo piezoeléctrico  $E_p$  es válido:

$$E_p = \delta \Delta x/x$$

$\Delta x/x$ : compresión o dilatación relativas

$\delta$ : coeficiente piezoeléctrico, valores numéricos de  $10^9$  V/cm a  $10^{11}$  V/cm

La modificación longitudinal  $\Delta x$  se obtiene al aplicarse una tensión  $U$ :

$U / \delta = \Delta x$  (ejemplo del cuarzo: deformación de aproximadamente  $10^{-9}$  cm con  $U = 10$  V)

El efecto piezoeléctrico se utiliza no solo en los relojes de cuarzo y en los inyectores piezoeléctricos integrados en una tubería, sino en una gran cantidad de otras aplicaciones técnicas, tanto en el sentido de efecto piezoeléctrico directo como inverso:

Los sensores piezoeléctricos se utilizan p.ej. para efectuar la regulación del picado en los motores de gasolina, detectando las vibraciones de alta frecuencia del motor como característica de combustión detonante. La transformación de las vibraciones mecánicas en tensiones eléctricas se utiliza asimismo en la cabeza fonocaptora de cristal del tocadiscos o en los micrófonos piezoeléctricos.

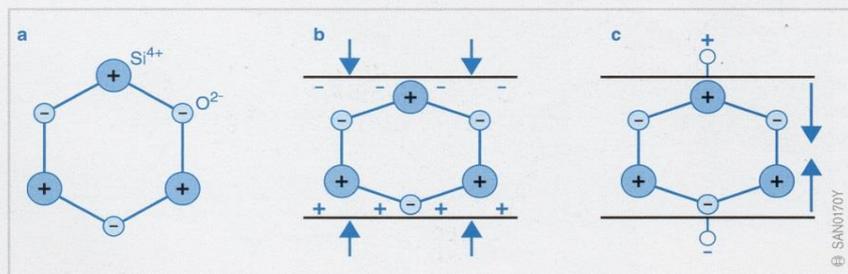
En los encendedores piezoeléctricos (p.ej. en los encendedores de bolsillo), una presión mecánica crea la tensión necesaria para generar la chispa.

Si, por otra parte, se aplica una tensión alterna a un cristal piezoeléctrico, vibra mecánicamente con la frecuencia de la tensión alterna. Estos cuarzos vibratorios se utilizan p.ej. como estabilizadores en circuitos oscilantes eléctricos o como fuente acústica piezoeléctrica para la generación de ultrasonidos.

Para su utilización como cuarzo para relojes, el cuarzo vibratorio se excita con una tensión alterna, cuya frecuencia es equivalente a la frecuencia propia del cuarzo. De esta forma se obtiene una vibración por resonancia extraordinariamente constante en el tiempo, cuya divergencia con un cuarzo calibrado es de aprox. 1/1.000 segundos por año.

Principio del efecto piezoeléctrico (representado en una célula unitaria)

- a Cristal de cuarzo  $\text{SiO}_2$
- b Efecto piezoeléctrico: al comprimirse el cristal se desplazan los iones negativos de  $\text{O}^{2-}$  hacia arriba, y los iones positivos de  $\text{Si}^{4+}$  hacia abajo: en la superficie del cristal se inducen cargas eléctricas.
- c Efecto piezoeléctrico inverso: mediante la tensión eléctrica aplicada se desplazan los iones de  $\text{O}^{2-}$  hacia arriba, los iones de  $\text{Si}^{4+}$  hacia abajo: el cristal se contrae.



▶ Electrónica... ¿cuál es el origen del término?

El término se remonta en realidad a los antiguos griegos. Para ellos, la palabra "electrón" significaba asimismo ámbar, cuya capacidad para atraer hilachas de lana y objetos similares era ya conocida por Tales de Mileto hace 2.500 años.

Debido a su pequeña masa y a su carga eléctrica, los electrones y con ello también la electrónica son muy rápidos. Los electrones acuñaron el término "Electrónica".

La masa de un electrón tiene la misma relación con un gramo que un peso de 5 gramos con la masa total de la Tierra.

La palabra "Electrónica" es una creación del siglo XX. No se sabe a ciencia cierta quién la utilizó por primera vez. Podría haber sido Sir John Ambrose Fleming, uno de los descubridores del tubo electrónico, en 1902.

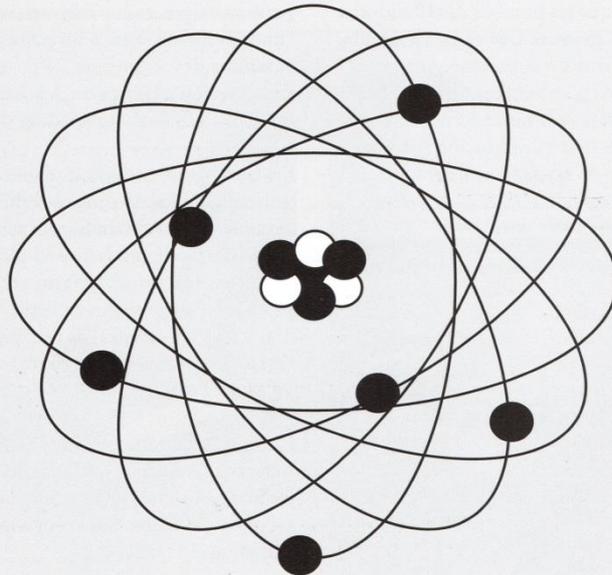
Pero el primer "ingeniero electrónico" ya se mencionó en el siglo diecinueve. Figura en la edición del "Who is Who" de 1888, en la época de la reina Victoria. Entonces se llamaba oficialmente "Kelly's Handbook of Titled, Landed and Official Classes".

El ingeniero electrónico se encuentra bajo la rúbrica "Royal Warrant Holders" – es decir, las personas que disfrutaban de una patente real.

¿Qué hacía? Era responsable del funcionamiento y la limpieza de las lámparas de gas en el palacio real. ¿Y por qué llevaba este título tan bonito? Por que sabía que "electrón", en griego, significaba asimismo brillo y resplandor.

Fuente:

"Grundbegriffe der Elektronik" (conceptos básicos de la electrónica) – Publicación editada por Bosch (reimpresión del "Bosch-Zünder"), 1988.



### 3.1.6. Inyectores

## Inyectores

Los inyectores inyectan el combustible en la cámara de combustión del motor Diesel. Influyen esencialmente en la formación de la mezcla y la combustión, y con ello en la potencia del motor y el comportamiento de los gases de escape y la emisión de ruidos. Para que los inyectores cumplan correctamente su tarea deben adaptarse al motor mediante diferentes versiones en función del sistema de inyección.

El inyector constituye el elemento central del sistema de inyección y exige muchos conocimientos técnicos especiales. El inyector participa de forma decisiva en:

- la conformación del desarrollo de la inyección (evolución exacta de la presión y distribución del caudal por grados del ángulo del cigüeñal),
- la pulverización y distribución óptimas del combustible en la cámara de combustión y
- la estanqueización del sistema de combustible respecto a la cámara de combustión.

Debido a su expuesta situación en la cámara de combustión, el inyector está sometido permanentemente a cargas intermitentes mecánicas y térmicas generadas por el motor y el sistema de inyección. El flujo de combustible debe refrigerar el inyector. En régimen de retención, durante el cual no se efectúa ningún proceso de inyección, se incrementa de forma importante la temperatura del inyector. Por dicho motivo, su resistencia a las temperaturas elevadas debe ser suficiente para soportar dicha carga térmica.

En los sistemas de inyección con bombas de inyección en serie (PE), bombas distribuidoras de inyección (VE/VR) y Unit Pump (UP), los inyectores van montados en el motor mediante portainyectores (figura 1). En los sistemas de inyección por alta presión Common Rail (CR) y Unit Injector (UI), el inyector conforma una unidad integrada con el soporte. En estos sistemas no se requiere ningún portainyector.

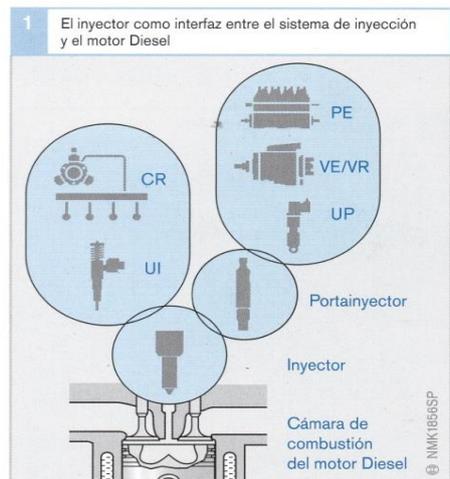
En los motores con cámaras (IDI) se utilizan inyectores de tetón, y en los de inyección directa (DI) inyectores de orificios.

La presión del combustible abre el inyector. Las aperturas del inyector, la duración de la inyección y el desarrollo de la inyección determinan en lo esencial el caudal de inyección. Si disminuye la presión, deberá cerrarse el inyector rápidamente y de forma fiable. La presión de cierre es de como mínimo 40 bares superior a la presión máxima de la combustión para evitar una inyección posterior o la intrusión de los gases de la combustión no deseadas.

El inyector debe estar adaptado a las siguientes condiciones del motor:

- proceso de combustión (DI o IDI),
- geometría de la cámara de combustión,
- forma del chorro de inyección y dirección de la inyección,
- “fuerza de penetración” y pulverización del chorro de inyección,
- duración de la inyección y
- caudal de inyección por grado de ángulo del cigüeñal.

Las dimensiones estandarizadas y los grupos constructivos permiten conseguir la flexibilidad necesaria con un mínimo de variantes de piezas individuales. Los motores nuevos se diseñan sólo con sistemas de inyección directa (es decir, con inyectores de orificios) debido a su mayor potencia y menor consumo de combustible.



Dimensiones de la técnica de inyección Diesel

El mundo de la inyección Diesel es el mundo de los superlativos.

La aguja de un inyector del motor de los vehículos industriales realiza más de mil millones de carreras de apertura y cierre durante su vida útil. Efectúa un estanqueizado seguro a presiones de hasta 2.050 bares y debe soportar los siguientes esfuerzos:

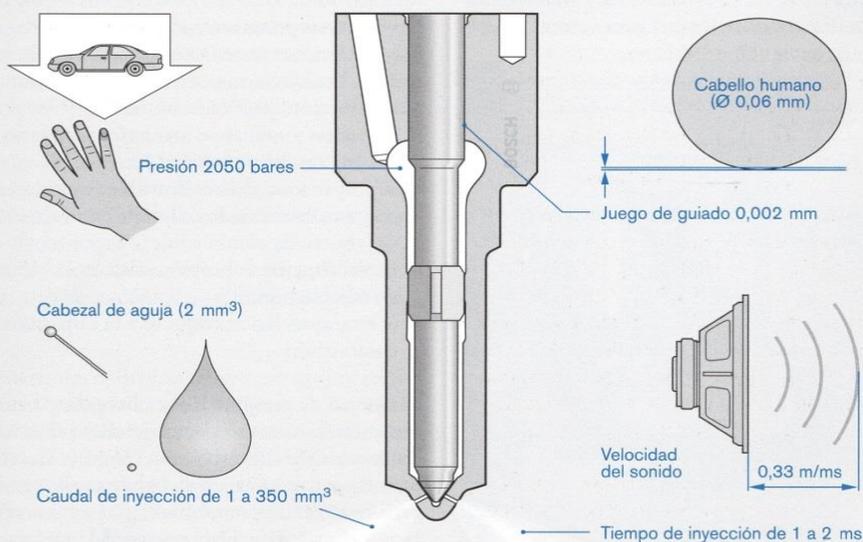
- absorbe los golpes generados por las fuertes aperturas y cierres (en los turismos hasta 10.000 veces por minuto con las inyecciones previas y las postinyecciones),
- resiste las elevadas cargas generadas por el flujo durante la inyección, y
- mantiene la presión y la temperatura en la cámara de combustión.

Lo que rinden los inyectores modernos se puede apreciar mediante las comparaciones siguientes:

- En la cámara de inyección reina una presión de hasta 2.050 bares. Esta presión se produciría al colocarse un turismo de alta categoría sobre la uña de un dedo.

- La duración de la inyección es de 1 a 2 milisegundos (ms). En un milisegundo, la onda acústica emitida por un altavoz alcanza una distancia de aprox. sólo 33 cm.
- Los caudales de inyección varían en los turismos entre 1 mm<sup>3</sup> (inyección previa) y 50 mm<sup>3</sup> (caudal de plena carga); en los vehículos industriales entre 3 mm<sup>3</sup> (inyección previa) y 350 mm<sup>3</sup> (caudal de plena carga). 1 mm<sup>3</sup> equivale al volumen contenido en media cabeza de un alfiler. 350 mm<sup>3</sup> representan el caudal de 12 grandes gotas de lluvia (30 mm<sup>3</sup> cada gota). Este volumen es comprimido en 2 ms a una velocidad de 2000 km/h a través de una abertura cuya sección es menor de 0,25 mm<sup>2</sup>.
- El juego de guiado de la aguja del inyector es de 0,002 mm (2 µm). Un cabello humano es 30 veces más grueso (0,06 mm).

El cumplimiento de todas estas elevadas prestaciones exige un gran know-how en lo referente al desarrollo, conocimiento de materiales, producción y técnica de medición.



© NIMK1705/2SP

## Inyectores de orificios

### Aplicación

Los inyectores de orificios se utilizan para motores que trabajan según el método de inyección directa (Direct Injection, DI). La posición de montaje es determinada generalmente por el diseño del motor. Los agujeros de inyección dispuestos bajo diferentes ángulos tienen que estar orientados en forma idónea respecto a la cámara de combustión (figura 1). Los inyectores de orificios se dividen en

- inyectores de orificios ciegos e
- inyectores de orificio en asiento.

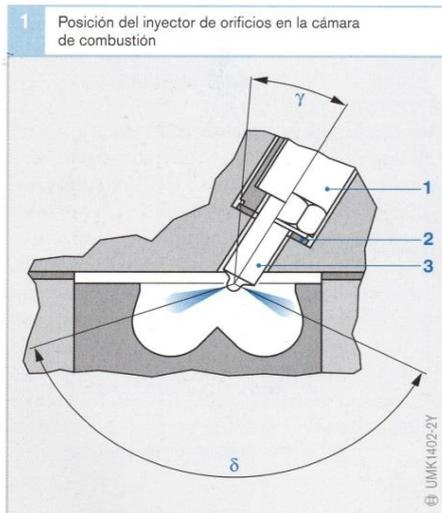
Además, los inyectores de orificios se distinguen por su tamaño constructivo entre:

- *modelo P*, con un diámetro de aguja de 4 mm (inyectores de orificios ciegos y de orificio en asiento), o
- *modelo S*, con un diámetro de aguja de 5 y 6 mm (inyectores de orificios ciegos para motores grandes).

En los sistemas de inyección Unit Injector (UI) y Common Rail (CR), los inyectores de orificios conforman una unidad integrada con el soporte. De esta forma se hace innecesario el portainyector.

La presión de apertura de los inyectores de orificios es de entre 150 y 350 bares.

**Figura 1**  
 1 Portainyector o inyector  
 2 Arandela estanqueizante  
 3 Inyector de orificios  
 $\gamma$  Inclinación  
 $\delta$  Ángulo de conicidad de la inyección



### Estructura

Los orificios de inyección (figura 2, posición 6) están situados en la camisa del casquete del inyector (7). La cantidad y diámetro dependen de

- el caudal de inyección necesario,
- la forma de la cámara de combustión y
- la turbulencia del aire (rotación) en la cámara de combustión.

El diámetro de los orificios de inyección es ligeramente superior por el interior que por el exterior. Esta diferencia se define mediante el factor  $k$ . Los cantos de la entrada de los orificios de inyección pueden haber sido redondeados mediante un mecanizado hidroerosivo (HE). En los lugares en los cuales existen altas velocidades de flujo (entrada de los orificios de inyección), las partículas abrasivas (arranque de material) contenidas en el agente HE redondean los cantos. La mecanización HE puede aplicarse tanto para inyectores de orificios ciegos, como también para inyectores de taladro en asiento. El objetivo de este mecanizado es:

- optimizar el coeficiente del flujo,
- prevenir el desgaste de los cantos que causan las partículas abrasivas contenidas en el combustible y/o
- reducir la tolerancia del flujo.

Los inyectores deben estar adaptados esmeradamente a las condiciones presentes en el motor. El dimensionado de los inyectores es decisivo también para:

- la inyección dosificada (duración de la inyección y caudal de inyección por grado del ángulo del cigüeñal),
- la preparación del combustible (cantidad de chorros, forma de los chorros y atomización del chorro de combustible),
- la distribución del combustible en la cámara de combustión, y
- la estanqueización respecto a la cámara de combustión.

La cámara de presión (10) se obtiene mediante mecanizado metálico electroquímico (elektrochemische Metallbearbeitung (ECM)). En este método se introduce un electrodo en el cuerpo perforado del inyector, bañado por un flujo de solución electrolítica. En el cuerpo del inyector, cargado positivamente desde el punto de vista eléctrico, se arranca material (disolución anódica).

**Ejecuciones**

El volumen de combustible existente por debajo del asiento de la aguja del inyector se evapora tras la combustión, y contribuye así de forma considerable a las emisiones de hidrocarburos del motor. Por ello es importante mantener lo más reducido posible este volumen (volumen residual o contaminante).

La geometría del asiento de la aguja y la forma del casquete del inyector tienen asimismo una influencia decisiva en el comportamiento de apertura y cierre del inyector. Esto influye en las emisiones de hollín y NO<sub>x</sub> del motor.

La toma en consideración de todos estos factores ha originado diferentes versiones de inyector, según los requisitos del motor y del sistema de inyección.

Como norma general hay dos versiones:

- inyectores de orificios ciegos e
- inyectores de orificio en asiento.

En el caso de los inyectores de orificios ciegos se utilizan diferentes versiones.

**Inyector de orificio ciego**

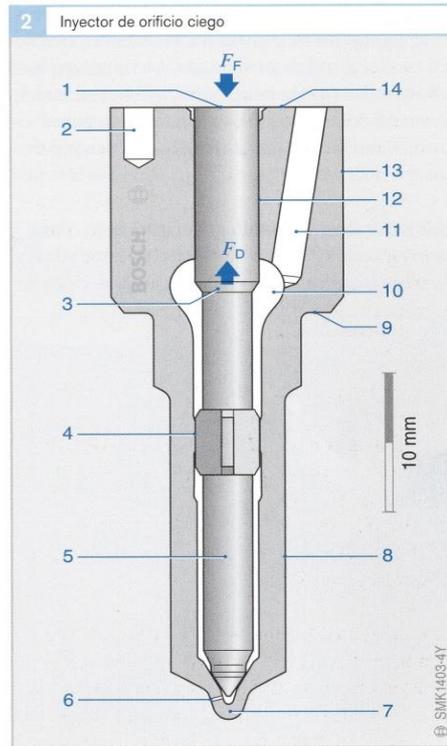
Los orificios de inyección del inyector de orificios ciegos (figura 2, posición 6) van dispuestos alrededor de un agujero ciego.

Con un *casquete de inyector redondo* se taladrarán los orificios de inyección, según su disposición, de forma mecánica o mediante arranque eléctrico de material (electroerosión).

Los inyectores de orificios ciegos con *casquete cónico* se perforan por lo general mediante el método electroerosivo.

Los inyectores de orificios ciegos pueden ser de agujero ciego cónico o cilíndrico de diferentes medidas.

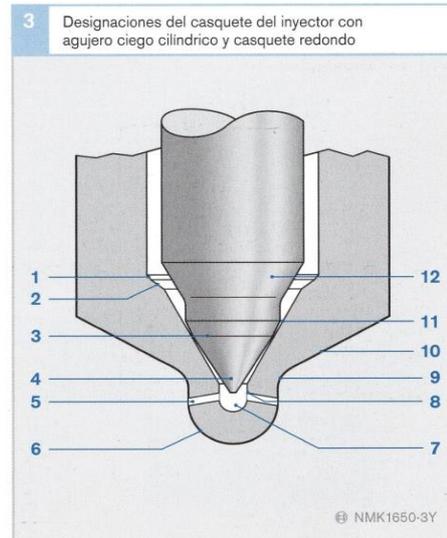
Los *inyectores de orificios ciegos con agujero ciego cilíndrico y casquete redondo* (figura 3), formados por una pieza cilíndrica y otra semiesférica, permiten una elevada libertad de concepción en lo referente a la cantidad de orificios, la longitud de los mismos y el ángulo de conicidad del orificio de inyección. El casquete del inyector tiene forma semiesférica y garantiza así junto con la forma del taladro ciego una longitud uniforme de orificios.



**Figura 2**

- 1 Superficie de tope de carrera
- 2 Taladro de fijación
- 3 Resalte de presión
- 4 Guiado doble de aguja
- 5 Cámara de la aguja
- 6 Orificio de inyección
- 7 Casquete del inyector
- 8 Vástago del cuerpo de la aguja
- 9 Resalte del cuerpo de la aguja
- 10 Cámara de presión
- 11 Orificio de afluencia
- 12 Guía de la aguja
- 13 Collar del cuerpo de la aguja
- 14 Superficie de estanqueizado

$F_F$  Fuerza elástica  
 $F_D$  Fuerza resultante en el resalte de presión debido a la presión del combustible



**Figura 3**

- 1 Arista de sedimentación
- 2 Entrada del asiento
- 3 Asiento de la aguja
- 4 Punta de la aguja
- 5 Orificio de inyección
- 6 Casquete redondo
- 7 Agujero ciego cilíndrico (volumen residual)
- 8 Entrada del orificio de inyección
- 9 Radio de garganta
- 10 Cono de casquete
- 11 Asiento del cuerpo del inyector
- 12 Cono de amortiguación

El inyector de orificio ciego con agujero ciego cilíndrico y casquete cónico (figura 4a) está disponible sólo en longitud de orificios de 0,6 mm. La forma cónica del casquete incrementa la resistencia del mismo mediante un mayor grosor de la pared entre el radio de la garganta (3) y el asiento del cuerpo del inyector (4).

El inyector de orificio ciego con agujero ciego cónico y casquete cónico (figura 4b) posee un menor volumen residual que un inyector con agujero ciego

cilíndrico. En cuanto al volumen de taladro ciego, se encuentra entre el inyector de taladro en asiento y el inyector de orificio ciego con agujero ciego cilíndrico. Para obtener un espesor de pared uniforme del casquete, el casquete está ejecutado cónicamente en correspondencia con el taladro ciego.

El inyector de microtaladro ciego constituye un perfeccionamiento técnico del inyector de orificio ciego. (figura 4c). Su volumen de orificio ciego es aprox. un 30% menor que el de un inyector de orificio ciego convencional. Este inyector es especialmente adecuado para los sistemas Common Rail, que trabajan con una carrera de la aguja relativamente lenta y con ello un estrangulamiento de asiento comparablemente más largo al efectuar la apertura. El inyector de microtaladro ciego representa actualmente para los sistemas Common Rail el mejor compromiso entre un reducido volumen residual y una distribución uniforme del chorro durante la apertura.

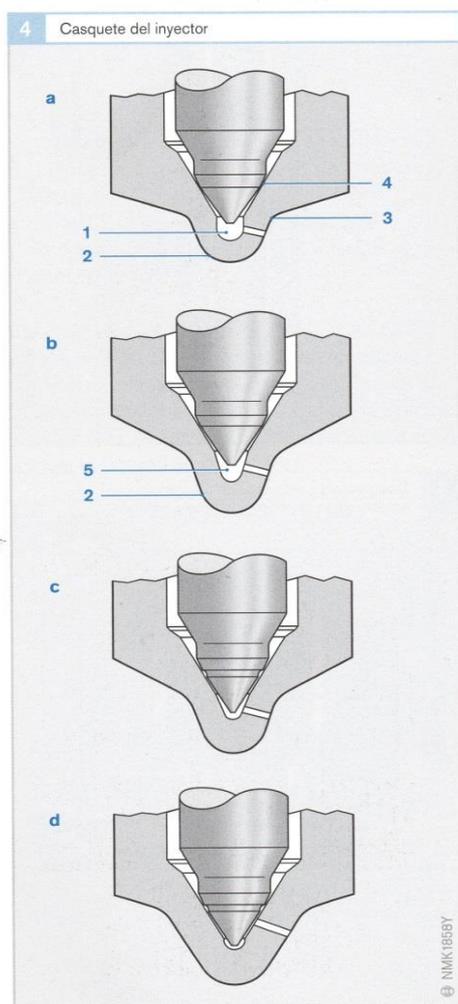
#### Inyector de taladro en asiento

Para minimizar el volumen residual, y con ello la emisión de hidrocarburos, el comienzo del taladro de inyección se encuentra en el asiento del cuerpo del inyector. Estando cerrado el inyector, la aguja del inyector cubre el comienzo del orificio de inyección, de forma que no existe una conexión directa entre el agujero ciego y la cámara de combustión (figura 4d). El volumen del taladro ciego se ha reducido considerablemente en comparación con el inyector de orificio ciego. Los inyectores de taladro en asiento presentan, respecto a los inyectores de orificios ciegos, un límite de sollicitación destacadamente inferior y, por tanto, sólo pueden ser ejecutados con una longitud de agujero de 1 mm. El casquete del inyector presenta una forma cónica. Los orificios de inyección se perforan por lo general mediante el método electroerosivo.

Las geometrías especiales de los orificios de inyección, un guiado doble de la aguja o las geometrías complejas de la punta de la aguja mejoran adicionalmente la distribución del chorro y, con ello, la formación de la mezcla de los inyectores de orificio ciego y de orificio en asiento.

Figura 4

- a Agujero ciego cilíndrico y casquete cónico
  - b Agujero ciego cónico y casquete cónico
  - c Microorificio ciego
  - d Inyector de orificio en asiento
- 1 Agujero ciego cilíndrico
  - 2 Casquete cónico
  - 3 Radio de garganta
  - 4 Asiento del cuerpo del inyector
  - 5 Agujero ciego cónico



**Protección antitérmica**

En los inyectores de orificios, el límite superior de la temperatura es de 300 °C (resistencia térmica del material). Para casos de utilización especialmente complejos se dispone de casquillos antitérmicos o, en el caso de los motores grandes, incluso de inyectores refrigerados.

**Influencia en las emisiones**

La geometría de los inyectores tiene una influencia directa en las emisiones de sustancias nocivas del motor:

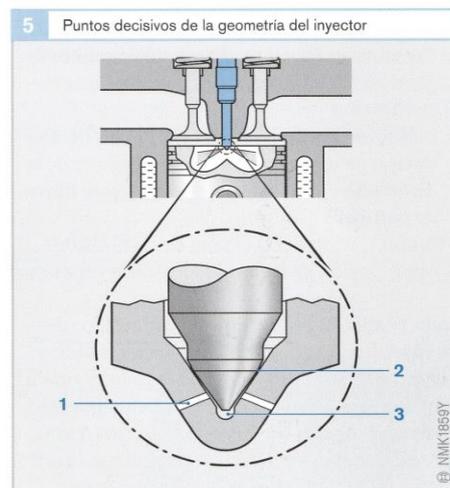
- La *geometría de los orificios de inyección* (figura 5, posición 1) influye en las emisiones de partículas y NO<sub>x</sub>.
- La *geometría del asiento* (2) influye en la cantidad piloto, es decir, la cantidad al comienzo de la inyección – el nivel de ruidos del motor. El objetivo de la optimización de la geometría del orificio de inyección y del asiento es obtener un diseño robusto con un proceso de producción en serie con las tolerancias mínimas posibles.
- La *geometría del orificio ciego* (3) influye, como ya se ha mencionado anteriormente, en las emisiones de hidrocarburos. El constructor puede elegir la versión óptima específica para el vehículo entre las amplias posibilidades existentes.

Por dicho motivo es importante que los inyectores estén perfectamente adaptados al vehículo, al motor y al sistema de inyección. En el caso del servicio postventa deben utilizarse exclusivamente piezas de repuesto originales, para no empeorar la potencia y las emisiones de sustancias nocivas del motor.

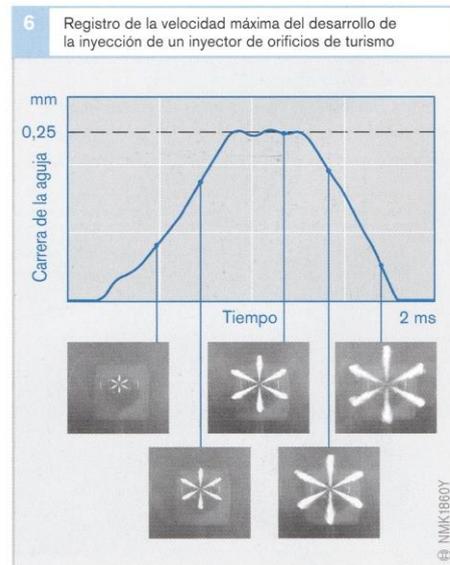
**Formas del chorro**

Como norma general, el chorro de inyección de los motores de los turismos es largo y estrecho, ya que estos motores generan una elevada turbulencia en la cámara de combustión. En los motores de los vehículos industriales existe mucha menos turbulencia, por lo que el chorro es más corto y ancho. Los chorros de inyección no deben impactar unos con otros, ni siquiera en caso de existir una gran turbulencia, ya que de lo contrario se inyectaría combustible en los sectores en los cuales ya se hubiera producido una combustión, pobres en aire. Esto originaría una fuerte generación de hollín.

Los inyectores de orificios poseen hasta seis (turismos) o diez orificios (vehículos industriales). El objetivo de los desarrollos futuros es incrementar la cantidad de orificios de inyección y reducir simultáneamente su diámetro (<0,12 mm), para obtener una distribución todavía más fina del combustible.



**Figura 5**  
 1 Geometría del orificio de inyección  
 2 Geometría del asiento  
 3 Geometría del orificio ciego



## Perfeccionamiento técnico de los inyectores

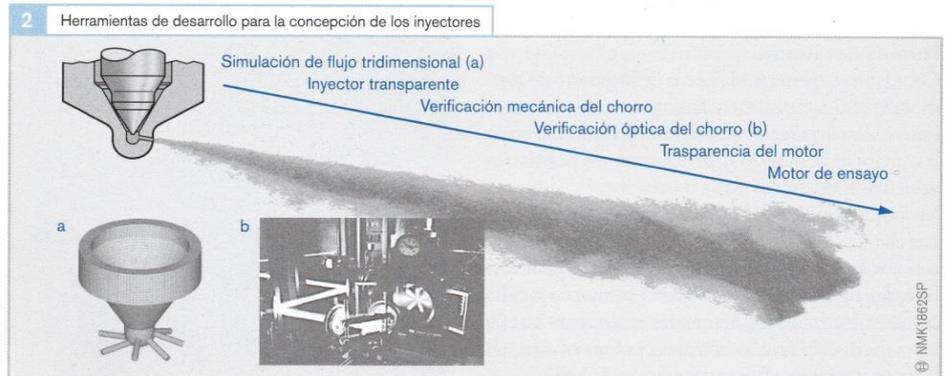
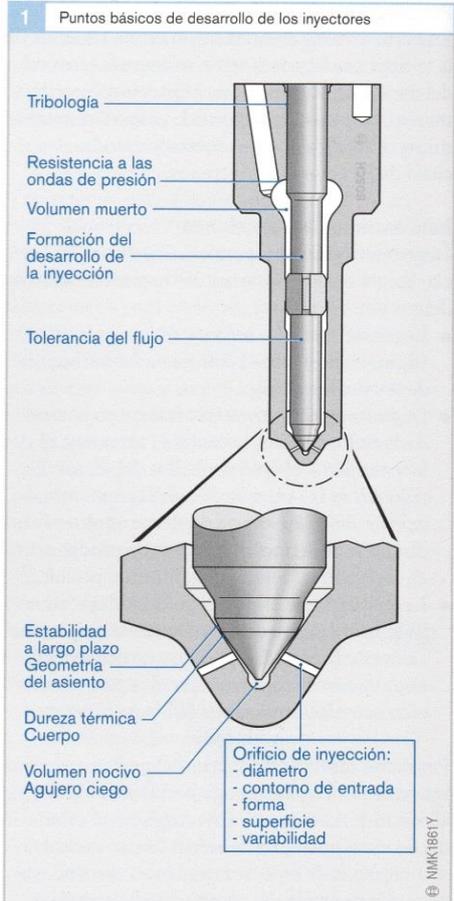
En vista al desarrollo de motores y sistemas de inyección extremadamente dinámicos, nuevos y resistentes con una elevada capacidad funcional (p.ej. con inyecciones múltiples), se precisa mantener un perfeccionamiento técnico permanente de los inyectores. Existen además muchos puntos de aplicación, para obtener mejoras adicionales en los motores Diesel mediante soluciones innovadoras en los inyectores. Los objetivos más importantes son:

- minimización de las emisiones brutas para reducir o incluso eliminar el elevado coste de la depuración de los gases de escape (p.ej. filtro de partículas),
- minimización del consumo de combustible,
- optimización de bajo nivel de ruidos del motor.

En lo relativo al perfeccionamiento técnico de los inyectores existen diferentes sectores básicos (figura 1) y herramientas de desarrollo (figura 2). También se desarrollan continuamente nuevos materiales capaces de soportar esfuerzos permanentes. La inyección múltiple tiene efectos asimismo en la configuración de los inyectores.

La utilización de otros combustibles (p.ej. Designer-Fuels) influye en el diseño del inyector debido a la diferente viscosidad o a un comportamiento de flujo distinto.

Estas modificaciones exigen en parte nuevos procesos de producción, como por ejemplo el taladrado con láser de los orificios de inyección.



▶ La inyección Diesel es técnica de precisión

Hablándose de motores Diesel, muchos legos en la materia piensan en máquinas burdas, no en mecánica de precisión. Los componentes modernos de la inyección Diesel son sin embargo piezas de elevada precisión, expuestas a cargas extremas.

El inyector constituye el punto de intersección entre el sistema de inyección y el motor. Debe abrir y cerrar exactamente a lo largo de toda la vida útil del motor. Estando cerrado no deben aparecer fugas. Esto aumentaría el consumo de combustible, empeoraría las emisiones de contaminantes y incluso le haría daño al motor.

Para conseguir un estanqueizado perfecto a las altas presiones de los sistemas de inyección modernos VR (VP44), CR, UPS y UIS (de hasta 2.050 bares), deben construirse y producirse con gran precisión. He aquí algunos ejemplos:

- Para que la superficie de estanqueizado del cuerpo del inyector (1) efectúe una estanqueización segura, debe poseer una divergencia de forma de como máximo 0,001 mm (1  $\mu\text{m}$ ). Es decir, debe producirse con exactitud mediante aprox. 4000 capas atómicas metálicas.
- El juego de guiado entre la aguja del inyector y el cuerpo del inyector (2) es de 0,002 a 0,004 mm (2 a 4  $\mu\text{m}$ ). Las divergencias de forma son asimismo menores de 0,001 mm (1  $\mu\text{m}$ ).

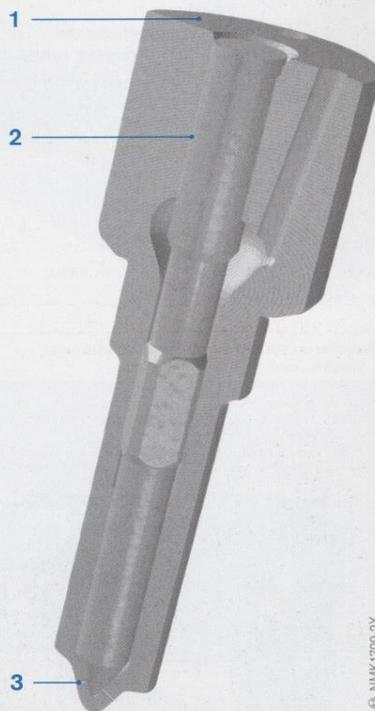
Los finos agujeros de inyección (3) de los inyectores se erosionan (taladrado electroerosivo) durante la fabricación. Durante la erosión, el metal se evapora debido a la temperatura elevada durante la descarga por chispas entre el electrodo y la pieza. Con electrodos producidos con precisión y un ajuste exacto de los parámetros pueden perforarse orificios muy precisos con diámetros de 0,12 mm. Quiere decir que el diámetro más pequeño que pueden tener los agujeros de inyección es el doble de un pelo humano (0,06 mm). Para conseguir un comportamiento de inyección mejor, se someten al redondeado (mecanización hidroerosiva) las aristas de entrada de los agujeros de inyección mediante el rectificado fluido con la ayuda de un líquido especial.

Las tolerancias más importantes exigen procesos especiales de medición de extrema precisión, tales como por ejemplo:

- el aparato de medición de coordenadas tridimensional para la medición de los orificios de inyección, o
- la interferometría láser para la medición de planeidad de la superficie de estanqueizado de los inyectores.

La producción de los componentes de la inyección Diesel es por lo tanto "hightech" en grandes series.

▼ Se trata de precisión



- 1 Superficie de estanqueizado del cuerpo del inyector
- 2 Juego de guiado entre la aguja del inyector y el cuerpo del inyector
- 3 Orificio de inyección

### 3.1.7. Conexiones de alta presión

## Conexiones de alta presión

Las tuberías de combustible a alta presión y sus conexiones establecen las uniones entre la(s) bomba(s) de inyección y los conjuntos de portainyectores de cada cilindro con bombas de inyección en serie, bombas distribuidoras de inyección y el sistema Unit Pump. En el sistema Common Rail constituyen la unión entre la bomba de alta presión y el conducto común, así como entre el conducto común y los inyectores. El sistema Unit Injector no precisa tuberías de alta presión.

### Empalmes de alta presión

Los empalmes de alta presión deben garantizar un estanqueizado seguro respecto al combustible con la presión máxima del sistema. Se diferencia entre las siguientes clases de conexión:

- cono estanqueizante con tuerca de racor,
- tubuladura de presión y
- travesaño.

#### Cono estanqueizante con tuerca de racor

La clase de conexión "Cono estanqueizante con tuerca de racor" (figura 1) se utiliza en todos los sistemas de inyección citados arriba. Las ventajas de esta conexión son:

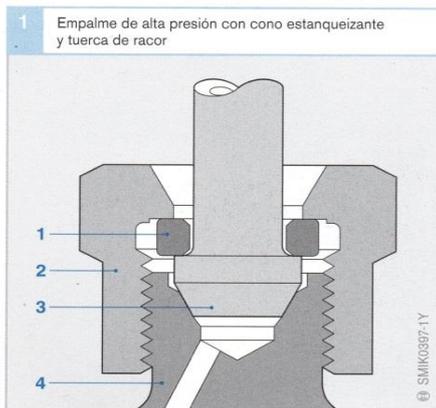
- Sencilla adaptación al sistema de inyección.
- La conexión puede empalmarse y desempalmarse repetidas veces.
- El cono estanqueizante puede moldearse de materiales base.

Figura 1

- 1 Arandela de presión
- 2 Tuerca de racor
- 3 Cono estanqueizante de tubo de la tubería de combustible a alta presión
- 4 Empalme de presión de la bomba de inyección o del portainyector

Figura 2

- 1 Superficie de estanqueizado
- $d$  Diámetro exterior de la tubería  
 $d_1$  Diámetro interior de la tubería  
 $d_2$  Diámetro interior del cono  
 $d_3$  Diámetro exterior del cono  
 $k$  Longitud del cono  
 $R_1, R_2$  Radios

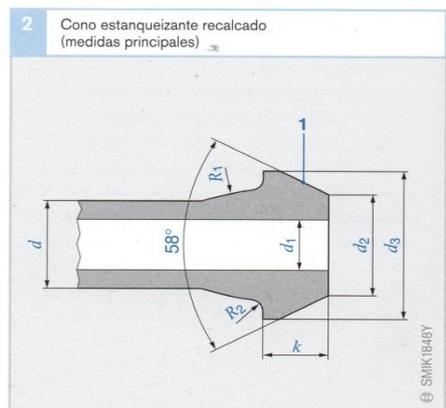


Al extremo de la tubería de alta presión se encuentra el cono estanqueizante de tubo recalado (3). La tuerca de racor (2) presiona el cono estanqueizante contra el empalme de presión (4) para estanqueizarlo. Algunas conexiones poseen adicionalmente una arandela de presión (1). Esta arandela distribuye uniformemente la presión de la tuerca de racor sobre el cono estanqueizante. En el cono estanqueizante no deben existir estrechamientos de la sección transversal que puedan evitar el flujo de combustible. Normalmente se utilizan conos estanqueizantes de tubo recalados según DIN 73 365 (figura 2).

#### Racores de presión

Los racores de presión (figura 3) se utilizan en los vehículos industriales con sistemas Unit Pump y Common Rail. Al utilizar el racor de presión no debe tenderse la tubería de combustible alrededor de la culata hacia el portainyector o el inyector. Esto posibilita la utilización de tuberías de combustible más cortas y ofrece ventajas de espacio o de montaje.

La unión por atornillamiento (8) presiona el racor de presión (3) directamente contra el portainyector (1) o el inyector. Contiene asimismo un filtro tubular (5) libre de mantenimiento, el cual retiene las impurezas de mayor tamaño del combustible. En el otro extremo va unida a la



tubería de alta presión (7) mediante un empalme de presión convencional con cono estanqueizante y tuerca de racor (6).

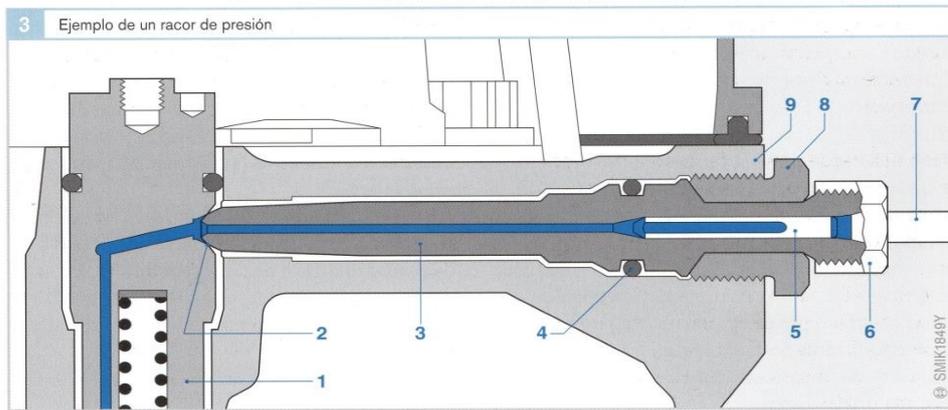
**Travesaño**

En algunas aplicaciones para turismos se utiliza el travesaño (figura 4). Es adecuado en caso de existir poco espacio. En el travesaño existen orificios para la afluencia y el retorno de combustible (9, 7). Un tornillo (1) presiona el travesaño contra el portainyector (5) estanqueizando así la conexión.

**Tuberías de combustible de alta presión**

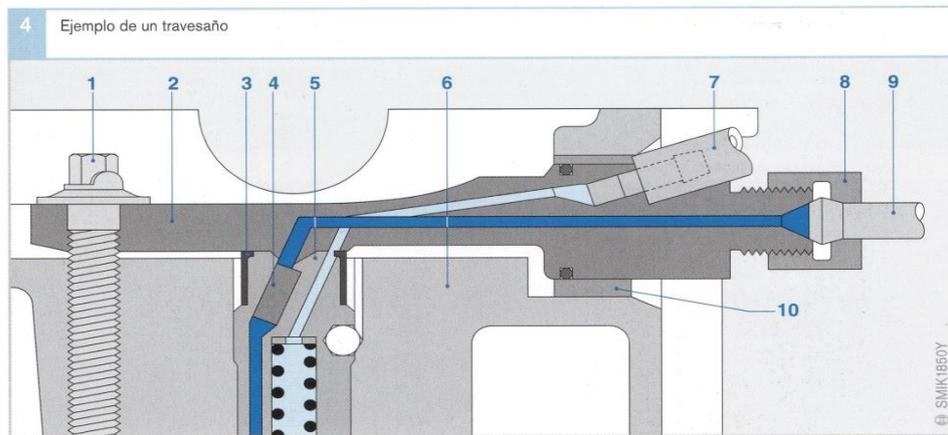
Las tuberías de combustible de alta presión (“tuberías de alta presión”) deben soportar la presión máxima del sistema y las oscilaciones de la presión, en parte de alta frecuencia. Son tubos de acero de precisión sin costuras, fabricados de coladas de acero con juntas especialmente uniformes. Poseen diferentes medidas, según el tamaño de la bomba (tabla 1, página siguiente).

Todas las tuberías de alta presión están tendidas sin flexiones estrechas. El radio de flexión no debe ser menor de 50 mm.



**Figura 3**

- 1 Portainyector
- 2 Cono estanqueizante
- 3 Tubuladura de presión
- 4 Junta
- 5 Filtro tubular
- 6 Tuerca de racor
- 7 Tubería de combustible a alta presión
- 8 Uniones por tornillos
- 9 Culata



**Figura 4**

- 1 Tornillo de fijación
- 2 Travesaño
- 3 Junta anular conformada
- 4 Filtro tubular
- 5 Portainyector
- 6 Culata
- 7 Retorno de combustible (tubería de aceite de fuga)
- 8 Tuerca de racor
- 9 Tubería de combustible a alta presión
- 10 Pieza de fijación

La longitud, la sección y el grosor de la pared de las tuberías de alta presión influyen en el desarrollo de la inyección. El diámetro interior, por ejemplo, influye en el caudal de inyección debido a las pérdidas por estrangulamiento y los efectos de compresión. Debido a ello se prescriben medidas para las tuberías que deben cumplirse escrupulosamente. No deben modificarse al efectuar los trabajos de mantenimiento. Las tuberías de alta presión defectuosas deben sustituirse por repuestos originales. Al igual que en todos los trabajos de mantenimiento en el sistema de inyección, debe evitarse en este caso la entrada de impurezas en el sistema.

Por lo general, al llevar a cabo el desarrollo del sistema de inyección se intenta mantener la menor longitud posible para las tuberías de alta presión. Las tuberías de menor longitud mejoran el comportamiento de inyección.

Durante la inyección se generan ondas de presión en las tuberías, las cuales se expanden a la velocidad del sonido y se reflejan en los extremos ("efecto de resaca"). En el sistema Common Rail se influyen recíprocamente los procesos de inyección muy seguidos en el tiempo de combustión debido a las ondas de presión generadas. Así se influye, p.ej. en el caudal de la inyección principal en función del caudal de preinyección y la distancia a la misma. Este efecto se compensa mediante la determinación de diagramas de curvas características o con la corrección de las ondas de presión mediante el software.

Las tuberías de alta presión son de la misma longitud para cada cilindro. Las distancias diferentes entre la respectiva salida de la bomba de inyección o bien del conducto común y el correspondiente cilindro del motor se compensa mediante flexiones más o menos pronunciadas en el tendido de las tuberías.

La resistencia a las ondas de presión de las tuberías de alta presión depende sobre todo del material y de la profundidad de asperezas máxima, es decir, de la naturaleza de la superficie de las paredes interiores de las tuberías. Si se plantean exigencias extremadamente altas en lo relativo a la resistencia de las tuberías, pueden utilizarse *tuberías de alta presión autocaladas en caliente* (utilización a partir de 1.400 bares). Son sometidas a una elevada presión (de hasta 3.800 bares), conformadas en su forma de tendido ya definitiva, antes de montarse en el motor. A continuación se elimina instantáneamente la presión. Este proceso origina una compresión del material en las paredes de las tuberías, reforzando así adicionalmente su resistencia interna.

En los motores de vehículos, las tuberías de alta presión se fijan normalmente con piezas de fijación montadas a distancias definidas. De esta forma no se transmiten, o lo hacen con poca intensidad, las vibraciones a las tuberías de alta presión.

Las medidas de las tuberías de alta presión para los bancos de ensayo poseen una mayor exactitud.

Tabla 1

$d$  Diámetro exterior de la tubería

$d_i$  Diámetro interior de la tubería

Los grosores de pared impresos en **negrita** son los valores preferibles.

Las medidas de las tuberías de alta presión se especifican por regla general como se indica a continuación:

$d \times s \times l$

$l$  Longitud de la tubería

1 Medidas principales de las tuberías de combustible a alta presión más importantes, en mm																	
$d_i$	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,6	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
$d$																	
Grosor de la pared $s$																	
4	1,3	1,25	<b>1,2</b>														
5	1,8	1,75	1,7	1,6													
6		<b>2,25</b>	<b>2,2</b>	2,1	2	1,9	1,75	1,6	1,5								
8					3	2,9	2,75	2,6	2,5	2,2	2						
10							<b>3,75</b>	3,6	3,5	3,2	3	2,75	2,5				
12									4,5	4,2	4	3,75	<b>3,5</b>				
14											5	4,75	4,5	4		3	
17													6	5,5	5	4,5	
19																	5
22																	7

► Cavitación en el sistema de combustible de alta presión

La cavitación puede causar daños en el sistema de inyección (figura 1). En concreto, se desarrolla el siguiente proceso:

Al fluir un líquido con gran rapidez en un espacio cerrado (p.ej. en la carcasa de una bomba o en una tubería de alta presión), se generan modificaciones locales de presión en los estrechamientos o curvaturas. En dichos lugares, en caso de darse unas condiciones de flujo desfavorables, puede producirse un vacío localizado temporal a causa del cual se generan burbujas de vapor.

En las fases de sobrepresión generadas a continuación implosionan dichas burbujas de gas. Si en dicho momento se encuentran cerca de una pared, la intensa energía localizada puede causar con el tiempo una erosión de la superficie (efecto de erosión). Los desperfectos originados se denominan daños por cavitación.

Debido a que las burbujas de gas son transportadas con el flujo, los efectos de la cavitación no deben producirse necesariamente en el lugar en que se forman las burbujas; por el contrario, los efectos de la cavitación se detectan frecuentemente en las "zonas de resaca".

En el sistema de inyección a alta presión hay una variada cantidad de causas por las cuales se generan dichos vacíos temporales "localizados". Éstas son, p.ej.:

- procesos de regulación de limitación de caudal,
- procesos de cierre de válvulas,
- procesos de bombeo entre rendijas variables, y
- ondas de vacío en orificios y tuberías.

La cavitación puede evitarse sólo de forma muy limitada mejorando la calidad del material o la dureza de las superficies. El objetivo debe ser dificultar la formación de burbujas de gas y evitar sus efectos negativos mediante la optimización de las condiciones de flujo.



2 Implosión de una burbuja generada por la cavitación

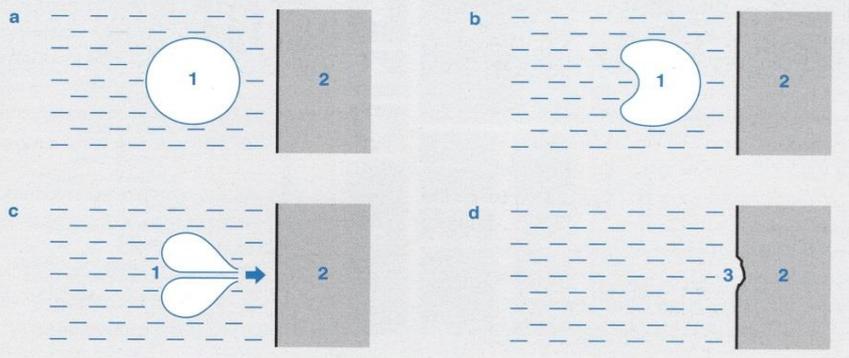


Figura 1  
1 Erosión

Figura 2  
a Se forma una burbuja de vapor  
b La burbuja de vapor implosiona  
c La implosión genera un pico de alta energía  
d La burbuja de vapor implosionada ha causado una erosión en la superficie  
1 Burbuja de vapor  
2 Pared  
3 Erosión

### 3.1.8. Regulación electrónica diesel (EDC)

## Regulación Electrónica Diesel (EDC)

El control electrónico del motor Diesel permite una configuración exacta y diferenciada de las magnitudes de inyección. Sólo así pueden satisfacerse los múltiples requisitos planteados a un moderno motor Diesel. La "Regulación Electrónica Diesel" EDC (Electronic Diesel Control) se subdivide en tres bloques de sistema: "Sensores y transmisores de valor teórico", "Unidad de control" y "Elementos de regulación (actores)".

### Sinopsis del sistema

#### Requisitos

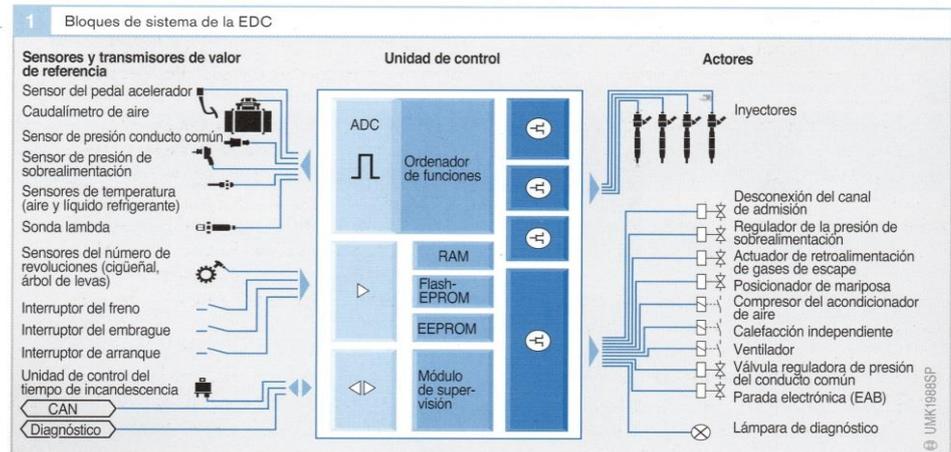
La reducción del consumo de combustible y de las emisiones de sustancias nocivas ( $\text{NO}_x$ , CO, HC, partícula) con un incremento simultáneo de la potencia o del par motor constituyen los objetivos de desarrollo actuales en el sector de la técnica Diesel. Esto ha originado en los últimos años una mayor utilización de motores Diesel de inyección directa (DI), en los cuales son considerablemente mayores las presiones de inyección en comparación con los motores de inyección indirecta (IDI) con procesos de cámara de turbulencia o precámara. Gracias a la mejor formación de la mezcla y a las pérdidas por sobreflujo inexistentes entre la cámara previa o la cámara de turbulencia y la cámara de combustión principal, se ha conseguido reducir en un 10-20% el con-

sumo de combustible de los motores de inyección directa en comparación con los de inyección indirecta.

Además influyen las elevadas exigencias en relación con el confort de marcha que se plantean a los motores Diesel modernos. Pero también en relación con las emisiones de ruido se es cada vez más exigente.

Esto conduce a un aumento de los requisitos del sistema de inyección y a su regulación con respecto a:

- altas presiones de inyección,
- conformación del desarrollo de inyección,
- inyección previa y, en su caso, inyección posterior,
- caudal de inyección, presión de sobrealimentación y comienzo de inyección adaptados a todos los estados de servicio,
- caudal de arranque dependiente de la temperatura,
- regulación del régimen de ralentí independiente de la carga,
- recirculación regulada de gases de escape,
- regulación de la velocidad de marcha, así como
- tolerancias reducidas del momento y caudal de inyección, y alta precisión durante toda la vida útil (comportamiento a largo plazo).



La regulación mecánica de revoluciones convencional registra los distintos estados de servicio con diversos dispositivos de adaptación y garantiza una gran calidad en la preparación de la mezcla. Sin embargo, se limita a un circuito regulador sencillo en el motor y no puede registrar diversas magnitudes influyentes importantes, o no las registra con suficiente rapidez.

La EDC se desarrolló en paralelo a las crecientes exigencias planteadas en el sentido de conseguir una evolución de los sistemas sencillos con eje de regulación activado eléctricamente para obtener una gestión del motor electrónica más compleja, capaz de procesar una gran cantidad de datos en tiempo real. Puede constituir una parte del sistema electrónico global del vehículo (Drive by wire). Debido a la creciente integración de componentes electrónicos, se puede instalar la electrónica compleja en un espacio muy reducido.

#### Funcionamiento

La Regulación Electrónica Diesel (EDC) está en condiciones de satisfacer dichas exigencias gracias a la creciente capacidad calculatoria de los microcontroladores disponibles, conseguida en los últimos años.

Contrariamente a los vehículos Diesel con bombas convencionales de inyección reguladas mecánicamente, en un sistema EDC el conductor no tiene ninguna influencia directa sobre el caudal de combustible inyectado, p.ej. a través del pedal acelerador y un cable de accionamiento. El caudal de inyección se determina, por el contrario, a través de diversas magnitudes influyentes. Éstas son p.ej.:

- deseo del conductor (posición del pedal acelerador),
- estado de servicio,
- temperatura del motor,
- intervención de otros sistemas (p.ej. ASR),
- efectos sobre las emisiones contaminantes, etc.

El caudal de inyección se calcula en la unidad de control a partir de estas magnitudes influyentes. También es posible variar el momento de inyección. Esto condiciona un amplio concepto de control, capaz de detectar las divergencias generadas y de tomar las medidas adecuadas para contrarrestar sus efectos (p.ej. limitaciones del par

motor o marcha de emergencia en la gama de revoluciones de ralentí). El sistema EDC contiene por ello varios circuitos reguladores.

La Regulación Electrónica Diesel permite asimismo efectuar un intercambio de datos con otros sistemas electrónicos, tales como p.ej. el sistema de tracción antideslizante (Antriebs-schlupfregelung (ASR)), el mando electrónico del cambio (Elektronische Getriebesteuerung (EGS)) o la regulación de la dinámica de marcha con el sistema electrónico de estabilidad (Elektronischen Stabilitäts-Programm (ESP)). De esta forma puede integrarse la gestión del motor en el sistema conjunto global del vehículo (p.ej. la reducción del par motor al efectuarse acoplamientos de marchas en el cambio automático, la adaptación del par motor al resbalamiento de las ruedas, la autorización de la inyección por el bloqueo electrónico de arranque, etc.).

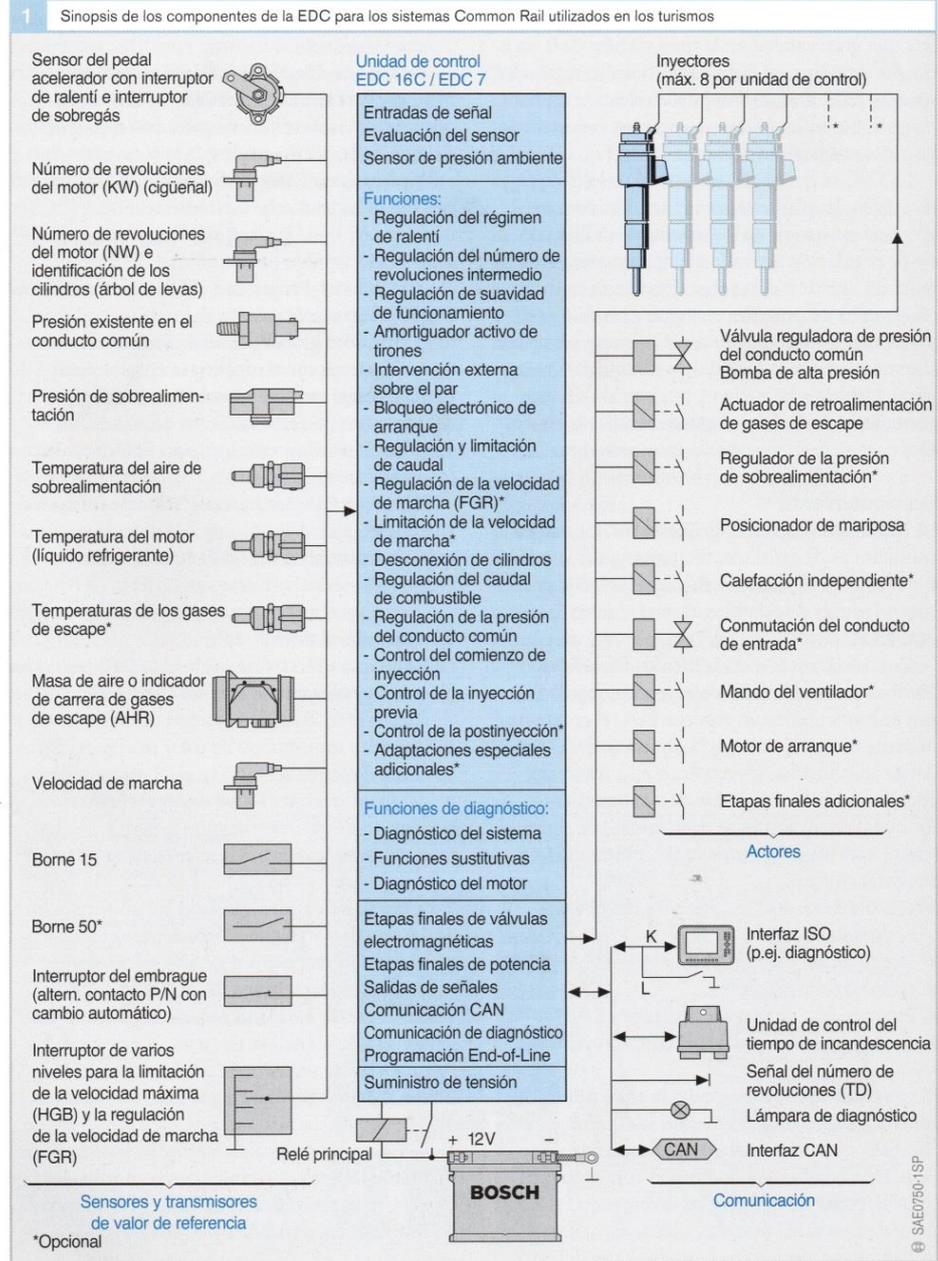
El sistema EDC está completamente integrado en el sistema de diagnóstico del vehículo. Cumple todas las exigencias del OBD (On-Board-Diagnose) y EOBD (European OBD).

#### Bloques de sistema

La Regulación Electrónica Diesel (EDC) se subdivide en tres bloques de sistema (figura 1):

1. *Sensores y transmisores de valor teórico*: registran las condiciones de servicio (p.ej. el número de revoluciones del motor) y los valores teóricos (p.ej. la posición de los interruptores). Éstos transforman magnitudes físicas en señales eléctricas.
2. *La unidad de control*: procesa las informaciones de los sensores y transmisores de valor teórico en base a determinados procesos calculatorios matemáticos (algoritmos de control y regulación). Controla los elementos de regulación mediante señales de salida eléctricas. La unidad de control viene a ser además el interfaz hacia los demás sistemas para el diagnóstico del vehículo.
3. *Elementos de regulación* (actores): transforman las señales eléctricas de salida de la unidad de control en magnitudes mecánicas (p.ej. la válvula electromagnética para la inyección).

## Sistema Common Rail para turismos



## Regulación de la inyección

La tabla 1 muestra un esquema de las diferentes funciones de regulación que se pueden llevar a cabo con la unidad de control EDC. La figura 1 muestra el proceso del cálculo de la inyección con todas las funciones. Algunas funciones son equipamientos especiales. Éstas también se pueden activar en la unidad de mando con posterioridad por parte del servicio al cliente en caso de reequipamientos posteriores.

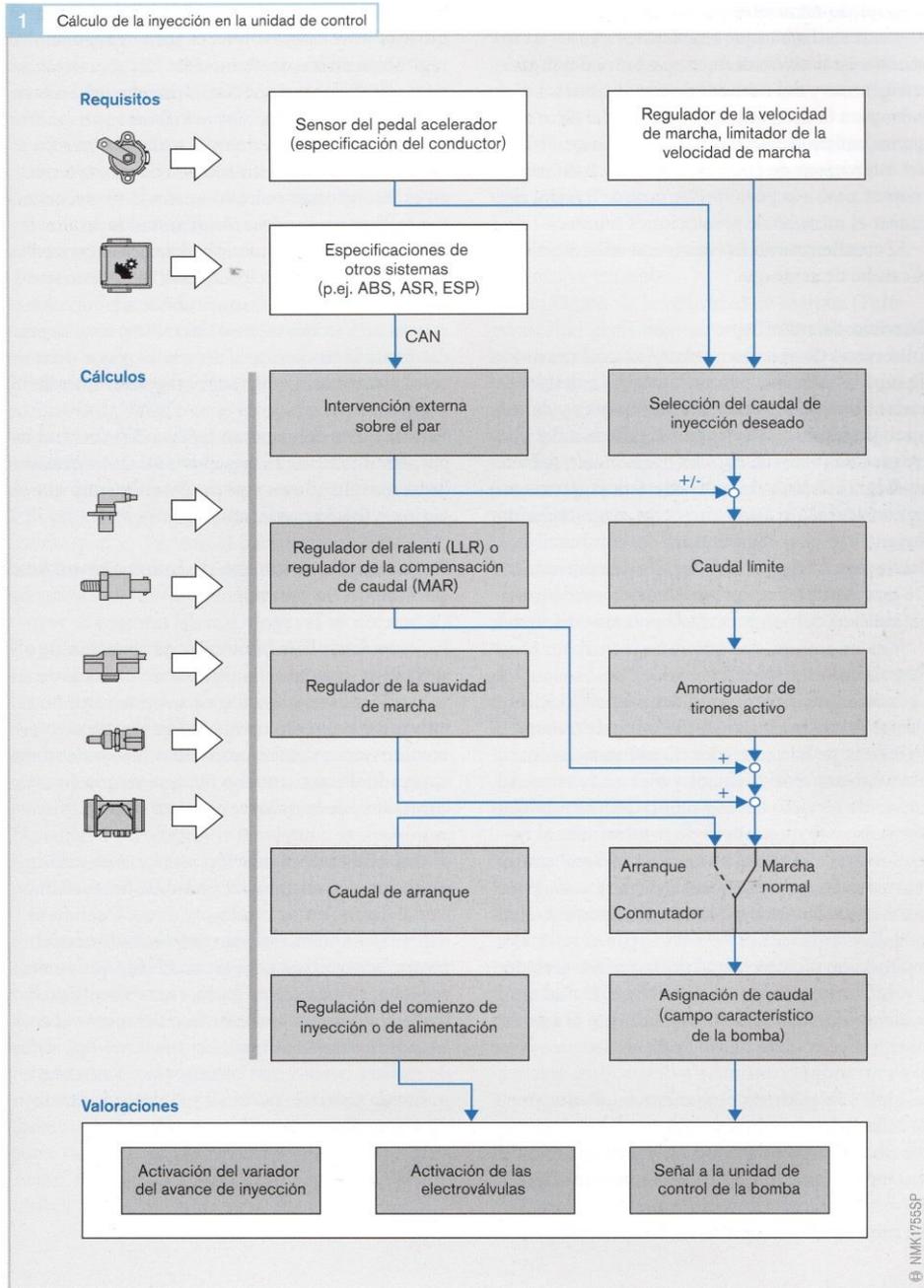
Para que el motor funcione en cualquier estado de servicio con una combustión óptima, se calcula en la unidad de control el caudal de inyección adecuado en cada caso. Para ello deben considerarse diversas magnitudes. En algunas bombas distribuidoras de inyección controladas por válvula electromagnética, la activación de las válvulas electromagnéticas para el control del caudal y el comienzo de inyección se efectúa mediante una unidad de control separada para la bomba (Pumpensteuergerät, PSG).

1 Vista global de las funciones de las variantes EDC para vehículos

Sistema de inyección	Bombas de inyección en línea PE	Bombas de inyección distribuidoras controladas por aristas VE-EDC	Bombas de inyección distribuidoras controladas por electroválvula VE-M, VR-M	Unidad de bomba-inyector y bomba-tubería-inyector UI, UP	Sistema Common Rail CR
<b>Función</b>					
Caudal límite	•	•	•	•	•
Intervención externa en el momento	• <sup>3)</sup>	•	•	•	•
Limitación de la velocidad de marcha	• <sup>3)</sup>	•	•	•	•
Regulación de la velocidad de marcha	•	•	•	•	•
Corrección de altitud	•	•	•	•	•
Regulación de la presión de carga	•	•	•	•	•
Regulación del ralenti	•	•	•	•	•
Regulación del número de revoluciones intermedio	• <sup>3)</sup>	•	•	•	•
Amortiguación activa de sacudidas	• <sup>2)</sup>	•	•	•	•
Regulación BIP	-	-	•	•	-
Desconexión del conducto de admisión	-	-	•	• <sup>2)</sup>	•
Bloqueo electrónico de arranque	• <sup>2)</sup>	•	•	•	•
Inyección previa controlada	-	-	•	• <sup>2)</sup>	•
Control del tiempo de precalentamiento	• <sup>2)</sup>	•	•	• <sup>2)</sup>	•
Desconexión del acondicionador de aire	• <sup>2)</sup>	•	•	•	•
Calefacción adicional por líquido refrigerante	• <sup>2)</sup>	•	•	-	•
Regulación de suavidad de funcionamiento	• <sup>2)</sup>	•	•	•	•
Regulación de compensación de caudal	• <sup>2)</sup>	-	•	•	•
Accionamiento del ventilador	-	•	•	•	•
Regulación de la recirculación de los gases de escape	• <sup>2)</sup>	•	•	• <sup>2)</sup>	•
Regulación del comienzo de inyección mediante sensor	• <sup>1), 3)</sup>	•	•	-	-
Desconexión de cilindros	-	-	• <sup>3)</sup>	• <sup>3)</sup>	• <sup>3)</sup>

Tabla 1

- 1) Sólo con bombas electromecánicas de inyección en serie  
 2) Sólo en vehículos de turismo  
 3) Sólo en vehículos industriales



### Caudal de arranque

Al efectuar el arranque se calcula el caudal de inyección en función de la temperatura del líquido refrigerante y del número de revoluciones. Las señales para la determinación del caudal de arranque se emiten desde el momento de la conexión del interruptor de encendido (figura 1, el interruptor pasa a la posición "Arranque") hasta alcanzar el número de revoluciones mínimo.

El conductor no tiene ninguna influencia sobre el caudal de arranque.

### Servicio de marcha

En servicio de marcha normal se calcula el caudal de inyección en función de la posición del pedal acelerador (sensor del pedal acelerador) y del número de revoluciones (figura 1, posición del interruptor "Servicio de marcha"). El cálculo se basa en diagramas de curvas características que toman en consideración asimismo otras magnitudes influyentes (p.ej. la temperatura del combustible, del líquido refrigerante y del aire de admisión). De esta forma, se adaptan del mejor modo posible el deseo del conductor y la potencia del motor.

### Regulación de ralentí

La función de la regulación del ralentí (LLR) es ajustar un régimen teórico definido del ralentí cuando el pedal acelerador no está accionado. Este régimen teórico puede variar en función del estado de servicio del motor; así, p.ej. se establece normalmente un número de revoluciones al ralentí mayor cuando el motor está frío que cuando está caliente. Adicionalmente, p.ej. en caso de ser insuficiente la tensión de a bordo, de estar conectado el acondicionador de aire o con el vehículo rodando, se incrementa asimismo el número de revoluciones de referencia en ralentí. Debido a que el motor funciona frecuentemente al ralentí en el tráfico rodado denso (p.ej. en caso de paradas y arranques continuos o detenciones frecuentes en los semáforos), el número de revoluciones de ralentí debe ser lo más bajo posible por motivos de consumo de combustible y de emisión de sustancias nocivas. Esto conlleva, sin embargo, desventajas en términos de suavidad de marcha del motor y del comportamiento de arranque.

La regulación del ralentí debe hacer frente a requisitos muy cambiantes a la hora de regular el régimen teórico preestablecido. Los requisitos de potencia de los grupos complementarios accionados por el motor son muy variables.

El alternador, por ejemplo, consume mucha más energía si es baja la tensión de a bordo que en el caso contrario; a esto se añaden los requisitos del compresor del acondicionador de aire, la bomba de la servodirección, la generación de alta presión para la inyección Diesel, etc. A estos momentos de carga externos se añade además el momento de fricción interno del motor, muy dependiente de la temperatura del motor y que debe ser compensado asimismo por el regulador de ralentí.

Para el ajuste del régimen teórico de ralentí, el regulador de ralentí adapta el caudal de inyección hasta que el régimen real medido sea igual que el régimen teórico preestablecido.

### Regulación del número de revoluciones final (limitación de caudal)

La función de la regulación del número de revoluciones final (llamado también limitación de caudal) es proteger el motor de un número de revoluciones excesivamente alto. A este respecto el fabricante del motor preestablece un número de revoluciones máximo permitido que no debe ser superado durante mucho tiempo, ya que en caso contrario puede dañarse el motor.

El dispositivo de regulación reduce el caudal de inyección por encima del punto de potencia nominal del motor de modo continuo. Cuando se supera el número máximo de revoluciones del motor, la inyección se detiene. El dispositivo de regulación debe actuar lo más suavemente posible para evitar un ajuste brusco del motor al acelerar (función de rampa). Esto es tanto más difícil de realizar cuanto más cercanos se encuentren el punto de potencia nominal y el número máximo de revoluciones.

### Regulación del número de revoluciones intermedio

La regulación del número de revoluciones intermedio (Zwischendrehzahlregelung (ZDR)) se utiliza en el caso de los vehículos industriales y camiones pequeños con tomas de fuerza (p.ej. camiones grúa) o de vehículos especiales (p.ej. ambulancias con generadores de corriente). Si la regulación está activada, el motor se regula hasta un número de revoluciones intermedio independientemente de la carga.

La regulación del número de revoluciones intermedio se activa mediante la unidad de operación de la regulación de la velocidad de marcha. El número de revoluciones fijo guardado en la memoria de datos puede recuperarse pulsando una tecla. Adicionalmente se puede preseleccionar el número de revoluciones preferido mediante esta unidad de operación. Se utilizan además en los turismos con cambio manual automatizado (p.ej. el Tiptronic) para la regulación del número de revoluciones del motor durante el acoplamiento de las marchas.

### Regulación de la velocidad de marcha

El regulador de la velocidad de marcha posibilita la conducción a una velocidad constante. Éste ajusta la velocidad del vehículo hasta el valor deseado sin que el conductor deba accionar el acelerador. Este valor puede ajustarse mediante una palanca de operación o los botones del volante. El caudal de inyección se aumenta o se disminuye continuamente hasta que la velocidad real corresponde a la velocidad teórica ajustada.

En algunas aplicaciones de vehículo puede acelerarse mediante el accionamiento del pedal superando la velocidad teórica momentánea. Al soltar de nuevo el pedal acelerador, el regulador de la velocidad de marcha ajusta de nuevo la última velocidad teórica vigente.

Si con el regulador de la velocidad de marcha conectado el conductor pisa el pedal de embrague o de freno, se desconecta el proceso de regulación. En algunas aplicaciones también se puede realizar la desconexión mediante el acelerador.

Cuando el regulador está desconectado, se puede ajustar de nuevo la última velocidad teórica vigente con la ayuda de la posición de recuperación de la palanca de operación.

También es posible modificar escalonadamente la velocidad teórica mediante la palanca de operación.

### Limitación de la velocidad de marcha

#### Limitación variable

La limitación de la velocidad de marcha (Fahr-geschwindigkeitsbegrenzung (FGB, denominada asimismo Limitador de la velocidad)) limita la velocidad máxima a un valor ajustado, incluso aunque se siga pisando el pedal acelerador. Esto es de gran ayuda para el conductor, sobre todo en vehículos silenciosos, que de este modo no pueden superar los límites de velocidad accidentalmente.

El limitador de velocidad de marcha limita con este objetivo el caudal de inyección correspondiente a la velocidad teórica máxima. Se desconecta mediante la palanca de mando o en caso de "kick-down" (sobregás). La última velocidad teórica vigente se puede recuperar de nuevo con la ayuda de la posición de recuperación de la palanca de operación. También es posible modificar escalonadamente la velocidad teórica mediante la palanca de operación.

#### Limitación fija

La legislación de muchos países prescribe velocidades máximas fijas para determinadas clases de vehículos (p.ej. para los vehículos industriales pesados). También los fabricantes de vehículos limitan la velocidad máxima mediante un limitador de velocidad de marcha fijo. Éste no puede ser desconectado.

En el caso de los vehículos especiales, el conductor puede programar asimismo valores límite fijos para la velocidad (p.ej. si un vehículo de recogida de basura transporta operarios en el estribo de la parte posterior del vehículo).

### Amortiguación activa de tirones

En un cambio de carga repentino, el cambio del par motor provoca vibraciones y tirones en la cadena cinemática del vehículo. Los ocupantes del vehículo experimentan estos tirones como cambios de aceleración periódicos desagradables (figura 2, curva a). La tarea de la amortiguación activa de tirones (Aktiver Ruckeldämpfer (ARD)) es reducir dichas modificaciones de la aceleración (b). Esto se lleva a cabo por medio de dos medidas diferentes:

- Si cambia repentinamente el par deseado por el conductor (acelerador), una función de filtro determinada con exactitud reduce la excitación del cable propulsor (1).
- Los tirones del cable propulsor se detectan gracias a la señal del número de revoluciones y se amortiguan mediante una regulación activa. Ésta reduce el caudal de inyección cuando aumenta el número de revoluciones y lo aumenta cuando baja el número de revoluciones para contrarrestar los tirones que se producen (2).

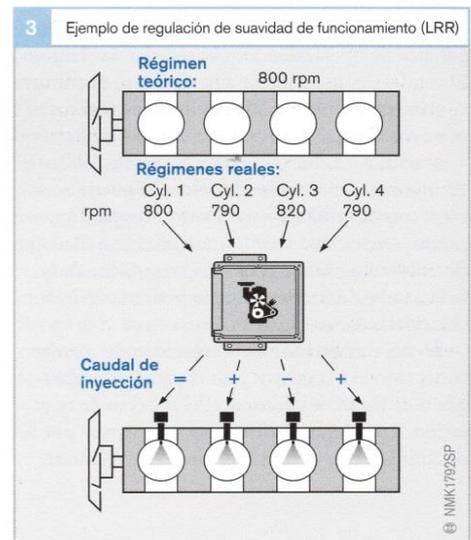
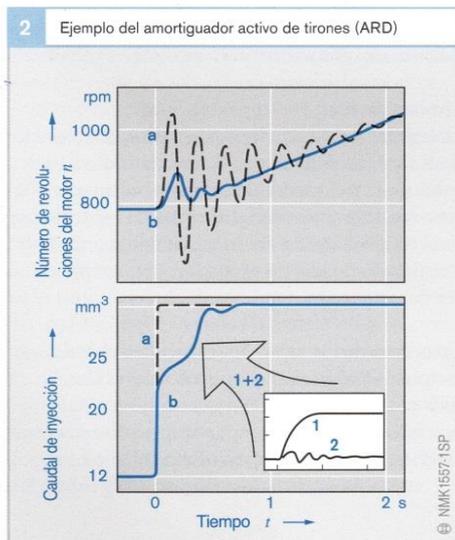
### Regulación de suavidad de marcha/compensación del caudal

No todos los cilindros generan el mismo par con la misma duración de inyección. Esto puede deberse a diferencias en la compresión de los cilindros, en la fricción o en los componentes hidráulicos de la inyección. La consecuencia de estas diferencias del par es una marcha del motor desequilibrada y un aumento de las emisiones.

La regulación de suavidad de marcha (LRR) o la regulación de compensación de caudal (MAR) tienen la función de reconocer tales diferencias a través de las oscilaciones de velocidad resultantes y compensar el cilindro afectado mediante una adaptación del caudal de inyección. Para tal fin se compara el número de revoluciones tras la inyección en un cilindro determinado con el número de revoluciones medio. Si el número de revoluciones del cilindro afectado es demasiado bajo, se aumenta el caudal de inyección; si es demasiado alto, debe disminuirse (figura 3).

Figura 2

- a Sin amortiguador activo de tirones  
b Con amortiguador activo de tirones  
1 Función de filtro  
2 Corrección activa



La regulación de suavidad de marcha es una función de confort, cuyo objetivo primario es mejorar la suavidad de marcha del motor en la zona del número de revoluciones al ralentí. Adicionalmente a la mejora de confort, la regulación de compensación de caudal debe mejorar las emisiones en el margen de régimen medio mediante una compensación del caudal de inyección de los cilindros del motor.

La regulación de compensación de caudal para vehículos industriales también recibe el nombre de AZG (compensación de cilindros adaptativa) o SRC (Smooth Running Control).

#### Caudal límite

Si se hubiera de inyectar siempre el caudal de combustible deseado por el conductor o el físicamente posible, podrían producirse los siguientes efectos:

- emisiones contaminantes demasiado elevadas,
- excesiva expulsión de hollín,
- sobrecarga mecánica debido a un par motor excesivo o a un exceso de revoluciones,
- sobrecarga térmica debido a una temperatura excesiva de los gases de escape, del líquido refrigerante, del aceite o del turbocompresor, o bien,
- sobrecarga térmica de las electroválvulas a causa de momentos de activación demasiado largos.

Para evitar estos efectos no deseados se activa una limitación en base a diferentes magnitudes de entrada (p.ej. la masa de aire aspirado, el número de revoluciones y la temperatura del líquido refrigerante). De este modo se limita el caudal de inyección máximo y con ello el par motor máximo.

#### Función del freno motor

Al accionar el freno motor de un vehículo industrial, el caudal de inyección se ajusta alternativamente al caudal cero, o bien al caudal del ralentí. La unidad de control registra a tal fin la posición del interruptor del freno motor.

#### Corrección de altura

A medida que aumenta la altitud, desciende la presión atmosférica. Por este motivo también disminuye el llenado del cilindro con aire de combustión. Por eso, debe disminuirse el caudal de inyección. Si se inyectara el mismo caudal que con la presión atmosférica alta, se produciría una expulsión de humos excesiva a causa de la carencia de aire.

El sensor de la presión del entorno en la unidad de control registra la presión atmosférica. Con ello es posible reducir el caudal de inyección cuando se está a mayor altitud. La presión atmosférica ejerce también influencia en la regulación de la presión de sobrealimentación y la limitación del par motor.

#### Desconexión de cilindros

Si se desea un par motor reducido a altos regímenes de revoluciones del motor, se tiene que inyectar muy poco combustible. Otra posibilidad para reducir el par motor es desconectar cilindros.

A este respecto se desconectan la mitad de los inyectores (UI de vehículos industriales, UP, sistema CR). Los inyectores restantes inyectan entonces un caudal de combustible mayor. Este caudal puede dosificarse con una precisión más alta.

Mediante unos algoritmos de software especiales se pueden conseguir transiciones suaves sin cambios del par motor perceptibles al conectarse o desconectarse los inyectores.

### Compensación del caudal de los inyectores

Para seguir mejorando la elevada precisión del sistema de inyección y garantizarla a lo largo de toda la vida útil del vehículo, se utilizan nuevas funciones en los sistemas Common Rail (CR) y UIS/UPS.

En el caso de la compensación de caudal de los inyectores (Injektormengenabgleich (IMA)) se registra una gran cantidad de datos de medición durante el periodo de producción de cada inyector, incluidos en éste en forma de código de matriz de datos. En el caso del inyector piezoeléctrico integrado en la tubería se añaden adicionalmente informaciones sobre el comportamiento de carrera. Estas informaciones se memorizan en la unidad de control durante la producción del vehículo. Estos valores se utilizan durante el funcionamiento del motor para efectuar la compensación de las divergencias en los comportamientos de dosificación y conmutación.

### Calibración de volumen cero

El control seguro de las pequeñas inyecciones previas a lo largo de toda la vida útil del vehículo encierra un significado especial para la consecución simultánea de los objetivos fijados en lo relativo al confort (reducción de ruidos) y emisiones de gases de escape. Por dicho motivo deben compensarse las oscilaciones de caudal de los inyectores. Para ello se inyecta selectivamente en un cilindro un pequeño volumen de combustible al circular en servicio de piñón corredizo en los sistemas CR de 2ª y 3ª generación. El sensor del número de revoluciones detecta el incremento de par generado por dicha inyección como pequeña modificación dinámica del número de revoluciones. Este incremento del par, imperceptible para el conductor, va vinculado claramente al volumen de combustible inyectado. Este proceso se repite sucesivamente en cada cilindro y en diferentes momentos de servicio. Mediante un algoritmo de reprogramación se detecta la menor variación del caudal de preinyección y se corrige la duración de la activación de los inyectores de la forma correspondiente en todos los procesos de inyección previa.

### Adaptación del valor medio del caudal

Para obtener una adaptación correcta de la recirculación de gases de escape y de la presión de sobrealimentación se precisa conocer la divergencia del volumen de combustible realmente inyectado con respecto al valor teórico. La adaptación del valor medio de caudal (Mengenmittelwertadaptation (MMA)) determina además en base a las señales de la sonda lambda y del caudalímetro de aire el valor del volumen de combustible inyectado en todos los cilindros. De la comparación entre el valor teórico y el valor real se calculan los valores correctores (ver "Regulación lambda para motores diesel de turismos").

La función reprogramable MMA garantiza unos buenos valores permanentes de emisión de sustancias nocivas durante toda la vida útil del vehículo en el margen inferior de carga parcial.

### Corrección de ondas de presión

Los procesos de inyección generan ondas de presión en la tubería existente entre cada inyector y el conducto común. Estas oscilaciones de presión influyen sistemáticamente en el caudal de inyección de los procesos de inyección posteriores (preinyección/inyección principal/y postinyecciones) en un ciclo de combustión. Las diferencias entre los procesos de inyección posteriores dependen de los caudales previamente inyectados y de la distancia en el tiempo entre los procesos de inyección, la presión existente en el conducto común y la temperatura del combustible. La unidad de control efectúa una corrección teniendo en cuenta dichos parámetros con algoritmos de compensación adecuados.

En cualquier caso, la ejecución de dicha función correctora comporta un elevado esfuerzo de aplicación. Como ventaja se obtiene la posibilidad de adaptar flexiblemente la distancia entre p.ej. la preinyección y la inyección principal, con el objeto de optimizar la combustión.

► Compensación del caudal de los inyectores

**Descripción del funcionamiento**

La compensación del caudal de los inyectores (Injektormengenabgleich (IMA)) es una función de software para incrementar la exactitud de dosificación del caudal y simultáneamente la disposición correcta de los inyectores en el motor. La función debe cumplir la tarea de corregir individualmente el caudal de inyección de cada inyector de un sistema CR, en todo el margen del diagrama característico, al objeto de regular el valor teórico. De esta forma se consigue una reducción de las tolerancias del sistema y del margen de dispersión de la emisión de sustancias nocivas. Los valores de compensación necesarios para la función IMA representan la diferencia con respecto al valor teórico del respectivo punto de comprobación de fábrica y se incluyen en forma encriptada en cada inyector.

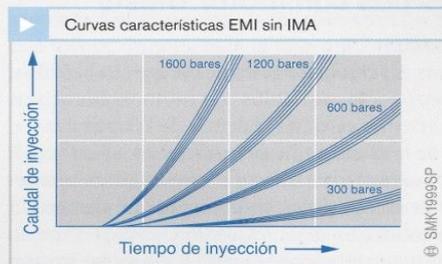
Con ayuda de un diagrama característico corrector, el cual calcula un caudal corrector en base a los valores de divergencia, se corrige todo el margen relevante para el motor. Al final de la cadena de producción de los vehículos se programan en la unidad de control los valores de compensación EDC de los inyectores montados y la asignación a los cilindros mediante una programación EOL. Estos valores de compensación se programan de nuevo en caso de sustituir un inyector en un taller de servicio postventa.

**Importancia de esta función**

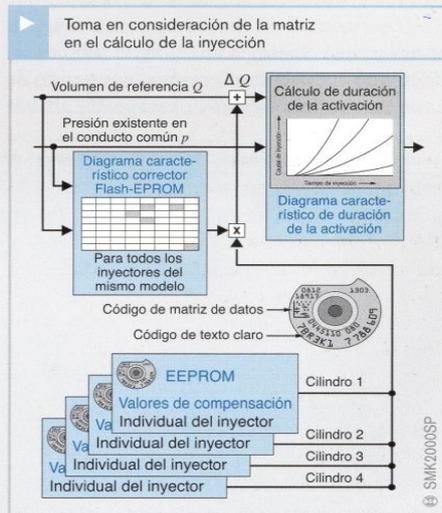
Las aplicaciones técnicas que tienden a limitar las tolerancias de fabricación de los inyectores crecen exponencialmente y parecen poco rentables desde el punto de vista económico. La función IMA representa la solución para incrementar el rendimiento y simultáneamente la exactitud de dosificación de caudal, y mejorar con ello el nivel de emisiones de sustancias nocivas.

**Valores de medición en la comprobación**

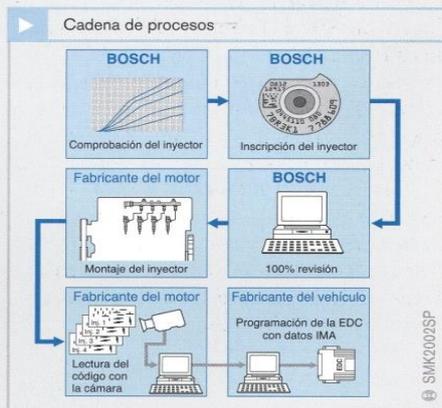
En la comprobación realizada al final de la cadena de producción se verifica cada inyector en varios puntos, representativos del comportamiento de dispersión de dicho modelo de inyector. En dichos puntos se calculan las diferencias con respecto al valor teórico (valores de compensación) y se introducen a continuación en el cabezal del inyector.



**Figura 1**  
Curvas características de diferentes inyectores en función de la presión existente en el conducto común. La función IMA reduce la amplitud de la dispersión de las curvas características. EMI Indicador de caudal de inyección



**Figura 2**  
Cálculo de la duración de la activación del inyector en base al caudal de referencia, la presión existente en el conducto común y los valores correctores



**Figura 3**  
Representación de la cadena de procesos de compensación de los inyectores en Bosch hasta la programación efectuada al final de la cadena de producción por el fabricante del vehículo

## Regulación lambda para turismos con motor Diesel

### Aplicación

Los valores límite de gases de escape establecidos por ley para los vehículos con motores Diesel son cada vez más estrictos. Además de la optimización de la combustión interna del motor, el control y la regulación de las funciones relevantes de gases de escape ganan cada vez más importancia. La introducción de la regulación lambda ofrece un gran potencial para la reducción de la emisión de sustancias nocivas de los motores Diesel.

La sonda lambda de banda ancha en el tubo de escape (figura 1, posición 7) mide el contenido de oxígeno restante en los gases de escape. De ahí se

puede deducir la relación aire-combustible (razón de aire  $\lambda$ ). La señal de la sonda lambda se adapta durante el servicio del motor. Así se consigue una precisión alta de la señal a lo largo de la vida útil. En esta señal se basan diferentes funciones lambda que se explicarán en los siguientes párrafos.

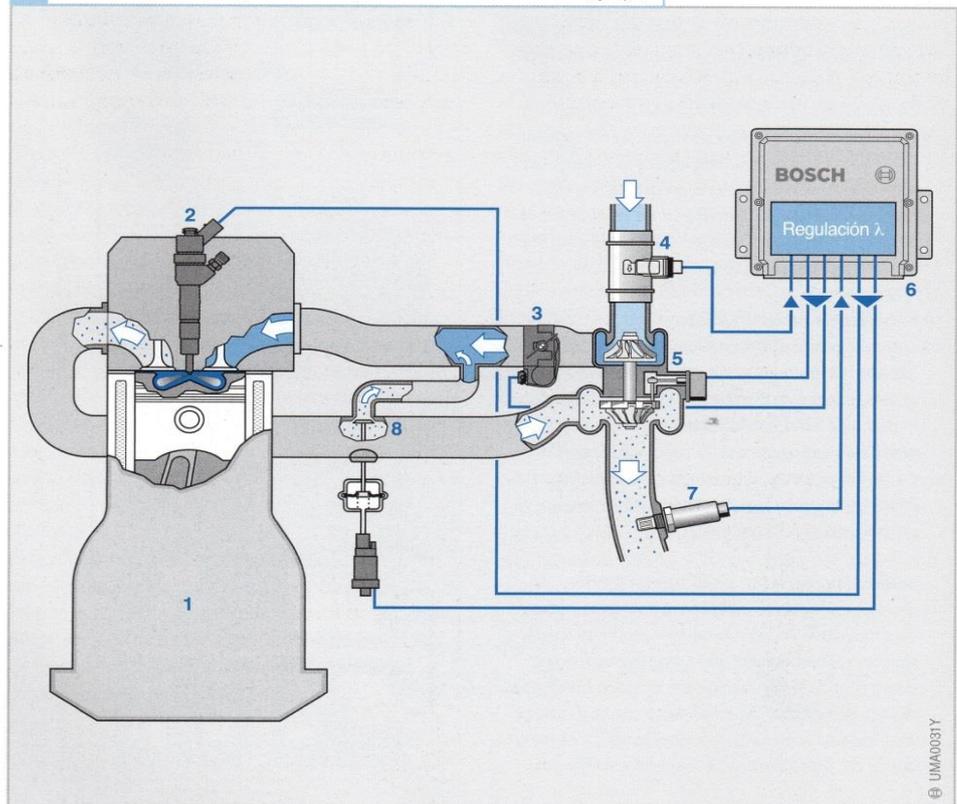
Para la regeneración de los catalizadores acumuladores de  $\text{NO}_x$  se utilizan circuitos de regulación lambda.

La regulación lambda es adecuada para todos los sistemas de inyección de los turismos con unidades de control del motor a partir de la generación EDC16.

1 Visión del sistema de la regulación lambda para turismos con motores Diesel (ejemplo)

Figura 1

- 1 Motor Diesel
- 2 Componentes de la inyección (aquí inyector Common Rail)
- 3 Válvula de mariposa
- 4 Medidor de masa de aire de película caliente
- 5 Turbosobrealimentador (aquí compresor VTG)
- 6 Unidad de control del motor EDC
- 7 Sonda lambda de banda ancha
- 8 Válvula de retroalimentación de gases de escape



## Funciones básicas

### Compensación de presión

La señal primaria de la sonda lambda depende de la concentración de oxígeno en los gases de escape, así como de la presión de los gases en el lugar de montaje de la sonda. Por este motivo debe compensarse el efecto de la presión sobre la señal de la sonda.

La función de *compensación de la presión* contiene un diagrama de curvas características de la presión de gases de escape y de la dependencia de la presión de la señal de medición de la sonda lambda. Con la ayuda de estos modelos se lleva a cabo la corrección de la señal de medición referida al punto de servicio correspondiente.

### Adaptación

La adaptación de la sonda lambda toma en consideración en el empuje la divergencia de la concentración de oxígeno medida con la concentración de oxígeno del aire del exterior (aprox. el 21%). De esta forma se obtiene un

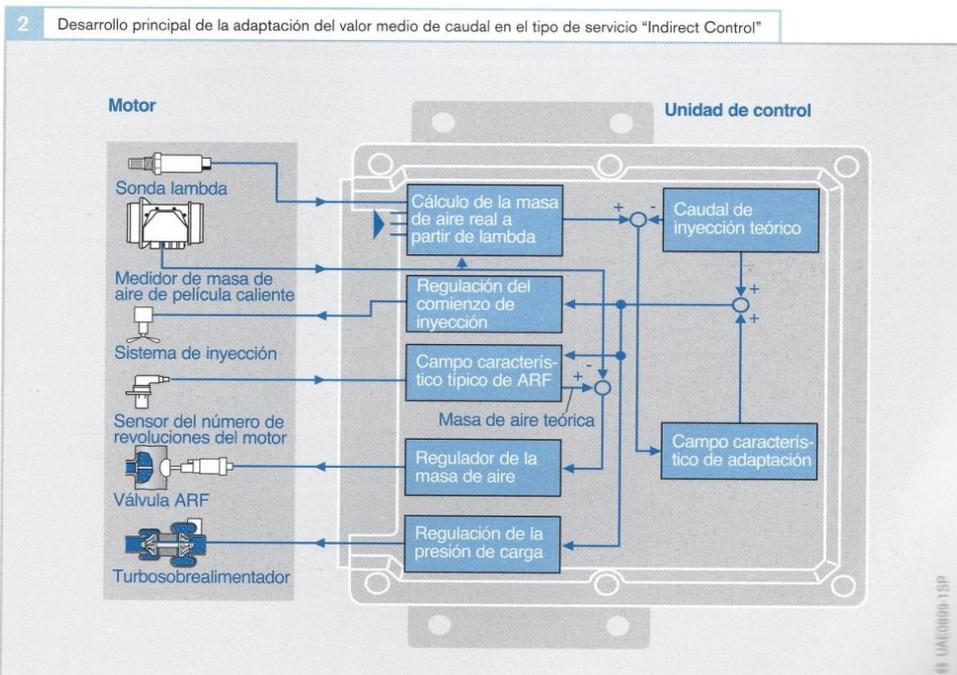
valor corrector. Con esta variación aprendida, se puede corregir en cada punto de servicio del motor la concentración de oxígeno medida. De esta forma, durante toda la vida útil de la sonda lambda se dispone de una señal exacta de deriva compensada.

### Regulación basada en lambda de la retroalimentación de gases de escape

El registro del contenido de oxígeno en los gases de escape permite obtener una banda de tolerancias más estrecha de las emisiones de la flota de vehículos en comparación con una recirculación de gases de escape basada en la masa de aire. De esta forma pueden conseguirse ventajas, en lo referente a las emisiones de escape, de aprox. el 10...20% para los valores límite futuros.

### Adaptación del valor medio del caudal

La adaptación del valor medio de caudal suministra una señal exacta del caudal de inyección para la determinación del valor teórico de los circuitos de regulación relevantes para los gases de escape.



En este sentido, la mayor influencia en el nivel de emisiones se ejerce en base a la corrección de la recirculación de gases de escape. La adaptación del valor medio del caudal trabaja en la parte inferior del margen de carga parcial. Determina la divergencia de caudal media tomando como base la medición de caudal en todos los cilindros.

En la figura 2 (página anterior) se muestra la estructura básica de la adaptación del valor medio de caudal y su intervención en los circuitos de regulación relevantes para los gases de escape.

Con la señal de la sonda lambda y la señal de masa de aire se calcula la masa de combustible inyectado real. La masa de combustible calculado se compara con el valor teórico de masa inyectada. La diferencia se memoriza en un diagrama de curvas características de adaptación mediante "puntos de reprogramación" definidos. Así se asegura que una corrección del caudal inyectado específico en un punto de servicio también pueda determinarse sin retraso en los cambios de estado dinámicos.

Los caudales de corrección se almacenan en la EEPROM de la unidad de control y están a disposición inmediata al arrancar el motor. Esencialmente existen dos tipos de servicio en la adaptación del valor medio del caudal que se diferencian en el empleo de las variaciones de caudal detectadas:

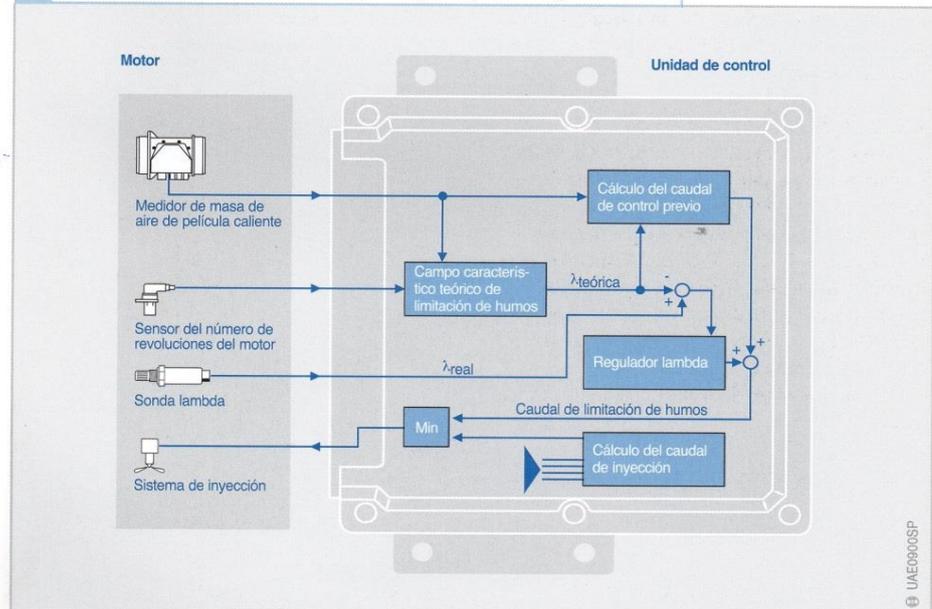
#### Tipo de servicio "Indirect Control"

En el tipo de servicio *Indirect Control* (figura 2) se utiliza un valor teórico exacto del caudal de inyección como magnitud de entrada en diferentes diagramas de curvas características nominales relevantes para los gases de escape. El caudal de inyección mismo no se corrige en la dosificación.

#### Tipo de servicio "Direct Control"

En el tipo de servicio *Direct Control* se utiliza la divergencia de caudal para la corrección del caudal de inyección en la dosificación, de forma que el volumen de combustible realmente inyectado coincida exactamente con el caudal de inyección de referencia. En este caso se trata (en cierto modo) de un circuito cerrado de regulación de caudal.

3 Proceso básico de la limitación de humos a plena carga con ayuda de la regulación lambda.



### Limitación de humos a plena carga

La figura 3 muestra el principio de la estructura de regulación para la limitación de humos a plena carga con una sonda lambda. El objetivo es el cálculo del caudal de combustible máximo que debe ser inyectado sin superar un valor de humos determinado.

Con las señales del medidor de masa de aire y el sensor del número de revoluciones del motor, se calcula el valor teórico de la sonda lambda  $\lambda_{teórica}$  mediante el campo característico de limitación de humos. A partir de esta señal y junto la masa de aire, se calcula el caudal de inyección máximo permitido.

A este control realizado actualmente en serie se le sobrepone una regulación lambda. El regulador lambda calcula un caudal de combustible de corrección de la diferencia entre el valor teórico lambda  $\lambda_{teórica}$  y el valor real lambda  $\lambda_{real}$ . La suma del caudal de control previo y el caudal de corrección es un valor exacto para el caudal máximo de combustible a plena carga.

Con esta estructura se puede conseguir una buena dinámica mediante el control previo y una precisión mejorada mediante un circuito de regulación lambda sobrepuesto.

### Detección de combustión no deseada

Con ayuda de la señal lambda se puede detectar una combustión no deseada en el servicio de pignon corredizo. Se reconoce cuando la señal de la sonda lambda se encuentra por debajo del valor umbral calculado. En caso de una combustión no deseada, el motor puede desconectarse mediante el cierre y la apertura de una válvula de mariposa y una válvula de retroalimentación de gases de escape. La detección de una combustión no deseada presenta una función de seguridad adicional para el motor.

### Resumen

Con una recirculación de gases de escape basada en la regulación lambda puede reducirse considerablemente la emisión de sustancias nocivas de una flota de vehículos causada por tolerancias de fabricación o alteraciones causadas por el envejecimiento. Para ello se utiliza la adaptación del valor medio de caudal.

La adaptación del valor medio de caudal suministra una señal exacta del caudal de inyección para la determinación del valor teórico de los circuitos de regulación relevantes para los gases de escape. Así se aumenta la precisión de estos circuitos de regulación. En este sentido, la mayor influencia en el nivel de emisiones se ejerce en base a la corrección de la recirculación de gases de escape.

Además mediante la aplicación de una regulación lambda, el caudal de humos a plena carga puede determinarse con exactitud y detectarse una combustión no deseada.

La gran precisión de la señal de la sonda lambda posibilita, además, la presentación de un circuito lambda para la regeneración de catalizadores acumuladores de  $\text{NO}_x$ .

## Regulación y control

**Aplicación**

Las funciones de *Regulación y Control* poseen un significado destacado para diferentes sistemas de los vehículos de motor.

La denominación *Control* no se refiere solamente al proceso de control, sino que engloba también el sistema completo en el cual se efectúa dicho control (por ello se utiliza asimismo la denominación *Unidad de control*, a pesar de que este aparato se hace cargo también de la regulación). Así pues, en las unidades de control se efectúan procesos calculatorios tanto en lo relativo a las tareas de control como a las de regulación.

**Regulación**

La *regulación* es un proceso en el cual se registra continuamente una magnitud (magnitud de regulación  $x$ ), se compara con otra magnitud (magnitud guía  $w$ ) y, en función del resultado de dicha comparación, se efectúa una adaptación a la magnitud guía. El desarrollo de dicha acción se lleva a cabo en un circuito cerrado (circuito de regulación).

La regulación debe cumplir la tarea de adaptar el valor de la magnitud de regulación al valor prescrito por la magnitud guía, a pesar de las influencias perturbadoras.

El *circuito de regulación* (figura 1a) es un bucle cerrado con una dirección de acción en un solo sentido. La magnitud de regulación  $x$  tiene efectos sobre sí misma, en el sentido de una contrarreacción, en el entorno de una estructura circular. Al contrario que en el caso del control, la regulación toma en consideración la influencia de todas las

magnitudes perturbadoras ( $z_1, z_2$ ) en el circuito de regulación. Ejemplos de sistemas de regulación de los vehículos de motor:

- regulación lambda,
- regulación del número de revoluciones en ralentí,
- regulación ABS/ASR/ESP,
- regulación de la climatización (temperatura del habitáculo).

**Control**

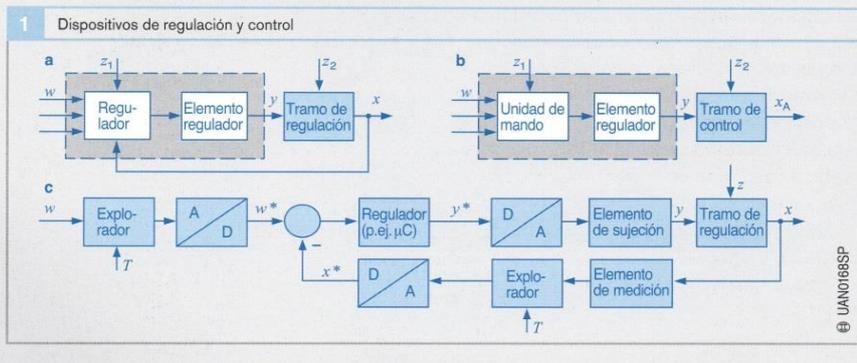
El *control* es el proceso desarrollado en un sistema en el cual una o varias magnitudes, como magnitudes de entrada, influyen en otras magnitudes en base a las leyes propias del sistema. La característica distintiva del control es el desarrollo de la acción a través de eslabones de transmisión o de la cadena de control.

La *cadena de control* (figura 1b) es una disposición de eslabones, con efectos recíprocos entre sí, que conforman una estructura concatenada. Puede estar relacionada en su conjunto, dentro de un sistema de rango superior, con otros sistemas. Mediante una cadena de control pueden contrarrestarse sólo los efectos de las magnitudes perturbadoras medidas por la unidad de control (p.ej.  $z_1$ ); otras magnitudes perturbadoras (p.ej.  $z_2$ ) no ven contrarrestados sus efectos. Ejemplos de sistemas de control de los vehículos de motor:

- Mando electrónico del cambio automático (EGS).
- Compensación del caudal de los inyectores y corrección de las ondas de presión en el cálculo de los caudales de inyección.

Figura 1

- a Circuito de regulación  
b Cadena de control  
c Esquema de efectividad de una regulación digital
- $w$  Magnitud guía  
 $x$  Magnitud de regulación  
 $x_A$  Magnitud de control  
 $y$  Magnitud de ajuste  
 $z_1, z_2$  Magnitudes perturbadoras
- $T$  Tiempo de exploración  
\* Valores digitales de señal  
A Analógica  
D Digital



## Sistemas EDC controlados por el par

El sistema de control del motor se integra de modo cada vez más ajustado en los sistemas globales de vehículos. Los sistemas dinámicos de marcha (p.ej. ASR), sistemas de confort (p.ej. limitador automático de la velocidad) y el control del cambio influyen sobre la regulación electrónica Diesel EDC a través del bus CAN. Por otro lado, muchas de las informaciones registradas o calculadas en el sistema de control del motor a través del bus CAN son enviadas hacia otros sistemas de control.

Con el fin de poder integrar en el futuro la regulación electrónica Diesel de un modo aún más efectivo en una combinación funcional con otras unidades de control y realizar otras mejoras rápida y efectivamente, se han perfeccionado los controles de última generación. El control de los motores Diesel en función del par se aplica por primera vez a partir de EDC 16. La característica principal es la adaptación de los puntos de intersección del módulo a magnitudes que aparecen así en el vehículo.

### Magnitudes características de un motor

El efecto externo de un motor puede describirse esencialmente a partir de tres magnitudes características: rendimiento  $P$ , número de revoluciones  $n$  y par motor  $M$ .

La figura 1 muestra el transcurso típico del par motor y el rendimiento mediante la velocidad del motor, comparando dos motores Diesel. Básicamente rige la ley física:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M$$

Por tanto, basta dar p.ej. el par motor como magnitud de referencia teniendo en cuenta el número de revoluciones. La potencia del motor resulta entonces de la fórmula arriba mencionada. Dado que el rendimiento no se puede medir inmediatamente, el par motor constituye una magnitud apropiada para el sistema de control del motor.

### Control del par

Cuando el conductor acelera a través del pedal acelerador (sensor), solicita un par motor que debe ajustarse directamente. Independientemente de ello, otros sistemas externos del vehículo solicitan un par motor, a través de los interfaces, resultante de la demanda de energía de los componentes (p.ej. el acondicionador de aire, el alternador). El sistema de control del motor calcula de ahí el par resultante y acciona el elemento actuador correspondiente del sistema de inyección y de aire. De este modo se obtienen las siguientes ventajas:

- No hay ningún sistema que tenga influencia directa sobre el sistema de control del motor (presión de carga, inyección, calentamiento previo). El sistema de control del motor puede, de este modo, considerar también criterios de optimización sobrepuestos (p.ej. emisiones de gases de escape, consumo de combustible) y controlar el motor lo mejor posible.
- Muchas funciones que no afectan directamente al control del motor pueden llevarse a cabo de forma unificada en controles para motores Diesel y de gasolina.
- Las ampliaciones del sistema se pueden aplicar rápidamente.

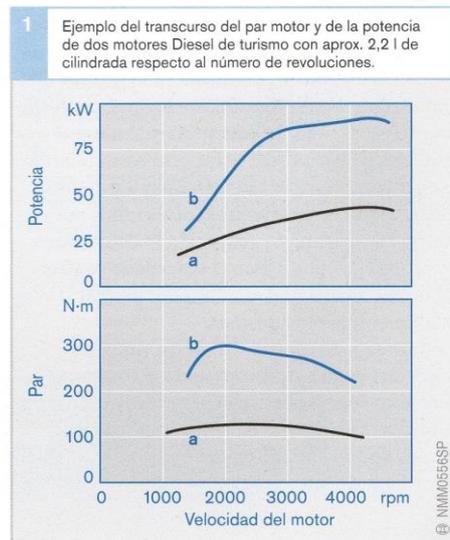


Figura 1

- a Año de fabricación 1968  
b Año de fabricación 1998

### Funcionamiento del sistema de control del motor

En la figura 2 se presenta de modo esquemático el procesamiento continuado de las especificaciones del valor teórico en la unidad de control del motor. Para cumplir sus tareas, todas las funciones de control necesitan un conjunto de señales de sensor e informaciones de otras unidades de control en el vehículo.

#### Par de propulsión

La prescripción del conductor (es decir, la señal del sensor del pedal acelerador) es interpretada por la gestión del motor a modo de solicitud de un par de propulsión. De igual modo, se considerarán las exigencias de la regulación y limitación de la velocidad de marcha.

Tras seleccionar los pares de propulsión teóricos se efectúa un aumento en caso de peligro de bloqueo, o bien una reducción en caso de derrape a través del sistema dinámico de marcha (ASR, ESP).

#### Otras exigencias de par externas

La adaptación al par motor del cable de propulsión debe ser tenida en cuenta. Ésta se determina mediante las relaciones de transmisión en la marcha correspondiente, así como por el grado de rendimiento del convertidor en cambios automáticos. En los vehículos con cambio automático, el control del cambio preestablece la exigencia de par motor durante la operación de cambio de marcha con el fin de posibilitar en lo posible un cambio con el par reducido, sin tirones, confortable y suave a la vez. Se determina además qué necesidades de par poseen otros grupos auxiliares (p.ej. el compresor del acondicionador de aire, el alternador, la servobomba) accionados por el motor. Este par motor requerido lo determinan los propios grupos o bien el sistema de control del motor a partir del rendimiento necesario y del número de revoluciones.

El sistema de control del motor suma las exigencias de par. Así no se altera el comportamiento de marcha del vehículo a pesar de las cambiantes exigencias de los grupos y de los estados de servicio del motor.

#### Exigencias de par internas

En este paso, el regulador del ralentí y el amortiguador de tirones activo entran en acción.

Para evitar p.ej. una generación inadmisibles de humos causada por caudales excesivos de inyección o por un daño mecánico del motor, el par de limitación reduce, en caso dado, las necesidades internas de par. En comparación con los sistemas de control del motor existentes hasta ahora, las limitaciones ya no se efectúan exclusivamente en el área de caudal de combustible, sino directamente en la magnitud física correspondiente al efecto deseado.

Se toman asimismo en consideración las pérdidas del motor (p.ej. el rozamiento, el accionamiento de la bomba de alta presión). El par motor representa el efecto externo mesurable del motor. El control puede generar dicho efecto externo sólo mediante una inyección adecuada del combustible, en combinación con el momento de inyección correcto y las necesarias condiciones marginales del sistema de aire (p.ej. la presión de sobrealimentación, el ratio de recirculación de gases de escape). El caudal de inyección necesario se determina mediante el grado de rendimiento de combustión actual. El volumen de combustible calculado se limita mediante una función protectora (p.ej. contra el calentamiento excesivo), y se modifica en caso necesario mediante la regulación de suavidad de funcionamiento. El caudal de inyección no se determina mediante prescripciones externas (p.ej. el conductor) durante el proceso de arranque, sino que se calcula mediante la función de control separada "Caudal de arranque".

#### Accionamiento de los elementos actuadores

A partir del valor teórico resultante para el caudal de inyección, se calculan los datos de accionamiento para las bombas o las válvulas de inyección, así como el mejor punto de servicio del sistema de aire.

## Intercambio de datos con otros sistemas

### Señal de consumo de combustible

La unidad de control del motor (figura 1, posición 3) determina el consumo de combustible y transmite la señal mediante CAN al instrumento combinado o al propio ordenador de a bordo (6). Allí se muestra al conductor el consumo de combustible momentáneo o la autonomía restante. Los sistemas antiguos transmiten la señal de consumo de combustible como una señal MID (señal Modulada por Duración de Impulsos).

### Control del motor de arranque

El motor de arranque (8) puede activarse mediante la unidad de control del motor. Así la EDC garantiza que el conductor no pueda arrancar con el motor en marcha. El motor de arranque sólo se utiliza durante el tiempo imprescindible para que el motor pueda arrancar con seguridad. Gracias a esta función, el motor de arranque puede ser más ligero y económico.

### Unidad de control del tiempo de precalentamiento GZS

La unidad de control del tiempo de incandescencia (5) recibe de la unidad de control del motor la información sobre el momento y la duración de la incandescencia. La unidad de control del tiempo de incandescencia activa las bujías de incandescencia y supervisa su proceso. Además comunica las anomalías a la unidad de control del motor para la función de diagnóstico. El indicador luminoso de control de precalentamiento es activado normalmente por la unidad de control del motor.

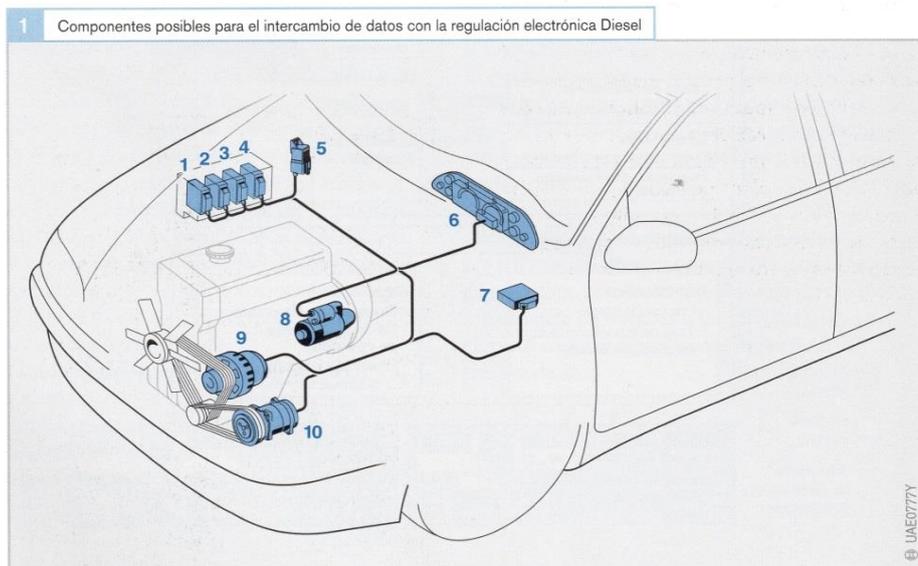
### Bloqueo electrónico de arranque

Con el fin de evitar un uso no autorizado, el motor sólo puede arrancarse cuando una unidad de control adicional para el inmovilizador (7) libera la unidad de control del motor.

El conductor puede indicar a la unidad de control del bloqueo electrónico de arranque, p.ej. mediante un telemando o el interruptor de precalentamiento-arranque ("llave de encendido"), su intención de utilizar el vehículo. Entonces se libera la unidad de control del motor, de manera que sea posible arrancar el motor y emprender la marcha.

Figura 1

- 1 Unidad de control ESP (con ABS y ASR)
- 2 Unidad de control del cambio de marchas
- 3 Unidad de control del motor (EDC)
- 4 Unidad de control del aire acondicionado
- 5 Unidad de control del tiempo de incandescencia
- 6 Instrumento combinado con ordenador de a bordo
- 7 Unidad de control del inmovilizador
- 8 Motor de arranque
- 9 Generador
- 10 Compresor de aire acondicionado



### Intervención externa sobre el par

En la intervención externa sobre el par, otra unidad de control (p.ej. para el control de cambio, ASR) influye sobre el caudal de inyección. Esta unidad comunica a la unidad de control del motor si debe modificarse el par motor y en qué magnitud (y con el par también el caudal de inyección).

### Control del generador

Mediante una interfaz en serie normalizada, la EDC puede controlar y supervisar a distancia el generador (9). Se puede controlar la tensión de regulación, así como desconectar completamente el generador. El comportamiento de carga del generador puede reforzarse, p.ej. cuando la batería está baja, mediante un aumento del número de revoluciones al ralentí. También es posible un diagnóstico sencillo a través de esta interfaz.

### Acondicionador de aire

Para conseguir una temperatura interior agradable con temperaturas exteriores elevadas, el acondicionador de aire refrigera el aire del habitáculo del vehículo con la ayuda de un compresor de aire acondicionado (10). Su demanda de energía puede representar hasta el 30% de la potencia del motor, según el motor y la situación de marcha.

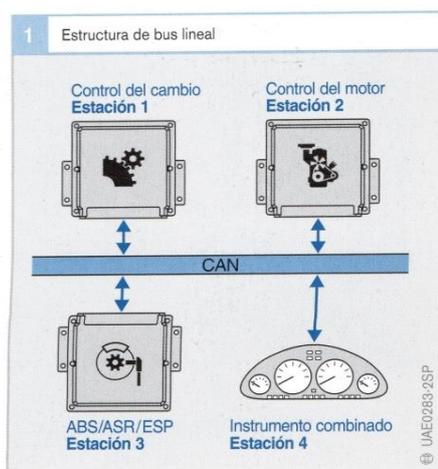
En cuanto el conductor pisa hasta el fondo o acciona rápidamente el pedal acelerador (deseando así un par motor máximo), el compresor de aire acondicionado puede desconectarse brevemente de la unidad de control del motor. De este modo está disponible la plena potencia del motor para el accionamiento. Debido a que sólo se desconecta brevemente, no se produce ningún efecto destacable en la temperatura interior del habitáculo del vehículo.

## Transmisión serial de datos a través del CAN

Los vehículos vienen equipados con un número de sistemas electrónicos cada vez más alto. Éstos necesitan un intercambio de datos y de información intenso, de forma que las exigencias de cantidad de datos y velocidad son cada vez mayores.

CAN (Controller Area Network) es un sistema de bus lineal desarrollado especialmente para su aplicación en vehículos (figura 1). Se utiliza asimismo en otros sectores (p.ej. en la técnica doméstica).

Los datos se transmiten serialmente, es decir, uno tras otro, por un cable (bus) conjunto. Todos los participantes CAN tienen acceso al bus. Estas estaciones pueden enviar y recibir datos mediante una interfaz CAN en las unidades de control. Gracias a la conexión en red, se necesita un número menor de líneas, ya que a través de un bus se pueden intercambiar una gran cantidad de datos y leerse varias veces. En los sistemas convencionales, el intercambio de datos se efectúa de un punto a otro mediante cables de datos asignados individualmente.



### 3.1.9. Diagnóstico

## Diagnóstico

El incremento de los sistemas electrónicos en los vehículos de motor, la utilización de software para el control del vehículo y la mayor complejidad de los sistemas de inyección modernos plantean elevados requisitos al concepto de diagnóstico, de control durante la marcha (diagnóstico de a bordo) y de diagnóstico de taller (figura 1). La base del diagnóstico de taller consiste en la localización de averías guiada por menú, que reúne las diferentes posibilidades de los métodos y aparatos de comprobación a bordo y en el taller. Debido a la severidad cada día más elevada de las normas legislativas sobre la emisión de gases de escape y de la exigencia de un control permanente, se ha reconocido oficialmente el diagnóstico de a bordo como medio auxiliar para el control de los gases de escape y se ha estipulado una estandarización independiente de los fabricantes. Este sistema adicional montado en los vehículos se denomina *sistema OBD* (On Board Diagnostic System, sistema de diagnóstico a bordo).

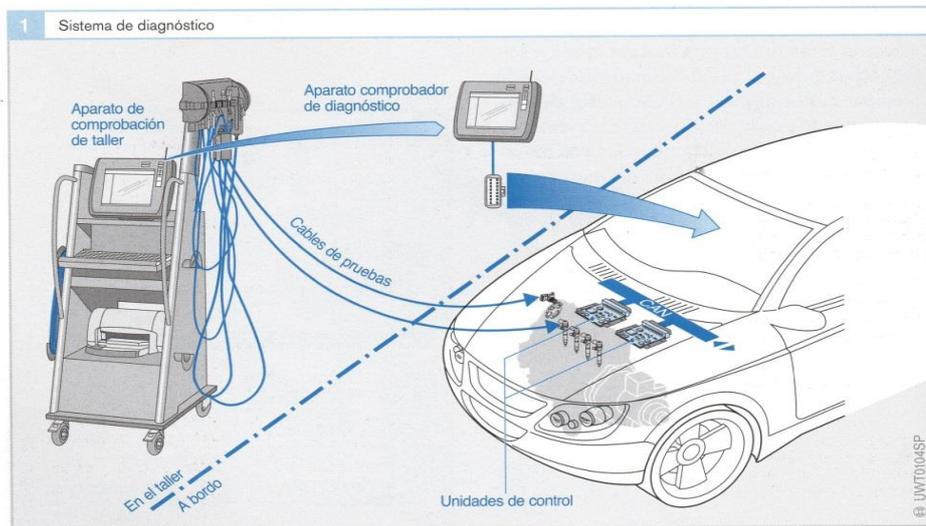
### Control durante la marcha (diagnóstico de a bordo)

#### Vista de conjunto

El diagnóstico integrado en la unidad de control forma parte del entorno básico de los sistemas de control del motor. Además de la autocomprobación de la unidad de control, se controlan las señales de entrada y de salida así como la comunicación de las unidades de control entre sí.

Por el concepto de diagnóstico de a bordo del sistema electrónico se entiende la capacidad de la unidad de control para controlarse a sí misma permanentemente, también con ayuda del “software inteligente”, es decir, detectar averías, memorizarlas y evaluarlas desde el punto de vista del diagnóstico. El diagnóstico de a bordo funciona sin aparatos adicionales.

Unos algoritmos de control verifican durante el funcionamiento las señales de entrada y de salida, así como el sistema completo con todas sus funciones, con respecto a posibles funcionamientos erróneos y averías. Las averías detectadas en este proceso se memorizan en la memoria de averías de la unidad de control. La información sobre averías memorizada puede leerse a través de un interfaz serial.



## Diagnóstico

El incremento de los sistemas electrónicos en los vehículos de motor, la utilización de software para el control del vehículo y la mayor complejidad de los sistemas de inyección modernos plantean elevados requisitos al concepto de diagnóstico, de control durante la marcha (diagnóstico de a bordo) y de diagnóstico de taller (figura 1). La base del diagnóstico de taller consiste en la localización de averías guiada por menú, que reúne las diferentes posibilidades de los métodos y aparatos de comprobación a bordo y en el taller. Debido a la severidad cada día más elevada de las normas legislativas sobre la emisión de gases de escape y de la exigencia de un control permanente, se ha reconocido oficialmente el diagnóstico de a bordo como medio auxiliar para el control de los gases de escape y se ha estipulado una estandarización independiente de los fabricantes. Este sistema adicional montado en los vehículos se denomina *sistema OBD* (On Board Diagnostic System, sistema de diagnóstico a bordo).

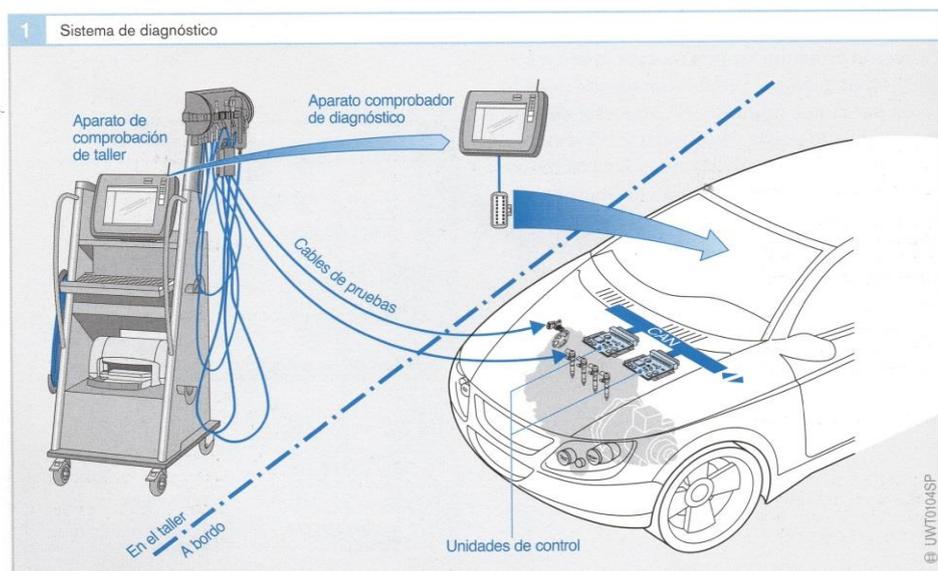
### Control durante la marcha (diagnóstico de a bordo)

#### Vista de conjunto

El diagnóstico integrado en la unidad de control forma parte del entorno básico de los sistemas de control del motor. Además de la autocomprobación de la unidad de control, se controlan las señales de entrada y de salida así como la comunicación de las unidades de control entre sí.

Por el concepto de diagnóstico de a bordo del sistema electrónico se entiende la capacidad de la unidad de control para controlarse a sí misma permanentemente, también con ayuda del "software inteligente", es decir, detectar averías, memorizarlas y evaluarlas desde el punto de vista del diagnóstico. El diagnóstico de a bordo funciona sin aparatos adicionales.

Unos algoritmos de control verifican durante el funcionamiento las señales de entrada y de salida, así como el sistema completo con todas sus funciones, con respecto a posibles funcionamientos erróneos y averías. Las averías detectadas en este proceso se memorizan en la memoria de averías de la unidad de control. La información sobre averías memorizada puede leerse a través de un interfaz serial.



### Supervisión de las funciones internas de las unidades de control

Para garantizar un funcionamiento correcto permanente de la unidad de control, se integran funciones de control de hardware (p.ej. componentes de etapas finales "inteligentes") y de software en la unidad de control. Las funciones de control verifican cada uno de los componentes de la unidad de control (p.ej. el microcontrolador, la EPROM Flash, la RAM). Muchas comprobaciones se efectúan inmediatamente después de la conexión del encendido. Durante la marcha normal se activan otras funciones de control, repitiéndose dicha activación a intervalos regulares con el objeto de detectar el fallo de un componente también durante el funcionamiento. Los procesos de comprobación que requieren una elevada capacidad de cálculo o que no pueden efectuarse durante la marcha por otros motivos, se llevan a cabo con el motor parado. De este modo, el resto de funciones no se ve afectado. En el caso del sistema Common Rail para los motores Diesel se comprueban en marcha a pleno rendimiento o en marcha en inercia p.ej. las rutas de desconexión de los inyectores. En los motores de gasolina se verifica en marcha en inercia p.ej. la EPROM Flash.

### Comprobación de la comunicación de las unidades de control

La comunicación con otras unidades de control se efectúa por norma general a través del bus CAN. En el protocolo CAN van integrados mecanismos de control para la detección de averías, de forma que puedan detectarse los fallos de transmisión ya en el componente CAN. Además se llevan a cabo otras comprobaciones en la unidad de control. Debido a que la mayoría de los mensajes CAN son enviados a intervalos regulares por las respectivas unidades de control, puede detectarse p.ej. el fallo de un dispositivo de control CAN de una unidad de control con la comprobación de dichos periodos temporales. Adicionalmente, si se dispone de información redundante en la unidad de control se comprueban las señales recibidas como cualquier señal de entrada con ayuda de esta información.

### Tratamiento de las averías

#### Reconocimiento de averías

Una ruta de señal se considera definitivamente defectuosa cuando persiste una avería a lo largo de un periodo de tiempo definido. Hasta la certificación de la avería se utiliza el último valor considerado válido en el sistema. Con la certificación de la avería se activa por regla general una función sustitutiva (p.ej. un valor sustitutorio de la temperatura del motor  $T = 90^{\circ}\text{C}$ ).

En la mayor parte de las averías se efectúa una autorreparación durante el funcionamiento del vehículo. Para ello, el circuito de señal debe reconocerse como intacto durante un tiempo definido.

#### Almacenamiento de errores

Cada error se almacena en el área no volátil de la memoria de datos en forma de un código de avería. El código de avería describe asimismo la clase de avería (p.ej. cortocircuito, interrupción de cable, plausibilidad, exceso de una gama de valores). Con cada entrada de avería se memorizan informaciones adicionales, p.ej. las condiciones de funcionamiento y ambientales (Freeze Frame) reinantes en el momento de presentarse la avería (p.ej. el número de revoluciones del motor, la temperatura del motor).

#### Función de marcha de emergencia (Limp home)

Al detectarse una avería se activan medidas de marcha de emergencia (p.ej. limitación de la potencia o del número de revoluciones del motor) además de los valores sustitutorios. Estas medidas sirven para:

- mantener la seguridad de marcha,
- evitar averías colaterales o
- minimizar las emisiones de gases de escape.

### 3.2.ANEXO 2 Fncionamiento y reparacion de inyectores diesel CRDI

#### Funcionamiento y Reparación de Inyectores Diesel Common Rail

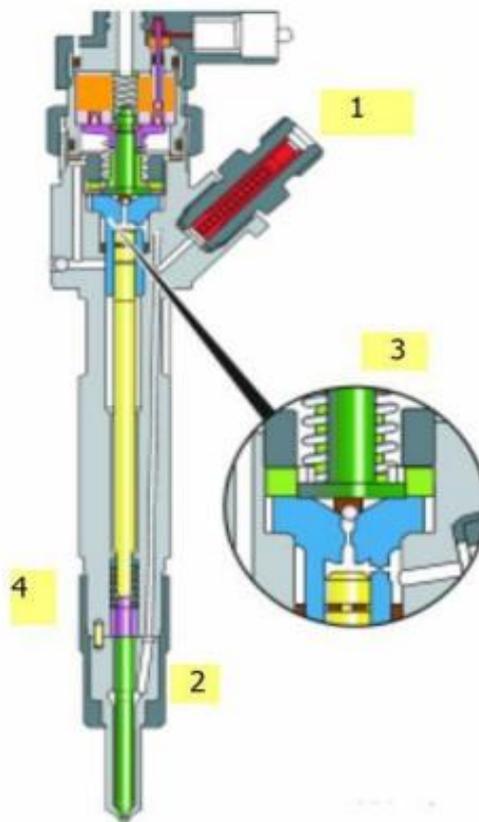
---

Del análisis de la forma de onda y comparación de señales sobre los diferentes inyectores se podrá determinar lo siguiente:

- Si hay señal de excitación sobre los inyectores.
- La forma de onda , sus valores máximos y su misma gráfica servirán para determinar el estado de la bobina del inyector, cableados y trabajo realizado por el PCM.

#### Explicación de funcionamiento de inyectores:

##### *Inyectores Electromagnéticos BOSCH.*



## Funcionamiento y Reparación de Inyectores Diesel Common Rail

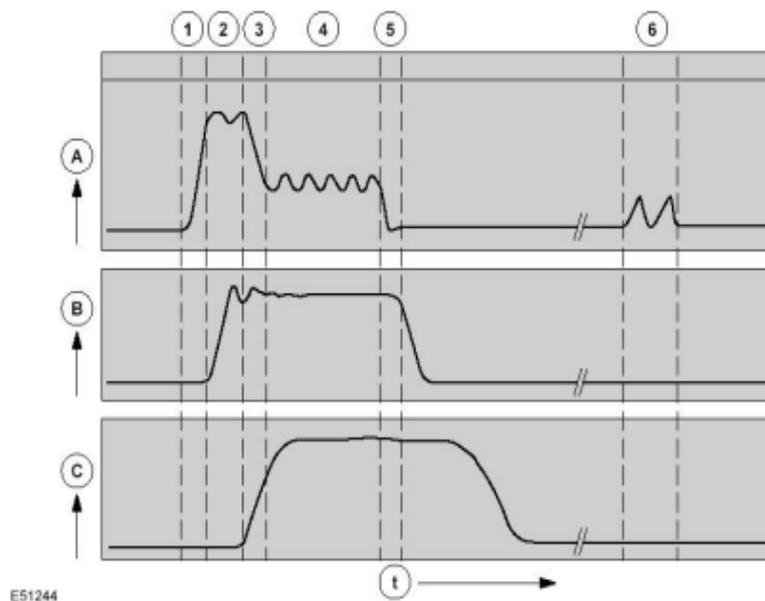
En el inyector existen dos cámaras mostradas en la imagen superior 2 y 3. El combustible proveniente del sistema de alta presión (Bomba) ingresa por 1 y toma dos caminos, uno hacia la cámara inferior 2 y otro hacia la cámara superior 3.

Como las presiones son iguales sobre el vástago que tapa la tobera existe la presión del resorte 4, para abrir el inyector hay que permitir una caída de presión en la cámara superior 3.

Esta caída de presión se logra accionando un solenoide que retrae el resorte mostrado en el detalle 3 y así el balín o esfera permite el paso del combustible que se encuentra en esa cámara hacia el retorno. Este combustible cuando es liberado retorna al depósito.

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

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



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

## Funcionamiento y Reparación de Inyectores Diesel Common Rail

---

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

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

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

En la grafica **B** se aprecia la carrera de la aguja y en la **C** la cantidad de combustible.

Es interesante analizar que aunque se realicen todos los ajustes de corriente y voltaje la cantidad de combustible entregado conserva una curva muy estable.

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

### 3.3.ANEXO 3 Manual de operaciones EPS 205 Bosch

es | 104 | EPS 205 |

## Índice español

<b>1. Símbolos empleados</b>	<b>105</b>	<b>6. Mantenimiento</b>	<b>130</b>
1.1 En la documentación	105	6.1 Limpieza	130
1.2 En el producto	105	6.2 Mantenimiento	130
		6.3 Piezas de repuesto y de desgaste	136
<b>2. Indicaciones para el usuario</b>	<b>106</b>	<b>7. Puesta fuera de servicio</b>	<b>137</b>
2.1 Indicaciones importantes	106	7.1 Cambio de lugar	137
2.2 Indicaciones de seguridad	106	7.2 Desguace	137
2.3 Compatibilidad electromagnética (CEM)	106	7.3 Eliminación	137
<b>3. Descripción del producto</b>	<b>106</b>	<b>8. Datos técnicos</b>	<b>137</b>
3.1 Uso conforme al previsto	106	8.1 EPS 205	137
3.2 Aplicaciones erróneas previsibles	107	8.2 Emisión de ruidos	137
3.3 Requisitos	107	8.3 Medidas y pesos	137
3.4 Volumen de suministro	108		
3.5 Accesorios especiales	108		
3.6 Descripción del equipo	109		
3.7 Descripción del funcionamiento	117		
<b>4. Primera puesta en servicio</b>	<b>118</b>		
4.1 Transporte e instalación	118		
4.2 Montar el soporte del inyector	118		
4.3 Montar la cubierta protectora	118		
4.4 Retirar la sujeción de transporte	120		
4.5 Conexión eléctrica	121		
4.6 Empalme de aire comprimido/ aspiración externa	121		
4.7 Llenar aceite de ensayo	121		
4.8 Instalación del software EPS 205 y ajuste del idioma	121		
<b>5. Manejo</b>	<b>123</b>		
5.1 Conexión/desconexión	123		
5.2 Preparativos para la comprobación	123		
5.3 Indicación para la limpieza de CRI/CRIN, CRI Piezo y DHK/UI	124		
5.4 Servicio	124		
5.5 Rellenar aceite de ensayo	129		
5.6 Descripción de programa	129		
5.7 Actualización del software	129		
5.8 Instrucciones en caso de avería	129		

## 1. Símbolos empleados

### 1.1 En la documentación

#### 1.1.1 Advertencias: estructura y significado

Las Indicaciones de advertencia advierten de peligros para el usuario o las personas circundantes. Adicionalmente, las Indicaciones de advertencia describen las consecuencias del peligro y las medidas para evitarlo. Las Indicaciones de advertencia tienen la siguiente estructura:

Símbolo de advertencia **PALABRA CLAVE – Tipo y fuente del peligro!**  
 Consecuencias del peligro si no se tienen en cuenta las medidas e Indicaciones mostradas.  
 > Medidas e Indicaciones de prevención del peligro.

La palabra clave indica la probabilidad de ocurrencia del peligro, así como la gravedad del mismo en caso de inobservancia:

Palabra clave	Probabilidad de ocurrencia	Peligro grave en caso de pasarse por alto
PELIGRO	Peligro inmediato	Muerte o lesiones físicas graves
ADVERTENCIA	Peligro amenazante	Muerte o lesiones físicas graves
ATENCIÓN	Posible situación peligrosa	Lesiones físicas leves

#### 1.1.2 Símbolos en esta documentación

Símbolo	De nominación	Significado
	Atención	Advierte de posibles daños materiales.
	Información	Indicaciones de la aplicación y otras informaciones útiles
	Acción de varios pasos	Solicitud de acción compuesta de varios pasos
	Acción de un solo paso	Solicitud de acción compuesta de un solo paso
	Resultado intermedio	Dentro de una solicitud de acción se puede ver un resultado intermedio.
	Resultado final	Al final de una solicitud de acción se puede ver el resultado final.

### 1.2 En el producto

Tenga en cuenta todas las Indicaciones de advertencia en los productos y manténgalas bien legibles.



#### ADVERTENCIA - ¡Peligro de quemaduras por la superficie caliente!

El contacto con componentes y equipo de comprobación calientes (p. ej. cámara de inyección) provoca quemaduras graves.  
 > Dejar enfriar los componentes y equipo de comprobación.  
 > Usar guantes de protección.



Llevar siempre puestas las gafas de protección al trabajar con el EPS 205.



Leer y entender las instrucciones de servicio antes de trabajar con el EPS 205.



Usar siempre guantes de protección al trabajar con el EPS 205.



#### PELIGRO - ¡Peligro de muerte debido a campos electromagnéticos!

Debido a las altas tensiones en los CRI Plezo (carga de los actuadores) y en los cables adaptadores existe un peligro de muerte para las personas con marcapasos.  
 > Las personas con marcapasos no deben realizar la comprobación "Inyector Common Rail (CRI Plezo)".



#### ADVERTENCIA - ¡Peligro de incendio y de explosión por vapores inflamables!

Al trabajar con vapores inflamables en lugares cercanos al EPS 205 existe el peligro de incendio y de explosión, ya que los componentes del EPS 205 pueden generar arcos voltaicos o saltos de chispa. Las explosiones causan quemaduras y lesiones.  
 > No exponer el EPS 205 a vapores inflamables.  
 > Instalar el EPS 205 a una altura mínima de 460 mm sobre el suelo.



La red de corriente trifásica para el EPS 205 debe estar protegida con un fusible automático.



Antes de realizar los trabajos de mantenimiento en el EPS 205 separar el enchufe trifásico de la red de tensión.

### 3.3.1. Descripción del producto

## 2. Indicaciones para el usuario

### 2.1 Indicaciones importantes

Encontrará Indicaciones importantes relativas al acuerdo sobre los derechos de autor, la responsabilidad, la garantía, el grupo de usuarios y las obligaciones de la empresa, en las Instrucciones separadas "Indicaciones importantes e Indicaciones de seguridad para Bosch Diesel Test Equipment". Es obligatorio prestarles atención y leerlas cuidadosamente antes de la puesta en funcionamiento, la conexión y el manejo del EPS 205.

### 2.2 Indicaciones de seguridad

Encontrará todas las indicaciones de seguridad en las Instrucciones separadas "Indicaciones importantes e Indicaciones de seguridad para Bosch Diesel Test Equipment". Es obligatorio prestarles atención y leerlas cuidadosamente antes de la puesta en funcionamiento, la conexión y el manejo del EPS 205.

### 2.3 Compatibilidad electromagnética (CEM)

La EPS 205 cumple los criterios de la Directriz de Compatibilidad Electromagnética 2004/108/EG.

ⓘ La EPS 205 es un producto de la clase/categoría A según EN 61 326. La EPS 205 puede provocar Interferencias de alta frecuencia (perturbaciones radioeléctricas) en las zonas residenciales, que pueden hacer necesarias medidas correctivas. En ese caso se puede exigir a la compañía operadora del equipo que tome medidas adecuadas.

## 3. Descripción del producto

### 3.1 Uso conforme al previsto

EPS 205 sirve para la comprobación de combinaciones de portainyector y toberas UI (en lo sucesivo denominado como DHK/UI), de Inyectores Common Rail con una electroválvula para turismos y vehículos industriales (en lo sucesivo denominado como CRI/CRIN) y de Inyectores Common Rail Piezo para turismos (en lo sucesivo denominado como CRI Piezo). Con el EPS 205 se puede determinar a través de un desarrollo de comprobación automático si se puede seguir utilizando el componente comprobado.

⚠ Las discrepancias en las pruebas de presión de apertura 2 en DHK/UI no dan derecho a reclamaciones relacionadas con la garantía, si al mismo tiempo las pruebas de presión de apertura 1 están en orden. Las pruebas CRI/CRIN en EPS 205 no dan el derecho a garantía.

ⓘ Los desarrollos de comprobación y valores teóricos actuales para los diferentes Inyectores Bosch se encuentran en el "CD-datos de prueba". Para la actualización se recomienda una suscripción de actualización sujeta a costes que puede ser adquirida con su proveedor especializado o división regional.

ⓘ CRI de fabricantes externos, CRIN de Bosch o toberas UI sólo se pueden comprobar con accesorios adicionales especiales. Los preparativos para la comprobación de toberas UI están descritos en las Instrucciones de comprobación y de mantenimiento de ESI[tronic] 2.0 (CD-K).

ⓘ El EPS 205 no está diseñado para comprobaciones de larga duración.

### 3.3.2 Cursos de formación

El EPS 205 debe ser manejado exclusivamente por personal especializado con la formación necesaria para realizar comprobaciones de sistemas diésel. Se recomienda la formación de usuarios<sup>3)</sup> en materia de comprobación y reparación de Inyectores Common Rail (CRI/CRIN) e Inyectores Common Rail Piezo (CRI Piezo).

<sup>3)</sup> Formación de usuarios a través del centro de formación AA

### 3.4 Volumen de suministro

Denominación	Número de pedido
EPS 205 Equipo básico (400 voltios)	–
Soporte del inyector	1 685 200 162
Adaptador de conexión con tuercas de reducción M 12 / M 14	1 687 023 640
Juego de accesorios adaptador de retorno CRIN	1 687 016 038
Cámara de inyección	1 682 312 053
Empalme de tubo de presión	1 683 386 166
2 anillos toroidales 9,5 x 2 <sup>4)</sup>	1 680 210 143
Tubo flexible (retorno de aceite de ensayo)	1 680 712 360
Tubo de descarga	1 680 712 293
Tubo flexible 1,5 m (para vaciar el depósito de aceite de ensayo)	1 680 712 283
Tubo flexible (alimentación de aceite de ensayo)	1 680 712 362
Tubo flexible (retorno de aceite de ensayo)	1 680 712 287
2 lápices palpadores	1 683 083 004
Tapón obturador	1 683 370 038
CD de recuperación	1 687 005 116
CD software EPS 200	1 687 005 050
Cable adaptador para CRI	1 684 465 574
Cable adaptador para CRI	1 684 465 575
Cable adaptador para CRI Piezo	1 684 465 669
Cable adaptador para CRI Piezo	1 684 465 671
Cable adaptador para CRIN	1 684 465 576
Bandeja colector de aceite	1 685 411 077
Unidad de CD/DVD con fuente de alimentación y cable de conexión USB (1 m)	1 687 023 639
Cubierta protectora con accesorios de montaje	1 685 510 238 1 685 510 239
Tubo flexible (entrada de retorno CRI Piezo)	1 680 703 078
Tubo flexible (salida de retorno CRI Piezo)	1 680 703 079
Filtro de entrada	1 687 434 067
Tornillo de cabeza alomada (6x) para la fijación de la cubierta lateral izquierda y derecha	2 910 641 152
Advertencias importantes e indicaciones de seguridad	1 689 979 860
Instrucciones de servicio	1 689 989 185
Declaración de conformidad	1 689 974 450

<sup>4)</sup> Los anillos toroidales adicionales sirven de piezas de repuesto para el empalme de tubo de presión.

### 3.5 Accesorios especiales

Su concesionario Bosch le informará sobre los accesorios especiales.

Denominación	Número de pedido
Juego de accesorios UI - turismos	1 687 001 857
Impresora PDR 377	1 687 001 850
Juego de accesorios CRI fabric. externa	1 687 010 399
Juego de accesorios adaptador UI	1 687 010 147
Adaptador de conexión UI	1 681 335 111
Pieza de conexión para DHK (radial)	1 683 391 193
Pieza de conexión para DHK (axial, Opel)	1 683 391 194
Racor reductor para DHK M16 x 1,5	1 680 362 047
Racor reductor para DHK M18 x 1,5	1 680 362 000
Racor reductor para DHK M22 x 1,5	1 680 362 001
Racor reductor para DHK M26 x 1,5	1 680 362 002
Racor reductor para DHK M24 x 1,5	1 680 362 044
Racor reductor para DHK M27 x 1,5	1 680 362 045
Adaptador de comprobación A1i	1 685 720 297
Adaptador de comprobación A2i	1 685 720 314
Adaptador de comprobación A3i	1 685 720 296
Adaptador de comprobación A4i	1 685 720 316
Adaptador de comprobación A5i	1 685 720 300
Adaptador de comprobación A6i	1 685 720 318
Adaptador de comprobación A7i	1 685 720 320
Adaptador de comprobación A8i	1 685 720 322
Adaptador de comprobación A9i	1 685 720 324
Adaptador de comprobación A10i	1 685 720 326
Adaptador de comprobación A11i	1 685 720 328
Adaptador de comprobación A12i	1 685 720 330
Adaptador de comprobación A13i	1 685 720 332
Adaptador de comprobación A14i	1 685 720 334
Adaptador de comprobación A15i	1 685 720 336
Adaptador de comprobación A16i	1 685 720 338
Adaptador de comprobación A1E	1 685 720 340
Adaptador de comprobación A2E	1 685 720 342
Adaptador de comprobación A3E	1 685 720 344
Adaptador de comprobación A4E	1 685 720 346

### 3.6 Descripción del equipo

#### 3.6.1 Vista frontal

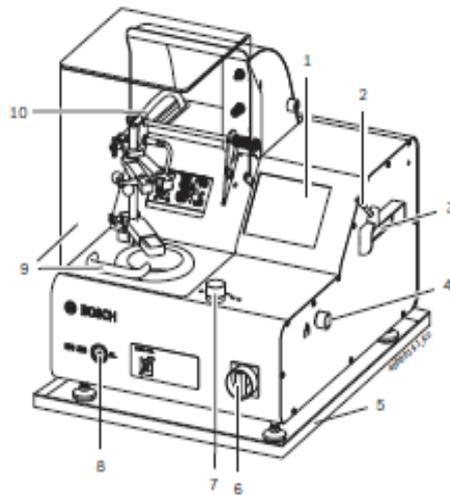


Fig. 1: Vista frontal

- 1 Pantalla LCD con pantalla táctil
- 2 Lápiz palpador
- 3 Conexiones para PC
- 4 Conexión de aspiración externa
- 5 Bandeja colectora de aceite
- 6 Interruptor principal (con función de parada de emergencia)
- 7 Regulador de aspiración para aspiración interna
- 8 Indicador de nivel de aceite de ensayo
- 9 Cubierta protectora con asa
- 10 Manguera de alta presión

#### 3.6.2 Vista posterior

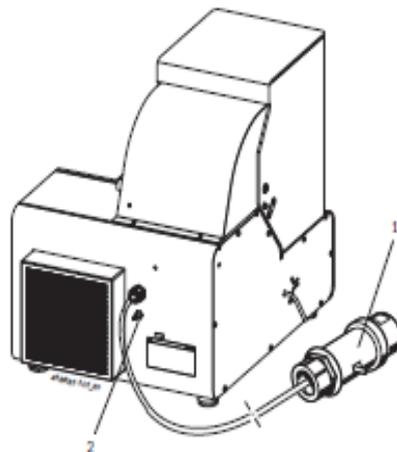


Fig. 2: Vista posterior

- 1 Enchufe para conexión de corriente trifásica (400 V)
- 2 Empalme de aire comprimido

#### 3.6.3 Componentes para la comprobación

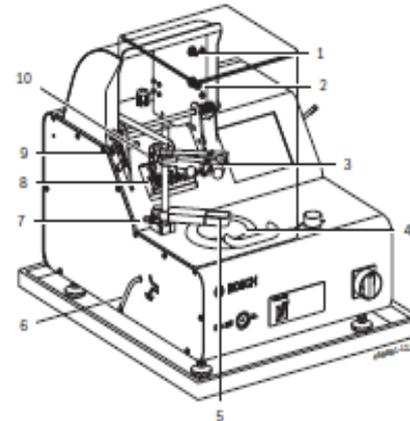


Fig. 3: Componentes para la comprobación

- 1 Entrada de retorno CRI Piezo
- 2 Salida de retorno CRI Piezo
- 3 Soporte de fijación con tornillo tensor para fijación de CRI/CRIN, CRI Piezo o DHK/UI
- 4 Cámara del chorro
- 5 Soporte de la cámara de inyección
- 6 Tubo de descarga
- 7 Tornillo tensor para regular la altura del soporte de la cámara de inyección
- 8 Panel de conexiones
- 9 Contacto de la cubierta protectora
- 10 Tornillo tensor para regular la altura del soporte de fijación

#### 3.6.4 Panel de conexiones

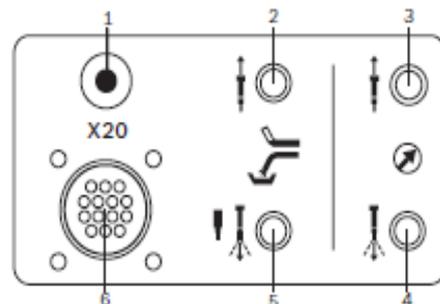


Fig. 4: Panel de conexiones

- 1 Cable de conexión para interruptor de seguridad de la cubierta protectora
- 2 Conexión de enjuague para caudal de retorno (CRI/CRIN)<sup>1)</sup>
- 3 Conexión de comprobación para caudal de retorno (CRI/CRIN/CRI Piezo)
- 4 Conexión de comprobación para caudal de inyección (CRI/CRIN/CRI Piezo)
- 5 Conexión de enjuague y conexión de comprobación (DHK/UI); Conexión de enjuague para caudal de inyección (CRI/CRIN)<sup>1)</sup>
- 6 Conexión X20 para CRI/CRIN/CRI Piezo

<sup>1)</sup> La conexión de enjuague para el caudal de retorno y el caudal de inyección (CRI/CRIN) actualmente sin función. Está prevista para eventuales ampliaciones futuras.

### 3.6.5 Conexiones para PC

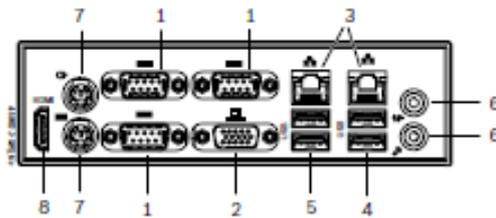


Fig. 5: Conexiones para PC

- 1 Interfaz de serie RS232<sup>1)</sup>
- 2 Conexión de monitor<sup>2)</sup>
- 3 Conexión de red RJ45<sup>2)</sup>
- 4 Puertos USB 2.0 para impresora<sup>1)</sup> y unidad DVD/CD<sup>3)</sup>
- 5 Puertos USB 2.0 para impresora<sup>1)</sup> y unidad DVD/CD<sup>3)</sup>
- 6 Conexiones de micrófono<sup>2)</sup>
- 7 Ratón, Teclado
- 8 HDMI<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Sólo se permite conectar impresoras autorizadas por Bosch.

<sup>2)</sup> Sin uso

<sup>3)</sup> Conexión ver instrucciones de servicio 1 689 989 148

### 3.6.6 Tubo de descarga

Durante el enjuague del DHK/UI el tubo de descarga (Fig. 3, Pos. 6) se gira hacia abajo para que la mezcla sucia de diésel y aceite no llegue al depósito de aceite de ensayo del EPS 205. Para ello debe colocarse en la mesa de trabajo (a la izquierda del EPS 205) un depósito colector debajo del tubo de descarga.

### 3.6.7 Regulador de aspiración para aspiración interna

La aspiración interna del EPS 205 se conecta automáticamente con la comprobación de la forma del chorro. La condición para ello es que esté conectado el aire comprimido en el lado posterior del equipo (Fig. 2, Pos. 2). Los vapores de niebla de aceite que se producen en la inyección abierta se aspiran en la cámara del chorro y se filtran internamente. La fuerza de la aspiración se ajusta con el regulador de aspiración (Fig. 1, Pos. 7).

**I** Para la niebla de aceite residual se recomienda conectar adicionalmente un dispositivo de aspiración y un equipo de filtrado de niebla de aceite en el empalme para la aspiración externa (Fig. 1, Pos. 4).

### 3.6.8 Cámara de inyección, anillo de apriete, anillo toroidal



#### ADVERTENCIA – Peligro de sufrir quemaduras

Las superficies calientes de la cámara de inyección pueden causar quemaduras graves en las manos.

- Ponerse guantes de protección antes de retirar la cámara de inyección.

Durante la comprobación el DHK/UI, CRI/CRIN o CRI Plezo inyecta aceite de ensayo en la cámara de inyección. El aceite de ensayo fluye desde la cámara de inyección a través de la tubería flexible 1 680 712 362 de regreso a la conexión de enjuague/conexión de comprobación DHK/UI o a la conexión de comprobación (CRI/CRIN), véase Fig. 4.

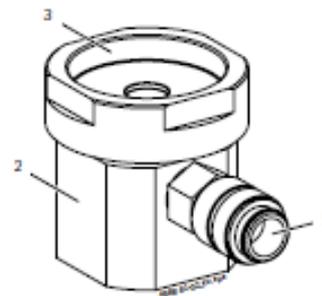


Fig. 6: Cámara de inyección

- 1 Acoplamiento rápido para cámara de inyección/conexión de comprobación
- 2 Cámara de inyección
- 3 Tuerca moleteada (para inyectores con 7 mm o 9 mm de diámetro del inyector)

#### Cambiar los anillos toroidales de la cámara de inyección

**!** Los anillos toroidales deben ser examinados periódicamente en cuanto a daños. No utilizar anillos toroidales aplastados o rajados.

En función del diámetro de las toberas de inyección (7 mm/9 mm) de CRI/CRIN, CRI Plezo o DHK/UI se deben colocar correctamente en la cámara de inyección el inserto de anillo toroidal con anillos toroidales y la tuerca moleteada.

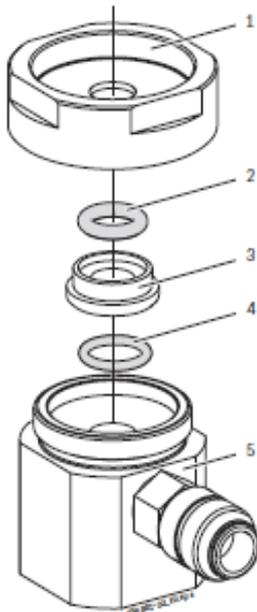


Fig. 7: Cambio de los anillos toroidales

- 1 Tuerca moleteada 7 mm (D7) o 9 mm (D9)
- 2 Anillo toroidal 7 x 4 para inserto de anillo toroidal de 7 mm o anillo toroidal 9 x 3 para inserto de anillo toroidal de 9 mm
- 3 Inserto de anillo toroidal (7 mm para tuerca moleteada D7 o 9 mm para tuerca moleteada D9)
- 4 Anillo toroidal 12 x 2
- 5 Cámara de inyección

1. Quitar la tuerca moleteada (Fig. 7, Pos. 1) girándola en sentido antihorario.
2. Retirar el Inserto de anillo toroidal (Fig. 7, Pos. 3) de la cámara de inyección.
3. Retirar los anillos toroidales del Inserto de anillo toroidal.
4. Comprobar los anillos toroidales (Fig. 7, Pos. 2, 4) y cambiarlos si presentan daño.
5. Colocar anillos toroidales correctos.
6. Colocar el Inserto de anillo toroidal correcto (7 mm o 9 mm) en la cámara de inyección en la posición adecuada.
7. Apretar ligeramente con la mano la tuerca moleteada (7 mm o 9 mm) en sentido horario.

#### Fijar la cámara de inyección en el inyector

Para la comprobación la cámara de inyección (Fig. 8, Pos. 5) se coloca sobre la tobera de inyección del CRI/CRIN, CRI Piezo o DHK/UI y se fija con la tuerca moleteada (Fig. 8, Pos. 4).

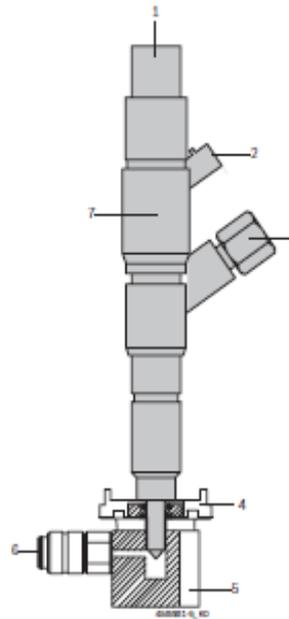


Fig. 8: Conexión de la cámara de inyección a modo de ejemplo con CRI

- 1 Conexión de retorno de aceite de ensayo
  - 2 Conexión para activación electrónica
  - 3 Conexión de alta presión
  - 4 Tuerca moleteada p. ej. D9
  - 5 Cámara de inyección
  - 6 Acoplamiento rápido para cámara de inyección/conexión de comprobación
  - 7 Inyector
1. Aflojar la tuerca moleteada (Fig. 8, Pos. 4) en sentido antihorario.
  2. Empujar la cámara de inyección hasta el tope sobre la tobera de inyección del CRI/CRIN, CRI Piezo o DHK/UI.
  3. Fijar la cámara de inyección en el componente girando la tuerca moleteada en sentido horario.
- II** No apretar mucho la tuerca moleteada para que no asiente en el cuerpo de la cámara de inyección. La tuerca moleteada es difícil de aflojar debido a la dilatación térmica de la cámara de inyección caliente.
4. Fijar la cámara de inyección mediante el soporte de la cámara de inyección (Fig. 3, Pos. 5).

### 3.6.9 Adaptador de conexión para CRI/CRIN, CRI Piezo y DHK/UI

Las tuercas de reducción (M12x1,5 y M14x1,5) contenidas en el volumen de suministro y el adaptador de conexión (Fig. 9, Pos. 2) se necesitan para la conexión de alta presión para CRI/CRIN, CRI Piezo y DHK/UI con rosca de conexión M12x1,5 o M14x1,5. El adaptador de conexión con la tuerca de reducción correspondiente se conecta entre el CRI/CRIN, CRI Piezo o DHK/UI y la manguera de alta presión.

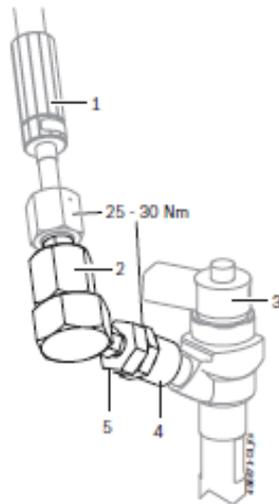


Fig. 9: Adaptador de conexión

- 1 Manguera de alta presión
- 2 Adaptador de conexión
- 3 CRI/CRIN, CRI Piezo o DHK/UI
- 4 Tuerca de reducción
- 5 Tuerca hexagonal

⚠ Conectar siempre la manguera de alta presión (Fig. 9, pos 1) a CRI/CRIN, CRI Piezo o DHK/UI mediante el adaptador de conexión. **Nunca** conectar la manguera de alta presión directamente a CRI/CRIN, CRI Piezo o DHK/UI. Mantener el adaptador de conexión siempre limpio.

En caso de falta de estanqueidad del adaptador de conexión deben cambiarse ambos anillos toroidales y anillos de apoyo en el adaptador de conexión (número de pedido del juego de piezas de recambio: 1 680 210 150).

### Cambiar anillos toroidales y anillos de apoyo

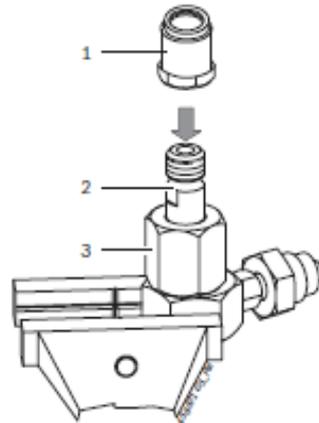


Fig. 10: Enroscado de la tuerca de reducción en el racor de empalme

- 1 Tuerca de reducción
- 2 Racor de empalme
- 3 Tuerca de racor

1. Enroscar la tuerca de reducción M14x1,5 (Fig. 10, Pos. 1) en el racor de empalme (Fig. 10, Pos. 2) hasta aproximadamente 1,5 mm antes de la tuerca de racor (Fig. 10, Pos. 3).

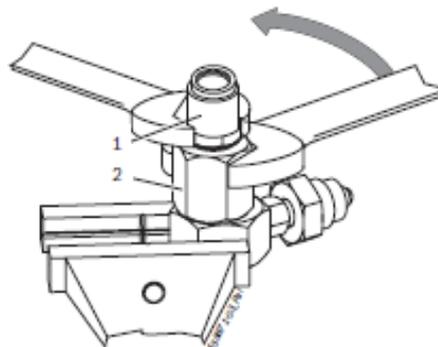


Fig. 11: Soltado y retiro de la tuerca de racor

- 1 Tuerca de reducción
  - 2 Tuerca de racor
2. Sujetar la tuerca de reducción con una llave (Fig. 11, Pos. 1).
  3. Girar con una llave la tuerca de racor (Fig. 11, Pos. 2) en sentido antihorario hasta alcanzar el final de rosca.
  4. Quitar la tuerca de reducción y la tuerca de racor.
  5. Extraer del cuerpo el racor de empalme con movimientos de giro.

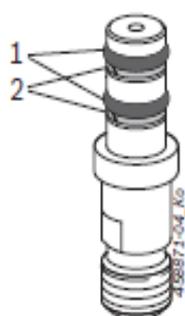


Fig. 12: Racor de empalme

- 1 Anillos toroidales
- 2 Anillos de apoyo

6. Cambiar ambos anillos toroidales (Fig. 12, Pos. 1) y ambos anillos de apoyo (Fig. 12, Pos. 2).
7. Empujar con movimientos de giro el racor de empalme en el cuerpo hasta el segundo anillo toroidal.
8. Enroscar la tuerca de racor y apretarla. Par de apriete: 10 – 13 Nm

### 3.6.10 Empalme de tubo de presión (CRIN)

El empalme de tubo de presión (Fig. 13, Pos. 2) contenido en el volumen de suministro se necesita para los diferentes adaptadores de comprobación (accesorios especiales). Por medio de los adaptadores de comprobación (Fig. 13, Pos. 3) los CRIN con conexiones internas se alimentan con aceite de ensayo a través del empalme de tubo de presión. El caudal de retorno es guiado a través del tubo flexible 1 680 712 360 desde la "conexión de comprobación para el caudal de retorno" (Fig. 13, Pos. 1) hacia la "conexión de comprobación para el caudal de retorno" (Fig. 4, Pos. 3). Existen diferentes ejecuciones del adaptador de comprobación.

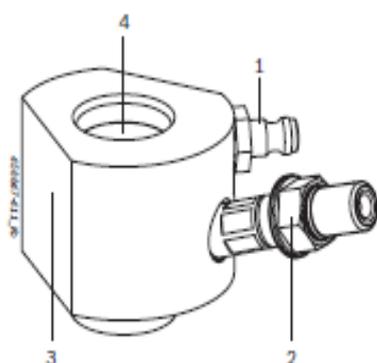


Fig. 13: Adaptador de comprobación con empalme de tubo de presión

- 1 Conexión de comprobación para el caudal de retorno
- 2 Empalme de tubo de presión
- 3 Adaptador de comprobación
- 4 Alojamiento para CRIN

### Preparar el empalme de tubo de presión

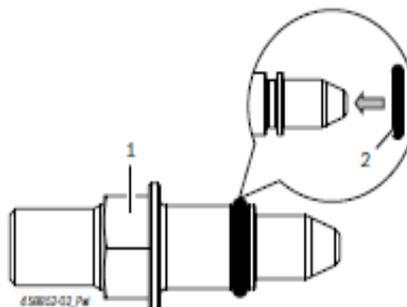


Fig. 14: Preparación del empalme de tubo de presión

- 1 Empalme de tubo de presión
- 2 Anillo toroidal 9,5 x 2

- Desplazar el anillo toroidal 9,5 x 2 (Fig. 14, Pos. 2) sobre el empalme de tubo de presión (Fig. 14, Pos. 1).

### Montar el adaptador de comprobación (CRIN)

En el software EPS 200 se puede visualizar con «F10» el n.º de tipo-pieza del adaptador de comprobación específico para Inyectores después de la selección de un CRIN. Con la instalación del software CD-datos de prueba se garantiza la visualización del n.º de tipo-pieza de todos los adaptadores de comprobación específicos para inyectores existentes (accesorios especiales).

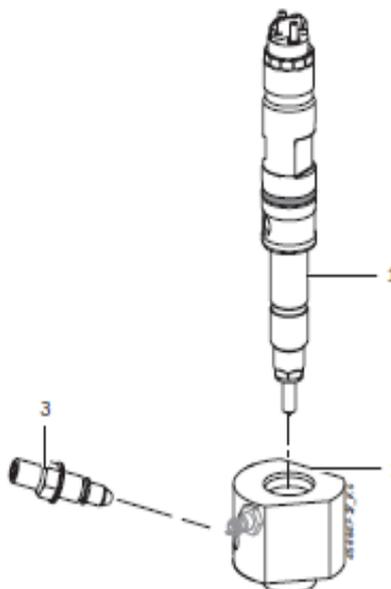


Fig. 15: Montaje del inyector

- 1 CRIN
- 2 Adaptador de comprobación
- 3 Empalme de tubo de presión

1. Seleccionar el adaptador de comprobación (Fig. 15, Pos. 2).
2. Comprobar el anillo toroidal en el adaptador de comprobación en cuanto a daños (p. ej. grietas).
3. Desplazar el inyector (Fig. 15, Pos. 1) en el adaptador de comprobación. Al hacerlo, el orificio de entrada debe estar alineado con el orificio para el empalme del tubo de presión (Fig. 15, Pos. 3).
4. Girar el inyector hasta que el orificio de entrada de alta presión sea visible en el orificio para el empalme del tubo de presión.

⚠ Respetar obligatoriamente el par de apriete al apretar el empalme de tubo de presión. Un par de apriete excesivo ocasiona daños previos y la rotura

### 3.6.11 Tubos flexibles

⚠ Atender siempre a la limpieza cuando se depositen los tubos flexibles, p. ej. sobre la superficie de trabajo. Antes de conectar los tubos flexibles en las piezas a probar, asegurarse de que estén limpios los empalmes de los tubos flexibles.

#### Tubo flexible 1 680 712 362

El tubo flexible 1 680 712 362 conecta la cámara de inyección con la conexión de comprobación para el caudal de inyección (CRI/CRIN, CRI Plezo; Fig. 4, Pos. 4), o con la conexión de enjuague y la conexión de comprobación DHK/UI (Fig. 4, Pos. 5).



Fig. 16: Tubo flexible 1 680 712 362

#### Tubo flexible 1 680 712 287

El tubo flexible 1 680 712 287 conecta el retorno de aceite de ensayo CRI con la conexión de comprobación para el caudal de retorno (Fig. 4, Pos. 3).



Fig. 17: Tubo flexible 1 680 712 287

ⓘ En el caso de inyectores con grapa de seguridad, fijar el tubo flexible 1 680 712 287 adicionalmente con la grapa de seguridad.

#### Tubo flexible 1 680 712 360

El tubo flexible 1 680 712 360 conecta el retorno de aceite de ensayo CRIN con la conexión de comprobación para el caudal de retorno (Fig. 4, Pos. 3).

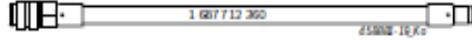


Fig. 18: Tubo flexible 1 680 712 360

#### Tubo flexible 1 680 703 078

El tubo flexible 1 680 703 078 conecta el retorno de aceite de ensayo de CRI Plezo con la entrada de retorno CRI Plezo (Fig. 3, Pos. 1).



Fig. 19: Tubo flexible 1 680 703 078

#### Tubo flexible 1 680 703 079

El tubo flexible 1 680 703 079 conecta la salida de retorno para CRI Plezo (Fig. 3, Pos. 2) con la conexión de comprobación para el caudal de retorno (Fig. 4, Pos. 3).



Fig. 20: Tubo flexible 1 680 703 079

### 3.6.12 Tubo flexible 1 680 712 283

El tubo flexible 1 680 712 283 es necesario para la salida de aceite y poder vaciar el depósito de aceite de ensayo (véase Cap. 6.2.5).

### 3.6.13 Filtro de entrada

El filtro de entrada incluido en el volumen de suministro sirve para absorber la suciedad que puede presentarse durante la comprobación, pese a que los inyectores CRI/CRIN o CRI Plezo se hayan limpiado.

⚠ En caso de CRI/CRIN y CRI Plezo el filtro de entrada siempre debe ser insertado en la "conexión de comprobación para el caudal de inyección" (Fig. 4, Pos. 4). De esta manera está garantizada la correcta dirección del caudal del filtro de entrada. Nunca insertarlo en la cámara de inyección. En las comprobaciones DHK/UI se debe retirar el filtro de entrada.

### 3.6.14 Cables adaptadores

#### Cables adaptadores 1 684 465 574, 1 684 465 575 (CRI)

Los cables adaptadores son necesarios para permitir la activación del CRI a través del EPS 205. Estos cables adaptadores se emplean ante todo para CRI Bosch.



Fig. 21: Cable adaptador 1 684 465 574



Fig. 22: Cable adaptador 1 684 465 575

#### Cables adaptadores 1 684 465 679 (CRI fabric. externa)

El cable adaptador es necesario para permitir la activación del CRI de fabricación externa a través del EPS 205.



Fig. 23: Cable adaptador 1 684 465 679

#### Cables adaptadores 1 684 465 576 (CRIN)

El cable adaptador es necesario para permitir la activación del CRIN a través del EPS 205.



Fig. 24: Cable adaptador 1 684 465 576

#### Cables adaptadores 1 684 465 669, 1 684 465 671 (CRI Piezo)

Los cables adaptadores son necesarios para permitir la activación del CRI Piezo a través del EPS 205.



Fig. 25: Cable adaptador 1 684 465 669



Fig. 26: Cable adaptador 1 684 465 671

Para los diversos componentes de fabricantes externos se ofrecen otros cables adaptadores como accesorios especiales.

### 3.6.15 Juego de accesorios para adaptador de retorno 1 687 016 038

El juego de accesorios para el adaptador de retorno se necesita para CRIN con caudal de retorno dividido.

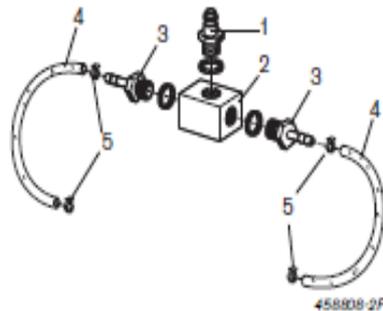


Fig. 27: Montaje adaptador de retorno

1. Enroscar y apretar el casquillo enchufable (Fig. 27, Pos. 1) con junta plana (10,2 x 13,4 mm) en el cuerpo distribuidor (Fig. 27, Pos. 2).
2. Enroscar y apretar las tubuladuras (Fig. 27, Pos. 3) con junta plana (10,2 x 13,4 mm) frontal en el cuerpo distribuidor.
3. Montar ambos tubos flexibles (Fig. 27, Pos. 4) en las tubuladuras y fijarlos con dos abrazaderas de tubo flexible (Fig. 27, Pos. 5).
4. Montar las otras dos abrazaderas de tubo flexible en el otro extremo de los tubos flexibles.

#### Conexión adaptador de retorno para CRIN con caudal de retorno dividido

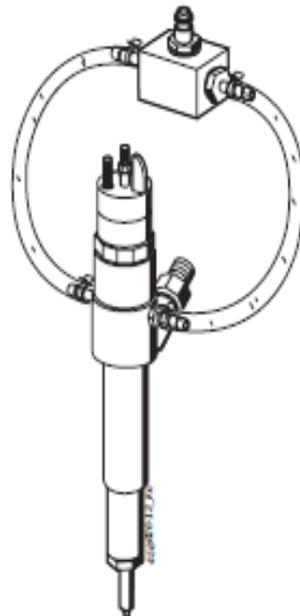


Fig. 28: Conexión caudal de retorno

Conectar el adaptador de retorno en el panel de conexiones

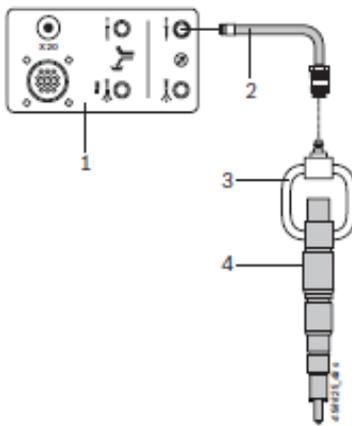


Fig. 29: Conexión del adaptador de retorno en el panel de conexiones

- 1 Panel de conexiones EPS 205
- 2 Tubo flexible 1 680 712 360
- 3 Adaptador de retorno
- 4 CRIN

Adaptador de retorno para CRIN con rosca (unión atornillada M8 x 1)

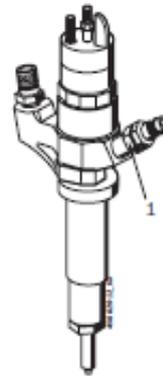


Fig. 31: Adaptador de retorno con rosca  
1 Adaptador de retorno

**Adaptador de retorno con rosca**

para CRIN con unión atornillada M8 x 1.

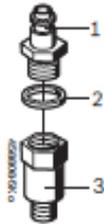


Fig. 30: Montaje del adaptador de retorno con rosca

- Enroscar entre sí y apretar el casquillo enchufable (Fig. 30, Pos. 1) y el adaptador (Fig. 30, Pos. 3) con junta plana 10,2 x 13,4 mm (Fig. 30, Pos. 2).

### 3.6.16 Tapón obturador para prueba de estanqueidad

El tapón obturador incluido en el volumen de suministro se necesita para realizar la prueba de estanqueidad diaria. El tapón obturador tiene dos roscas (M 12 y M 14) y se enrosca en el adaptador de conexión.

**!** El tapón obturador se debe apretar con un par de apriete entre 25 Nm y 30 Nm.

### 3.6.17 Cubierta protectora

Todas las comprobaciones con DHK/UI, CRI Plezo y CRI/CRIN sólo se pueden realizar con la cubierta protectora cerrada. Si se abre la cubierta protectora durante la comprobación se cancela inmediatamente la comprobación y será necesario iniciarla de nuevo.

## 3.7 Descripción del funcionamiento

EPS 205 es un aparato de construcción compacta. Contiene todos los componentes necesarios para la comprobación de CRI/CRIN, CRI Plezo y DHK/UI, como p. ej. una bomba de alta presión para generar presión, el depósito de aceite de ensayo, un caudalímetro, una tarjeta de circuitos impresos de medición, una placa de circuito impreso de ordenador y la pantalla LCD con pantalla táctil. Para crear la presión necesaria para la comprobación se utilizan una bomba de alta presión y un rail de alta presión. La bomba de alta presión suministra el aceite de ensayo. El rail de alta presión con una válvula reguladora de presión controla la presión necesaria para la comprobación. Los DHK/UI, CRI/CRIN y CRI Plezo se conectan mediante una manguera de alta presión y un adaptador de conexión. Los CRI/CRIN y CRI Plezo son accionados adicionalmente a través de un cable adaptador eléctrico.

Las comprobaciones de CRI/CRIN, CRI Plezo y DHK/UI sólo se pueden realizar con la cubierta protectora cerrada. El interruptor de seguridad de la cubierta protectora interrumpe inmediatamente el proceso de comprobación si se abre la cubierta, y la presión del aceite de ensayo se reduce a un valor inferior a 8 MPa.

El depósito de aceite de ensayo de dos cámaras instalado tiene una capacidad de aprox. siete litros. En la primera cámara se acumulan las impurezas gruesas. En la segunda cámara el aceite de ensayo se lleva a la temperatura de comprobación adecuada. Con el software EPS 200 se pueden comprobar en DHK/UI las funciones más importantes como la presión de apertura 1 y 2, la prueba de zumbido, la estanqueidad del conjunto, la estanqueidad del alojamiento y el patrón de inyección. La iluminación de la cámara del chorro permite evaluar el patrón de inyección de DHK/UI. En la comprobación del patrón de inyección de DHK/UI se recurre al regulador de aspiración (Fig. 1, Pos. 7) para cuidar de que, en lo posible, no salgan vapores de aceite de ensayo al exterior. En el caso de CRI/CRIN y CRI Plezo se realiza una prueba de fugas y a carga completa y al ralentí se pueden medir el caudal de inyección y el caudal de retorno.

### 3.6.16 Tapón obturador para prueba de estanqueidad

El tapón obturador incluido en el volumen de suministro se necesita para realizar la prueba de estanqueidad diaria. El tapón obturador tiene dos roscas (M 12 y M 14) y se enrosca en el adaptador de conexión.

 El tapón obturador se debe apretar con un par de apriete entre 25 Nm y 30 Nm.

### 3.6.17 Cubierta protectora

Todas las comprobaciones con DHK/UI, CRI Piezo y CRI/CRIN sólo se pueden realizar con la cubierta protectora cerrada. Si se abre la cubierta protectora durante la comprobación se cancela inmediatamente la comprobación y será necesario iniciarla de nuevo.

## 3.7 Descripción del funcionamiento

EPS 205 es un aparato de construcción compacta. Contiene todos los componentes necesarios para la comprobación de CRI/CRIN, CRI Piezo y DHK/UI, como p. ej. una bomba de alta presión para generar presión, el depósito de aceite de ensayo, un caudalímetro, una tarjeta de circuitos impresos de medición, una placa de circuito impreso de ordenador y la pantalla LCD con pantalla táctil. Para crear la presión necesaria para la comprobación se utilizan una bomba de alta presión y un rail de alta presión. La bomba de alta presión suministra el aceite de ensayo. El rail de alta presión con una válvula reguladora de presión controla la presión necesaria para la comprobación. Los DHK/UI, CRI/CRIN y CRI Piezo se conectan mediante una manguera de alta presión y un adaptador de conexión. Los CRI/CRIN y CRI Piezo son accionados adicionalmente a través de un cable adaptador eléctrico.

Las comprobaciones de CRI/CRIN, CRI Piezo y DHK/UI sólo se pueden realizar con la cubierta protectora cerrada. El interruptor de seguridad de la cubierta protectora interrumpe inmediatamente el proceso de comprobación si se abre la cubierta, y la presión del aceite de ensayo se reduce a un valor inferior a 8 MPa.

El depósito de aceite de ensayo de dos cámaras instalado tiene una capacidad de aprox. siete litros. En la primera cámara se acumulan las impurezas gruesas. En la segunda cámara el aceite de ensayo se lleva a la temperatura de comprobación adecuada. Con el software EPS 200 se pueden comprobar en DHK/UI las funciones más importantes como la presión de apertura 1 y 2, la prueba de zumbido, la estanqueidad del conjunto, la estanqueidad del alojamiento y el patrón de inyección. La iluminación de la cámara del chorro permite evaluar el patrón de inyección de DHK/UI. En la comprobación del patrón de inyección de DHK/UI se recurre al regulador de aspiración (Fig. 1, Pos. 7) para cuidar de que, en lo posible, no salgan vapores de aceite de ensayo al exterior. En el caso de CRI/CRIN y CRI Piezo se realiza una prueba de fugas y a carga completa y al ralentí se pueden medir el caudal de inyección y el caudal de retorno.

### 3.3.2. Primera puesta a servicio

El kit de montaje 1 685 510 239 contiene las siguientes piezas:

- Asa con
  - tornillo de hexágono interior M6 x 16 (2x)
  - arandela de plástico 18 x 6 x 0,5 mm (2x)
  - arandela elástica A6 (2x)
- Tornillo de hexágono interior M5 x 16 con
  - arandela de plástico 15 x 5 x 0,5 mm (2x)
  - arandela elástica A5
  - tuerca M5
- Cojinete de bolas (2x) con
  - arandela de plástico 25 x 10 x 1,5 mm (2x, color negro)
  - anillo de retención (4x, 2x como recambio)
  - arandelas de ajuste 16 x 10 x 0,5 mm (6x)
- Placa de sujeción (2x) con
  - portamuelles (2 x) con
  - arandela de plástico 15 x 5 x 0,5 mm (8x)
  - arandela elástica A5 (4 x)
  - tuerca M5 (4x)

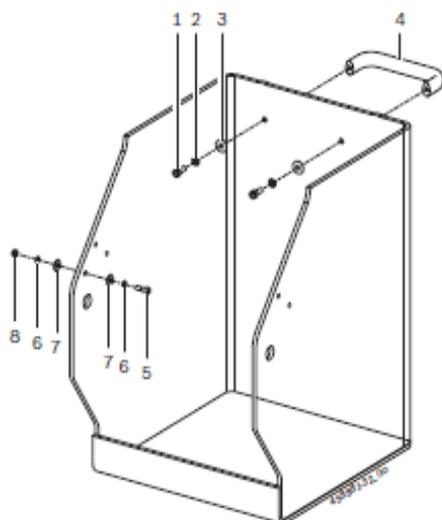


Fig. 34: Montaje de asa y mecanismo de reconocimiento de la cubierta protectora

- 1 Tornillos de hexágono interior M6 x 16
- 2 Arandela elástica A6
- 3 Arandelas de plástico 18 x 6 x 0,5 mm
- 4 Asa
- 5 Tornillo de hexágono interior M5 x 16
- 6 Arandela elástica A5
- 7 Arandela de plástico 18 x 6 x 0,5 mm
- 8 Tuerca M5

#### Montar el asa

> Fijar en la cubierta protectora el asa (Fig. 34, Pos. 4) con los tornillos de hexágono interior M6 x 16 (Fig. 34, Pos. 1), arandelas elásticas A6 (Fig. 34, Pos. 2) y arandelas de plástico 18 x 6 x 0,5 mm (Fig. 34, Pos. 3).

#### Montar el mecanismo de reconocimiento de cubierta protectora

> Fijar en la cubierta protectora el tornillo de hexágono interior M5 x 16 (Fig. 34, Pos. 5), arandela elástica A5 (Fig. 34, Pos. 6) y la arandela de plástico 15 x 5 x 0,5 mm (Fig. 34, Pos. 7) con la tuerca M5 (Fig. 34, Pos. 8).

ii Con el EPS 205 conectado y con la cubierta protectora cerrada debe iluminarse el LED del contacto interior de la cubierta protectora. Si el LED no se enciende se debe reducir la distancia entre los contactos de la cubierta protectora. Soltar para ello las tuercas en el contacto de la cubierta protectora y poner el contacto de la cubierta protectora en la posición correcta.

#### Montar la cubierta protectora sobre el eje

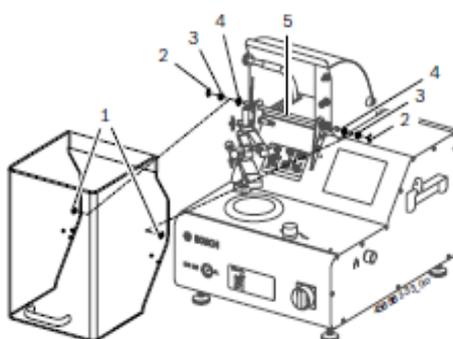


Fig. 35: Montaje de la cubierta protectora sobre el eje

- 1 Taladro de apoyo
- 2 Anillo de retención
- 3 Cojinete de bolas
- 4 Arandela de plástico 25 x 10 x 1,5 mm (color negro)
- 5 Eje

! Proceder cuidadosamente en el montaje de la cubierta protectora sobre el eje. En caso de extensión excesiva, la cubierta protectora se puede dañar. Prestar atención a que la cubierta protectora no se arañe.

1. Calar las arandelas de plástico negras 25 x 10 x 1,5 mm (Fig. 35, Pos. 4) en ambos lados del eje (Fig. 35, Pos. 5).
2. Colocar la cubierta protectora en el EPS 205 en la posición correcta.
3. Ensanchar cuidadosamente con ambas manos la cubierta protectora a la altura de los dos taladros de apoyo y posicionar ambos taladros de apoyo (Fig. 35, Pos. 1) de la cubierta protectora sobre los extremos del eje.

4. Calar los cojinetes de bolas en la posición correcta en ambos extremos del eje y en los taladros de apoyo.
5. Fijar los anillos de retención en ambos lados del eje.
  - La cubierta protectora está montada.

**i** Si existe una gran distancia entre los cojinetes de bolas y los anillos de retención, ésta se puede reducir con las arandelas de ajuste 16 x 10 x 0,5 mm contenidas en el volumen de suministro. De esta manera se puede reducir el juego de la cubierta protectora.

#### Montar el portamuelles

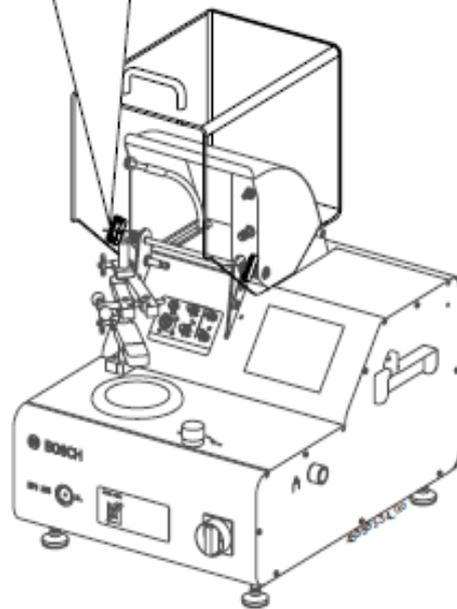
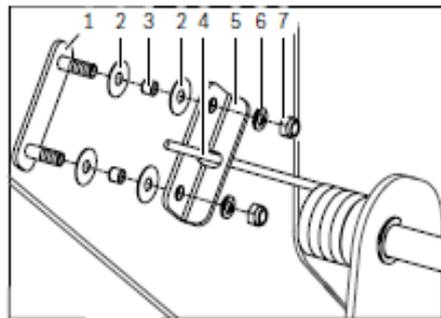


Fig. 36: Montaje del portamuelles

- 1 Placa de sujeción
- 2 Arandela de plástico 15 x 5 x 0,5 mm
- 3 Taladros de la cubierta protectora
- 4 Muelle con patas
- 5 Portamuelles
- 6 Arandela elástica A5
- 7 Tuerca M5

1. Abrir la cubierta protectora hasta el tope.
2. Desplazar sobre los dos pernos roscados de la placa de sujeción (Fig. 36, Pos. 1) cada vez una arandela de plástico 15 x 5 x 0,5 mm (Fig. 36, Pos. 2).
3. En el lado izquierdo desplazar la placa de sujeción desde el exterior a través de los taladros (Fig. 36, Pos. 3) de la cubierta protectora.
4. Desde el interior desplazar dos arandelas de plástico 15 x 5 x 0,5 mm (Fig. 36, Pos. 2) sobre los pernos roscados.
5. Con el dedo doblar hacia abajo el muelle con patas izquierdo e insertar el muelle con patas (Fig. 36, Pos. 4) en la posición correcta a través de la apertura del portamuelles (Fig. 36, Pos. 5).
6. Desplazar el portamuelles con el muelle con patas en la posición correcta sobre los pernos roscados.
7. Calar las arandelas elásticas A5 (Fig. 36, Pos. 6) en los pernos roscados y fijar el portamuelles y la placa de sujeción en la cubierta protectora con las tuercas M5 (Fig. 36, Pos. 7).
8. Realizar el mismo montaje en el lado derecho de la cubierta protectora.
9. Cerrar la cubierta protectora.
  - La cubierta protectora está montada.

#### 4.4 Retirar la sujeción de transporte

Tras colocar el EPS 205 sobre la mesa de trabajo se debe retirar la sujeción de transporte de la unidad de accionamiento.

**!** EPS 205 debe estar siempre desconectado antes de abrir el aparato y el enchufe de red separado de la red de corriente trifásica.

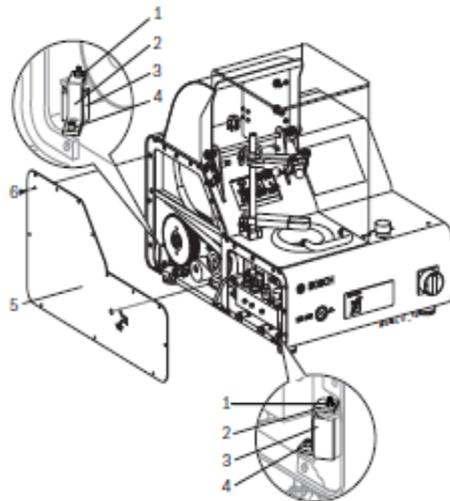


Fig. 37: Retiro de las sujeciones de transporte

- 1 Tuerca hexagonal
- 2 Sujeción de transporte
- 3 Sujeción de transporte
- 4 Tornillos de fijación
- 5 Cubierta de la carcasa
- 6 Tornillos de fijación

1. Desatornillar los tornillos de fijación (8x) de la parte izquierda de la carcasa (Fig. 37, Pos. 6).
2. Retirar la cubierta de la carcasa (Fig. 37, Pos. 5).
3. Quitar las tuercas hexagonales (2x) de la sujeción de transporte (Fig. 37, Pos. 1).
4. Quitar los tornillos de fijación (2x) de la sujeción de transporte (Fig. 37, Pos. 4).
5. Retirar las sujeciones de transporte (2x) (Fig. 37, Pos. 2 y 3).
6. Volver a colocar la cubierta de la carcasa y fijarla.

**!** Conservar la sujeción de transporte y los tornillos para un transporte futuro. Transportar el EPS 205 sólo con sujeción de transporte.

#### 4.5 Conexión eléctrica

**!** El EPS 205 sólo se debe conectar con un enchufe de corriente trifásica a una red de corriente trifásica simétrica, puesta a tierra (de 400 voltios). El EPS 205 se debe proteger con un fusible de 16 amperios. Tener en cuenta las indicaciones de la placa de características en el lado posterior del EPS 205.

➤ Conectar el EPS 205 en la red de corriente trifásica.

#### 4.6 Empalme de aire comprimido/aspiración externa

1. Ajustar el aire comprimido en la unidad de mantenimiento a una presión entre 0,5 MPa y 0,8 MPa.
2. Conectar el aire comprimido en el lado posterior del equipo (Fig. 2, Pos. 2).
3. Si se utiliza una aspiración externa, conectar ésta en la salida (Fig. 1, Pos. 4).

**!** Se recomienda conectar al EPS 205 un dispositivo de aspiración y un equipo de filtrado.

#### 4.7 Llenar aceite de ensayo

**!** Si el aceite de ensayo se llena con demasiada rapidez puede ocurrir que el aceite de ensayo salga por el tubo de descarga orientado hacia arriba o por el empalme para la aspiración externa.

1. Conectar la secuencia de enjuague (1 680 712 293; fig. 3, pos. 6) y colocarla hacia arriba.
2. Llenar aceite de ensayo (ISO 4113) muy lentamente y con cuidado en la cámara del chorro (Fig. 3, Pos. 4). El depósito de aceite de ensayo tiene capacidad para aprox. 6,5 litros.
3. Llenar aceite de ensayo hasta por encima de la marca del indicador de nivel de aceite (Fig. 1, Pos. 8).  
⇨ EPS 205 está listo para funcionar.

**!** Después de la primera comprobación de DHK/UI o CRI/CRIN, CRI Plezo el nivel de aceite baja en el indicador de nivel de aceite porque el aceite de ensayo se distribuye por las tuberías hidráulicas del EPS 205. Controlar el nivel de aceite después de la primera comprobación y rellenar aceite de ensayo si es necesario. Si el nivel de aceite se encuentra exactamente en la marca del indicador de nivel de aceite, se pueden rellenar aún 1,5 litros de aceite de ensayo como máximo. El nivel de aceite debe permanecer siempre por encima de la marca, pero dentro de la mirilla.

#### 4.8 Instalación del software EPS 205 y ajuste del idioma

##### 4.8.1 Instalar Windows 7

1. Encender el producto EPS 205 con el interruptor principal.  
⇨ Se inicia el producto EPS 205 y se inicia la instalación de Windows 7.

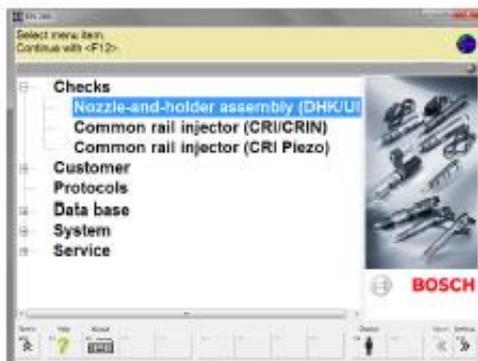
**!** Durante la instalación de Windows 7 se le pedirá que establezca un nombre de usuario y una contraseña. **Es necesario** introducir el nombre de usuario. La contraseña no es necesaria para el funcionamiento del producto EPS 205. Para introducir el nombre de usuario, conectar bien un teclado a un puerto USB o PS2 en el producto EPS 205 (véase cap. 3.6.5) o acceder al teclado virtual.



2. Introducir el nombre de usuario a través del teclado o
3. abrir el teclado virtual haciendo clic en .
  - ⇨ Se abre el cuadro de diálogo "Ease of Access".



4. Seleccionar la opción **Type without the keyboard (On-Screen Keyboard)**.
5. Seleccionar **<OK>**.
  - ⇨ Se abre el teclado virtual.
6. Introducir el nombre de usuario.
7. Seleccionar **<Next>**.
8. Tener en cuenta y seguir las indicaciones de la pantalla.
  - ⇨ Windows 7 se ha instalado.
  - ⇨ Se inicia el software de sistema EPS 200 (el idioma predeterminado es el Inglés).
  - ⇨ Aparece la pantalla inicial.



#### 4.8.2 Ajuste de idioma para el software de sistema EPS 200

Una vez inicializado el software del sistema EPS 200 se tiene que ajustar el idioma deseado (el idioma predeterminado en fábrica es el Inglés), con el que se desea trabajar en el EPS 205.

Modo de proceder:

1. Pantalla Inicial: Seleccionar **"System >> Settings"**.
2. Seleccionar el Idioma.
3. Guardar y continuar con **<F12>**.
  - ⇨ El ajuste del idioma se ha adoptado.

El software de sistema está descrito en la ayuda online. Con **<F1>** se puede activar la ayuda online en cada ventana de diálogo. Durante la comprobación de CRI/CRIN y CRI Piezo no se puede abrir la ayuda online.

No Instalar ESI[tronic] 2.0 en el EPS 205.

#### 4.8.3 Instalar el CD-datos de prueba

Los desarrollos de comprobación y valores teóricos actuales para los diferentes Inyectores Bosch se encuentran en el "CD-datos de prueba" y deben ser instalados.

Modo de proceder:

1. Finalizar el software de sistema EPS 200.
2. Alimentar con tensión la unidad de DVD y conectarla en el EPS 205 (fig. 5, pos. 4; ver Instrucciones de servicio 1 689 989 148).
3. Colocar el CD-datos de prueba 1 687 370 270 en la unidad de DVD.
4. Para abrir **"My Computer"** hacer doble clic en el escritorio.
5. Abrir el CD-datos de prueba\*(p. ej. \*-2014A) haciendo doble clic.
6. Iniciar 'SETUP.EXE' haciendo doble clic.
  - ⇨ Después de pocos segundos se visualiza la ventana de diálogo **"Select Setup Language"**.
7. Seleccionar el Idioma para la Instalación (p. ej. "Deutsch" para Alemania) y confirmar con **<OK>**.
  - ⇨ Se visualiza la pantalla de Inicio.
8. Tener en cuenta las indicaciones en la pantalla de Inicio y continuar la Instalación con **<Siguiente>**.
9. Seleccionar el componente EPS 200 y continuar la Instalación con **<Siguiente>**.
  - ⇨ Se visualizan los componentes seleccionados.
10. Continuar con **<Instalar>**.
  - ⇨ Se instalan los datos de la prueba.
11. Finalizar la Instalación con **<Finalizar>**.
12. Retirar la unidad de DVD.
  - ➔ Ha finalizado la Instalación de la base de datos.

### 3.3.3. Manejo

## 5. Manejo

### 5.1 Conexión/desconexión

- > Conectar el EPS 205 mediante el Interruptor principal central que se encuentra en la parte delantera del equipo (véase fig. 1, pos. 6).
  - ⇒ Tras la conexión arranca primero el sistema operativo Windows y a continuación el software de sistema EPS 200.
- > **Antes de efectuar la desconexión** mediante el interruptor principal central primero se debe finalizar el software de sistema EPS 200 y luego apagar el sistema operativo Windows.

 Antes de volver a conectar el EPS 205 éste debe permanecer apagado 60 segundos como mínimo.

 **No** desconectar el EPS 205 si la comprobación de componentes está en marcha (excepto en caso de una parada de emergencia). Desconectar siempre el EPS 205 mediante el Interruptor principal central que se encuentra en la parte delantera del equipo antes de separar el enchufe de corriente trifásica de la red de corriente trifásica.

 Conectar la impresora siempre con el cable de conexión USB antes de la conexión del EPS 205.

 Durante el funcionamiento del EPS 205 se pueden producir perturbaciones si se utilizan equipos adicionales (p. ej. impresora, unidad DVD, cables de conexión) que **no** hayan sido suministrados por Bosch.

#### 5.1.1 Pantalla táctil con lápiz palpador

La pantalla táctil del EPS 205 se maneja con el lápiz palpador. Éste tiene básicamente las mismas funciones que un ratón (véase ayuda online).

#### 5.1.2 Teclado en pantalla

El software de sistema EPS 200 proporciona un teclado en pantalla que se maneja con el lápiz palpador (véase ayuda online). Con <F2> se visualiza el teclado de la pantalla en la ventana de diálogo.

### 5.2 Preparativos para la comprobación

- Antes de cada desarrollo de comprobación de CRI/CRIN, CRI Plezo y DHK/UI se debe comprobar a través del indicador de nivel de aceite (Fig. 1, Pos. 8) si hay suficiente aceite de ensayo en el depósito.

 El nivel del aceite de ensayo debe encontrarse siempre por encima de la marca de la mirilla.

- Se recomienda realizar diariamente una prueba de estanquidad (tapón obturador en el adaptador de conexión, véase Cap. 3.6.16). La prueba de estanquidad se activa a través de "Servicio >> Diagnóstico de aparatos".
- Para evitar el ensuciamiento del aceite de ensayo se debe limpiar cada componente CRI/CRIN, CRI Plezo y DHK/UI antes de la comprobación. No montar CRI/CRIN, CRI Plezo y DHK/UI sucios, dañados y/o muy corroídos para la comprobación.

### 5.3 Indicación para la limpieza de CRI/CRIN, CRI Piezo y DHK/UI

**!** No limpiar el cuerpo del inyector con un cepillo de latón, un cepillo de acero o similar, ya que podrían dañarse los orificios de inyección. No limpiar los orificios de inyección con la herramienta para limpiar toberas 0 986 611 140. ¡No limpiar la conexión eléctrica del inyector con limpiador en frío!

1. Cerrar o cubrir la conexión de entrada, la conexión de retorno y el cuerpo del inyector/portalinjector con caperuzas protectoras.
2. Retirar la suciedad gruesa del inyector o del portalinjector con un cepillo de plástico.
3. Limpiar previamente el inyector/portalinjector con limpiador en frío.

**!** Para la limpieza por ultrasonido utilizar el detergente Tickopur TR 13 o un detergente similar que disuelva la corrosión y la carbonización.

4. Retirar la caperuza protectora del cuerpo del inyector.
5. Sumergir el inyector/portalinjector con un dispositivo de sujeción adecuado en el baño de ultrasonido hasta que la tuerca de apriete de la tobera esté completamente cubierta por el detergente.
6. Ajustar la temperatura de limpieza entre 60° y 70°.
7. Después de aprox. 15 minutos sacar el inyector/portalinjector del baño de ultrasonido y soplarlo con aire comprimido para secarlo.

**i** Conservar los inyectores/portalinjectores después de la limpieza siempre en un recipiente limpio y cerrado. De este modo se evita que las partículas de suciedad (p. ej. pelusas, virutas) lleguen hasta los inyectores/portalinjectores.

**i** Tener en cuenta también las indicaciones para la limpieza adicionales contenidas en las instrucciones de reparación para componentes ESI[tronic] 2.0.

### 5.4 Servicio



#### ADVERTENCIA - ¡Peligro de lesiones!

En caso de que el equipo de comprobación y los componentes se conecten incorrectamente a la conexión hidráulica, al realizar la comprobación puede salir proyectado aceite de ensayo a alta presión o se pueden reventar componentes del equipo de comprobación.

Esto puede causar lesiones o daños materiales.

- > Antes de la conexión comprobar si todos los tubos flexibles en el EPS 205 y en el componente están conectados correctamente.
- > Sustituir tubos flexibles que presenten faltas de estanqueidad o defectos.



#### ADVERTENCIA - ¡Lesiones en las manos!

En caso de calda incontrolada de la cubierta protectora pueden resultar aplastados los dedos o se pueden sufrir lesiones.

- > Cerrar siempre la cubierta protectora tomándola por el asa.



#### ADVERTENCIA - ¡Peligro de quemaduras por la superficie caliente!

El contacto con componentes y equipo de comprobación calientes (p. ej. cámara de inyección) provoca quemaduras graves.

- > Dejar enfriar los componentes y equipo de comprobación.
- > Usar guantes de protección.

#### 5.4.1 Símbolos y esquema de conexión para comprobaciones de CRI/CRIN, CRI Piezo y DHK/UI

Componente	Conexión de ensague caudal retorno	Conexión de comprobación para el caudal de retorno	Conexión de comprob. caudal inyección	Cable de conexión X20
CRI/ CRIN CRI Piezo	No es necesario			Sí
DHK/UI		No es necesario		No es necesario

### 5.4.2 Desarrollo de comprobación de DHK/UI

**!** No comprobar componentes deteriorados y/o muy corroídos.

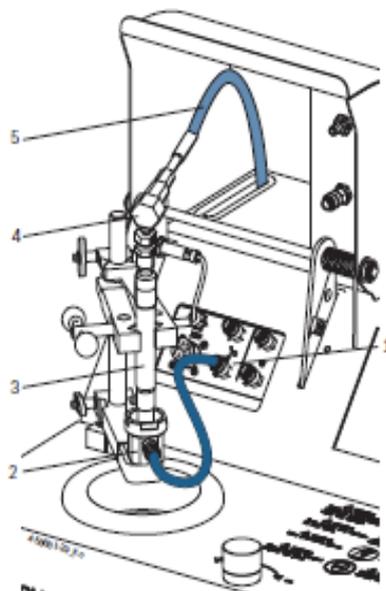


Fig. 38: Ilustración del principio de conexión DHK/UI

- 1 Conexión de enjuague/conexión de comprobación DHK/UI
- 2 Cámara de inyección
- 3 DHK/UI
- 4 Adaptador de conexión
- 5 Manguera de alta presión

**i** Las condiciones que deben observarse para comprobar y ajustar DHK/UI pueden consultarse en las Instrucciones de comprobación para DHK/UI en ESI(tronic) 2.0. Estas Instrucciones de comprobación no forman parte del volumen de suministro. ESI(tronic) 2.0 **no** se puede instalar en el EPS 205.

Modo de proceder:

1. Limpiar DHK/UI (véase Cap. 5.3).
2. Montar la cámara de Inyección en DHK/UI.

**i** UI sólo se puede conectar con el adaptador de conexión UI (accesorios especiales).

3. Fijar DHK/UI (Fig. 38, Pos. 3) en el soporte de fijación (Fig. 3, Pos. 3).

**!** Para evitar la torsión y el desgaste prematuro no conectar la manguera de alta presión directamente en DHK/UI.

4. Conectar la manguera de alta presión con el adaptador de conexión (Fig. 38, Pos. 4, 5) en DHK/UI.

**!** El adaptador de conexión se tiene que apretar con un par de apriete de 25 Nm a 30 Nm. Si la unión entre el adaptador de conexión y DHK/UI no es estanca, la unión atornillada **no** debe apretarse con más fuerza. En caso de falta de estanqueidad volver a abrir la unión, limpiar la superficie de estanqueidad y volver a conectar el adaptador de conexión con el par de apriete correcto.

5. Conectar el tubo flexible 1 680 712 362 en el acoplamiento rápido para cámara de Inyección (Fig. 38, Pos. 2) y en la "conexión de enjuague y conexión de comprobación DHK/UI" (Fig. 38, pos. 1).

6. Cerrar la cubierta protectora.
7. Ejecutar la prueba.

**i** La comprobación de DHK/UI está descrita en la ayuda online.

### 5.4.3 Desarrollo de comprobación CRI

**!** No comprobar componentes deteriorados y/o muy corroídos.

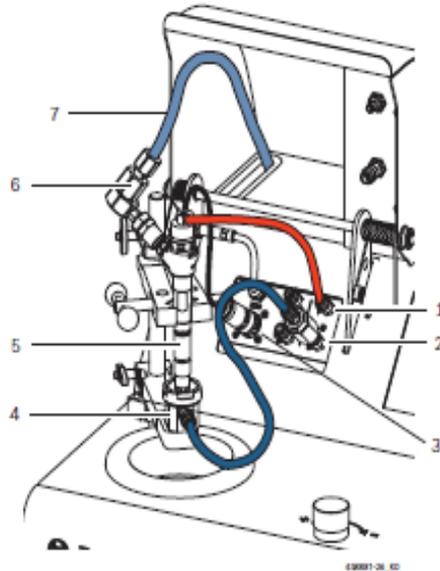


Fig. 39: Ilustración del principio de conexión CRI

- 1 Conexión de comprobación para el caudal de retorno
- 2 Conexión de comprobación para el caudal de inyección con filtro de entrada
- 3 Conexión X20
- 4 Cámara de inyección
- 5 CRI
- 6 Adaptador de conexión
- 7 Manguera de alta presión

**!** En caso de Inyectores ajenos utilizar el juego de accesorios 1 687 010 399 (accesorios especiales).

**!** Las condiciones que deben observarse para comprobar y ajustar CRI pueden consultarse en las Instrucciones de comprobación para CRI en ESI[tronic] 2.0. Estas Instrucciones de comprobación no forman parte del volumen de suministro. ESI[tronic] 2.0 **no** se puede instalar en el EPS 205.

Modo de proceder:

1. Limpiar CRI (véase Cap. 5.3).
- !** Montar la cámara de Inyección (Fig. 39, Pos. 4) en CRI sólo después de realizar el "Leak test" (prueba de estanqueidad).
2. Fijar CRI (Fig. 39, Pos. 5) en el soporte de fijación (Fig. 3, Pos. 3).
- !** Para evitar la torsión y el desgaste prematuro no conectar la manguera de alta presión directamente en CRI.
3. Conectar la manguera de alta presión con el adaptador de conexión (Fig. 39, Pos. 6, 7) en CRI.
- !** El adaptador de conexión se tiene que apretar con un par de apriete de 25 Nm a 30 Nm. Si la unión entre el adaptador de conexión y CRI no es estanca, la unión atornillada **no** debe apretarse con más fuerza. En caso de falta de estanqueidad volver a abrir la unión, limpiar la superficie de estanqueidad y volver a conectar el adaptador de conexión con el par de apriete correcto.
4. Conectar el tubo flexible 1 680 712 287 en el retorno de CRI y en la "conexión de comprobación para el caudal de retorno" (Fig. 39, Pos. 1).
5. Conectar el cable adaptador específico para Inyectores (1 684 465 574, 1 684 465 575) en CRI y en la "conexión X20" (Fig. 39, Pos. 3).
- !** Tender el cable adaptador específico para Inyectores de forma que no toque los tubos flexibles calientes.
6. Insertar el filtro de entrada en la "conexión de comprobación para el caudal de inyección" (Fig. 39, Pos. 2).
7. Cerrar la cubierta protectora.
8. Ejecutar la prueba.
- !** Tras el "Leak test" la cámara de Inyección se monta en el componente y el tubo flexible 1 680 712 362 se conecta en el acoplamiento rápido para cámara de Inyección y mediante el filtro de entrada en la "conexión de comprobación para el caudal de inyección" (Fig. 39, Pos. 2).
- !** La comprobación de CRI está descrita en la ayuda online.

### 5.4.3 Desarrollo de comprobación CRI

**!** No comprobar componentes deteriorados y/o muy corroidos.

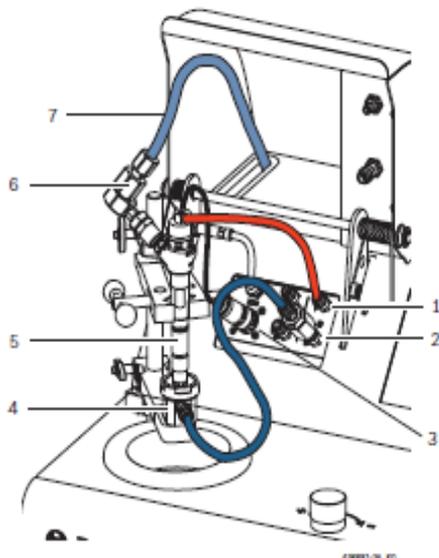


Fig. 39: Ilustración del principio de conexión CRI

- 1 Conexión de comprobación para el caudal de retorno
- 2 Conexión de comprobación para el caudal de inyección con filtro de entrada
- 3 Conexión X20
- 4 Cámara de inyección
- 5 CRI
- 6 Adaptador de conexión
- 7 Manguera de alta presión

**!** En caso de Inyectores ajenos utilizar el juego de accesorios 1 687 010 399 (accesorios especiales).

**!** Las condiciones que deben observarse para comprobar y ajustar CRI pueden consultarse en las Instrucciones de comprobación para CRI en ESI[tronic] 2.0. Estas Instrucciones de comprobación no forman parte del volumen de suministro. ESI[tronic] 2.0 **no** se puede instalar en el EPS 205.

Modo de proceder:

1. Limpiar CRI (véase Cap. 5.3).

**!** Montar la cámara de Inyección (Fig. 39, Pos. 4) en CRI sólo después de realizar el "Leak test" (prueba de estanqueidad).

2. Fijar CRI (Fig. 39, Pos. 5) en el soporte de fijación (Fig. 3, Pos. 3).

**!** Para evitar la torsión y el desgaste prematuro no conectar la manguera de alta presión directamente en CRI.

3. Conectar la manguera de alta presión con el adaptador de conexión (Fig. 39, Pos. 6, 7) en CRI.

**!** El adaptador de conexión se tiene que apretar con un par de apriete de 25 Nm a 30 Nm. Si la unión entre el adaptador de conexión y CRI no es estanca, la unión atornillada **no** debe apretarse con más fuerza. En caso de falta de estanqueidad volver a abrir la unión, limpiar la superficie de estanqueidad y volver a conectar el adaptador de conexión con el par de apriete correcto.

4. Conectar el tubo flexible 1 680 712 287 en el retorno de CRI y en la "conexión de comprobación para el caudal de retorno" (Fig. 39, Pos. 1).

5. Conectar el cable adaptador específico para Inyectores (1 684 465 574, 1 684 465 575) en CRI y en la "conexión X20" (Fig. 39, Pos. 3).

**!** Tender el cable adaptador específico para Inyectores de forma que no toque los tubos flexibles calientes.

6. Insertar el filtro de entrada en la "conexión de comprobación para el caudal de inyección" (Fig. 39, Pos. 2).

7. Cerrar la cubierta protectora.

8. Ejecutar la prueba.

**!** Tras el "Leak test" la cámara de Inyección se monta en el componente y el tubo flexible 1 680 712 362 se conecta en el acoplamiento rápido para cámara de inyección y mediante el filtro de entrada en la "conexión de comprobación para el caudal de inyección" (Fig. 39, Pos. 2).

**!** La comprobación de CRI está descrita en la ayuda online.

### 5.4.3 Desarrollo de comprobación CRI

**!** No comprobar componentes deteriorados y/o muy corroídos.

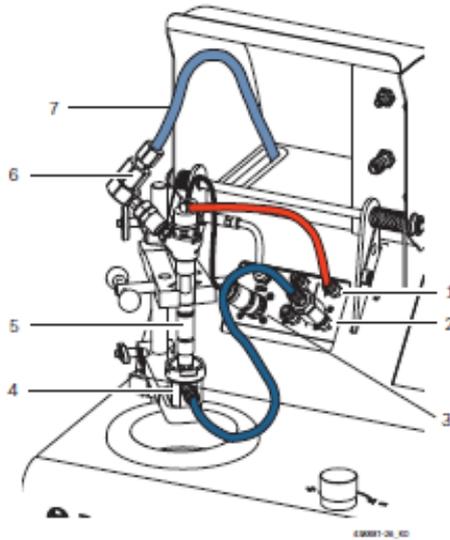


Fig. 39: Ilustración del principio de conexión CRI

- 1 Conexión de comprobación para el caudal de retorno
- 2 Conexión de comprobación para el caudal de inyección con filtro de entrada
- 3 Conexión X20
- 4 Cámara de inyección
- 5 CRI
- 6 Adaptador de conexión
- 7 Manguera de alta presión

**I** En caso de Inyectores ajenos utilizar el juego de accesorios 1 687 010 399 (accesorios especiales).

**I** Las condiciones que deben observarse para comprobar y ajustar CRI pueden consultarse en las Instrucciones de comprobación para CRI en ESI[tronic] 2.0. Estas Instrucciones de comprobación no forman parte del volumen de suministro. ESI[tronic] 2.0 **no** se puede instalar en el EPS 205.

Modo de proceder:

1. Limpiar CRI (véase Cap. 5.3).

**I** Montar la cámara de inyección (Fig. 39, Pos. 4) en CRI sólo después de realizar el "Leak test" (prueba de estanqueidad).

2. Fijar CRI (Fig. 39, Pos. 5) en el soporte de fijación (Fig. 3, Pos. 3).

**!** Para evitar la torsión y el desgaste prematuro no conectar la manguera de alta presión directamente en CRI.

3. Conectar la manguera de alta presión con el adaptador de conexión (Fig. 39, Pos. 6, 7) en CRI.

**!** El adaptador de conexión se tiene que apretar con un par de apriete de 25 Nm a 30 Nm. Si la unión entre el adaptador de conexión y CRI no es estanca, la unión atornillada **no** debe apretarse con más fuerza. En caso de falta de estanqueidad volver a abrir la unión, limpiar la superficie de estanqueidad y volver a conectar el adaptador de conexión con el par de apriete correcto.

4. Conectar el tubo flexible 1 680 712 287 en el retorno de CRI y en la "conexión de comprobación para el caudal de retorno" (Fig. 39, Pos. 1).

5. Conectar el cable adaptador específico para Inyectores (1 684 465 574, 1 684 465 575) en CRI y en la "conexión X20" (Fig. 39, Pos. 3).

**!** Tender el cable adaptador específico para Inyectores de forma que no toque los tubos flexibles calientes.

6. Insertar el filtro de entrada en la "conexión de comprobación para el caudal de inyección" (Fig. 39, Pos. 2).

7. Cerrar la cubierta protectora.

8. Ejecutar la prueba.

**I** Tras el "Leak test" la cámara de inyección se monta en el componente y el tubo flexible 1 680 712 362 se conecta en el acoplamiento rápido para cámara de inyección y mediante el filtro de entrada en la "conexión de comprobación para el caudal de inyección" (Fig. 39, Pos. 2).

**I** La comprobación de CRI está descrita en la ayuda online.

**i** Tras el "Leak test" la cámara de inyección se monta en el componente y se conecta el tubo flexible 1 680 712 362 en el acoplamiento rápido para cámara de inyección y mediante el filtro de entrada en la "conexión de comprobación para el caudal de inyección" (Fig. 41, Pos. 4).

**i** La comprobación de CRI Plezo está descrita en la ayuda online.

### 5.5 Rellenar aceite de ensayo

Si el nivel del aceite de ensayo cae por debajo de la marca del Indicador de nivel del aceite de ensayo (Fig. 1, Pos. 8) se tiene que rellenar aceite de ensayo.

**!** Si el aceite de ensayo se llena con demasiada rapidez puede ocurrir que el aceite de ensayo salga por el tubo de descarga orientado hacia arriba o por el empalme para la aspiración externa.

1. Orientar el tubo de descarga (Fig. 3, Pos. 6) hacia arriba.
2. Llenar aceite de ensayo (ISO 4113) muy lentamente y con cuidado en la cámara del chorro (Fig. 3, Pos. 4).

**i** Si el nivel de aceite se encuentra exactamente en la marca del Indicador de nivel de aceite, se pueden rellenar aún 1,5 litros de aceite de ensayo como máximo.

3. Llenar aceite de ensayo hasta la zona superior visible del Indicador de nivel de aceite de ensayo.  
⇒ El EPS 205 está nuevamente listo para funcionar.

### 5.6 Descripción de programa

**i** El software de sistema está descrito en la ayuda online. Con <F1> se puede activar la ayuda online en cada ventana de diálogo. Durante la comprobación de CRI/CRIN y CRI Plezo no se puede abrir la ayuda online.

### 5.7 Actualización del software

**!** Se recomienda asegurar la base de datos antes de una actualización del software del sistema (ver ayuda online).

**!** En la recuperación del sistema operativo con el CD Product Recovery se pierden todos los datos del cliente, protocolos, desarrollos de comprobación creados por cuenta propia y los valores de presión de referencia guardados en el EPS 205 para los Inyectores Common Rail. Se recomienda crear una copia de seguridad de la base de datos antes de efectuar la recuperación del sistema operativo. Tras la instalación del CD Product Recovery el servicio postventa Bosch/servicio de comprobación debe efectuar nuevamente el calibrado de los sensores de presión. Los valores de calibración para la combinación de portainyector (DHK/UI) y el factor de calibración para el caudalímetro están memorizados en el sistema electrónico de activación y no se pierden con la recuperación del sistema operativo.

La actualización del software se describe en la ayuda online bajo "Sistema >> Software".

### 5.8 Instrucciones en caso de avería

**i** Seguir las Instrucciones en pantalla en caso de presentarse perturbaciones en el software del sistema EPS 200. Si no se puede subsanar la avería o perturbación, se tiene que avisar al servicio postventa Bosch.

Avería	Soluciones
La pantalla LCD permanece oscura tras la conexión.	Comprobar la conexión eléctrica (con la alimentación de tensión eléctrica correcta el ventilador debe funcionar en la parte trasera del EPS 205 y encenderse la luz anular en la cámara de inyección).
La niebla de aceite de ensayo no se aspira bien durante la comprobación de la forma del chorro.	1. Controlar la conexión de aire comprimido (0,5 MPa – 0,8 MPa). 2. Ajustar correctamente el regulador de aspiración para la aspiración interna.
Después de hacer clic con el lápiz palpador sobre la pantalla táctil, el puntero del ratón no aparece en la misma posición.	Realizar un ajuste de la pantalla táctil (véase ayuda online).

### 3.3.4. Mantenimiento

## 6. Mantenimiento

### 6.1 Limpieza

Limpiar la cubierta protectora con un paño húmedo (sólo agua y detergente) o con un detergente para plástico.

! La cubierta protectora **no** debe limpiarse con detergentes que contengan alcohol, como p. ej. detergentes para cristales.

La rejilla de ventilación, la carcasa y la pantalla LCD del EPS 205 sólo deben limpiarse con un paño suave y detergentes neutrales. No utilizar detergentes abrasivos ni trapos de limpieza de taller rugosos. Usar sólo paños limpios para limpiar la pantalla LCD.

### 6.2 Mantenimiento

Como cualquier equipo técnico el EPS 205 necesita también de un mantenimiento periódico adecuado. Los intervalos de mantenimiento rigen para un servicio del EPS 205 de 8 horas de trabajo al día.

#### 6.2.1 Intervalos de mantenimiento

Trabajo de mantenimiento	diariamente <sup>1)</sup>	sem anualmente <sup>2)</sup>	trimestralmente <sup>3)</sup>	anualmente <sup>4)</sup>	cada 2 años <sup>5)</sup>	cada 3 años <sup>6)</sup>
Prueba de estanqueidad (véase ayuda online)	X				X	
Limpiar la rejilla de ventilación (véase cap. 6.1)			X	X		
Cambiar la manguera de alta presión (véase Cap. 6.2.2)						X
Comprobar los tubos flexibles (véase Cap. 6.2.3)	X			X		
Comprobar el contacto de la cubierta protectora (véase Cap. 6.2.4)	X			X		
Limpiar la cámara del chorro y la cubierta de luz anular (véase Cap. 6.2.5)			X	X		
Cambiar el aceite de ensayo y limpiar el depósito de aceite de ensayo <sup>1)</sup> (véase cap. 6.2.6)			X	X		
Cambiar el filtro de aspiración en el depósito de aceite de ensayo <sup>2)</sup> (véase Cap. 6.2.7)				X	X	
Cambiar el filtro de tubo del caudalímetro <sup>3)</sup> (véase cap. 6.2.8)			X	X		
Comprobar la correa dentada (véase cap. 6.2.9)				X	X	
Cambiar la correa dentada <sup>3)</sup> (véase Cap. 6.2.10)					X	
Cambiar el elemento filtrante del filtro de entrada <sup>4)</sup> (véase cap. 6.2.11)		X		X		
Cambiar el filtro tamiz de la válvula de inversión <sup>6)</sup> (véase cap. 6.2.11)				X		

<sup>1)</sup> Debe ser realizado por el cliente

<sup>2)</sup> Debe ser realizado por el servicio de comprobación/servicio postventa Bosch durante las inspecciones principales

<sup>3)</sup> Trimestralmente o después de 200 comprobaciones de inyectores

<sup>4)</sup> Anualmente o después de 1.500 comprobaciones de inyectores

<sup>5)</sup> Cada dos años o después de 3.000 comprobaciones de inyectores

<sup>6)</sup> Semanalmente o después de la comprobación de 30 inyectores limpios

#### 6.2.2 Cambiar la manguera de alta presión

Sustituir las mangueras de alta presión (presión de servicio superior a 60 bar) después de 3 años (ver fecha de fabricación en la manguera de alta presión), aún cuando no se puedan reconocer todavía defectos relevantes para la seguridad.

La sustitución de la manguera de alta presión (Fig. 1, Pos. 10) sólo debe ser llevada a cabo por el servicio postventa Bosch.

### 6.2.3 Comprobar los tubos flexibles

Manejar siempre con cuidado los tubos flexibles (mangueras de alta presión y tubos flexibles de baja presión) y comprobarlos antes del uso. Los tubos flexibles deben sustituirse si durante la comprobación se detectan los siguientes daños:

- Grietas, sitios resquebrajados, sitios desgastados o burbujas en la cubierta del tubo flexible
- Tubos flexibles doblados
- Tuercas de racor o acoplamientos rápidos que se mueven con dificultad
- Lado de empalme deformado o dañado del tubo flexible (junta cónica, casquillo enchufable, etc.)
- Sitios no estancos en la grifería de manguera
- Corrosión en la grifería de manguera cuando esto menoscaba la resistencia

⚠ Los tubos flexibles dañados no deben ser reparados.

### 6.2.4 Comprobar el contacto de la cubierta protectora

Las comprobaciones de componentes solo se deben realizar con la cubierta protectora cerrada. Por eso el contacto de la cubierta protectora se debe comprobar diariamente.

1. Iniciar una comprobación de componentes con la cubierta protectora abierta.
  - ⇨ Aparece el código de error: 9005 cubierta protectora abierta.
2. Cerrar la cubierta protectora.
  - ⇨ El código de error ya no aparece más.
  - ⇨ Se puede realizar la comprobación de componentes.

### 6.2.5 Limpiar la cámara del chorro y la cubierta de luz anular

Limpiar la cámara del chorro con paños de limpieza limpios cuando presente suciedad gruesa. Cuando sea necesario, limpiar con paños limpios la cubierta de la luz anular que se encuentra en el interior de la cámara del chorro.

### 6.2.6 Cambiar el aceite de ensayo

⚠ Antes del cambio de aceite de ensayo se debe desconectar el EPS 205 y separarlo de la red de corriente trifásica.

⚠ El aceite de ensayo está sometido durante el uso a grandes cargas debido a evaporación, temperatura, presión, oxidación y entrada de sustancias extrañas. Por tanto, un control regular es la premisa para mantener la calidad necesaria del aceite de ensayo para la comprobación de las combinaciones de portainyectores e Inyectores. El aceite de ensayo tiene que cambiarse siempre que su color es notablemente más oscuro que cuando está nuevo. El aceite de ensayo contaminado puede conducir a discrepancias de medición y dañar tanto al EPS 205 como a los Inyectores/combinaciones de portainyectores en la comprobación.

Tipos de aceite admitidos:

Tipo de aceite	Fabricante
SHELL Calibration Fluid S 9365	Shell International
SHELL V-ÖL 1404	Shell Alemania
SHELL Normafluid B. R.	SHELL Francia
VISCOR Calibration Fluid 1487 AW-2	Rock Valley
CASTROL fluido para Calibracao 4113	Castrol Brasil
ESSO EGL 70 147	Esso AG
BENZ UCF-1 Calibration Fluid	Benz Oil
DVINOL Calibration Fluid 292BW3	Zeller+Gmelin GmbH & Co. KG

Modo de proceder:

1. Desconectar el EPS 205.
2. Separar el EPS 205 de la red de corriente trifásica.
3. Desatornillar los tornillos de fijación (8x) de la parte izquierda de la carcasa (Fig. 42, Pos. 6).
4. Quitar la cubierta de la carcasa (Fig. 42, Pos. 5).
5. Desatornillar el cable de masa en la parte izquierda de la carcasa (Fig. 42, Pos. 7).

⚠ Tras la inserción del acoplamiento rápido en el EPS 205 el aceite de ensayo fluye de inmediato a través del tubo flexible. Colocar siempre primero el extremo del tubo flexible en el depósito colector.

6. Colocar el tubo flexible de 1,5 m (Fig. 42, Pos. 4; 1 680 712 283) con el extremo sin acoplamiento rápido en el depósito colector (Fig. 42, Pos. 3).
7. Acoplar el tubo flexible de 1,5 m con acoplamiento rápido (1 680 712 283) en los acoplamientos rápidos para el depósito de aceite de ensayo (Fig. 42, Pos. 1).
  - ⇨ El aceite de ensayo fluye en el depósito colector.

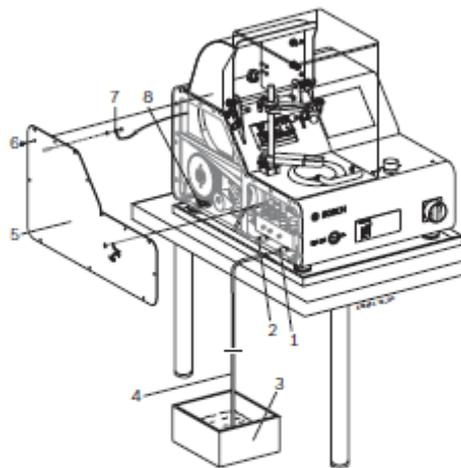


Fig. 42: Evacuación del aceite de ensayo

- 1 Acoplamiento rápido para el depósito de aceite de ensayo
- 2 Acoplamiento rápido para cámara de decantación
- 3 Depósito colector
- 4 Tubo flexible
- 5 Cubierta de la carcasa
- 6 Tornillos de fijación (6x)
- 7 Cable de masa
- 8 Acoplamiento rápido para refrigeración del aceite

8. Una vez que el aceite de ensayo ha salido del depósito del aceite de ensayo, insertar el tubo flexible en el acoplamiento rápido para cámara de decantación (Fig. 42, Pos. 2).
  - ⇨ El aceite de ensayo fluye de la cámara de decantación en el depósito colector.
9. Una vez que el aceite de ensayo ha salido de la cámara de decantación, insertar el tubo flexible en el acoplamiento rápido para la refrigeración del aceite de ensayo (Fig. 42, Pos. 8).
  - ⇨ El aceite de ensayo fluye de la refrigeración del aceite de ensayo en el depósito colector.
10. Una vez que el aceite de ensayo ha salido de la refrigeración del aceite de ensayo, desacoplar el tubo flexible del acoplamiento rápido.
11. Limpiar el depósito de aceite de ensayo con un paño limpio.
12. Atornillar el cable de masa a la cubierta de la carcasa.
13. Colocar la cubierta de la carcasa y atornillarla.

⚠ Si el aceite de ensayo se llena con demasiada rapidez puede ocurrir que el aceite de ensayo salga por el tubo de descarga orientado hacia arriba (Fig. 3, Pos. 6) o por el empalme para la aspiración externa (Fig. 1, Pos. 4).

14. Llenar el aceite de ensayo nuevo (ISO 4113) muy lentamente y con cuidado en la cámara del chorro (Fig. 3, Pos. 4). El depósito de aceite de ensayo tiene capacidad para aprox. 6,5 litros.
  15. Llenar aceite de ensayo hasta por encima de la marca del Indicador de nivel de aceite (Fig. 1, Pos. 8).
- Ha finalizado el cambio de aceite de ensayo.

### 6.2.7 Cambiar el filtro de aspiración en el depósito de aceite de ensayo

⚠ El filtro de aspiración contiene sustancias aceitosas y contaminantes del agua. Debe eliminarse de conformidad con las normas vigentes.

⚠ Al cambiar por primera vez el filtro de aspiración, el servicio posterior debe comprobar la estanquidad de la conexión entre el serpentín refrigerador y el racor del depósito de aceite de ensayo.

ⓘ Sólo se vuelve a llenar aceite de ensayo después de sustituir el filtro de aspiración y de armar el EPS 205.

Modo de proceder:

1. Evacuar el aceite de ensayo del depósito de aceite de ensayo antes de sustituir el filtro de aspiración (véase cap. 6.2.6, pasos 1 a 8).
2. Destornillar los tornillos de fijación de la cubierta derecha de la carcasa.
3. Quitar la cubierta de la carcasa.
4. Desenroscar los tornillos de fijación (4x) (Fig. 43, Pos. 3) para la unidad de la cámara del chorro.
5. Levantar la unidad de la cámara del chorro (Fig. 43, Pos. 1).
6. Retirar la tubería flexible de servicio (Fig. 43, Pos. 5) del racor de enchufe (Fig. 43, Pos. 4). Para ello presionar hacia atrás el anillo del racor de enchufe.
7. Quitar las dos tuberías flexibles de servicio en los acoplamientos rápidos (Fig. 43, Pos. 6).
8. Retirar del conector el cable de conexión eléctrico para la luz anular (Fig. 43, Pos. 7).
9. Desatornillar el cable de masa en la unidad de la cámara del chorro (Fig. 43, Pos. 2).
10. Levantar completamente la unidad de la cámara del chorro del EPS 205 y colocarla junto al EPS 205.

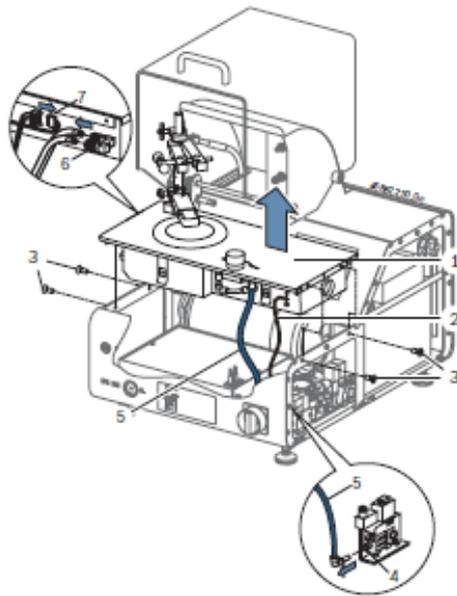


Fig. 43: Desmontaje de la unidad de la cámara del chorro

- 1 Unidad de la cámara del chorro
- 2 Cable de masa
- 3 Tornillos de fijación
- 4 Racor de enchufe
- 5 Tubería flexible de servicio
- 6 Acoplamiento rápido
- 7 Conector de luz anular

Procedimiento para cambiar el filtro de aspiración:

1. Desenroscar los dos tornillos de fijación de la tapa del depósito (Fig. 44, Pos. 1) y levantar la tapa del depósito (Fig. 44, Pos. 2).
2. Desenroscar la tuerca de racor (Fig. 44, Pos. 3) del filtro de aspiración (Fig. 44, Pos. 4).
3. Separar al filtro de aspiración del tubo de aspiración (Fig. 44, Pos. 5).

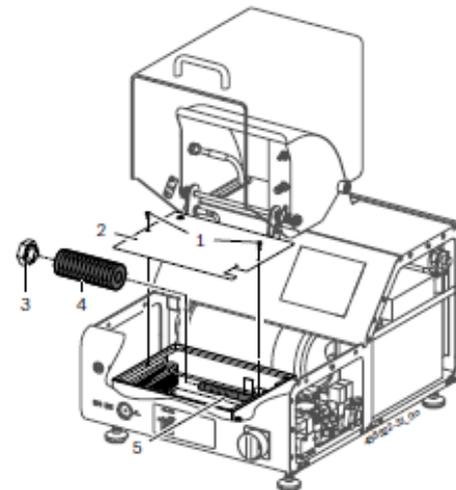


Fig. 44: Cambio del filtro de aspiración

- 1 Tornillos de fijación
- 2 Tapa del depósito
- 3 Tuerca de racor
- 4 Filtro de aspiración
- 5 Tubo de aspiración

4. Calar el nuevo filtro de aspiración en el tubo de aspiración.
  5. Enroscar de nuevo la tuerca de racor.
  6. Volver a colocar la tapa del depósito y atornillarla con los tornillos de fijación.
  7. Volver a calar en la unidad de la cámara del chorro las tuberías flexibles de servicio y el cable de conexión eléctrica para la luz anular.
  8. Atornillar el cable de masa en la unidad de la cámara del chorro.
  9. Colocar nuevamente la unidad de la cámara del chorro en el EPS 205 y fijarla con los tornillos de fijación.
  10. Colocar nuevamente la parte izquierda de la carcasa y atornillarla.
  11. Llenar aceite de ensayo (véase Cap. 6.2.6, desde paso 14).
- Se ha cambiado el filtro de aspiración en el depósito de aceite de ensayo.

### 6.2.8 Cambiar el filtro de tubo del caudalímetro

⚠ Antes del cambio de aceite de ensayo se debe desconectar el EPS 205 y separarlo de la red de corriente trifásica.

⚠ Un filtro de tubo sucio puede conducir a discrepancias de medición durante la prueba.

⚠ El filtro de tubo contiene sustancias aceitosas y contaminantes del agua. Debe eliminarse de conformidad con las normas vigentes.

Modo de proceder:

1. Desconectar el EPS 205.
2. Separar el EPS 205 de la red de corriente trifásica.
3. Destornillar los tornillos de fijación (8x) de la cubierta derecha de la carcasa.
4. Quitar la cubierta de la carcasa.
5. Con ayuda de pinzas desplazar las abrazaderas para tubo flexible en el filtro de tubo sobre las tubuladuras y colocarlas sobre las tuberías flexibles de servicio (Fig. 45).
6. Desmontar del filtro de tubo las tuberías flexibles de servicio.
7. Calar las tuberías flexibles de servicio sobre el nuevo filtro de tubo y, al hacerlo, tener en cuenta la dirección del caudal del filtro de tubo.
8. Con ayuda de pinzas desplazar las abrazaderas para tubo flexible sobre las tubuladuras del filtro de tubo.
9. Colocar nuevamente la cubierta derecha de la carcasa y atornillarla.

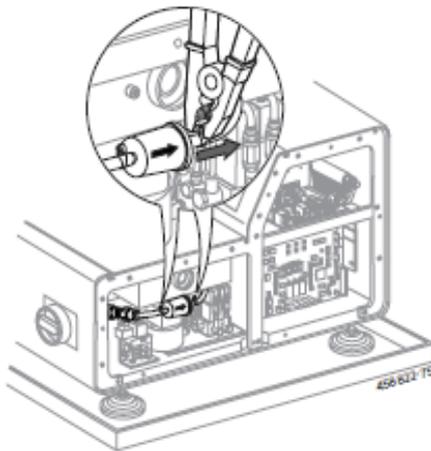


Fig. 45: Filtro de tubo del caudalímetro

### 6.2.9 Comprobar la correa dentada

La comprobación del estado y tensión de la correa dentada sólo debe ser llevada a cabo por el servicio postventa Bosch.

La correa dentada debe sustituirse si durante la comprobación se comprueban los siguientes daños:

- correa dentada rasgada o incompleta
- Insertos de alambre corroidos en la correa dentada
- flancos de los dientes notablemente desgastados

### 6.2.10 Cambiar la correa dentada

La sustitución de la correa dentada sólo debe ser realizada por el servicio postventa Bosch.

### 6.2.11 Cambiar el elemento filtrante del filtro de entrada

ⓘ Los restos de suciedad en el filtro de entrada se deben principalmente a que, antes de la comprobación, los inyectores Common Rail no se limpiaron debidamente o no se limpiaron del todo.

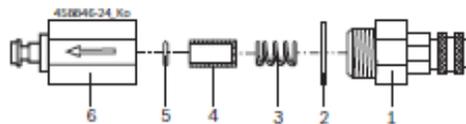


Fig. 46: Cambio del elemento filtrante

- 1 Racor, unión atornillada
- 2 Junta plana
- 3 Muelle
- 4 Elemento filtrante
- 5 Anillo toroidal
- 6 Racor, unión atornillada

1. Aflojar el filtro de entrada de los acoplamientos rápidos.
  2. Aflojar las uniones atornilladas con dos llaves (Fig. 46, Pos. 1 y 6) y abrirlas completamente.
  3. Extraer la junta plana, el muelle, el elemento filtrante y el anillo toroidal (Fig. 46, Pos. 2, 3, 4, 5).
  4. Retirar y desechar la junta plana, el elemento filtrante y el anillo toroidal.
  5. Limpiar las dos uniones atornilladas con aceite de ensayo limpio.
  6. Colocar un nuevo anillo toroidal.
  7. Insertar un nuevo elemento filtrante en la posición correcta.
  8. Colocar una nueva junta plana.
  9. Colocar el muelle.
  10. Cerrar las uniones atornilladas y apretarlas con la llave de par de giro (par de apriete = 50 Nm).
- ➔ Se ha cambiado el elemento filtrante.

**6.2.12 Cambiar el filtro tamiz de la válvula de inversión**



**¡PELIGRO - Peligro de descarga eléctrica en piezas conductoras de tensión!**

Tocar las piezas conductoras de tensión (p. ej. Interruptor principal, placas de circuitos impresos) en los equipos abiertos puede provocar una descarga eléctrica, paro cardíaco y la muerte.

➤ Después de desconectar, esperar un minuto hasta que las piezas se hayan descargado.

Cómo proceder:

1. Desconectar el EPS 205.
2. Separar el EPS 205 de la red de corriente trifásica.

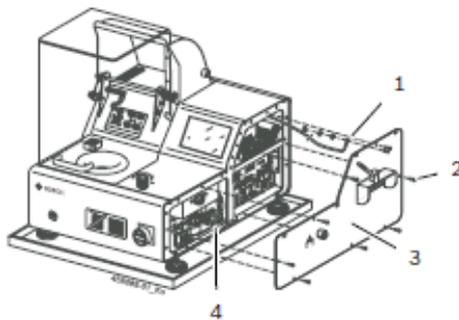


Fig. 47: Quitar la cubierta de la carcasa

- 1 Cable de masa
  - 2 Tornillos de fijación (8x)
  - 3 Cubierta de la carcasa
  - 4 Válvula de inversión con soporte de tamiz
3. Destornillar los tornillos de fijación (8x) de la cubierta derecha de la carcasa (fig. 47, pos. 2).
  4. Quitar la cubierta de la carcasa (fig. 47, pos. 3).
  5. Destornillar el cable de masa de la cubierta de la carcasa (fig. 47, pos. 1).

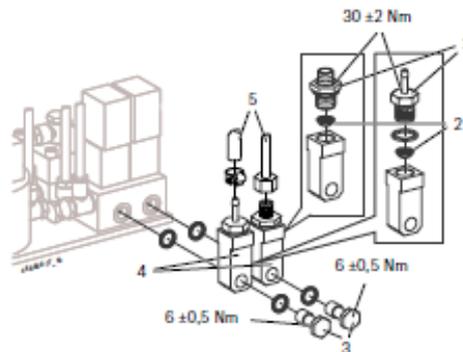


Fig. 48: Cambiar el filtro tamiz

- 1 Tubuladura
  - 2 Filtro tamiz
  - 3 Tornillos huecos
  - 4 Soporte de tamiz
  - 5 Tubos flexibles
6. Soltar y retirar los tubos flexibles (fig. 48, pos. 5) de las tubuladuras (fig. 48, pos. 1).
  7. Soltar y retirar los dos tornillos huecos (fig. 48, pos. 3) de los soportes de tamiz (fig. 48, pos. 4) de la válvula de inversión (fig. 47, pos. 4).
  8. Montar el soporte de tamiz en el tornillo de banco.
  9. Soltar y retirar ambas tubuladuras del soporte de tamiz con llave de boca.
  10. Retirar los filtros tamiz (fig. 48, pos. 2) de los soportes de tamiz y colocar los nuevos filtros tamiz en su posición correcta en los soportes de tamiz.
  11. Apretar las dos tubuladuras (una tubuladura con anillo de estanqueidad) con llave de par de giro en los soportes de tamiz (30 Nm  $\pm$  2 Nm).
  12. Soltar el soporte de tamiz del tornillo de banco.
  13. Sujetar el soporte de tamiz con tornillos huecos y los anillos de estanqueidad en la válvula de Inversión con llave de par de giro (6 Nm  $\pm$  0,5 Nm).
  14. Deslizar los tubos flexibles en las tubuladuras y sujetarlos.
  15. Atornillar el cable de masa a la cubierta de la carcasa.
  16. Atornillar la cubierta de la carcasa con tornillos de fijación (8x).
- ➔ Se han cambiado los filtros tamiz.

### 6.3 Piezas de repuesto y de desgaste

Denominación	Número de pedido
Adaptador de conexión con tuerca de reducción M12 <sup>1)</sup> y tuerca de reducción M14 <sup>1)</sup>	1 687 023 641
Juego de piezas de recambio para adaptador de conexión con anillo toroidal (2x) y anillo de apoyo (2x)	1 680 210 150
Tapón obturador <sup>1)</sup>	1 683 370 038
Empalme de tubo de presión	1 683 386 166
12 anillos toroidales 9,5 x 2 <sup>1)</sup>	1 680 210 143
Filtro de entrada	1 687 434 067
Juego de piezas de recambio para filtro de entrada con junta plana, elemento filtrante y anillo toroidal (6x cada uno) <sup>1)</sup>	1 687 001 974
Tuerca moleteada 9 mm <sup>1)</sup>	1 683 373 086
Tuerca moleteada 7 mm <sup>1)</sup>	1 683 373 087
Tubo flexible <sup>1)</sup> 1,5 m (para vaciar el depósito de aceite de ensayo)	1 680 712 283
Tubo de descarga <sup>1)</sup>	1 680 712 293
Tubo flexible (alimentación de aceite de ensayo) <sup>1)</sup>	1 680 712 362
Tubo flexible (retorno de aceite de ensayo) <sup>1)</sup>	1 680 712 287
Tubo flexible (retorno de aceite de ensayo) <sup>1)</sup>	1 680 712 360
Lápiz palpador	1 683 083 004
Juego de cables adaptadores para comprobación de inyectores <sup>1)</sup> (1 684 465 574 y 1 684 465 575)	1 687 010 171
Filtro de aspiración para depósito de aceite de ensayo (3x) <sup>1)</sup>	1 685 431 015
Filtro de tubo caudalímetro <sup>1)</sup>	1 687 434 051
Correa dentada <sup>1)</sup>	1 684 736 022
Cubierta protectora	1 685 510 238
Tubo flexible <sup>1)</sup> (entrada de retorno CRI Piezo)	1 680 703 078
Tubo flexible <sup>1)</sup> (salida de retorno CRI Piezo)	1 680 703 079
Unidad de DVD	1 687 023 639
Cable adaptador <sup>1)</sup> para CRI Piezo	1 684 465 669
Cable adaptador <sup>1)</sup> para CRI Piezo	1 684 465 671
Cable adaptador <sup>1)</sup> para CRIN	1 684 465 576
Cable adaptador <sup>1)</sup> para CRI	1 684 465 574
Cable adaptador <sup>1)</sup> para CRI	1 684 465 575
O-Ring 12 x 2 <sup>1)</sup> con cámara de inyección	1 680 210 123
O-Ring 9 x 3 <sup>1)</sup> con cámara de inyección	1 680 210 132
O-Ring 7 x 4 <sup>1)</sup> con cámara de inyección	1 680 210 124
Filtros tamiz <sup>1)</sup> (2x) para válvula de inversión	1 680 002 020

<sup>1)</sup> Piezas de desgaste

## 7. Puesta fuera de servicio

### 7.1 Cambio de lugar

Al efectuar el cambio de lugar del EPS 205 se debe observar lo siguiente:

- Separar la conexión eléctrica.
- Interrumpir la conexión neumática.
- Evacuar el aceite de ensayo del depósito de aceite de ensayo (véase cap. 6.2.6, pasos 1 a 8).
- Volver a colocar las fijaciones para transporte de la unidad de accionamiento (véase cap. 4.4).
- Transportar el EPS 205 únicamente en una caja de transporte.

En caso de venta o transferencia del EPS 205 debe entregarse también la documentación completa existente en el volumen de suministro.

### 7.2 Desguace

Antes del desguace se debe evacuar el aceite de ensayo contenido en el EPS 205. Adicionalmente deben retirarse y eliminarse el filtro de tubo en el caudalímetro, el filtro de aspiración en el depósito de aceite de ensayo y las esterillas de filtro para la aspiración externa de la unidad de la cámara del chorro.

 Los aceites son líquidos contaminantes del agua, y deben ser eliminados de acuerdo con la ley sobre residuos. El aceite de ensayo según ISO 4113 es un aceite de la categoría 1. Esta categoría incluye aceites reciclables, ligeros y minerales. En la categoría de aceite usado no deben estar contenidas sustancias ajenas a este tipo, p. ej. aceites usados de otra categoría o gasolina.

La eliminación del aceite de ensayo como residuo es realizada contra pago por empresas encargadas de la eliminación de aceites usados. Es necesario indicar el número de clave de desechos 54112 para garantizar una eliminación adecuada.

### 7.3 Eliminación



**Este EPS 205 está sujeto a la normativa europea 2012/19/CE (WEEE).**

Los aparatos eléctricos y electrónicos usados, incluyendo los cables y accesorios tales como pilas y baterías, no se pueden tirar a la basura doméstica.

- Para su eliminación, utilice los sistemas de recogida y recuperación existentes.
- Con la eliminación adecuada del EPS 205 evitará daños medioambientales y riesgos para la salud personal.

## 8. Datos técnicos

### 8.1 EPS 205

Función	Especificación
Tensión nominal trifásica	380 VAC – 460 VAC
Corriente nominal	15 A
Fusible	16 A
Número de fases	3P - PE
Frecuencia de entrada	50 Hz/60 Hz
Potencia nominal	4,2 kW
Aire comprimido	0,5 MPa – 0,8 MPa
Temperatura de almacenamiento	-25 °C – 60 °C
Temperatura de servicio	5 °C – 40 °C <sup>1)</sup>
Temperatura ambiente para exactitud de medición	10 °C – 35 °C
Humedad relativa del aire máxima permitida	≤90% (para 25 °C y duración de 24 horas)
Clase de protección	IP 22
Presión de aceite	180 MPa
Número de revoluciones máximo	3500 min <sup>-1</sup>
Tensión de mando	24 VCC
Presión de aire, corresponde a una altura de	700 hPa – 1060 hPa ≤ 2.200 m

<sup>1)</sup> En caso de temperaturas ambiente superiores a 25 °C se deben calcular tiempos de acondicionamiento más largos.

Función	Especificación
Pares de apriete para conexión de alta presión, tornillo de cierre y tubos flexibles	25 Nm – 30 Nm
Capacidad del depósito de aceite de ensayo	6,5 l

### 8.2 Emisión de ruidos

Función	Especificación
Nivel de presión sonora de las emisiones en el lugar de trabajo según DIN EN ISO 11201	< 71,5 dB(A)
Nivel de potencia sonora según DIN EN ISO 3744	< 84,1 dB(A)

### 8.3 Medidas y pesos

Función	Especificación
EPS 205 (alto x ancho x prof.)	580 x 560 x 780 mm
Peso EPS 205 con embalaje	210 kg
Peso EPS 205 (sin aceite de ensayo ni embalaje)	138 kg
Bandeja colectora de aceite (alto x ancho x prof.)	30 x 570 x 720 mm

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. ANEXO 4 Diseño e implementación de un banco de pruebas de inyectores de vehículos a diésel CRDI para la escuela de Ingeniería Automotriz

Tabla 10. Valores de funcionamiento inyector DENSO

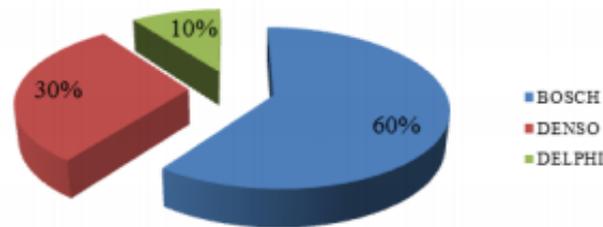
ESPECIFICACIÓN	VALOR
RESISTENCIA	0,8 – 1 $\Omega$
VOLTAJE	5V
CORRIENTE O AMPERAJE	12 A (APERTURA) 20 A (MANTENIMIENTO)
PRESIÓN DE APERTURA	200 BARES
PRESIÓN MÁXIMA	1800 BARES

Fuente: Autor

#### 3.4 Gráficos comparativos de los tres sistemas CRDI estudiados

##### a) Porcentaje de vehículos CRDI en el Ecuador

Figura 51. Porcentaje de vehículos con sistema CRDI en el Ecuador

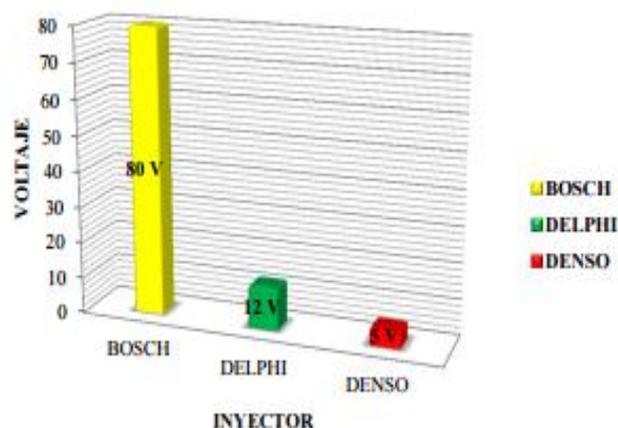


Fuente: Autor

El gráfico demuestra el porcentaje de vehículos con sistema CRDI en el país, en el cual su gran mayoría es BOSCH con el 60% del total, seguido del sistema DENSO en un 30% y por último con un 10% el sistema DELPHI.

b) **Comparación entre los voltajes de funcionamiento de los inyectores CRDI**

Figura 52. Comparación de los voltajes de entrada de los inyectores CRDI

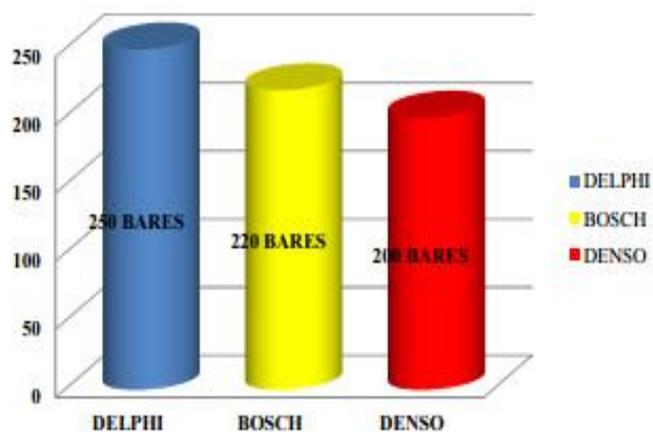


Fuente: Autor

Aquí se muestra el nivel de corriente con el que los inyectores funcionan en el sistema CRDI donde el inyector BOSCH funciona con 80 V, DELPHI funciona con 12 V y DENSO el inyector recibe solo 5 V para realizar su función.

c) **Presión de apertura de los inyectores CRDI**

Figura 53. Comparación de la presión de apertura de los inyectores CRDI



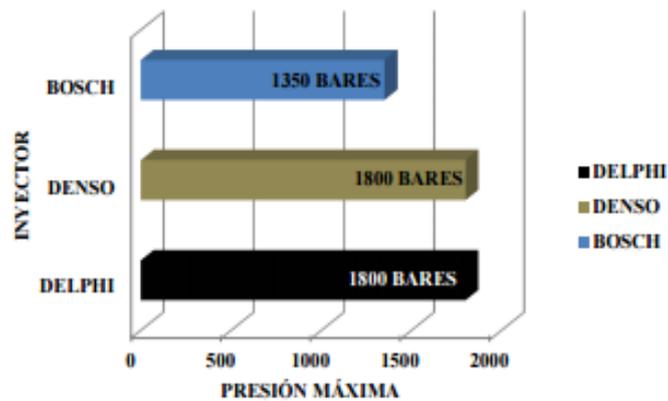
Fuente: Autor

---

Para que un inyector funcione necesita de una presión de apertura que viene desde una bomba sea cual fuere el sistema CRDI correspondiente. DELPHI requiere de una presión de 250 bares, BOSCH se abre con 220 bares y DENSO recibe 200 bares para empezar a funcionar.

**d) Presión máxima de funcionamiento de los inyectores CRDI**

Figura 54. Comparación de la presión máxima de los inyectores CRDI



Fuente: Autor

La presión máxima a la que puede llegar el inyector BOSCH es de 1350 bares, DENSO puede llegar hasta 1800 bares al igual que el inyector DELPHI.

Tras estas comparaciones echas sobre los tres sistemas de inyección diesel de riel común más utilizados en el país se obtiene que el inyector diesel más utilizado es BOSCH que también necesita de mayor corriente continua para su funcionamiento es decir necesita de 80 V y los inyectores DENSO y DELPHI alcanzan una presión máxima de 1800 bares.

## 4.2.ANEXO 5 Manual de reparación de inyectores Bosch Power Point

Comprobar con una lupa luminosa la eventual presencia de desgaste y daños en los siguientes conjuntos:

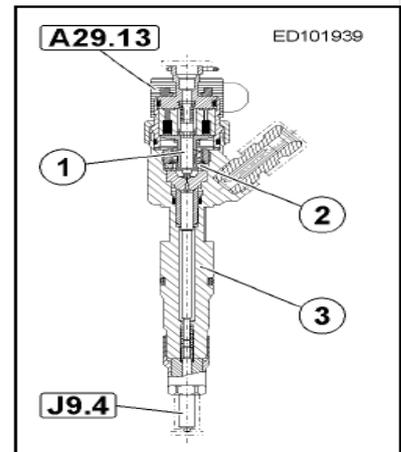
A29.13 = Conjunto electromagnético.  
 J9.4 = Inyector.  
 1 = inducido.  
 2 = Juego de válvulas.  
 3 = Cuerpo del inyector.

Evaluación del (de los) componente(s).

- \* Conjunto electromagnético:
- \* Inyector:
- \* Inducido: .
- \* Juego de válvulas: .
- \* Cuerpo del inyector: .
- \* Piezas pequeñas: .



Figura enmarcada en verde = la reparación es posible.



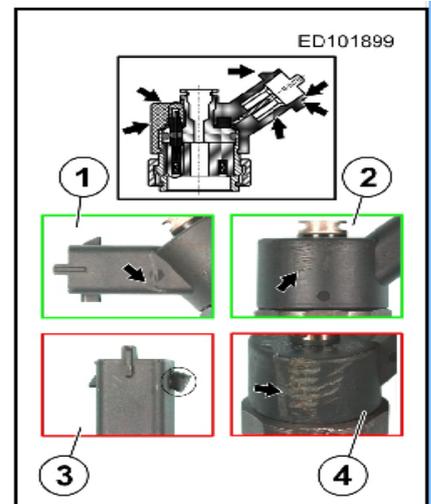
Conjunto electromagnético.

Pulverización:

El pulverizado protege los componentes eléctricos del componente <Conjunto electromagnético>.

El pulverizado del enchufe protege la conexión de enchufe y sirve para el alojamiento seguro del contraenchufe. Sólo son admisibles leves daños.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



Núcleo magnético:

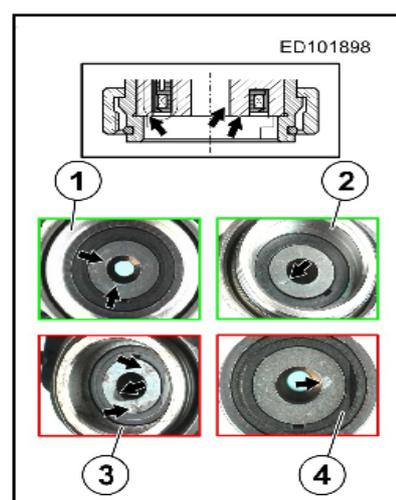
No se admiten daños considerables en el núcleo del electroimán.

Los daños en el polo interior tienen mayor repercusión ya que es donde se produce aprox. 2/3 de la fuerza magnética.

La fuerza magnética generada produce la apertura de la válvula y la consecuente inyección.

El núcleo magnético no debe estar cubierto de suciedad, no se admiten rebabas.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.

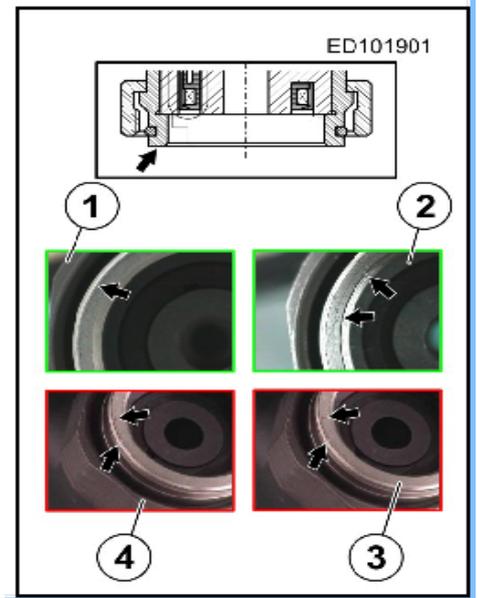


**Soporte del disco del entrehierro final:**  
 Impedir que cualquier tipo de daño dificulte el apoyo del disco del entrehierro final.

No se admiten daños que puedan impedir una colocación exacta del entrehierro final (RLS).

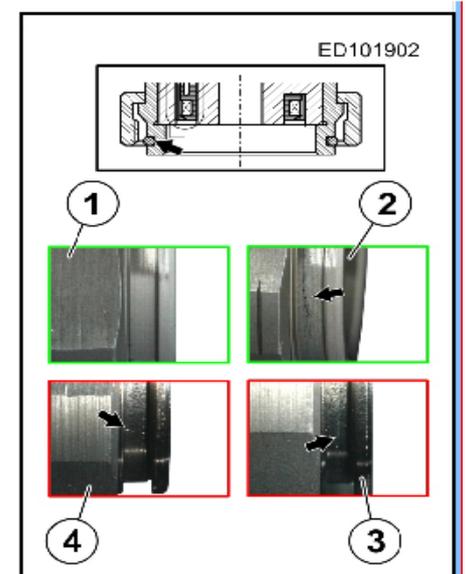
Solo se admiten leves rasguños que no conlleven la aparición de material saliente.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



**Superficie de apoyo del anillo toroidal:**  
 La superficie de apoyo del anillo toroidal no debe presentar ningún tipo de daño. Las superficies de apoyo dañadas conducen a fugas externas.

- 1 = No hay daño (el componente está en orden).
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



**Conexión de enchufe:**

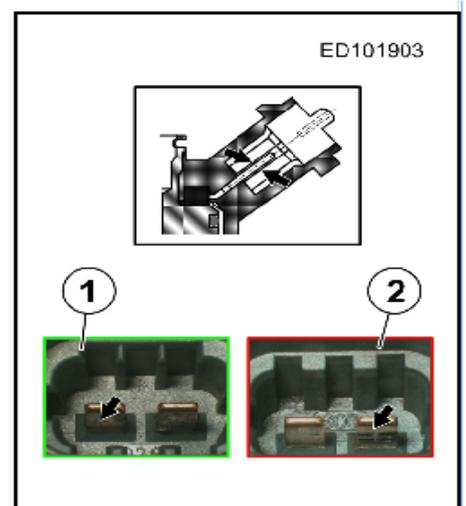
El interruptor plano establece el contacto eléctrico con el mazo de cables. Los bornes no deben estar deformados, doblados ni rotos.

El desgaste las marcas impresas por los contraenchufes son admisibles hasta un cierto grado.

No reutilizar el enchufe si en sus bornes presenta una clara marca impresa por el contraenchufe.

La corrosión no está permitida.

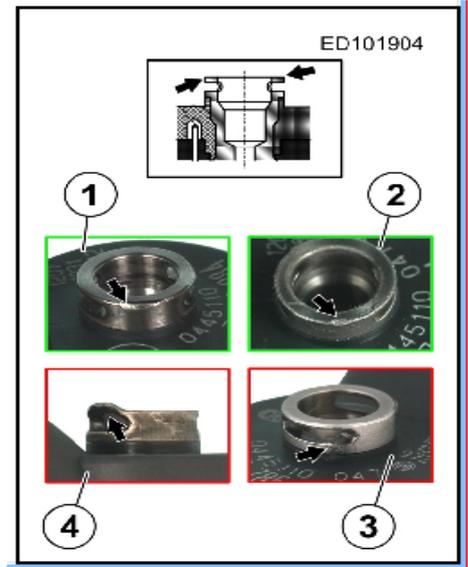
- 1 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 2 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



**Conexión de retorno:**

No doblar ni desviar la conexión de retorno. Otro tipo de daños y rozaduras son admisibles hasta cierto grado. No deben quedar rebabas.

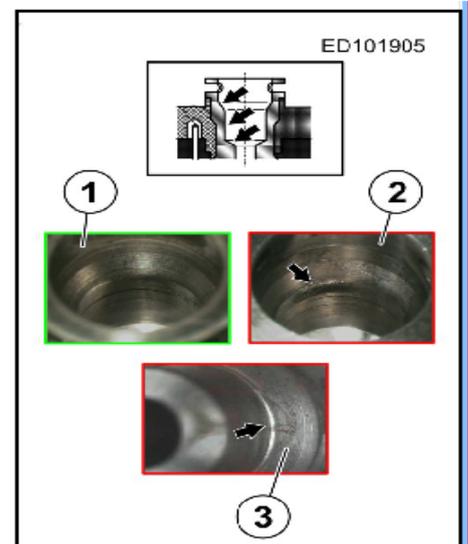
- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



**Superficie hermetizante de retorno:**

Los daños en la superficie hermetizante de retorno pueden provocar inestabilidad. Inspeccionar escrupulosamente la superficie sobre la que descansa el anillo toroidal y eliminar restos de goma. También pueden aparecer daños en la zona de la tubuladura de salida. Los daños fuera de la superficie hermetizante son menos críticos.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.

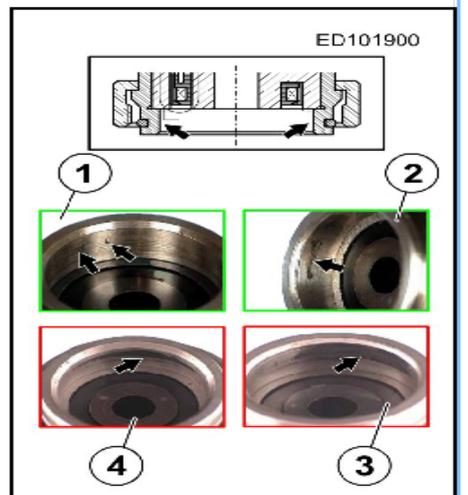


**Componente <Inyector Common Rail> (CRI 1) con amortiguador:**

**Manguito:**

El amortiguador absorbe la energía de movimiento de la placa de anclaje. Durante el servicio, el amortiguador choca contra la parte interior del manguito, produciendo desgaste por rozamiento. El desgaste por rozamiento es admisible, sin embargo no debe presentar rebabas ni material saliente.

- 1 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 2 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 3 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.
- 4 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



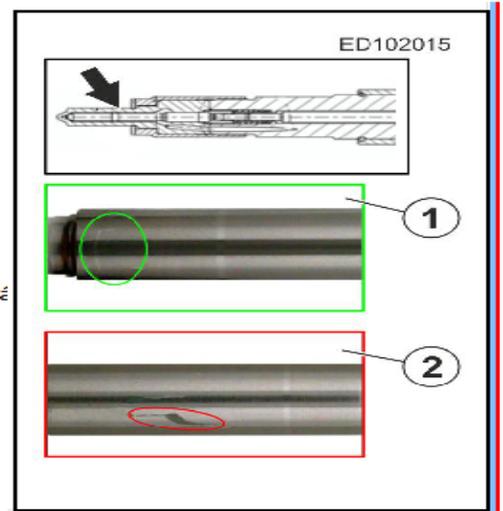
## Inyector

### Inyector.

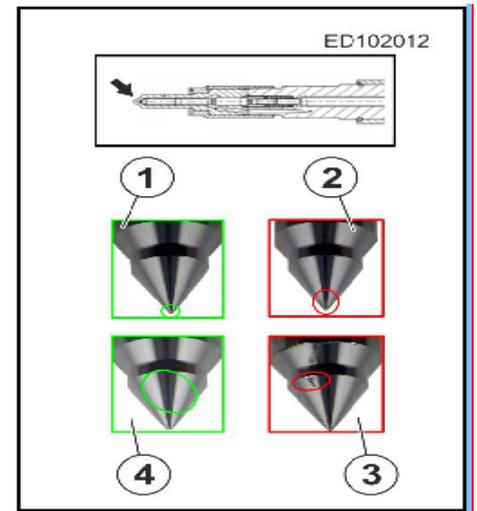
#### Aguja de inyector:

El desgaste por rozamiento es aceptable hasta cierto grado. Otros daños no son admisibles, ya que podrían provocar el fallo del componente <Inyector Common Rail>.

- 1 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 2 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.

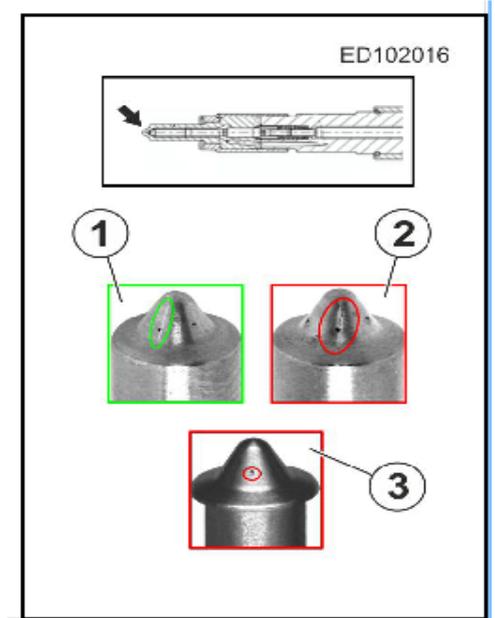


- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Leves daños, el componente está en orden.



#### Taladro de inyector:

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.



Inducido.

Perno de inducido:

El borne de inducido es guiado al interior del disco de inducido.

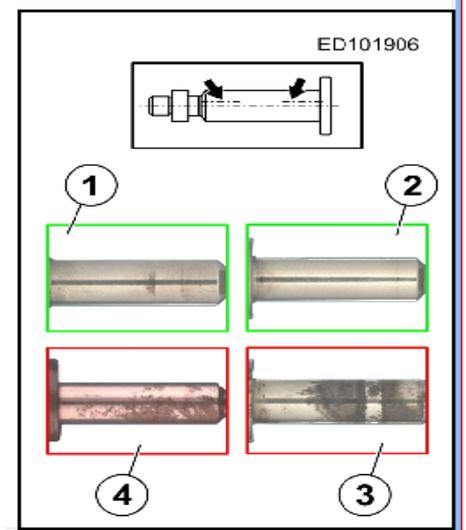
El perno de inducido guía la placa de anclaje.

El desgaste por rozamiento es aceptable hasta cierto grado. Otros daños no son admisibles, ya que podrían provocar el fallo del componente <Inyector Common Rail>.

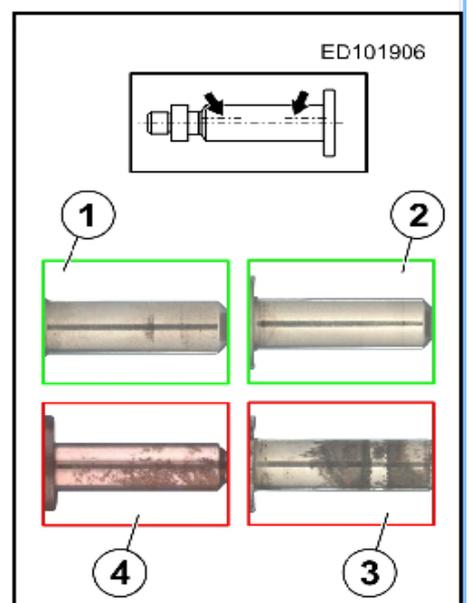
1 = Leves daños, el componente está en orden.

2 = Leves daños, el componente está en orden.

3 = Graves daños, el componente no está en orden.



4 = Graves daños, el componente no está en orden.



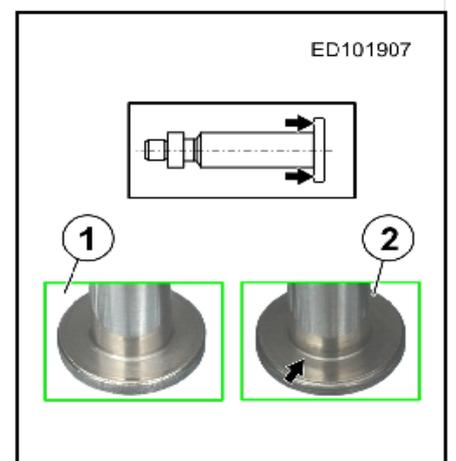
Perno de inducido (soporte del disco de inducido):

Durante el funcionamiento, el perno de inducido golpea contra el disco de inducido. Los daños producen cambios en la carrera de inducido.

No deben presentarse rebabas ni otros daños irreversibles, ya que interrumpen el funcionamiento y pueden influir en la carrera del inducido (AH).

1 = Leves daños, el componente está en orden.

2 = Leves daños, el componente está en orden.



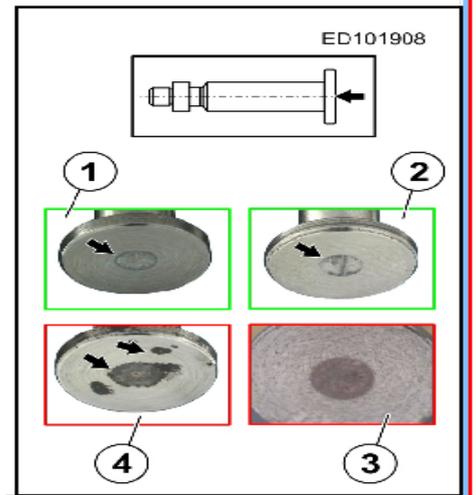
Perno de inducido (soporte de la guía de bolas):

En estado cerrado, la guía de bolas se apoya firmemente sobre el perno de inducido.

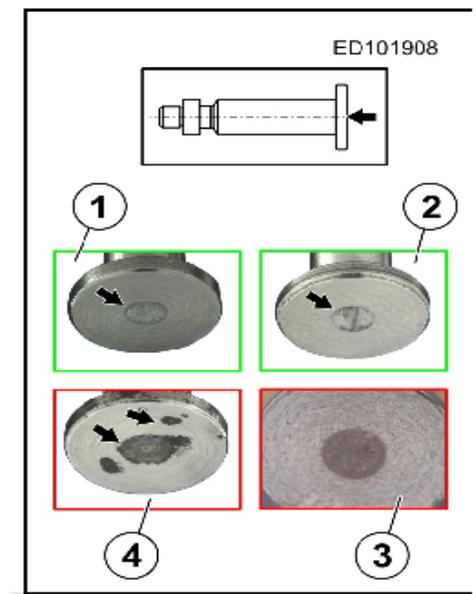
En estado de servicio, la guía de bolas golpea en el borne de inducido. Si la guía de inducido se introduce inclinada, la nueva guía de bolas podría apoyarse inclinada durante una reparación, provocando el fallo del componente <Inyector Common Rail>.

Solo es admisible el desgaste uniforme.

- 1 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 2 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 3 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



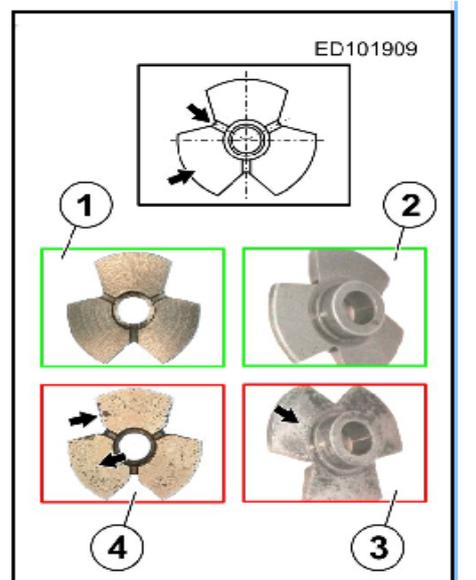
- 4 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



Placa de anclaje (superficie del asa):  
Los daños severos en la superficie del ala provocan un entrehierro final irregular (RLS), el cual perjudica la función del componente <Inyector Common Rail>.

No deben quedar rebabas.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



**Placa de anclaje (collar y guía):**

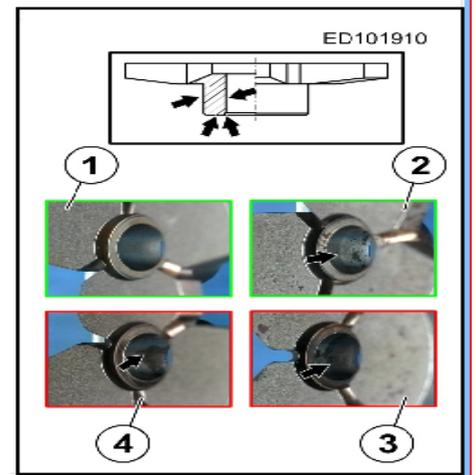
La guía conduce la placa de anclaje al perno de inducido.

El desgaste por rozamiento es aceptable hasta cierto grado. Otros daños no son admisibles, ya que podrían provocar el fallo del componente <Inyector Common Rail>.

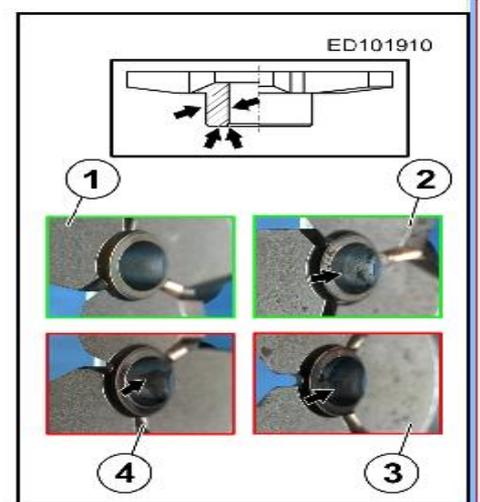
Los daños al principio y final del biselado deben ser leves, de lo contrario perjudicarán la movilidad del perno de inducido.

El lado exterior del collar no es crítico.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.



- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.

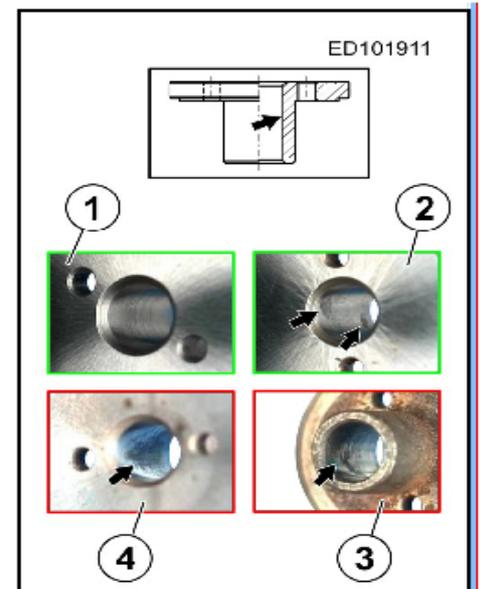


**Disco de inducido (guía):**

El disco de inducido guía el perno de inducido.

El desgaste por rozamiento es aceptable hasta cierto grado. Otros daños no son admisibles, ya que podrían provocar el fallo del componente <Inyector Common Rail>.

- 1 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 2 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 3 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.
- 4 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



**Inducido (superficie de la guía):**

El inducido es guiado al interior de la guía de inducido.

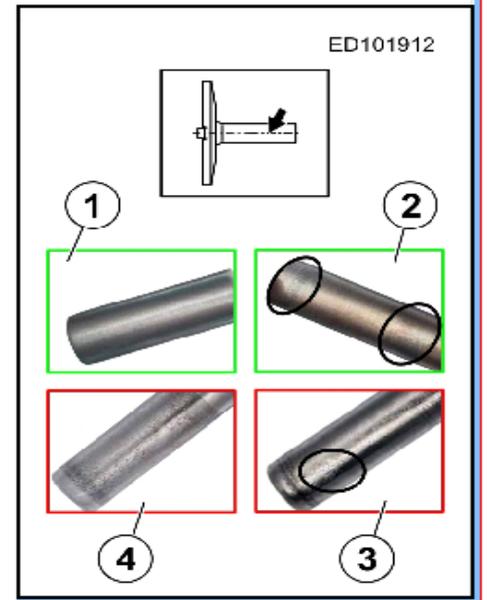
El desgaste por rozamiento es aceptable hasta cierto grado. Otros daños no son admisibles, ya que podrían provocar el fallo del componente <Inyector Common Rail>.

1 = Leve desgaste, el componente está en orden.

2 = Leve desgaste, el componente está en orden.

3 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.

4 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



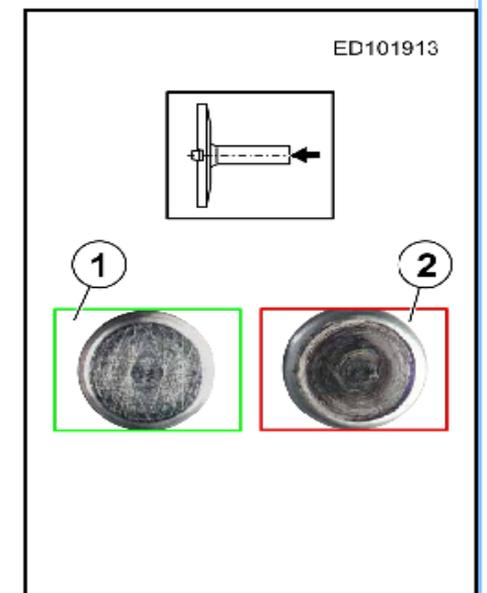
**Inducido (soporte de la guía de bolas):**

En estado de servicio, la guía de bolas golpea en el borne de inducido. Si la guía de inducido se introduce inclinada, la nueva guía de bolas podría apoyarse inclinada durante una reparación, provocando el fallo del componente <Inyector Common Rail>.

Solo es admisible el desgaste uniforme.

1 = Leves daños, el componente está en orden.

2 = Graves daños, el componente no está en orden.

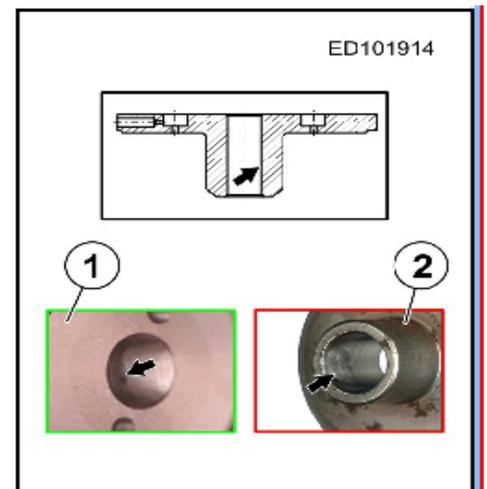


**Guía de inducido:**

El desgaste por rozamiento es aceptable hasta cierto grado. Otros daños no son admisibles, ya que podrían provocar el fallo del componente <Inyector Common Rail>.

1 = Leve desgaste, el componente está en orden.

2 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



Juego de válvulas.

Émbolo de válvula:

En la guía entre el émbolo de la válvula y la pieza de válvula se produce desgaste por rozamiento.

Los cuadros de daños, tales como rebabas o ranuras radiales profundas, no son admisibles.

Se admiten mellas de presión sobre el apoyo de la pieza de presión, sin embargo no pueden quedar rebabas.

En la guía y el margen del inyector se admite un leve desgaste por rozamiento, sin embargo no debe presentar rebabas.

1 = Leves daños, el componente está en orden.

2 = Leve desgaste, el componente está en orden.

3 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.

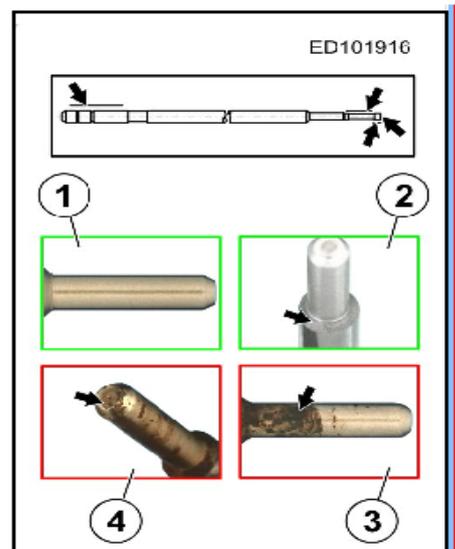
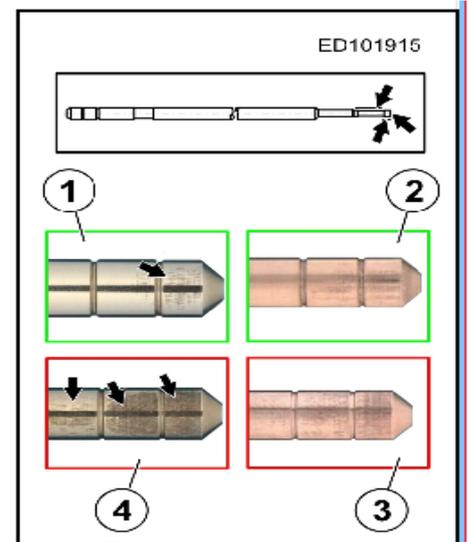
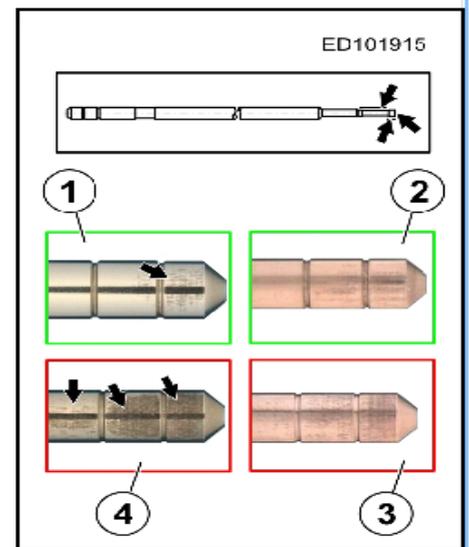
4 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.

1 = Leves daños, el componente está en orden.

2 = Leves daños, el componente está en orden.

3 = Graves daños, el componente no está en orden.

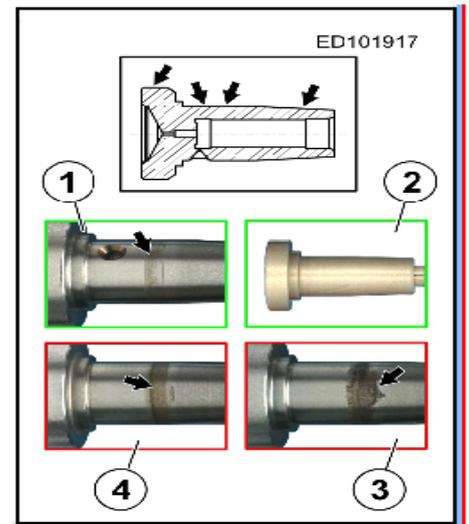
4 = Graves daños, el componente no está en orden.



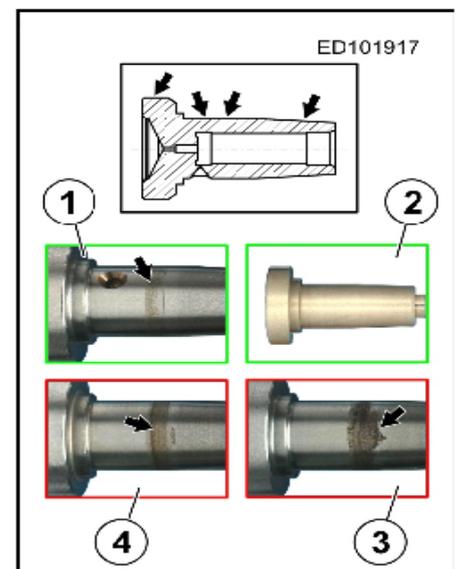
Pieza de válvula (superficie hermetizante):  
 La pieza de válvula no debe presentar rasguños, rebabas u oxidación.  
 Para garantizar un sellado suficiente, la superficie de apoyo del retén de alta presión no debe presentar ningún daño.  
 Puede producirse extrusión o desplazamiento del retén de alta presión.

Indicación(es):

- \* Revisar por separado el soporte del retén de alta presión, independientemente su aspecto externo. El sellado es una zona crítica para el funcionamiento y debe examinarse más rigurosamente.
- \* Hay que distinguir entre válvulas limadas y válvulas torneadas. Por lo general, las válvulas torneadas presentan una superficie más áspera.

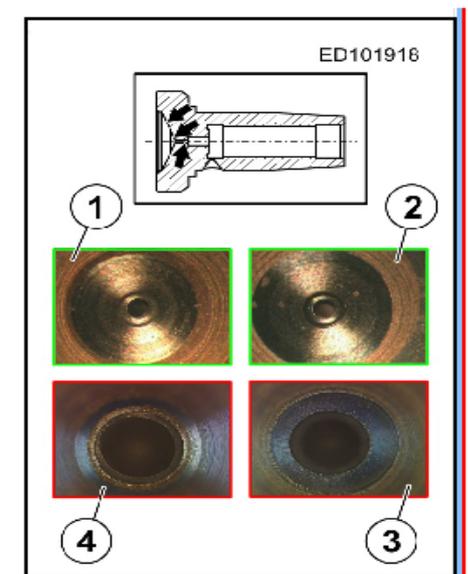


- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



Pieza de válvula (asiento de la bola):  
 El desgaste en el asiento de bola produce un cambio del caudal y una consecuente modificación de la inyección.  
 El desgaste y la erosión en la fase Helget pueden causar inestabilidad en el asiento de bola.  
 El desgaste y la cavitación provocan la modificación del caudal en el estrangulador de salida.  
 No deben aparecer astillas ni rebabas.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



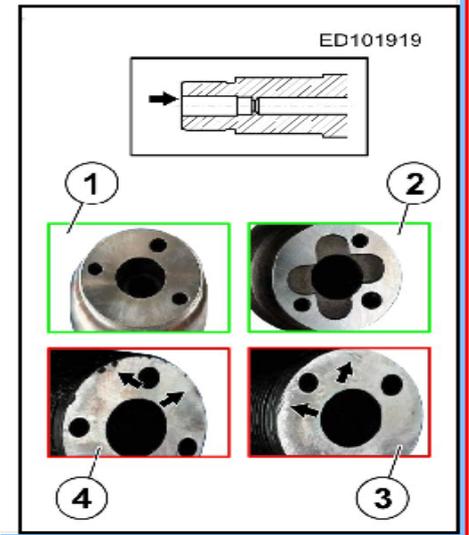
**Cuerpo del inyector:**

**Superficie de apoyo de inyector:**

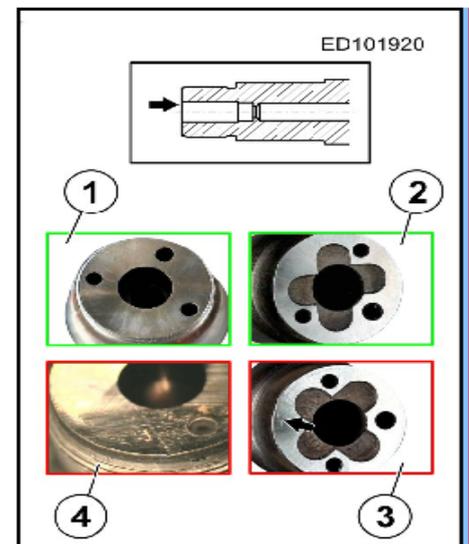
La superficie de apoyo del inyector une herméticamente el cuerpo del inyector y el inyector. No deben presentar daños.

Examinar el taladro en el cuerpo del inyector con una lupa respecto a daño y corrosión.

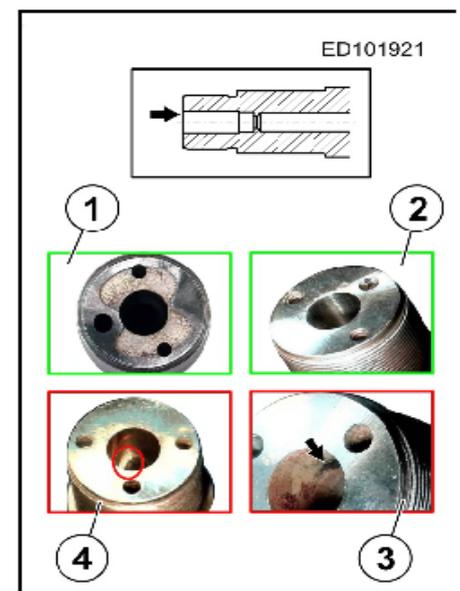
- 1 = No hay daño (el componente está en orden).
- 2 = No hay daño (el componente está en orden).
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



- 1 = No hay daño (el componente está en orden).
- 2 = No hay daño (el componente está en orden).
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.

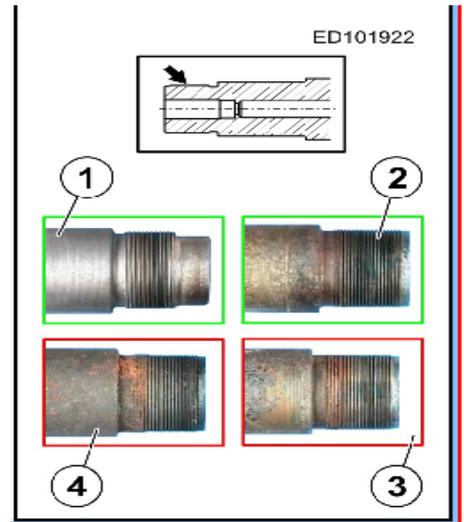


- 1 = No hay daño (el componente está en orden).
- 2 = Taladro intacto (el componente está en perfecto estado).
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



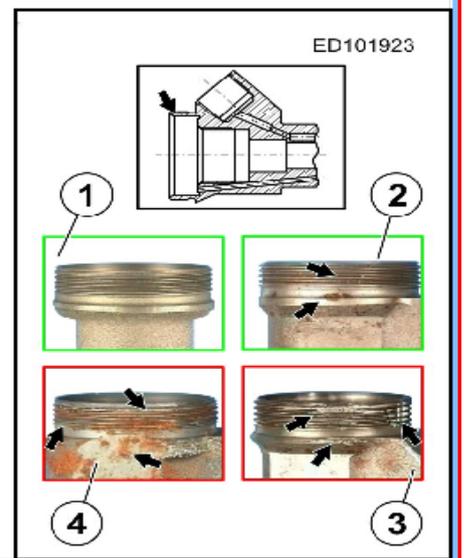
**Rosca de la tuerca tensora de inyector:**  
 Examinar la rosca de la tuerca tensora del inyector respecto a suciedad, coquización, corrosión y daños mecánicos.  
 Los daños o la suciedad dificultan el correcto atornillamiento y, por consiguiente, provocan inestabilidad.

- 1 = No hay daño (el componente está en orden).
- 2 = No hay daño (el componente está en orden).
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



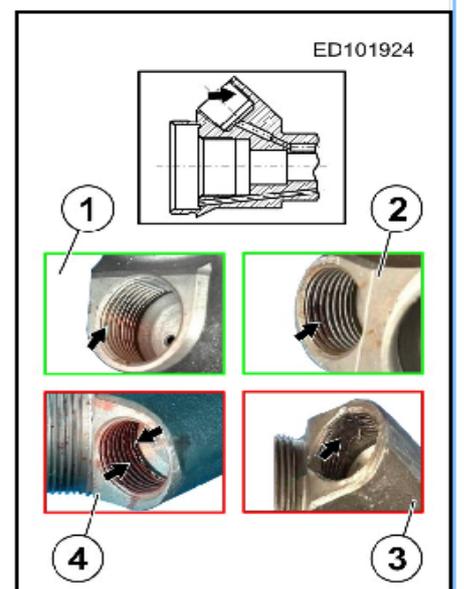
**Rosca de la tuerca tensora magnética:**  
 Inspeccionar la rosca de la tuerca tensora de imán con respecto a suciedad, coquización, corrosión y daños mecánicos.  
 Los daños y la suciedad producen modificaciones en el entrehierro final (RLS).

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



**Cuerpo del inyector (zona del racor de tubo de presión).**  
 La rosca del tubo corto de inyección no debe presentar ningún daño ni restos de suciedad.

- 1 = No hay daño (el componente está en orden).
- 2 = No hay daño (el componente está en orden).
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.

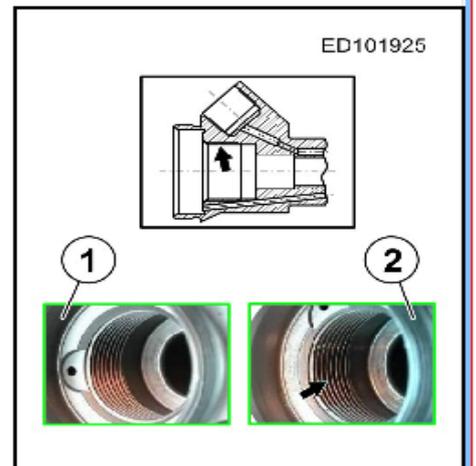


Cuerpo del inyector (rosca de tornillo tensor de válvula):

Para evitar un atornillamiento defectuoso, la rosca del tornillo tensor de válvula no debe presentar daños.

Un atornillamiento defectuoso puede provocar que se suelte la válvula durante el servicio y, por consiguiente, puede anular la separación entre alta y baja presión.

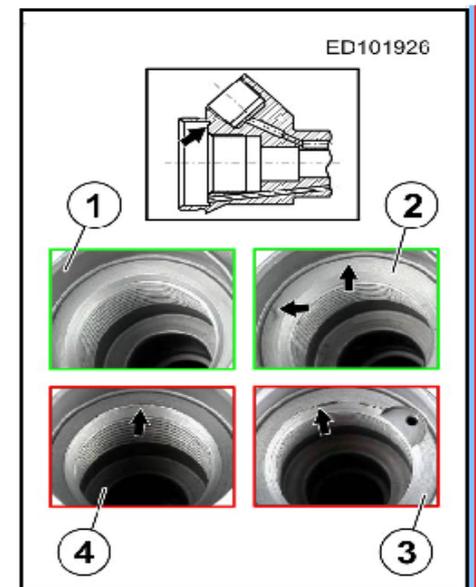
- 1 = No hay daño (el componente está en orden).
- 2 = No hay daño (el componente está en orden).



Cuerpo del inyector (superficie de apoyo de la junta de racores de tubo de presión RLS):

No se admiten daños en el soporte, ya que pueden modificar indefinidamente el entrehierro final (RLS).

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.

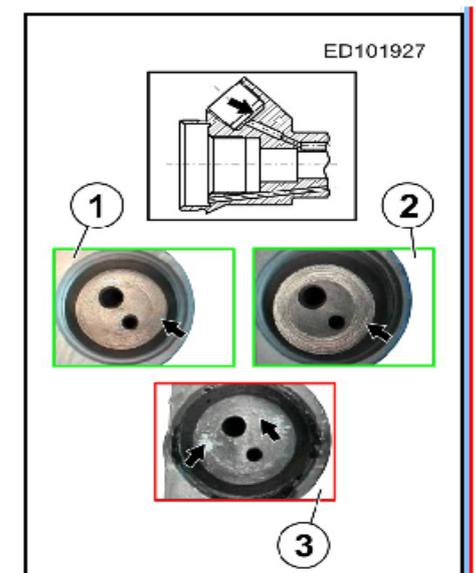


Cuerpo del inyector (superficie de apoyo de la junta de racores de tubo de presión):

Los daños en el apoyo pueden provocar inestabilidad. La arandela de junta solo puede presentar mellas de impresión hasta cierto grado.

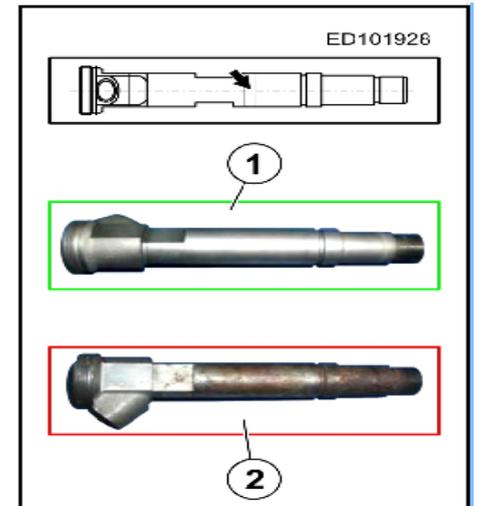
No deben quedar rebabas.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.



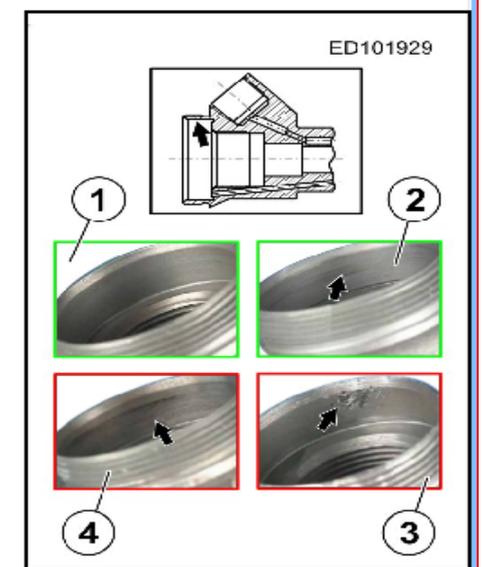
**Cuerpo del inyector (lado exterior):**  
 No deben presentarse grandes daños, tales como rasguños graves u oxidación.  
 No deben existir daños que dificulten el montaje del componente <Inyector Common Rail> ni la función de inyección.

- 1 = No hay daño (el componente está en orden).
- 2 = Pequeña carga de alternador.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



**Cuerpo del inyector (superficie hermetizante del anillo toroidal del componente <Conjunto electromagnético>):**  
 Inspeccionar escrupulosamente la superficie sobre la que descansa el anillo toroidal y eliminar restos de goma. Los daños e impurezas pueden producir fugas.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.

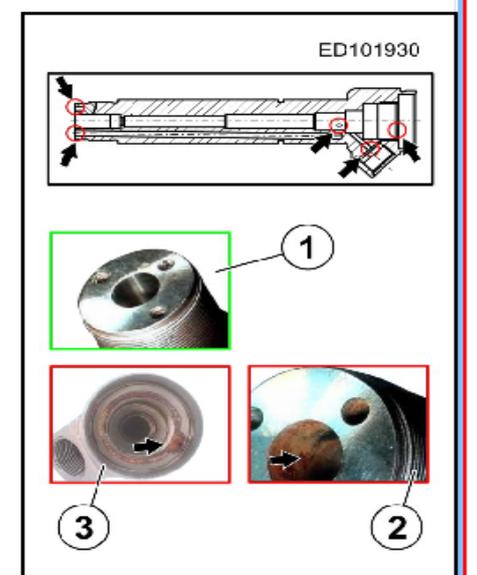


**Cuerpo del inyector (taladros):**  
 Puede aparecer oxidación en los taladros a causa del transporte o tras el tiempo de almacenamiento transcurrido entre el desmontaje y la reparación de los componentes.

Si los puntos a valorar presentan corrosión, sustituir el cuerpo del inyector.

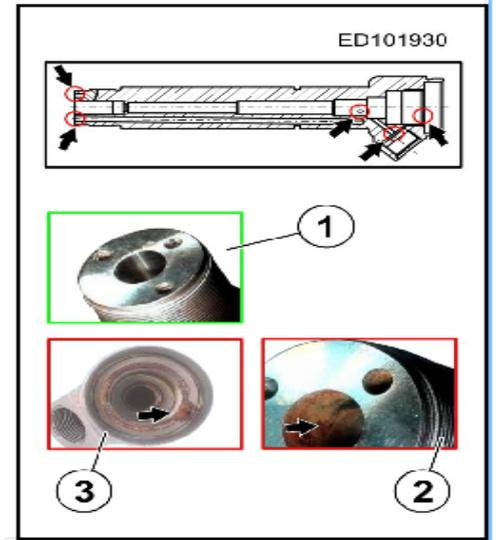
Comprobar los siguientes puntos marcados con flechas:

- \* Taladro de alta presión (entrada del inyector).
- \* Taladro central (de arriba y abajo).
- \* Redondeo del taladro de alimentación de alta presión.
- \* Taladro de alimentación de alta presión en la zona del racor de tubo de presión.
- \* Orificio de retorno.



\* Taladro del pasador cilíndrico.

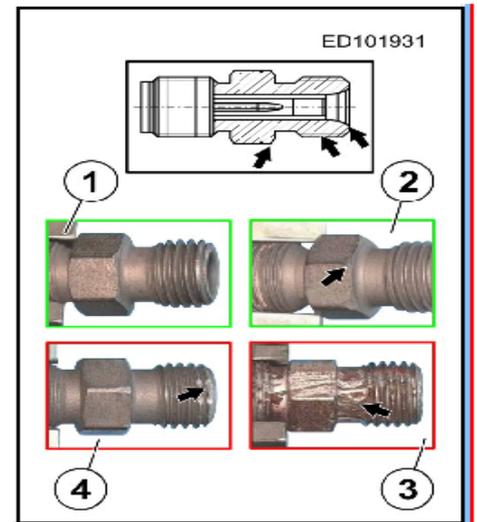
- 1 = No hay daño (el componente está en orden).
- 2 = Taladro corroído (el componente no está en buen estado).
- 3 = Taladro corroído (el componente no está en buen estado).



Tubo corto de inyección:

Los daños en la rosca y en la superficie de presión pueden perjudicar la estanqueidad del motor.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



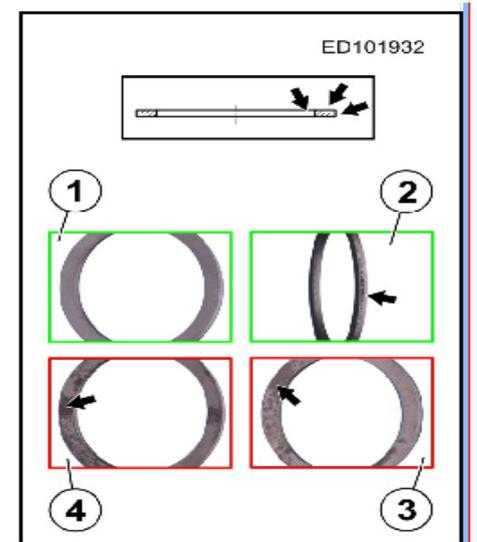
Piezas pequeñas:

Arandela de ajuste para entrehierro final (RLS):

Si la superficie de la arandela está dañada, puede modificar el entrehierro final.

Un daño en la arandela puede provocar la colocación incorrecta del componente, produciendo el aumento del desgaste.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.

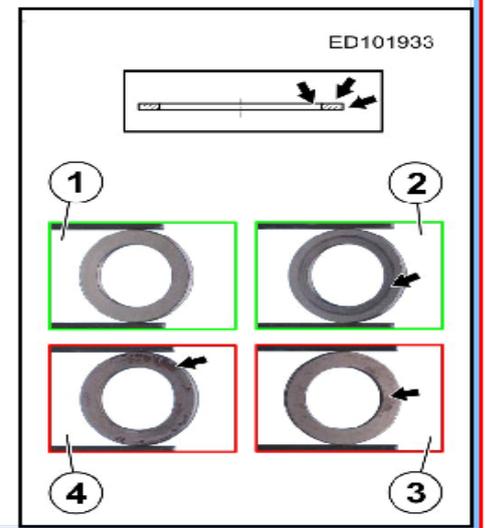


Arandela de ajuste para carrera del inducido AH:

La superficie de la arandela perjudica la carrera de inducido (AH).

Un daño en la arandela puede provocar la colocación incorrecta del componente, produciendo el aumento del desgaste.

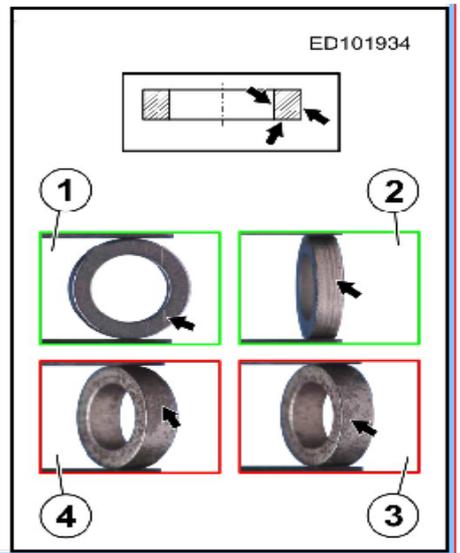
- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



Arandela de ajuste para fuerza elástica del inyector DFK:

Un daño en la arandela puede provocar la colocación incorrecta del componente, produciendo el aumento del desgaste.

- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.

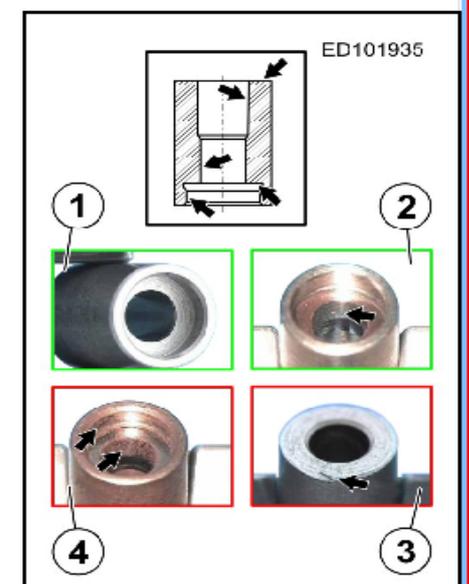


Manguito de guía:

El manguito de guía conduce el émbolo de válvula. Los daños pueden dificultar el movimiento del émbolo de válvula.

El componente <Inyector Common Rail> puede inyectar de forma irregular.

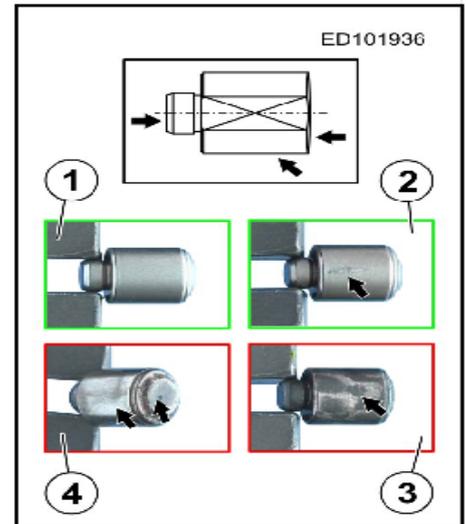
- 1 = Leves daños, el componente está en orden.
- 2 = Leves daños, el componente está en orden.
- 3 = Graves daños, el componente no está en orden.
- 4 = Graves daños, el componente no está en orden.



**Pieza de presión:**

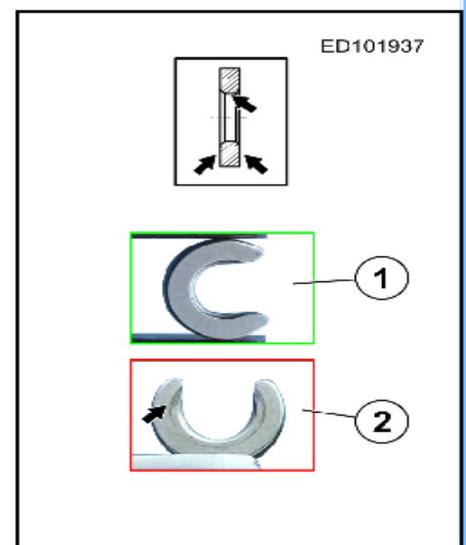
En caso de daños, la fuerza solo se transmitirá de forma irregular al émbolo del ventilador, lo cual producirá mayor desgaste.

- 1 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 2 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 3 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.
- 4 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



**Arandela de ajuste para sobrecarrera (UEH):**  
La superficie del perno de inducido puede tocar irregularmente la arandela de seguridad. Esto puede modificar el entrehierro final (RLS) y la sobrecarrera (UEH).

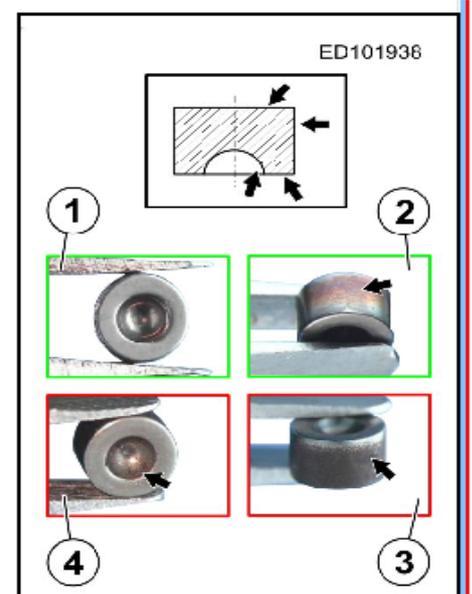
- 1 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 2 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



**Guía de bolas:**

No se admiten daños en la superficie de apoyo del perno de inducido ni de la bola.

- 1 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 2 = Leve desgaste, el componente está en orden.
- 3 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.
- 4 = Fuerte desgaste, el componente no está en orden.



### 4.3.ANEXO 6 Normativa ISO 8573-1: 2010

**ISO** International Organization for Standardization  
Great things happen when the world agrees

Standards | All about ISO | Taking part | **Store**

Standards catalogue | Publications and products

Home > Store > Standards catalogue > Browse by ICS > 71 > 71.100 > 71.100.20 > ISO 8573-1:2010

## ISO 8573-1:2010 [Preview](#)

Compressed air -- Part 1: Contaminants and purity classes

This standard was last reviewed and confirmed in 2017. Therefore this version remains current.

ISO 8573-1:2010 specifies purity classes of compressed air with respect to particles, water and oil independent of the location in the compressed air system at which the air is specified or measured.

ISO 8573-1:2010 provides general information about contaminants in compressed-air systems as well as links to the other parts of ISO 8573, either for the measurement of compressed air purity or the specification of compressed-air purity requirements.

In addition to the above-mentioned contaminants of particles, water and oil, ISO 8573-1:2010 also identifies gaseous and microbiological contaminants.

Guidance is given in Annex A on the application of ISO 8573-1:2010.

#### General information

<b>Current status</b> : Published	<b>Publication date</b> : 2010-04
<b>Edition</b> : 3	<b>Number of pages</b> : 9
<b>Technical Committee</b> : ISO/TC 118/SC 4 Compressed air treatment technology	
<b>ICS</b> : 71.100.20 Gases for industrial application	

#### Buy this standard

Format	Language
<input checked="" type="checkbox"/> PDF	English ▼
<input type="checkbox"/> Paper	English ▼

CHF 58 [Buy](#)

Got a question?  
Check out our [FAQs](#)

---

Customer care  
+41 22 749 08 88  
[customerservice@iso.org](mailto:customerservice@iso.org)

Opening hours:  
Monday to Friday - 09:00-12:00, 14:00-17:00 (UTC+1)

## 4.4.ANEXO 7 Normativa ISO 4113: 2010

**ISO** International Organization for Standardization  
Great things happen when the world agrees

Standards | All about ISO | Taking part | **Store**

Standards catalogue | Publications and products

Store > Standards catalogue > Browse by ICS > 43 > 43.180 > ISO 4113:2010

### ISO 4113:2010 [Preview](#)

Road vehicles -- Calibration fluids for diesel injection equipment

**This standard was last reviewed and confirmed in 2015. Therefore this version remains current.**

ISO 4113:2010 specifies the requirements for calibration fluids, i.e. a basic fluid and a closer value (CV) fluid, intended for testing and calibrating diesel fuel injection equipment in production, in service and in laboratories. The CV calibration fluid requires a closer tolerance range for kinematic viscosity and density, and can be specified to enhance the accuracy of the calibration setting.

ISO 4113:2010 also allows the specification of an anti-wear (AW) requirement in order to aid the running-in of diesel fuel injection equipment.

Buy this standard

Format	Language
<input checked="" type="checkbox"/> PDF	English
<input type="checkbox"/> Paper	English

CHF 38 [Buy](#)

Got a question?  
Check out our [FAQs](#)

Customer care  
+41 22 749 08 88  
[customerservice@iso.org](mailto:customerservice@iso.org)

Opening hours:  
Monday to Friday - 09:00-12:00, 14:00-17:00 (UTC+1)

**General information**

Current status : Published	Publication date : 2010-06
Edition : 3	Number of pages : 4
Technical Committee : ISO/TC 22/SC 34 Propulsion, powertrain and powertrain fluids	
ICS : 43.180 Diagnostic, maintenance and test equipment	

**Life cycle**  
A standard is reviewed every 5 years

00 10 20 30 40 50 60 **90.93 Review** 95

**Revisions / Corrigenda**

Previously @ ISO 4113:1988	>	Now confirmed @ ISO 4113:2010
-------------------------------	---	----------------------------------

**4.5. ANEXO 8 ordenanza metropolitana que incorpora el capítulo V, del libro segundo del código municipal, relacionado con el manejo ambientalmente adecuado de aceites usados.**



ORDENANZA METROPOLITANA' 067

**EL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO**

Visto el informe No. IC-2002-206 de 1º de julio de 2002 de la Comisión de Medio Ambiente, Riesgos Naturales e Higiene.

**CONSIDERANDO:**

Que, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito tiene como misión proporcionar el mejoramiento continuo de la calidad de vida de la comunidad.

Que, es deber del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito velar por el manejo adecuado de los recursos naturales evitando su deterioro, contaminación y destrucción;

Que, la prevención y control de la contaminación de los cuerpos receptores de agua y del uso del suelo requieren regulaciones específicas; y,

En ejercicio de la facultad privativa que para la prevención y control de la contaminación ambiental le confieren el numeral 3 del artículo 2 y el numeral 2 del artículo 8 de la Ley Orgánica de Régimen para el Distrito Metropolitano de Quito.

**EXPIDE:**

**LA ORDENANZA METROPOLITANA QUE INCORPORA EL CAPÍTULO V, AL TÍTULO V, DEL LIBRO SEGUNDO DEL CÓDIGO MUNICIPAL, RELACIONADO CON EL MANEJO AMBIENTALMENTE ADECUADO DE ACEITES USADOS.**

Art. 1.- Incorpórase al Título V, del Libro Segundo del Código Municipal, el Capítulo V, del Manejo Ambientalmente Adecuado de Aceites Usados, con el siguiente texto:

R.O. 637-905/02



**"CAPÍTULO V**

**DEL MANEJO AMBIENTALMENTE ADECUADO DE ACEITES USADOS**

**Art. II.383.a.- ÁMBITO.-** El ámbito de aplicación de este Capítulo, comprende a las personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o de economía mixta, que importen, fabriquen, comercialicen aceites lubricantes minerales o sintéticos y grasas industriales; generen, almacenen, transporten, usen o intervengan en cualquiera de las etapas de manejo de aceites usados con base mineral o sintética y/o grasas lubricantes usadas, provenientes del mantenimiento de todo tipo de maquinaria sea ésta liviana o pesada y vehículos automotores, así como los desechos adicionales que se generen en el Distrito Metropolitano de Quito.

**Art. II.383.b.- OBLIGACIONES.-**

**a.-** Las personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o de economía mixta que importen, distribuyan al por mayor, o que fabriquen aceites minerales o sintéticos o grasas lubricantes y solventes hidrocarburoados, están obligados a informar, orientar, apoyar y capacitar a los usuarios intermedios o finales sobre las disposiciones relacionadas con las tareas de recolección y almacenamiento temporal de estos materiales previo a su tratamiento y/o disposición final, para lo cual deberán elaborar un Programa de Apoyo y Capacitación y entregarlo en la Unidad Administrativa encargada de Medio Ambiente, el mes de noviembre de cada año y aplicarlo desde enero a diciembre del año siguiente.

**b.-** Las personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o de economía mixta, que realicen mantenimiento de todo tipo de maquinaria sean estas livianas o pesadas y vehículos automotores deberán cumplir las normas de este Capítulo.

**ORDENANZA METROPOLITANA**

c.- Las personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o de economía mixta que se dediquen a almacenar aceites usados, grasas lubricantes usadas y/o solventes hidrocarburos contaminados, deberán cumplir las normas de este Capítulo.

d.- Las personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o de economía mixta que transporten aceites usados, grasas lubricantes usadas y/o solventes hidrocarburos saturados, deberán cumplir las normas de este Capítulo y las establecidas por la Unidad Administrativa encargada del Medio Ambiente.

**Art. IL383. c.- PROCEDIMIENTO.-****1.- Del Generador:**

a.- Las personas naturales o jurídicas detalladas en el artículo IL383.a deberán, dentro de un plazo no mayor a noventa (90) días calendario, contados a partir de la vigencia de la presente normativa, disponer en cada uno de sus establecimientos, tanques de almacenamiento recipientes debidamente protegidos de la lluvia, identificados y señalizados en los cuales se recolectará por separado y previo a un proceso de filtrado primario, aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas y solventes hidrocarburos contaminados, de modo que queden libres de fibras textiles empleadas en los trabajos de limpieza, residuos sólidos como filtros usados, empaques, cauchos, pernos, materiales metálicos, materiales de madera y otros.

b.- El Municipio, sus delegados o concesionarios, serán los encargados de recolectar el contenido de los recipientes de acuerdo a la frecuencia establecida por la Unidad Administrativa a cargo del área de Medio Ambiente.

c.- Las personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o de economía mixta sujetas al cumplimiento del presente Capítulo y que generen aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburos



## ORDENANZA METROPOLITANA

contaminados deberán llevar un registro con referencia al: tipo de residuo, cantidad, frecuencia y tipo de almacenamiento provisional; esta información deberá ser entregada a la Unidad encargada del Medio Ambiente, de acuerdo al procedimiento que esta Unidad establezca.

### 2.- Del Almacenamiento:

El área en la cual se localicen los recipientes de almacenamiento, deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- a.- Contar con techo;
- b.- Tener facilidad de acceso y maniobras de carga y descarga;
- c.- El piso debe ser impermeabilizado para evitar infiltraciones en el suelo;
- d.- No debe existir ninguna conexión al sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua;
- e.- Deberá disponer de un canal o dique perimetral capaz de contener un volumen igual o superior al volumen del mayor recipiente de almacenamiento de aceites usados, grasas lubricantes usadas y/o solventes hidrocarburoados saturados ubicado en esa área; y,
- f.- Contar con las medidas necesarias y suficientes para el control de incendios, de acuerdo a las regulaciones establecidas por el Cuerpo de Bomberos.
- g.- Identificar los tanques, para la recolección utilizando cintas fijas o placas permanentes con denominaciones como: "ACEITE USADO", "SÓLIDOS", "LÍQUIDOS", "ACEITE FILTRADO", ETC.



## ORDENANZA METROPOLITANA

### 3.- Del Transporte:

a.- Si el Municipio delegare o concesionare el servicio de transporte de aceites usados, grasas lubricantes usadas y/o solventes hidrocarburoados saturados las personas naturales o jurídicas que cumplan esta labor deberán estar sujetos a las disposiciones sobre la transportación de los residuos materia de la presente regulación, establecidas por la Unidad Administrativa a Cargo de Medio Ambiente.

b.- Si el Municipio delegare o concesionare el servicio de transporte de aceites usados, grasas lubricantes usadas y/o solventes hidrocarburoados saturados hacia y desde el centro de acopio, las personas naturales o jurídicas dedicadas a esta labor deberán disponer de un registro de los residuos transportados de acuerdo a la guía de transporte elaborada por la Unidad Administrativa a Cargo de Medio Ambiente.

### 4.- Del destino:

El destino final de los aceites lubricantes usados, grasas lubricantes saturadas o solventes hidrocarburoados contaminados será definido por el Municipio a través de la Unidad Administrativa a cargo del Medio Ambiente, decisión que la tomará considerando la menor generación de impacto ambiental.

**Art. II.383.d.- Prohibiciones.-** Debido a la característica tóxica y peligrosa de los aceites usados, grasas lubricantes usadas y solventes hidrocarburoados contaminados, se prohíbe:

- a.- Descargarlos al sistema de alcantarillado o a un curso de agua;
- b.- Infiltrados en el suelo;
- c.- Usarlos en actividades agropecuarias;
- d.- Utilizar aceites lubricantes usados como recubrimiento para la protección de la madera;



**ORDENANZA METROPOLITANA**

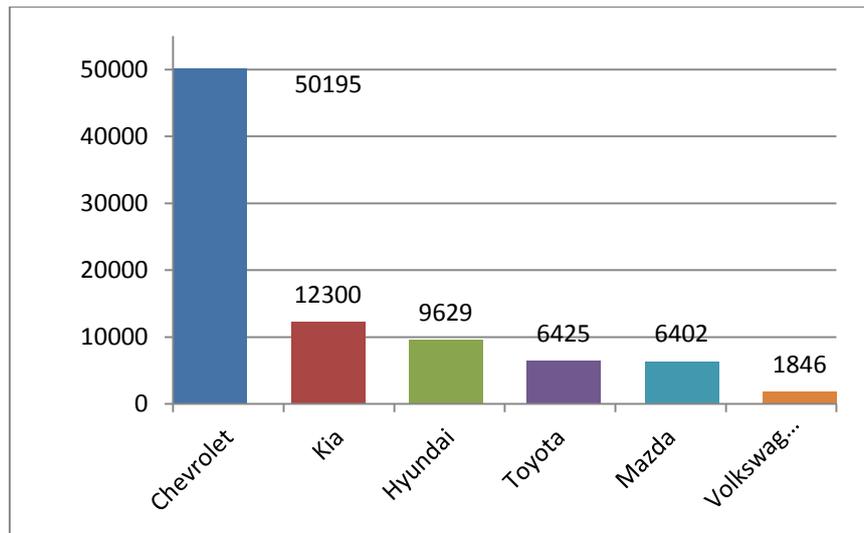
- e.- Emplearlos en actividades de desmoldamiento de bloque y ladrillos.
- f.- Quemarlos en mezclas con diesel o búnker en fuentes fijas de combustión que no alcancen la temperatura de combustión suficiente (mayor a 1200 °C) para su adecuada destrucción;
- g.- Diluirlos utilizando fuentes de agua potable, de lluvia o de aguas subterráneas;
- h.- Mezclarlos con aceites térmicos y/o dieléctricos u otros identificados como residuos altamente tóxicos y peligrosos.
- i.- Entregar los aceites usados, grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburados contaminados a personas no autorizadas por la Unidad Administrativa encargada de Medio Ambiente;
- j.- Comercializar clandestinamente aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas y/o solventes hidrocarburados saturados;
- k.- Realizar actividades en las aceras o en la vía pública, en las cuales se generen aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburados contaminados;
- l.- Y cualquier otro uso que atente contra la salud de la población o la calidad ambiental.

**Art. 11.383.e.- FACULTAD PARA DELEGAR O CONCESIONAR.-** El Municipio podrá delegar total o parcialmente cualquiera de las fases del proceso de manejo de aceites usados, grasas lubricantes usadas y/o solventes hidrocarburados, para el efecto toda persona natural o jurídica autorizada por el Municipio y que maneje o manipule aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas, así como solventes hidrocarburados contaminados, deberá:

- a.- Acatar las disposiciones de la Ordenanza Metropolitana para la prevención y control de la contaminación producida por

## 5. ANALISIS Y DISCUSIÓN

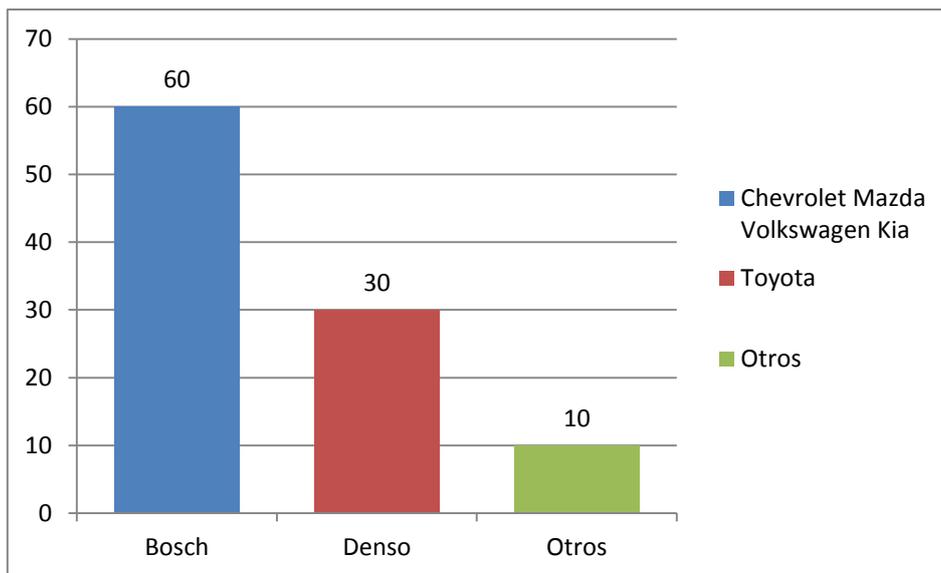
Finalizado el estudio se obtuvieron los resultados comparativos mostrados en la figura 1 de las marcas de vehículos más comercializados en el Ecuador



**Figura 8:** Marcas de vehículos más vendidas en el Ecuador

Fuente: [9]

Los inyectores CRDI más usados en Ecuador son Bosch y Denso que se encuentran en marcas de vehículos como Chevrolet, Mazda, Kia, Volkswagen (Bosch) y Toyota (Denso).



**Figura 9:** Comparativa Inyectores Denso-Bosch  
**Fuente:** Autores

En la figura 9 se determinó que en los diversos modelos de vehículos que poseen el sistema CRDI de Bosch están entre los más comercializados.

**Tabla 1:** Comparativa inyectores solenoide vs piezoeléctricos a nivel del mar

Tipos de inyectores CRDI a 0 mts sobre nivel del mar	
Inyectores con solenoide	Inyectores piezoeléctricos
Caudal estándar	Caudal estándar
Caudal de 1 milímetro cubico ( carga inicial)	Caudal de 1 milímetro cubico ( carga inicial)
Caudal de 50 milímetros cúbicos ( plena carga)	Caudal de 50 milímetros cúbicos ( plena carga)

**Fuente:** Bryan Viláñez – Joaquín Sacancela

En la tabla 6 se observa el caudal de los inyectores con solenoide vs los inyectores piezoeléctricos a 0 mts sobre el nivel del mar, en carga inicial ambos poseen el mismo caudal de 1 mm<sup>3</sup> y en plena carga va a 50 mm<sup>3</sup>.

**Tabla 2:** comparativa inyectores solenoide vs piezoeléctricos 2800 mts  
**Tipos de inyectores CRDI a 2800 a nivel del mar**

Inyectores con solenoide	Inyectores piezoeléctricos
Reducción de caudal	Reducción de caudal

Caudal de 35  
milímetros cúbicos  
( plena carga)

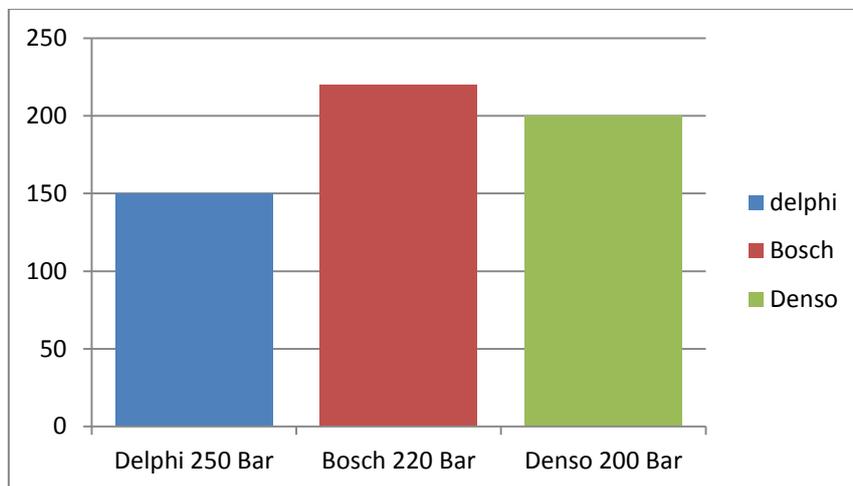
Caudal de 35  
milímetros cúbicos  
( plena carga)

**Fuente:** Bryan Viláñez – Joaquín Sacancela

Estos resultados se dan por que la computadora mediante los sensores incorporados en todo el vehículo censa las condiciones a las que el motor es sometido como las atmosféricas y de acuerdo a esos datos obtenidos se determina el caudal necesario para el funcionamiento del motor.

A medida que aumenta la altitud, desciende la presión atmosférica. Por este motivo también disminuye el llenado del cilindro con aire para la combustión. Si se inyectara el mismo caudal que con la presión atmosférica alta, se producirá una expulsión de humo excesiva a causa de la carencia de aire.

El sensor de presión del entorno en la ECU registra la presión atmosférica. Con ello es posible reducir el caudal de inyección cuando se está a mayor altitud. La presión atmosférica ejerce también influencia en la regulación de presión de sobrealimentación y la limitación del par motor.



**Figura 10:** Presiones de apertura de inyectores de distintas marcas

**Fuente:** inyectores en el Ecuador [5]

Para que un inyector funcione necesita de una presión de apertura que viene desde una bomba sea cual fuere el sistema CRDI correspondiente. DELPHI requiere de una presión de 250 bares, BOSCH se abre con 220 bares y DENSO recibe 200 bares para empezar a funcionar.

## **MANTENIMIENTO**

### **PREVENTIVO**

En los vehículos que poseen el sistema Common rail se estima que el 14% de las averías o fallas tienen que ver con el sistema de inyección del motor, pero el 6% está

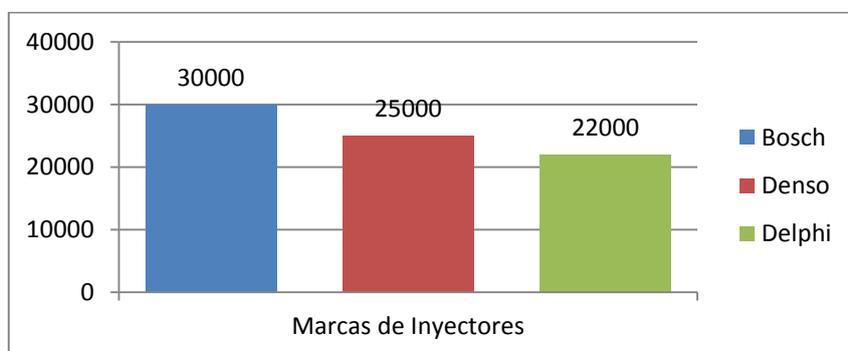
directamente relacionado con el fallo de los inyectores, un porcentaje afortunadamente bajo ya que es una de las reparaciones más costosas del sistema CRDI.

**Tabla 3:** Porcentaje fallas sistema de inyección CRDI  
**Distribución del 14% de fallas dentro del sistema de inyección.**

ELEMENTOS	Porcentaje %
Inyectores	6%
Bomba de combustible	3%
Trampa de agua	2%
Filtro de combustible	2%
Cañerías	1%

**Fuente:** Bryan Viláñez – Joaquín Sacancela

Es necesario realizar un mantenimiento preventivo de acuerdo al fabricante por kilometraje el mismo que variara dependiendo de cada marca.



**Figura 10:** Mantenimiento preventivo por marcas.

**Fuente:** Autores

Mediante entrevistas a diferentes talleres automotrices especializados en diésel se concluye que la comprobación de los inyectores se debe realizar preventivamente 1 vez al año o cada 20000 km para observar el índice de desgaste del inyector, ya sea sometidos a las pruebas del banco de pruebas o al equipo EPS 205 de Bosch.

### CORRECTIVO

Cuando el inyector necesita ser reparado (desarmado) existen varios síntomas en el funcionamiento del motor que nos avisan, como pérdida de potencia, sobrecalentamiento, mayor consumo de combustible, mayor cantidad de emisiones (humo negro).

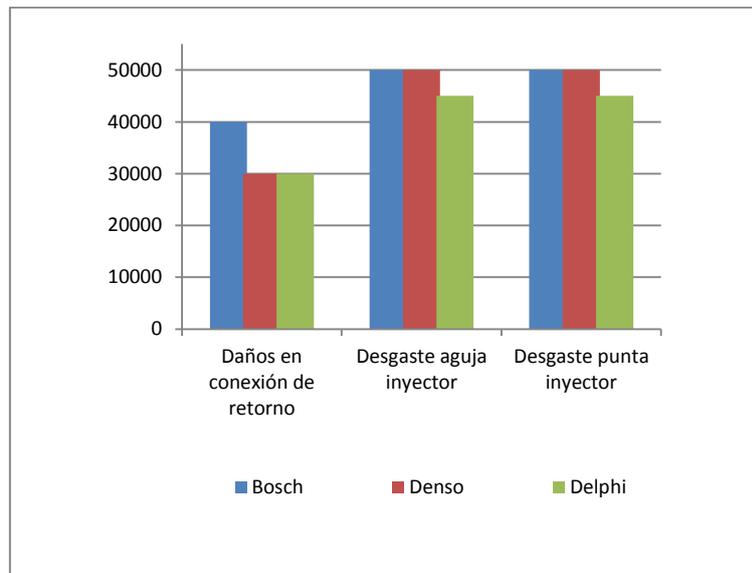
**Tabla 4:** Averías en inyectores CRDI

AVERIAS EN INYECTORES CRDI	
PROBLEMA	CAUSA
Aumento de emisiones (humo negro)	Fugas de diésel en el inyector, goteo
Ralentí irregular	Inyectores sucios, filtros sucios, compresión dispareja en los cilindros

Difícil arranque	Desgaste de agujas del inyector, inyector se inunda por fugas,
Consumo excesivo de combustible	Fugas en el inyector, desgaste de partes internas del inyector
Falla en altas velocidades	Desgaste y obstrucción del inyector
Perdida de potencia	Desgaste y obstrucción del inyector
Daños por agua y calidad de diésel	Mayor consumo de combustible, bajo desarrollo del motor

**Fuente:** Bryan Viláñez – Joaquín Sacancela

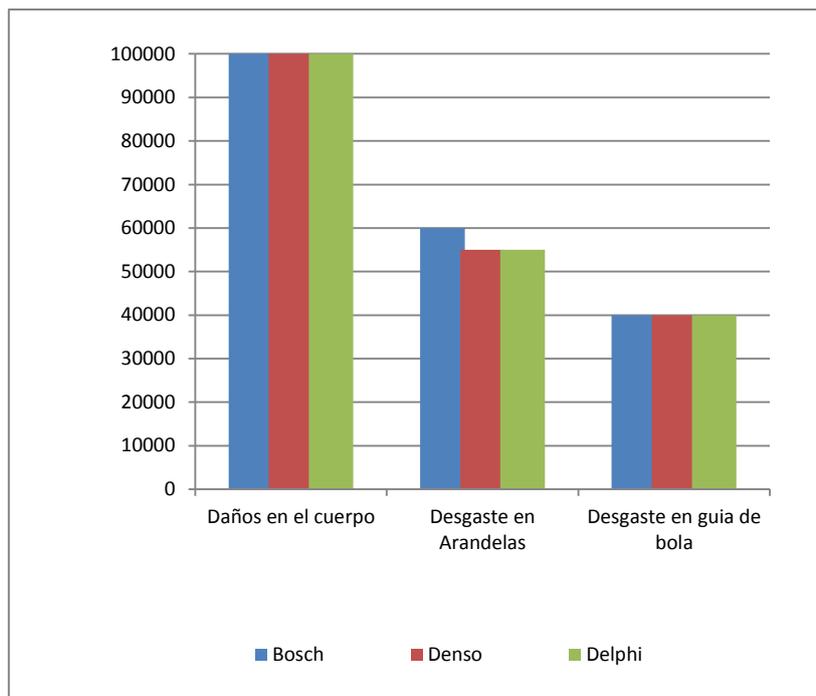
Estos síntomas de fallo del motor por causa de desgaste de inyectores se presentan de la misma manera en las diferentes marcas de inyectores, dependiendo del kilometraje del vehículo.



**Figura 11:** Desgastes más comunes en inyectores por marca.

**Fuente:** Autores

Estos daños especialmente en la aguja del inyector son generados por desgaste con relación al tiempo, uso. El desgaste que a menor kilometraje se presenta es en la conexión de retorno en comparación con la aguja y la punta de la aguja. Otros de los elementos del inyector en los que se encuentran daños están, en el cuerpo, arandelas y guías de bola, al estar expuestos a rozamiento y altas presiones.



**Figura 12:** Desgastes más comunes en inyectores por marca.

**Fuente:** Autores

En la figura 12 se observa los daños más comunes en los inyectores por kilometraje dependiendo de cada marca, estos no varían significativamente debido a que trabajan dentro de rangos de trabajo parecidos y con combustible de la misma calidad.

## 6. CONCLUSIONES

En los 2 tipos de inyectores existentes que son los convencionales y los piezoeléctricos existe un mantenimiento preventivo, pero en el caso del mantenimiento correctivo los piezoeléctricos no existe tal y se debe reemplazar el inyector por completo ya que son de una sola vida. En inyectores CRDI convencionales no existe como tal una reparación y calibración de sus componentes internos, ya que son con una medida milimétrica y se los debe reemplazar y calibrar el inyector electrónicamente.

Los equipos EPS 205 de Bosch determinarán el funcionamiento de los inyectores preventivamente, lo recomendable es someter los inyectores a las pruebas del EPS 205 cada 20000 km o 1 vez al año como mantenimiento preventivo de los mismos, y cuando sea necesario mantenimiento correctivo, también se los somete al equipo para determinar la falla específica. El mantenimiento correctivo de los inyectores CRDI se hace desarmándolo y diagnosticando mediante la visión de los componentes internos. El índice de daño y desgaste determinarán si pueden ser reparados o cambiados totalmente, ya que las partes interiores de los inyectores al tener un desgaste leve quiere decir que puede seguir funcionando normalmente sin presentar fallas en el motor, pero cuando ya presentan fallas graves es necesario un recambio obligatorio para el correcto funcionamiento del motor.

De acuerdo al estudio de los vehículos con mayor porcentaje de ventas en Ecuador, se determinó que la mayoría de las marcas poseen sistemas con inyectores marca Bosch, su preferencia se debe a que cuenta con un amplio stock de repuestos a nivel nacional e internacional siendo una de las principales proveedores de sistemas CRDI.

## 7. RECOMENDACIONES

Según el estudio realizado se recomienda que la utilización del equipo EPS 205 debe ser por lo menos una vez al año para realizar un mantenimiento preventivo de los inyectores Bosch en vehículos.

Es recomendable utilizar el equipo EPS 205 únicamente en inyectores compatibles que vienen detallados en los manuales de operación.

Realizar el mantenimiento o reparación de los inyectores en talleres autorizados, debido a que en caso de recambio del inyector es necesaria una recalibración de la ECU del vehículo con el nuevo código que se produce en el inyector

## 8. BIBLIOGRAFIA

- [1] «equipoautomotrizjavaz,» [En línea]. Available: [https://equipoautomotrizjavaz.com/datos\\_tecnicos/funcionamiento\\_inyectores\\_diesel.pdf](https://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/funcionamiento_inyectores_diesel.pdf). [Último acceso: 2 05 2017].
- [2] E. Coslada, «Taller de Mecanica,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.tallerdemecanica.com>. [Último acceso: 30 09 2016].
- [3] Bosch, *Manual de operaciones de eps 205*, 2015.
- [4] C. Electronica, «Cise,» 09 2010. [En línea]. Available: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/140-funcionamiento-de-inyectores-piezoelctricos.html>. [Último acceso: 30 09 2016].
- [5] A. Coral de la Cadena, «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECTORES DE VEHICULOS A DIESEL CRDI PARA LA ESCUELA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ,» 2013. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2963/1/65T00090.pdf>. [Último acceso: 03 05 2017].
- [6] cde. [En línea]. Available: <http://www.cde.com.co/web/>. [Último acceso: 02

05 2017].

- [7] O. i. p. l. estandarizacion, «ISO,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/50636.html>. [Último acceso: 05 05 2017].
- [8] O. I. p. l. Estandarizacion, «ISO,» 2010. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/46418.html>. [Último acceso: 2017 05 08].
- [9] AEADE, «Asociacion de Empresas Automotrices del Ecuador,» [En línea]. Available: <http://www.aeade.net/>. [Último acceso: 2017 05 08].
- [10] BOSCH, «Bosch Auto Parts,» [En línea]. Available: [br.bosch-automotive.com](http://br.bosch-automotive.com). [Último acceso: 03 05 2017].