

AJUSTE Y CALIBRACIÓN EN SISTEMAS DE INYECCIÓN DIESEL

Armando Hernández

AJUSTE Y CALIBRACION DE SISTEMAS DE INYECCION DIESEL¹

ARMANDO HENRNÁNDEZ²

16 de septiembre de 2021

¹ https://www.ecci.edu.co/es/Bogota/publicaciones-1035?language_content_entity=es

² Docente de Ingeniería Mecánica de la Universidad ECCI

ISBN 978-958-8817-xxx

<http://dx.doi.org/10.18180/LIBROECCI.ISBN.978-958-8817-xxx>

Edición

Editorial Universidad ECCI

www.ecci.edu.co/es/Bogota/publicaciones

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

2021

Agradecimiento a la Universidad ECCI

Índice general

1. Normas de seguridad	3
2. Principios tecnológicos de los sistemas de inyección diésel	7
2.1. Combustible	7
2.2. Funciones fundamentales	8
2.3. Alimentación de combustible	9
2.4. Circuito de baja presión	10
2.4.1. Depósito de combustible, líneas y ductos	10
2.4.2. Filtración y sedimentación	11
2.4.3. Bomba de cebado manual	13
2.4.4. Bomba de alimentación	14
2.5. Circuito de alta presión	14
2.5.1. Bombas principales	14
2.5.2. Tuberías de impulsión	15
2.6. Inyectores	16
2.7. Circuito de retorno	18
3. Categorización de los sistemas de inyección diésel	19
3.1. Sistemas mecánicos	19
3.1.1. Bomba de inyección rotativa de embolo axial	19
3.1.2. Intervención activa – Bomba de inyección de embolo axial	20
3.2. Bomba de inyección rotativa de embolo radial	23
3.2.1. Bomba de inyección en línea	24
3.3. Gestión electrónica diésel	26
3.3.1. Sensores	26
3.3.2. Bombas inyectora de control electrónico	27
3.3.3. Bomba rotativa con dosificación mediante electroválvula	28
3.3.4. Intervención activa – Bomba de inyección de émbolos radiales	29
3.3.5. Sistema riel común	32
3.3.6. Intervención activa- Bomba de suministro de alta presión	33
3.3.7. Unidades inyectoras	36
3.3.8. Intervención activa- Unidades inyectoras	37

4. Pulverización de combustible	43
4.1. Inyectores mecánicos	43
4.2. Inyectores controlados electrónicamente	51
4.2.1. Intervención activa- Inyectores sistema riel común	51
5. Comprobacion y calibración	61
5.0.1. Banco de comprobación y calibración	61
5.1. Información técnica para la comprobación y calibración	62
5.1.1. Intervención activa- Equipos de comprobación	68
6. Control de emisiones	73
6.1. Legislación y normatividad	73
6.2. Intervención activa – Comprobación opacidad	75
7. SOBREALIMENTACION DE AIRE	77
7.1. Fundamentos de operación	77
7.2. Intervención activa – Reconocimiento de compresores para aumento de eficiencia volumétrica	80
List of Publications	85

Índice de figuras

1.1. Elementos de protección personal. itidamecanicaautomotriz7mos. blog . . .	3
2.1. Demanda de biodiesel en Colombia. (Federacion Colombiana de biocom- bustibles, 2021)	8
2.2. Sistema de alimentación Audi. Audi	9
2.3. Componentes sistema de alimentación. (Perez, 2011)	10
2.4. Depósito de combustible. Truckmagazine	11
2.5. Líneas y ductos sistema de combustible motor Cummins. Autoavance . . .	11
2.6. Filtro sedimentador de combustible. Shopmoderngroup.com	12
2.7. Bomba de cebado manual. Parnerportal.dieseltechnic.com	13
2.8. Funcionamiento bomba de alimentación tipo trocoide. Denso	14
2.9. Conjunto leva, rodillo y embolo. Autorepairsmanual.ws	15
2.10. CTuberías de impulsión. Karla.ee	15
2.11. Unidad inyectora mecánica. Drexel.com	16
2.12. Toberas para inyectores diesel. Sistemas auxiliares del motor	17
2.13. Inyector hidromecánico para cámara de inyeccion directa. Miblogdemeca- nicajoceth	17
2.14. Comprobación retorno de combustible. Autoavance	18
3.1. Bomba de inyeccion de embolo axial. Nadascientific.com	20
3.2. Componentes bomba rotativa de embolo axial. Bosch	21
3.3. Bomba de inyeccion de émbolos radiales. Nadascientific.com	23
3.4. Componentes bomba de inyeccion de émbolos radiales. (San- chez, 2009)	24
3.5. CompoComponentes bomba de inyeccion lineal. Del autor	24
3.6. CompoComponentes bomba de inyeccion lineal. Del autor	27
3.7. Bomba de inyeccion VE-EDC. Hyundai	28
3.8. Bomba rotativa con dosificación por electroválvula. Bosch	28
3.9. Bomba rotativa con dosificación por electroválvula. Bosch	33
3.10. Bomba de suministro de alta presion de émbolos opuestos. Robiel	34
3.11. Bomba de suministro de alta presion de émbolos radiales. Robiel	35
3.12. Bomba de suministro de alta presion de un embolo.Injectionspumpos.co.uk	36

3.13. Sistema de combustible unit Pump System UPS. Autorepairs-manual.ws	37
3.14. Unidad inyectora UIS. Robiel	38
3.15. Unidad inyectora HEUI. Robiel	39
3.16. Unidad UPS. Robiel	40
4.1. Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor	44
4.2. Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor	45
4.3. Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor	46
4.4. Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor	47
4.5. Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor	48
4.6. Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor	49
4.7. Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor	50
4.8. Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor	51
4.9. Despiece inyector CRI Bosch. Robiel	52
4.10. Despiece inyector CRI Bosch. Robiel	54
4.11. Despiece inyector Continental VDO. Robiel	55
4.12. Despiece inyector Continental VDO. Robiel	56
4.13. Despiece inyector Continental VDO. Robiel	58
4.14. Resultados comprobación inyector CRDi. Del autor	59
4.15. Probetas para medicion retorno CRDi. Dieselpozarica	59
5.1. Equipo de calibración EPS 807. Universidad ECCI	61
5.2. Prueba de fugas. blogs eltiempo.com	62
5.3. Prueba de fugas. blogs eltiempo.com	63
5.4. Prueba de fugas. blogs eltiempo.com	64
5.5. Prueba de fugas. blogs eltiempo.com	65
5.6. Prueba de fugas. blogs eltiempo.com	66
5.7. Prueba de fugas. blogs eltiempo.com	67
5.8. Prueba de fugas. blogs eltiempo.com	70
5.9. Prueba de fugas. blogs eltiempo.com	71
6.1. inisterio de medio ambiente y desarrollo sostenible. Conflictos ambientales.net	74
6.2. Límites máximos de opacidad permisibles para vehiculos accionados con biodiesel en aceleracion libre. (Alcaldia mayor de Bogota. Secretaria de medio ambiente)	74
6.3. Opacímetro. Sprintdata.co	75
7.1. Compresor de circulacion tipo roots. Taller actual	78
7.2. Compresor centrifugo tipo Turbo. Turbochargerpros	79
7.3. Compresor centrifugo tipo Turbo. Turbochargerpros	80
7.4. Motor DD 6V71. Woodlineparts	81
7.5. Motor DD 6V71. Woodlineparts	82

Introducción

*Armando Alfredo Hernández Martín
Docente Universitario
Universidad ECCI
2021*

La universidad ECCI, nuestra universidad, realiza esfuerzos integrales para la construcción del recurso humano, como un ser completo que plasme en su diario vivir el humanismo, la ciencia y la tecnología al servicio de la sociedad. Así las cosas, la mejora continua es visible en sus laboratorios y talleres, que son el centro de la experiencia práctica, esta es el caso de la tecnología en Mecánica Automotriz y su curso Ajuste y Calibración de sistemas de inyección diesel.

Esta guía de laboratorio a cursado una evolución, bien impulsada por la actualización tecnológica del Laboratorio Diesel y con orgullo académico, el único en Colombia con tal envergadura. Me lleva este ímpetu de nuestra institución a presentar una serie de prácticas acorde a la tecnología presente.

Y como contribución a la formación se lleva al estudiante a través de un viaje desde los sistemas diesel de inyección mecánicos, los sistemas diesel controlados electrónicamente, la sobrealimentación de aire y la comprobación de la opacidad como veredicto final al proceso dado en un centro de calibración y comprobación

Capítulo 1

Normas de seguridad

Tener en cuenta el Manual de Convivencia, capítulo X artículo 62. El reglamento sobre las disposiciones legales vigentes para la Universidad ECCI sobre seguridad y salud en el trabajo.



Figura 1.1: Elementos de protección personal. itidamecanicaautomotriz7mos. blog

- Protección respiratoria
- Guantes industriales
- Protección auditiva
- Calzado de seguridad

- Protección visual
- Casco

Tener en cuenta el Manual de Convivencia, capítulo X artículo 62. El reglamento sobre las disposiciones legales vigentes para la Universidad ECCI sobre seguridad y salud en el trabajo.

- Protección respiratoria
- Guantes industriales
- Protección auditiva
- Calzado de seguridad
- Protección corporativa
- Protección visual
- Casco

Todas las personas que se encuentren al interior de los talleres deben cumplir de manera obligatoria las normas de seguridad, de acuerdo a las establecidas por la Ley 9/1979, Decreto 1295/1994, Resolución 2400/1979, Resolución 1016/1986, las siguientes normas de seguridad.

- 1. El ingreso al taller debe hacerse estrictamente con los elementos de protección individual entregados, asignados o requeridos: botas de seguridad, overol, tapa oídos, gafas y guantes. Si hay estudiantes con cabello largo, este debe estar recogido y sujeto con cofia u otro elemento que brinde seguridad
- 2. Se deben retirar todos los accesorios (pulseras, anillos, aretes largos, reloj, o cualquier elemento que pueda entrar en contacto con el equipo o herramienta y generar daño a su integridad física.
- 3. El correcto uso de los elementos de protección individual, es “obligatorio” y está amparado por la legislación laboral y de seguridad industrial, arriba citada. El profesor o los estudiantes que no cumplan esta disposición recibirán comunicación escrita por parte de Salud Ocupacional, y será sancionando tal comportamiento.
- 4. La permanencia de los trabajadores y estudiantes en las áreas de trabajo, debe limitarse única y exclusivamente al tiempo que se tiene asignado. Los desplazamientos a otras áreas deben de ser de conocimiento y autorización del jefe de taller encargado del área.
- 5. Las máquinas que se encuentren en los talleres deberán tener amplia y suficiente señalización y no podrán ser operadas sin supervisión.

- 6. El puesto de trabajo (práctica) debe estar en óptimas condiciones de orden y aseo. Para esto, cada estudiante debe contar con los implementos necesarios para cumplir este propósito, y, al terminar la jornada, el puesto de trabajo debe quedar limpio y libre de obstáculos.
- 7. Los corredores y las vías de acceso deben estar debidamente demarcados y permanecer sin elementos que obstaculicen el libre tránsito por ellas mismas cuando se usen temporal, parcial o definitivamente, para que no generen accidentes por dicha obstaculización.
- 8. Transite siempre por su derecha. Esta recomendación es importante pues es la manera de evitar incidentes y accidentes en vías de evacuación, zonas peatonales, escaleras, etc.
- 9. El consumo de alimentos o bebidas en los talleres **NO ESTÁ PERMITIDO**, ya que se pueden ocasionar incidentes o accidentes de trabajo, relacionados con la integridad del estudiante o funcionario, pérdida de información, daños a equipos o maquinaria, además de las consecuencias para la imagen de la Universidad ECCI ante propios y visitantes. Si el estudiante o profesor tiene dicho comportamiento, asumirá las consecuencias señaladas.

Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones en todas las prácticas por desarrollar: use siempre el overol institucional, mantenga limpio y ordenado el lugar destinada a las practicas, no utilice ayudas didácticas sin previa autorización, disponga de las herramientas apropiadas y manténgalas limpias, siga las normas e instrucciones, si desconoce procedimientos o uso de equipos y herramientas consulte al monitor o al docente, los elementos pesados se deben levantar con ayuda de polipastos y/o equipos tipo grúa.

Capítulo 2

Principios tecnológicos de los sistemas de inyección diésel

2.1. Combustible

Desde que Rudolf Karl Christian Diesel inicio su aventura con la invención del motor diesel y patento dicha idea (en Alemania fue la patente DE 67207, presentada el 28 de febrero de 1892) utilizando como combustible carbón seco pulverizado (Molina Valdes del Fresno, 2011). El combustible como ingrediente primordial se ha tenido en cuenta para que cumpla con estándares de rendimiento, consumo y emisiones.

En Colombia en al año 2019 el gobierno nacional fijo la senda en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes para lo cual se precisan motores y combustibles de mayor impacto ecológicos, teniendo en cuenta que el Ministerio de Minas y Energia cumpla con: “garantizar la producción, importación, almacenamiento, adición y calidad en la distribución de combustibles necesarios para cumplir con los estándares de emisión definidos en la presente Ley” (Revista motor, 2019).

“garantizar la producción, importación, almacenamiento, adición y calidad en la distribución de combustibles necesarios para cumplir con los estándares de emisión definidos en la presente Ley” (Revista motor, 2019).

Cabe señalar que se ha tenido en cuenta la reducción del contenido de azufre entre 10 a 15 ppm para el 2023 y menores a 10 ppm desde el 2025, apoyado este requerimiento en la norma Euro 7 vigente desde el año 2015.

Con respecto a esto el gobierno nacional da a conocer basados en un compromiso de reducción de emisiones en un 51 % ante la convención Marco de las Naciones Unidas:

Dentro de la Política Nacional de Cambio Climático el país define los lineamientos orientados a la mitigación, es así como el Gobierno Nacional con

8CAPÍTULO 2. PRINCIPIOS TECNOLÓGICOS DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DIÉSEL

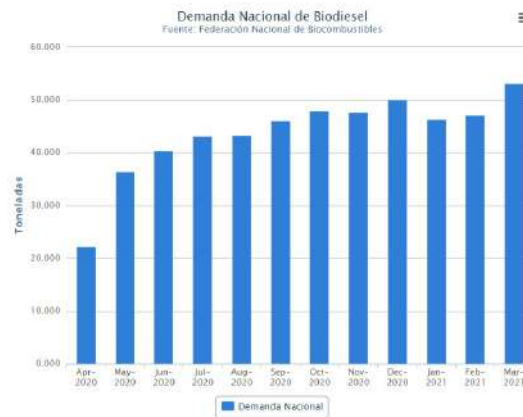


Figura 2.1: Demanda de biodiesel en Colombia. (Federacion Colombiana de biocombustibles, 2021)

el fin de fortalecer y diversificar la matriz energética nacional, promueve los biocombustibles, dado que son una fuente de energía renovable, y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, así como el material particulado, impulsando además la agroindustria nacional. Es así que, para abril, los Ministerios de Energía, Agricultura y Ambiente incrementarán el aumento de la mezcla para el biodiesel pasando del 10 % al 12 %, la mezcla denominada B12 (Federacion Colombiana de biocombustibles, 2021).

2.2. Funciones fundamentales

El combustible utilizado para el proceso de combustion surte un camino desde que inicia su recorrido en el depósito de combustible y vuelve parte del que salió al mismo depósito. Las siguientes funciones se ejecutan en cualquier tipo de sistema de alimentación de combustible (este contiene al sistema de inyección). La primera función es almacenar combustible para garantizar una autonomía de desplazamiento en función de la aplicación; la segunda función es la filtración donde se separan contaminantes a nivel de micras que estén en el combustible; la tercera función es la sedimentación donde se separan sólidos en suspensión y agua contenida en el combustible; la cuarta función se llama trasladar lo cual se realiza en dos formas, en una primera instancia manualmente con el motor apagado y en una segunda instancia mecánicamente con el motor prendido; la quinta función es dosificar donde se mide la cantidad de combustible a entregar basado en la carga y revoluciones del motor; la sexta función se da con la presurización para lograr la apertura de los inyectores; la séptima función se pone a la vista y se designa entregar refiriéndose a la entrega según el orden de encendido; como octava función esta sincronizar la cual define el momento en relación con el punto muerto superior del pistón en que se entrega el combustible; la función número nueve es atomizar el combustible,

la cual es cumplida cabalmente por el inyector; la décima función es retornar, esto garantiza que el combustible sobrante vuelva al depósito de combustible y finalmente esta apagar, que es cortar el paso de combustible para que el motor deje de operar.

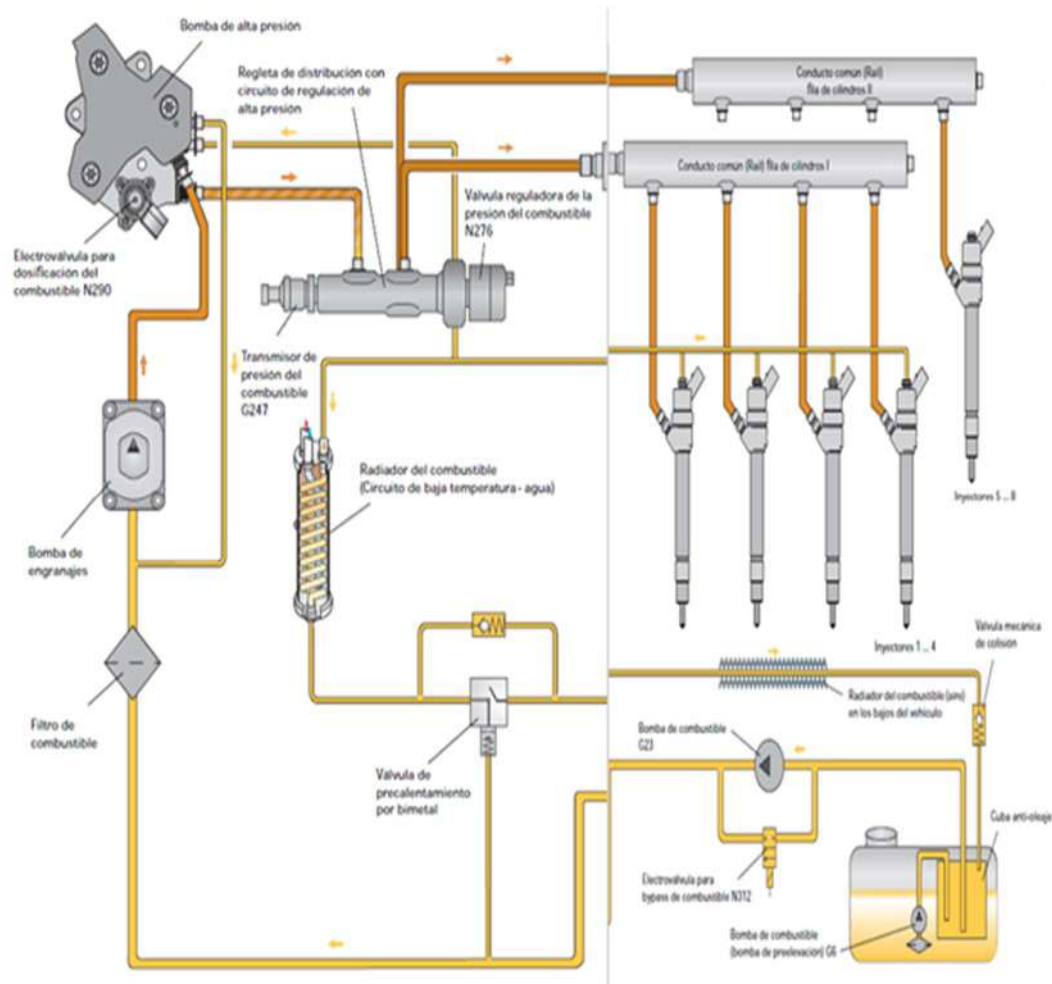


Figura 2.2: Sistema de alimentación Audi. Audi

2.3. Alimentación de combustible

La alimentación de combustible involucra tres secciones una que inicia desde el depósito de combustible hasta la bomba de alimentación conocida como zona de baja presión; otra es la zona de alta presión la cual afilia a la bomba principal (bomba de inyección, bomba de alta presión o unidad inyectora), las tuberías de impulsión y los inyectores; y finalmente está el retorno de combustible el cual fusiona el sobrante de combustible de la bomba principal y los inyectores asegurando su regreso al depósito.

Desde otra perspectiva, es un sistema de inyección completo, a excepción de la bomba principal, cuya complejidad se fundamenta en la evolución del control mecánico de todas sus funciones en el caso de las bombas de inyección; luego en un tipo que solo se encarga de suministrar la alta presión con independencia de la atomización de combustible y finalmente la unificación del proceso de suministro de alta presión y atomización en un solo conjunto.

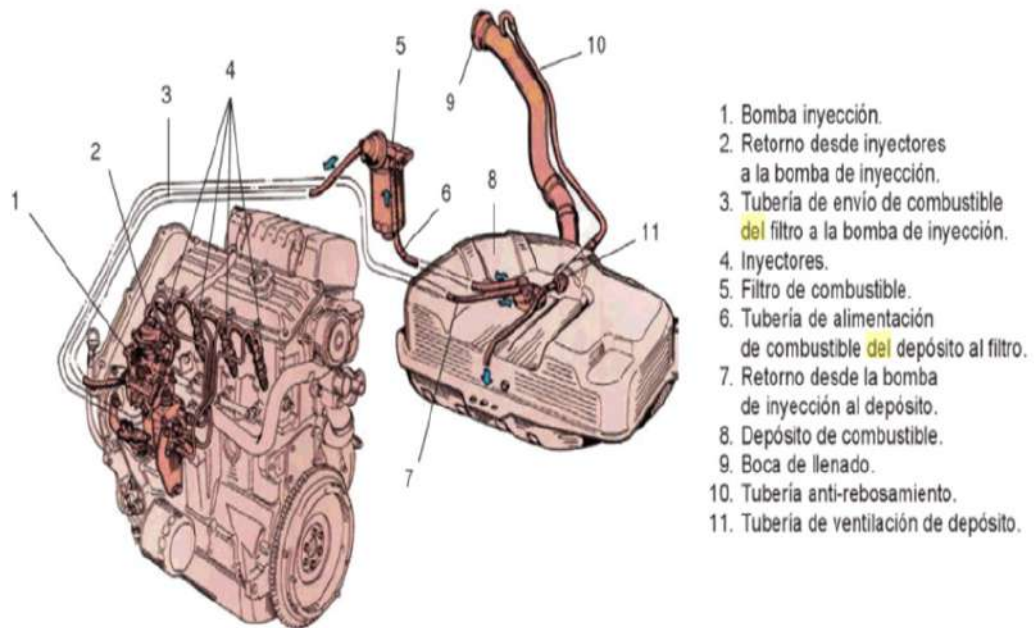


Figura 2.3: Componentes sistema de alimentación. (Perez, 2011)

2.4. Circuito de baja presión

Se denomina de esta manera ya que las presiones de operación no están por arriba de 15 bar, aunque sea muy válido dar a conocer que existe una succión de combustible y la elevación de presión ocurre en la bomba de alimentación de combustible únicamente. En razón a lo anterior es en esta zona donde se pueden presentar fallas por presencia de aire en el combustible. El punto de partida es el depósito de combustible y finaliza en la salida de la bomba de alimentación.

2.4.1. Depósito de combustible, líneas y ductos

Actualmente y en razón a los contaminantes que pueden estar presentes en el combustible (agua, partículas sólidas y a nivel micrométrico), los materiales más utilizados son el plástico moldeado por soplado (Yei.com, 2001), el aluminio y el acero inoxidable.

La selección del material ideal para su manufactura se basa en juicios como impacto ecológico, peso, resistencia a la oxidación por nombrar algunas. De la misma forma en el diseño del depósito ha de tenerse en cuenta



Figura 2.4: Depósito de combustible. Truckmagazine

En lo que atañe a las líneas y ductos se utilizan materiales que soporten temperaturas medias, que no se deformen o corroan por agentes químicos en el biodiesel. La forma de unir estos elementos es por medio de roscas y o acoples rápidos para facilitar el mantenimiento y/o cambio



Figura 2.5: Líneas y ductos sistema de combustible motor Cummins. Autoavance

2.4.2. Filtración y sedimentación

Las normas anticontaminantes han impulsado el desarrollo de nuevos sistemas de inyección con holguras más pequeñas, de ahí que se requiera un combustible ultra limpio y esto determina en gran medida la operatividad correcta del sistema de inyección. Se debe agregar que la eliminación y retención de partículas y de agua, que son nocivos para la bomba principal y los inyectores es la función decisiva del filtro sedimentador. Unos

12CAPÍTULO 2. PRINCIPIOS TECNOLÓGICOS DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DIÉSEL

inyectores operando deficientemente pueden ocasionar aumento del desgaste y menor ahorro de combustible, de la misma manera el agua afecta la viscosidad del combustible y en gran cantidad da inicio a corrosión de los componentes del sistema de inyección (Cummins, 2021). Con respecto a lo anterior conviene decir que la solución al control de agentes contaminantes en el combustible se logra con la instalación en línea de un filtro sedimentador.



Figura 2.6: Filtro sedimentador de combustible. Shopmoderngroup.com

Dada la importancia de la filtración de combustible, está la norma ISO 4406 (Normas ISO, 2020), la cual debe ser garantizada en aras de un desempeño óptimo del motor, de ser esto aplicado con plena ética industrial, no se hace necesario el uso de filtración adicional en los diseños de fábrica para los sistemas de combustible en motores diesel. Hay que mencionar además el uso de combustibles alternativos para motores diesel y en especial el biodiesel a partir de vegetales o grasas animales, así mismo colaboran en la reducción de gases de efecto invernadero en más de un 83 %, y de igual manera tiene efectos positivos en el suelo, el agua y el aire, como en la salud humana, considerando lo anterior y en virtud de que el biodiesel absorbe agua y humedad, generando de esta manera hongos y bacterias que por naturaleza ocasionaran problemas en los sistemas de inyección, se vuelve muy protagónico desde lo tecnológico la calidad de la filtración y el cumplimiento de las solicitudes a este respecto.

Con respecto al anterior párrafo y para dar mayor claridad en cuanto a los diferentes

productos contaminantes que son minimizados por la filtración se pueden hablar de la gel y la cera, la primera se produce cuando el combustible el enfriamiento del combustible produce cambios en su estructura química, dando ello origen a ceras solidas de entre 100 a 300 micrones; los carboxilatos de amina identificados como elementos solidos formados de aditivo de combustible orgánico, agua y un inhibidor de corrosión común; de igual identificación los carboxilatos metalicos, elementos solidos encontrados en el combustible presentes en etapas iniciales de la cadena de distribución y para cerrar la glicerina y derivados del biodiesel.

2.4.3. Bomba de cebado manual



Figura 2.7: Bomba de cebado manual. Parnerportal.dieseltechnic.com

Como apoyo para desalojar el aire producto de un mantenimiento del sistema de alimentación de combustible (cambio filtro de combustible, reparacion bomba principal, etc.), se tiene una bomba de cebado manual para cumplir con este cometido. La apariencia es diversa, puede venir instalada en la línea de combustible entre el depósito y la bomba de alimentación. En modelos recientes ha sido reemplazada por una bomba eléctrica que opera al ser energizada.

2.4.4. Bomba de alimentación

La alimentación de combustible se cimienta en garantizar un caudal con una presión establecida, de acuerdo a las condiciones de funcionamiento del motor, para ello está la bomba de alimentación, la cual está conectada a la bomba principal, o esta independiente conectada al motor. Al poner en marcha el motor esta inicia el traslado del combustible al sistema de alimentación.



Figura 2.8: Funcionamiento bomba de alimentación tipo trocoide. Denso

En cuanto a sus tipologías las hay mecánicas y eléctricas, las primeras tienen diseño del tipo alabes, trocoide y de piñones, todas usan el mismo combustible para su lubricación y refrigeración, lo cual implica que sus averías están relacionadas esencialmente con la calidad del combustible; las eléctricas se encuentran en el depósito de combustible con un diseño de tipo alabes y en algunas aplicaciones reemplazan la bomba de cebado manual, simplificando con ello el procedimiento de purga manual.

2.5. Circuito de alta presión

Esta parte está compuesta por la bomba principal, las tuberías de impulsión y los inyectores, su nombre se debe a que se logran presiones por encima de 1600 bar en los sistemas de inyección con control electrónico y en sistemas de inyección controlados mecánicamente se alcanzan hasta 300 bar

2.5.1. Bombas principales

Este dispositivo está compuesto en su soporte más primitivo por un tridente de leva, rodillo y embolo. El proceso para la elevación de alta presión inicia con el movimiento alternativo y/o reciprocante del embolo, en combinación con el movimiento rotativo del mismo para la distribución de acuerdo al orden de encendido y/o la dosificación del combustible.

Existen tres tipos de bombas principales que en la actualidad se utilizan. El primer tipo es la bomba de alta presión la cual se utiliza en los sistemas riel común controlados electrónicamente, la función principal es la de generar presión en el combustible para que se almacene en el riel de inyectores, en este diseño aplica una bomba para todos los cilindros del motor. En segunda instancia esta la unidad inyectora controlada electrónicamente, la cual involucra las funciones de presurizar combustible y pulverizarlo, el

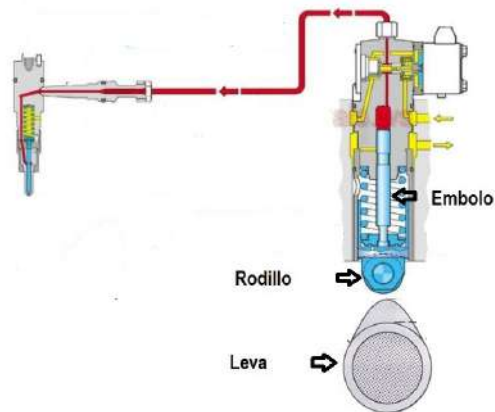


Figura 2.9: Conjunto leva, rodillo y embolo. Autorepairsmanual.ws

concepto integra la elevación de presión articulado con la pulverización de combustible, para lo cual se instala un conjunto embolo-tobera para cada cilindro del motor y para finalizar el tercer tipo es la bomba de inyección controlada mecánicamente, que se encuentra en disposición lineal y rotativa albergando seis funciones. Todas las anteriores se usan actualmente, pero la tendencia para el cumplimiento de los límites de emisiones son los sistemas controlados electrónicamente (riel común y unidades inyectoras)

2.5.2. Tuberías de impulsión



Figura 2.10: CTuberías de impulsión. Karla.ee

Las tuberías de impulsión son las encargadas de transportar el combustible a presión desde la bomba principal hasta los inyectores. Su configuración es robusta, con cierta elasticidad y maleabilidad para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento que debe operar. Se fabrican en acero y todas son de la misma longitud para un mismo motor garantizando así el mismo tiempo de desplazamiento de combustible y no afectan

el momento de la inyección en el cilindro. En sus extremos se tienen terminales cónicos para garantizar la estanqueidad y de igual manera lleva tuercas de fijación y ajuste en cada extremo (Perez, 2011).

El uso en los sistemas con bomba de inyección es una tubería para cada inyector y/o cilindro del motor. En el sistema riel común, pueden salir de la bomba de alta hasta 2 tuberías (aplicaciones automotrices) hasta el riel y de allí una para cada inyector y/o cilindro del motor. Para las unidades inyectoras en los sistemas UIS y HEUI se usan, lo cual es apropiado para su diseño, en cambio el sistema UPS si usa una tubería de unión y entre la unidad inyectora y el inyector.

2.6. Inyectores

Estos elementos son un vínculo entre el motor y el sistema de inyección. Las tareas asignadas para desarrollar son: dosificar el combustible (en función del desgaste o ajuste del mismo), preparar el combustible (pasa de fluido rígido a comprimible), conformar el desarrollo de la inyección (se distribuye uniformemente en la cámara), estanqueizar la cámara de combustión (evitar goteos de combustible y prevenir fugas de compresión) (Dietsche Klingebiel, 2005). Los inyectores inicialmente se diseñaron para operar con principio hidromecánico, la presión hidráulica generada por el tridente leva, rodillo, embolo, actúa sobre un resorte de presión hasta vencer su tensión y permitir el desplazamiento de la aguja de la tobera, todo el control de la inyección en este diseño se realiza mecánicamente. La lubricación y refrigeración del inyector depende exclusivamente del combustible y determina la vida útil y correcto funcionamiento. Una observación válida es que los inyectores de este tipo pueden ir independientes en sistemas con bombas de inyección (lineal o rotativa) o integrados en sistemas como unidades inyectoras mecánicas (Detroit diesel serie 71, 92, Caterpillar 3116)



Figura 2.11: Unidad inyectora mecánica. Drexel.com

Los inyectores mecánicos se componen de varias partes internas, la parte más relevante se denomina tobera de inyección, la cual en función del tipo de cámara de combustión que se utilice en el motor se puede clasificar en tobera de tetón para cámara de inyección indirecta (interna en la culata); estas llevan una nomenclatura que define sus principales características (grados de inyección) y tobera de orificios para cámara de inyección directa (corona del pistón).



Figura 2.12: Toberas para inyectores diesel. Sistemas auxiliares del motor

Existen variedad de diseños, pero cada uno debe tener una conexión para la tubería de impulsión, un elemento tobera para ingresar el combustible a la cámara y una línea de retorno para el combustible sobrante. Así mismo los inyectores se pueden fijar al motor por medio de bridas o garras, las cuales se apoyan en un tornillo como elemento de fijación a la cabeza de cilindros, la otra disposición para fijación es por medio de rosca, esta puede estar maquinada en el mismo cuerpo del inyector o medio de un acopla flotante.



Figura 2.13: Inyector hidromecánico para cámara de inyección directa. Miblogdemecanica.joceth

2.7. Circuito de retorno

Esta parte del sistema de alimentación de combustible se hace necesaria ya que el sobrante de combustible de la bomba principal y los inyectores contienen posibles partículas y/o agentes contaminantes, además hay que aclarar que se trabaja a exceso el combustible para refrigeración y lubricación adecuada del sistema de inyección. Al retorno también se logra enfriar el combustible sobrante que ha sido presurizado.

Algunos sistemas de alimentación de combustible llevan una válvula de control de presión al retorno, con ello se asegura una presión residual y se controla el retorno excesivo de combustible, que es un factor de evolución importante en los sistemas de inyección controlados electrónicamente.



Figura 2.14: Comprobación retorno de combustible. Autoavance

Bibliografía

Capítulo 3

Categorización de los sistemas de inyección diésel

3.1. Sistemas mecánicos

Denominados así en razón a que realizan todas sus funciones de maneras mecánica. Los tipos más preponderantes aquí son la bomba de inyeccion rotativa, la bomba de inyeccion lineal, los sistemas unidad inyectora y el sistema presion tiempo (PT) desarrollado exclusivamente para motores Cummins (Brady, 1999).

3.1.1. Bomba de inyeccion rotativa de embolo axial

Dispone de un embolo de bombeo que se desplaza alternativamente en la misma línea del eje de mando de la bomba. Este arreglo es usado en la bomba VE de la casa Bosch (Perez, 2011).



Figura 3.1: Bomba de inyeccion de embolo axial. Nadascientific.com

3.1.2. Intervención activa – Bomba de inyeccion de embolo axial

Paso a paso del desensamble (describa en orden)

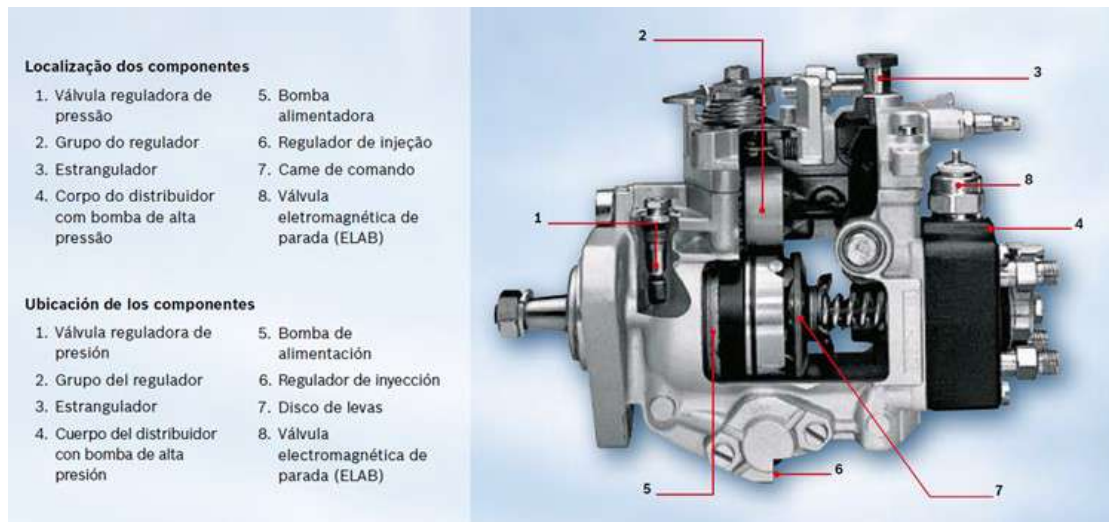
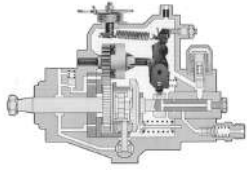
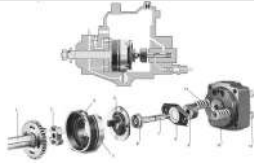
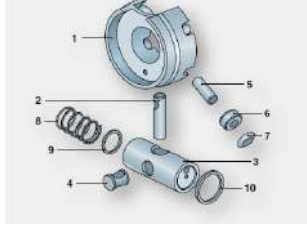
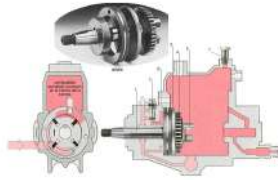
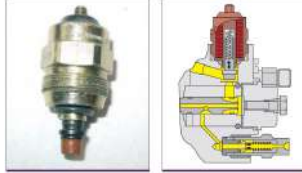


Figura 3.2: Componentes bomba rotativa de embolo axial. Bosch

22CAPÍTULO 3. CATEGORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DIÉSEL

Componente	Nombre función	Medición valor
		<p>Espesor arandela de control axial pesas ... Espesor arandelas de control axial conjunto porta pesas ... Holgura axial conjunto porta pesas</p>
		<p>Diametro embolo de bombeo ... Espesor arandela ajuste carrera embolo de bombeo ... Holgura axial eje de mando ... Espesor arandela de control axial eje de mando ...</p>
		<p>Diametro embolo avance ... Altura y diametro resorte de presion ... Espesor arandela de ajuste ...</p>
		<p>Diametro exterior excéntrica ... Diametro exterior rotor... Altura y diametro resorte válvula reguladora ...</p>
		<p>Resistencia</p>

3.2. Bomba de inyeccion rotativa de embolo radial

El conjunto de bombeo está formado por dos, tres o cuatro émbolos con una disposición radial, cuyo desplazamiento es perpendicular al eje de mando de la bomba. Ejemplo de este diseño es la bomba Lucas CAV y la VR de la casa Bosch (Perez, 2011).

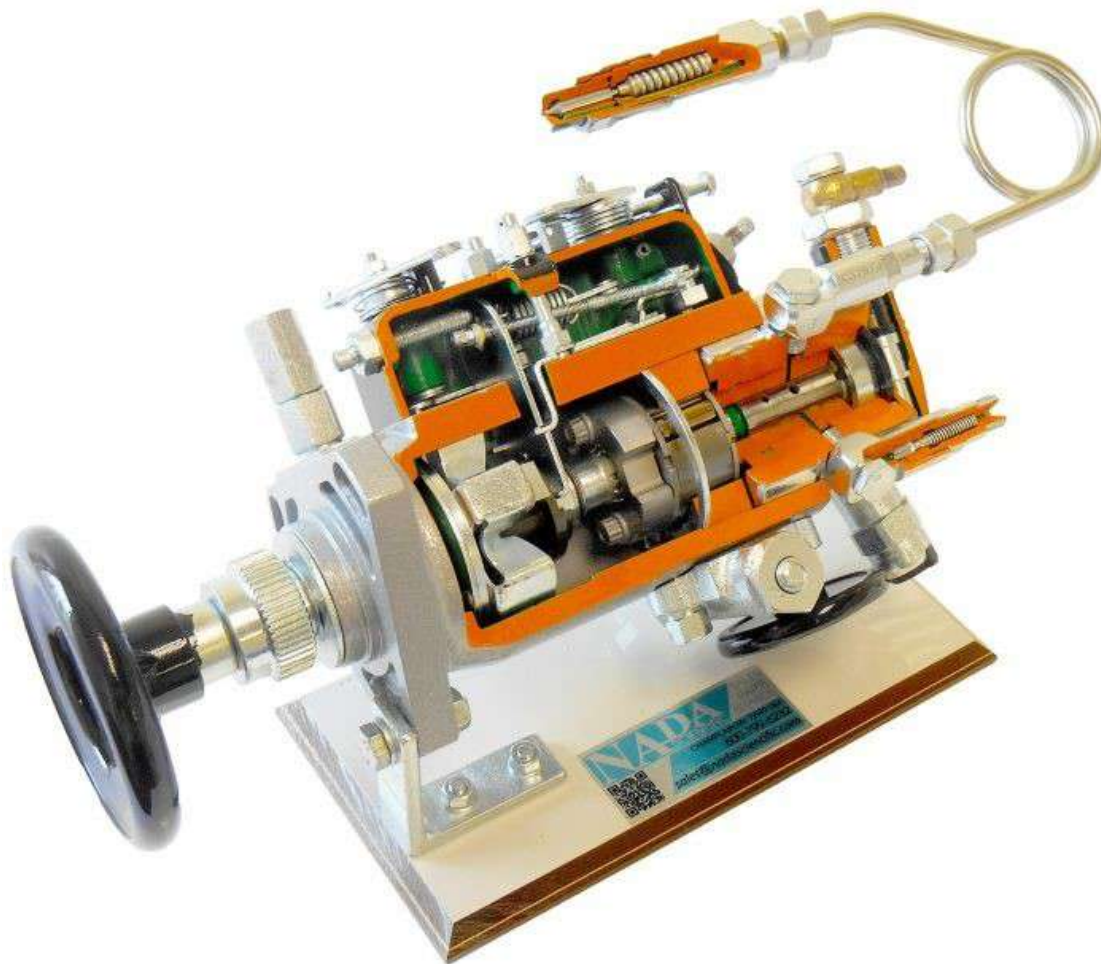


Figura 3.3: Bomba de inyeccion de émbolos radiales. Nadascientific.com

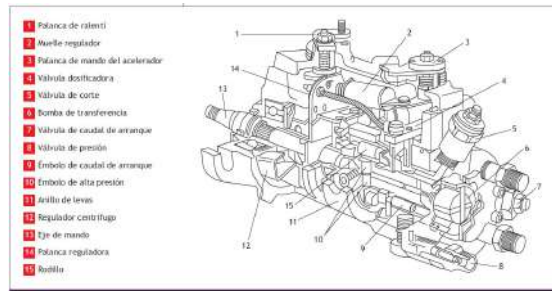


Figura 3.4: Componentes bomba de inyección de émbolos radiales. (Sanchez, 2009)

3.2.1. Bomba de inyección en línea

El planteamiento estructural de esta bomba, está en que para cada cilindro del motor se dispone de un conjunto de bombeo con una disposición en línea, dispone para tal acción de un eje de levas y otros conjuntos de control.

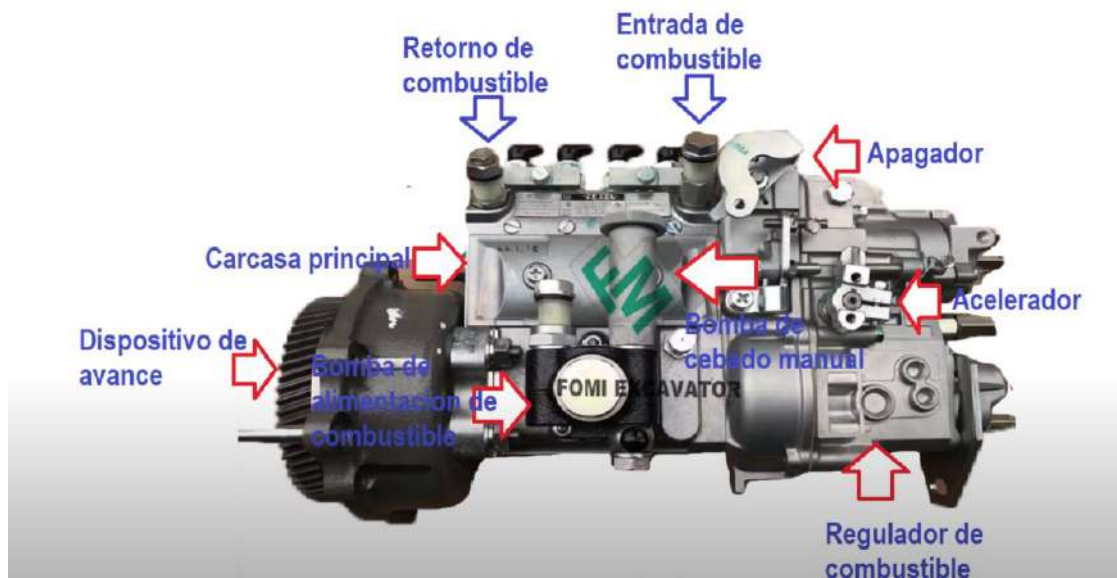



Figura 3.5: Componentes bomba de inyección lineal. Del autor

Componente	Nombre función	Medición valor
		<p>Diametro pistón... Altura y diametro resorte... Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>NA</p>
		<p>Altura levas (4) ... Altura leva ex-céntrica</p>

Componente	Nombre función	Medición valor
		Diametro embolo (4)

3.3. Gestion electrónica diesel

Para la década de los 80's, la inyección de los motores diesel, es decir el caudal de inyección y el comienzo de la inyección, se regulaban exclusivamente de forma mecánica (Brady, 1999)

Hace más de 2 décadas la legislación de los gases de escape nivel mundial exige:

Una regulación muy precisa del caudal y del comienzo de la inyección en función de magnitudes como la temperatura, el número de revoluciones, la carga, la altitud, etc. Esto solo se puede llevar a cabo de forma conveniente con una regulación electrónica. En los sistemas EDC (Electronic Diesel Control) el caudal y el comienzo de la inyección se regulan mediante electroválvulas de alta o baja presión o por medio de otros reguladores eléctricos. El desarrollo de la inyección, es decir, la cantidad introducida por grado de ángulo del cigüeñal, se puede regular indirectamente con ayuda de una servoválvula y de la regulación de la carrera de la aguja (Dietsche Klingebiel, 2005)

3.3.1. Sensores

La transformación de una señal mecánica en una señal electrónica se lleva a cabo gracias a los sensores, los tipos más usados en la gestión electrónica para el control de la inyección diesel son:



Figura 3.6: Componentes bomba de inyección lineal. Del autor

3.3.2. Bombas inyectora de control electrónico

La aplicación de los principios fundamentales de la electrónica para iniciar el paso de los sistemas de controlados mecánicamente a los sistemas controlados electrónicamente, tuvo una fase de transición, en la cual se aplicó la dosificación electromecánica, un ejemplo de esto fue el modelo Bosch VE-EDC, donde:

A la centralita le llegan los parámetros de entrada, emitidos por los sensores, y en función de su programación, elabora las ordenes de salida, que se encargan de ejecutar a los actuadores. Por lo tanto, se utiliza una centralita de funcionamiento digital (Pérez, 2011).

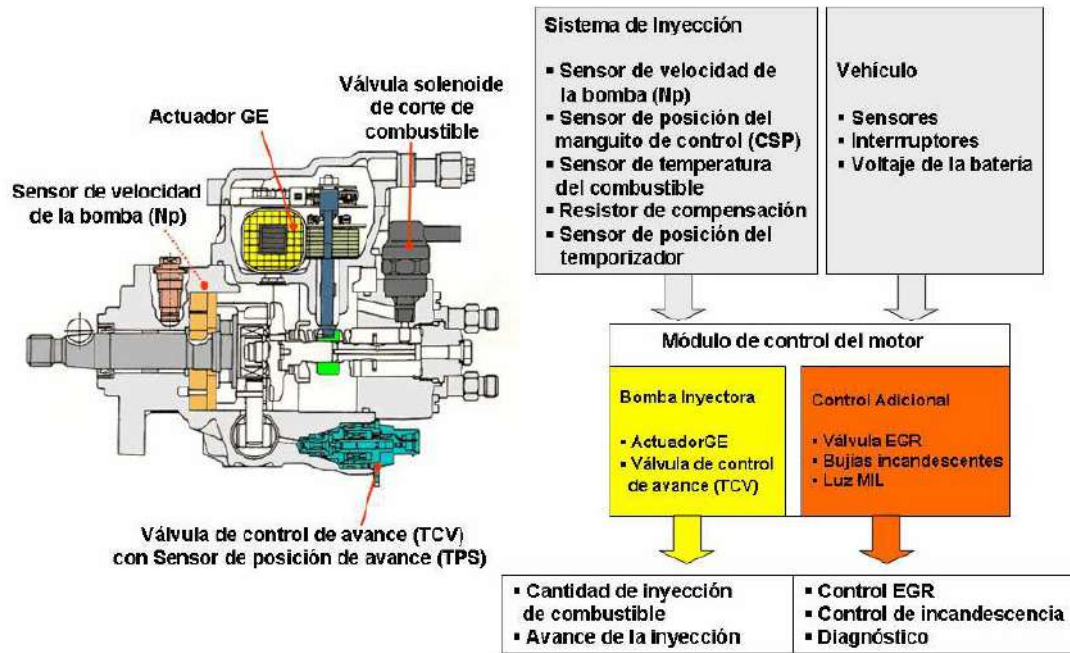


Figura 3.7: Bomba de inyección VE-EDC. Hyundai

3.3.3. Bomba rotativa con dosificación mediante electroválvula

En este diseño la centralita se ubica en la parte superior de la bomba, esta controla la activación de la electroválvula y el actuador del avance. Se encuentran enlazadas con la unidad de control del motor mediante el CAN BUS que está en red, y independiente y exterior a la bomba (Perez, 2011).

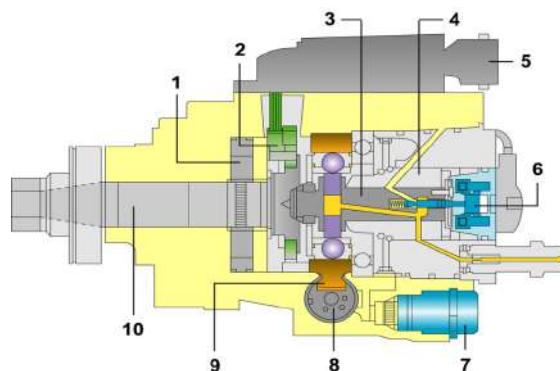







Figura 3.8: Bomba rotativa con dosificación por electroválvula. Bosch

3.3.4. Intervención activa – Bomba de inyección de émbolos radiales

Desensamble, identificación de componentes y funciones

Componente	Nombre función	Medición valor
		<p>Diametro pistón... Altura y diámetro resorte... Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>

30CAPÍTULO 3. CATEGORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DIÉSEL

Componente	Nombre función	Medición valor
		<p>Diametro pistón... Altura y diametro resorte... Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Diametro pistón... Altura y diametro resorte... Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>

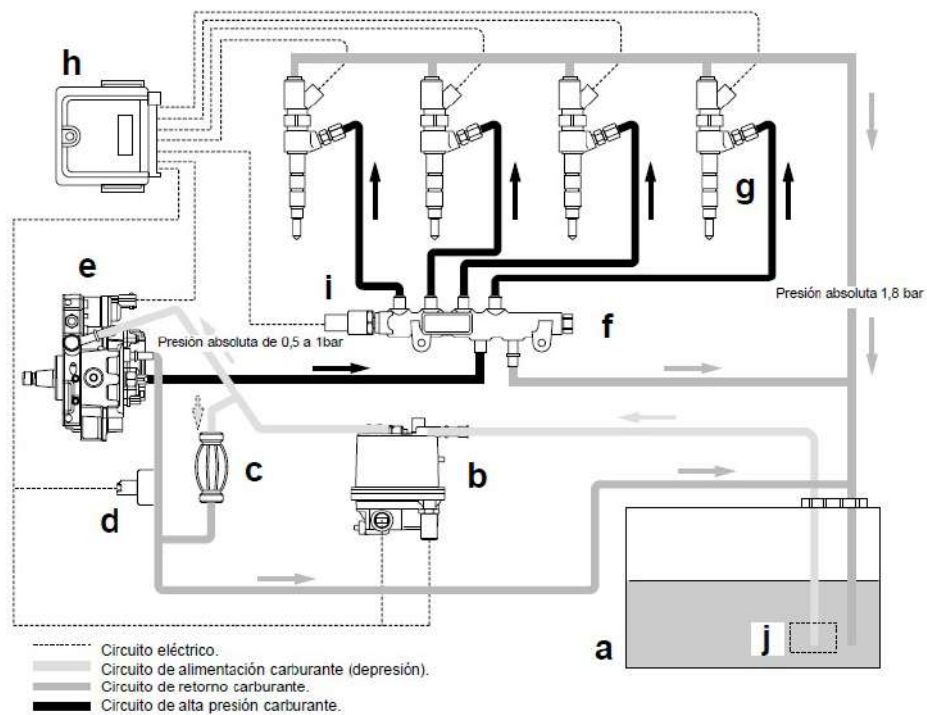
Componente	Nombre función	Medición valor
		<p>Diametro pistón... Altura y diametro resorte... Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>

3.3.5. Sistema riel común

Una de las tecnologías más utilizadas actualmente, con un amplio rango de aplicación automotriz, sector minería y generación de energía. Dentro de sus grandes virtudes está el cumplir con los límites de emisiones requeridos por la norma EURO 6 y la norma EPA 2010/2013. De igual forma una de las características más importantes en cuanto a su funcionamiento es la separación de la generación de presión de la entrega de combustible. Las marcas de fabricantes más preponderantes son Denso, Delphi, Bosch, Continental VDO, y además marcas de fabricantes de motores como Caterpillar y Cummins han hecho sus propios diseños tecnológicos.

Este sistema de inyección controlado electrónicamente, ha tenido transformaciones tecnológicas en función de los requerimientos de límites de emisiones, la mayoría de los fabricantes se encuentran en la 3 y 4 generación, con una característica muy preponderante y es el aumento de presión, el cual actualmente está entre 2000 y 3000 bar.

Los componentes básicos de este sistema se pueden dividir en dos sectores: inicialmente esta la parte netamente mecánica donde se encuentran la bomba de alimentación (baja presión), la bomba de suministro (alta presión), el riel de inyectores, los inyectores y la tubería de impulsión (desde la bomba de suministro al riel y desde el riel a los inyectores); ahora es válido considerar la parte de control electrónico conformada por la válvula de control de caudal, ubicada en la bomba de suministro, también está el sensor de presión y la válvula reguladora de presión ubicado en el riel de inyectores y finalmente está el control electrónico en los inyectores, el cual se cataloga en bobinas electromagnéticas o actuadores piezoeléctricos.



- (a) Depósito de carburante.
- (b) Filtro de gasoil.
- (c) Bomba de cebado.
- (d) Captador de temperatura de carburante.
- (e) Bomba de alta presión con bomba de alimentación integrada + regulador de caudal.
- (f) Rail común con limitador de alta presión integrado.
- (g) Inyectores.
- (h) Calculador EDC16C3.
- (i) Captador de presión rail.
- (j) Prefiltro.

Figura 3.9: Bomba rotativa con dosificación por electroválvula. Bosch

3.3.6. Intervención activa- Bomba de suministro de alta presión

Desensamble e identificación de componentes y funciones

34CAPÍTULO 3. CATEGORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DIÉSEL

Bomba de alta de embolo opuestos		
Componente	Funcion	Ubicación/Característica
Bomba de alimentación		Tipo
Tubería de impulsión		NA
Valvula de control de caudal SCV		resistencia
Cuerpo		NA
Embolo de bombeo y resorte		diametro embolo diametro y altura resorte
Filtro		NA
Valvula reguladora de presion de la bomba de alimentación		NA
Leva anular		altura y ancho
Leva excéntrica		altura
Soporte delantero eje de mando		NA
Valvula de impulsión		NA

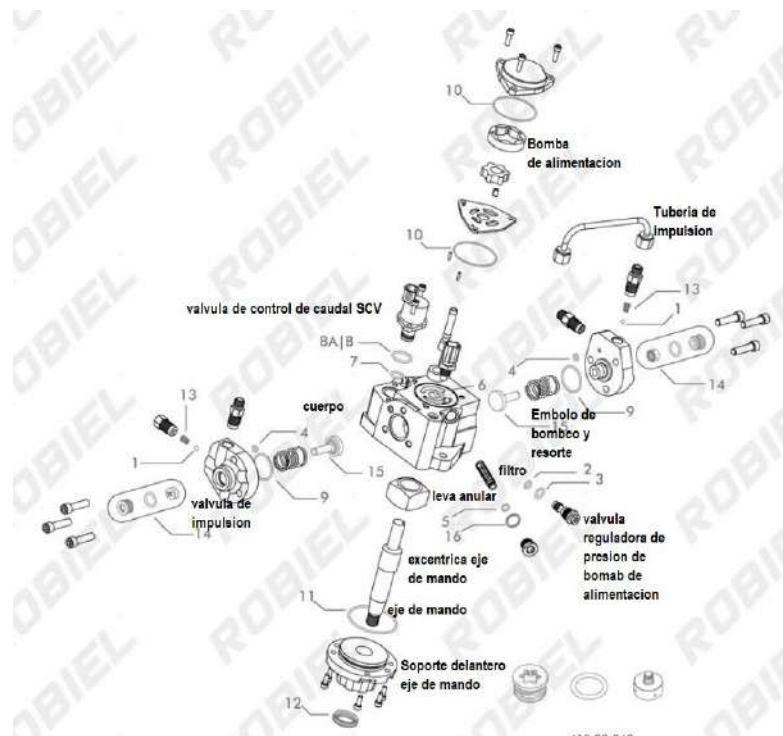


Figura 3.10: Bomba de suministro de alta presion de émbolos opuestos. Robiel

Bomba de alta de 3 émbolos radiales

Componente	Funcion	Ubicación/Característica
Valvula de control SCV		resistencia
Kit de aspiración y entrega		NA
Embolo y resorte		diametro del embolo diametro y altura resorte
Cuerpo		NA
Leva anular		altura
Eje de mando		NA
Excéntrica eje de mando		altura
Soporte delantero eje de mando		NA
Bomba de alimentación		tipo

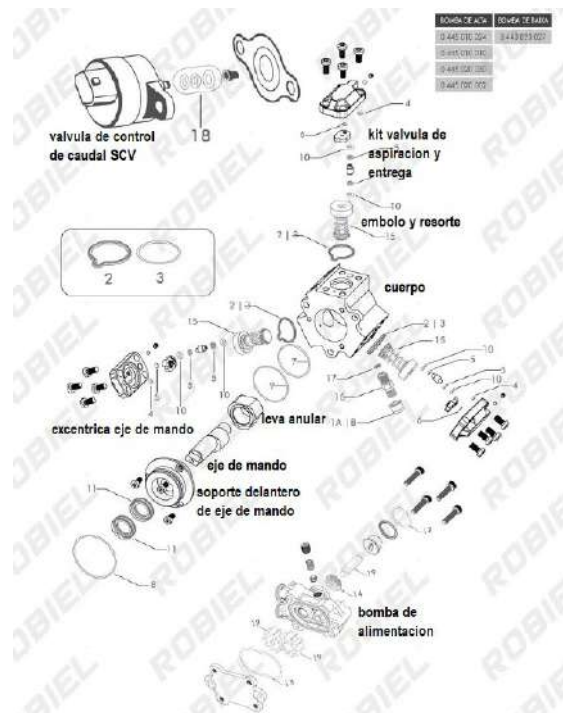


Figura 3.11: Bomba de suministro de alta presion de émbolos radiales. Robiel

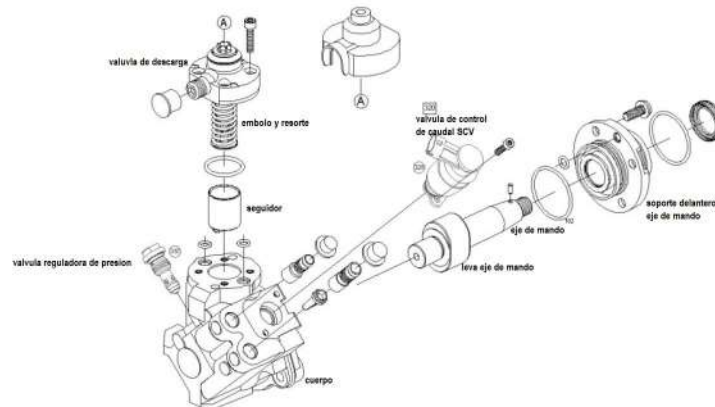


Figura 3.12: **Bomba de suministro de alta presión de un embolo.** Injectionpumpcos.co.uk

3.3.7. Unidades inyectoras

Una de las tecnologías más aplicadas para motores industriales y motores para uso de transporte de carga son las unidades inyectoras. Existen del tipo UIS (unit injector pump) y el tipo UPS (unit pump system) estas se caracterizan por equipar un conjunto para cada cilindro del motor y, ser accionadas por una leva que va incorporada en el eje de levas del motor. También está el tipo HEUI (hidraulic electronic unit injector) la cual para su operación utiliza la presión del sistema de lubricación del motor.

En cuanto a la ubicación del eje de levas, cuando se encuentra en la culata aplica para el sistema UIS, y cuando el eje de levas se ubica en el bloque de cilindros aplica para el sistema UPS. En esta misma línea de diseños, el sistema UIS no usa tuberías de impulsión ya que el elemento de bombeo y el inyector están integrados en un mismo conjunto. No así en el sistema UPS donde el elemento de bombeo está independiente del inyector y se requiere una línea de impulsión. En lo que se refiere a ajuste mecánicos externos se basan en láminas de ajuste de altura y/o calibración de luz entre el balancín y el embolo de bombeo con el uso de un calibrador de galgas.

Para el sistema HEUI, se usa el aceite de motor, el cual para su elevación de presión utiliza una bomba hidráulica diferente a la bomba propia del sistema de lubricación del motor.

Estos sistemas utilizan galerías internas de combustible y aceite para direccionar a las unidades estos fluidos, y lograr así el suministro de combustible a la cámara de combustión, así como la operación adecuada de las unidades. En cuanto a la vida útil, el cumplir con lo proyectado por el fabricante depende de la calidad del combustible ya que este es el encargado de la lubricación y refrigeración.

Finalmente, el control electrónico se basa en la estructura sensor, unidad de control y actuadores.

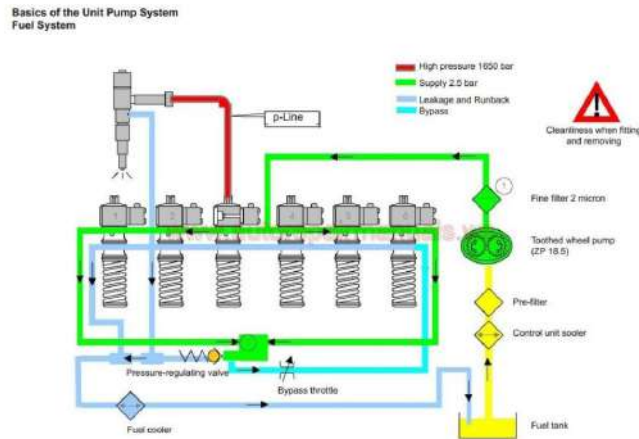


Figura 3.13: Sistema de combustible unit Pump System UPS. Autorepairsma-nual.ws

3.3.8. Intervención activa- Unidades inyectoras

Desensamble, identificación de componentes y funciones

Unidad inyectora UIS				
Componente	Funcion	Ubicación/Característica		
Solenoide		resistencia		
Espaciador		altura		
Kit válvula de control		Cantidad de piezas		
Cuerpo		Diametro interno		
Valvula de control		Diametro mayor y menor		
Valvula unidireccional		NA		
Kit ajuste inyector		Cantidad de piezas		
Tobera		Nomenclatura y numero de orificios		
Porta tobera		NA		

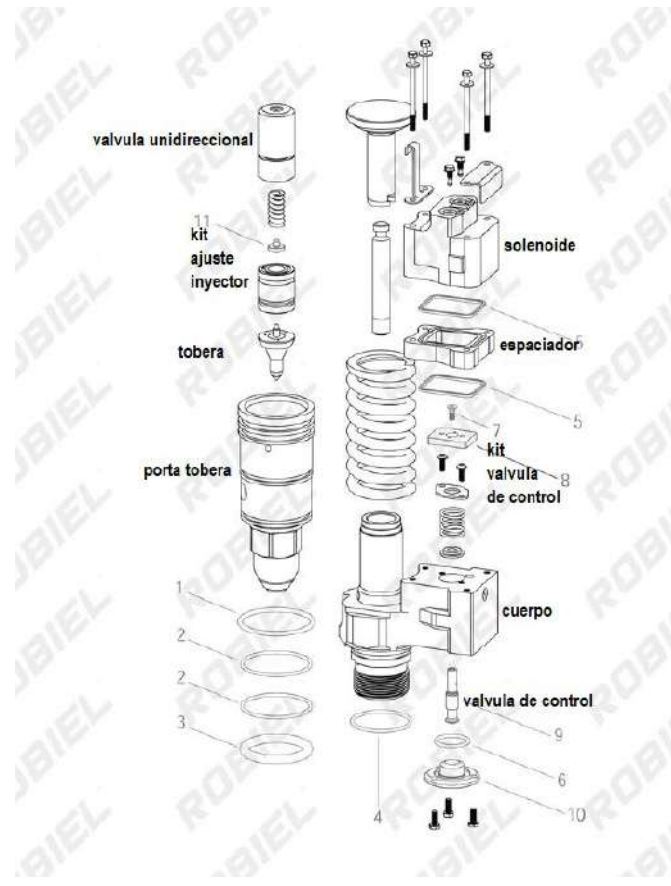


Figura 3.14: Unidad inyectora UIS. Robiel

Unidad inyectora HEUI		
Componente	Funcion	Ubicación/Característica
Solenoid		resistencia
Espaciador		altura
Kit válvula de control		Número de piezas
Valvula de control		Diametro mayor/ diametro menor
Brida de fijación		NA
Cuerpo		Diametro mayor/ diametro menor
Pistón intensificador		Diametro externo
Embolo y resorte		Diametro embolo
Camisilla		Diametro interno
Valvula unidireccional		NA
Tobera		Numero de orificios/ referencia
Porta tobera		NA

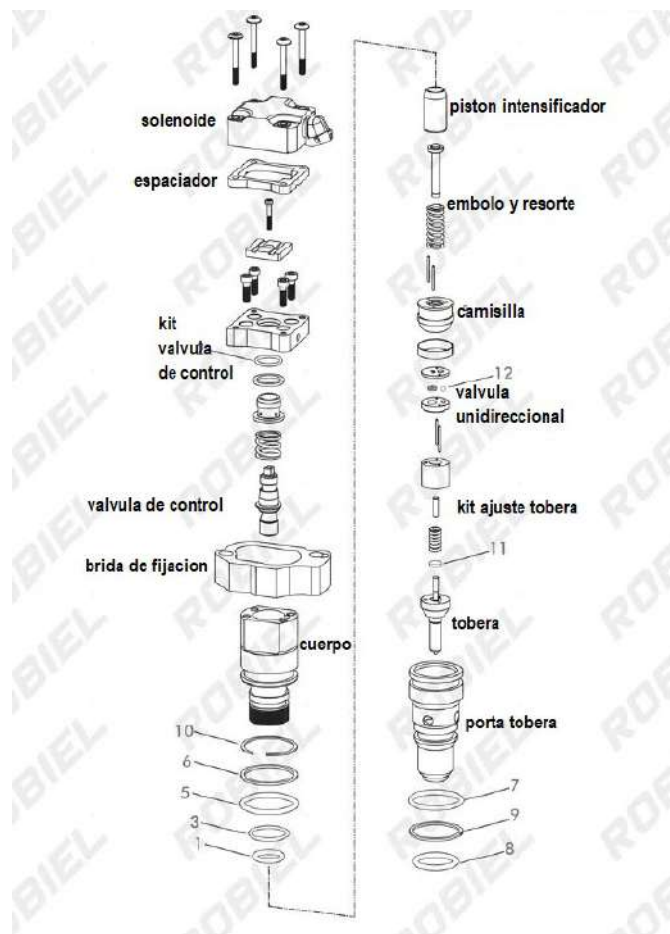


Figura 3.15: Unidad inyectora HEUI. Robiel

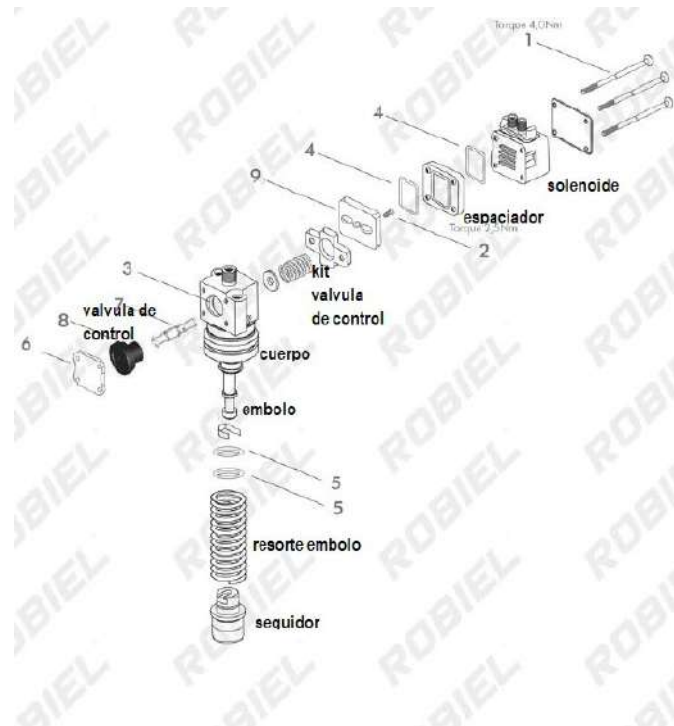


Figura 3.16: Unidad UPS. Robiel

Paso a paso del desensamble (describa en orden)

Bibliografía

Cuadro 3.1: Bomba de alta de un sólo émbolo.

Componente	Función	Ubicación / Característica
Valvula de descarga		NA
Embolo y resorte		Diámetro embolo diámetro y altura resorte
Seguidor		NA
Válvula reguladora de presión		NA
Cuerpo		NA
Leva eje de mando		altura
Eje de mando		NA
Válvula de control de caudal		resistencia
Soporte delantero eje de mando		NA

42CAPÍTULO 3. CATEGORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DIÉSEL

Bomba de alta de un solo embolo		
Componente	Funcion	Ubicación/Característica
Valvula de descarga		NA
Embolo y resorte		diametro embolo diametro y altura resorte
Seguidor		NA
Valvula reguladora de presion		NA
Cuerpo		NA
Leva eje de mando		altura
Eje de mando		NA
Valvula de control de caudal		resistencia
Soporte delantero eje de mando		NA

Unidad inyectora UPS		
Componente	Funcion	Ubicación/Característica
Solenoide		resistencia
Espaciador		altura
Kit válvula de control		Número de piezas
Cuerpo		Diametro
Valvula de control		Diametro mayor/ diametro menor
Embolo		Diametro externo
Resorte		Diametro y altura
Seguidor		NA

Capítulo 4

Pulverización de combustible

4.1. Inyectores mecánicos

Esta es la primera generación de inyectores usados en sistemas de inyección diesel, basados en el principio de vencer la tensión de un resorte por la presión hidráulica generada por un conjunto leva y embolo. Este diseño alcanzó en sus últimos desarrollos incorporar 2 resortes para disminuir emisiones al arranque. Su aplicación abarca motores con cámaras de inyección indirecta, la cual está ubicada dentro de la culata y, para motores con inyección directa donde la cámara está ubicada en la corona del pistón.

Identificación de inyectores y componentes

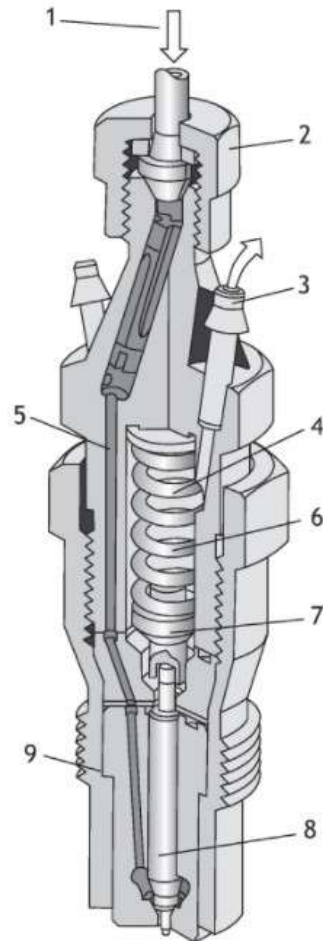


Figura 4.1: Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor

- 
- 1 Entrada de combustible
 - 2 Tuerca de racor para tubería de alimentación
 - 3 Conexión para combustible de retorno
 - 4 Arandelas de ajuste de presión
 - 5 Canal de alimentación
 - 6 Muelle de compresión
 - 7 Perno de presión
 - 8 Aguja del inyector
 - 9 Tuerca de fijación del porta-inyector a la culata del motor

Figura 4.2: Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor

Inyector de tetón	
Nomenclatura tobera	
Grados de Inyeccion	
Tipo de Ajuste de presion	
Cantidad de resortes de presion	
Tipo de cámara de inyeccion	

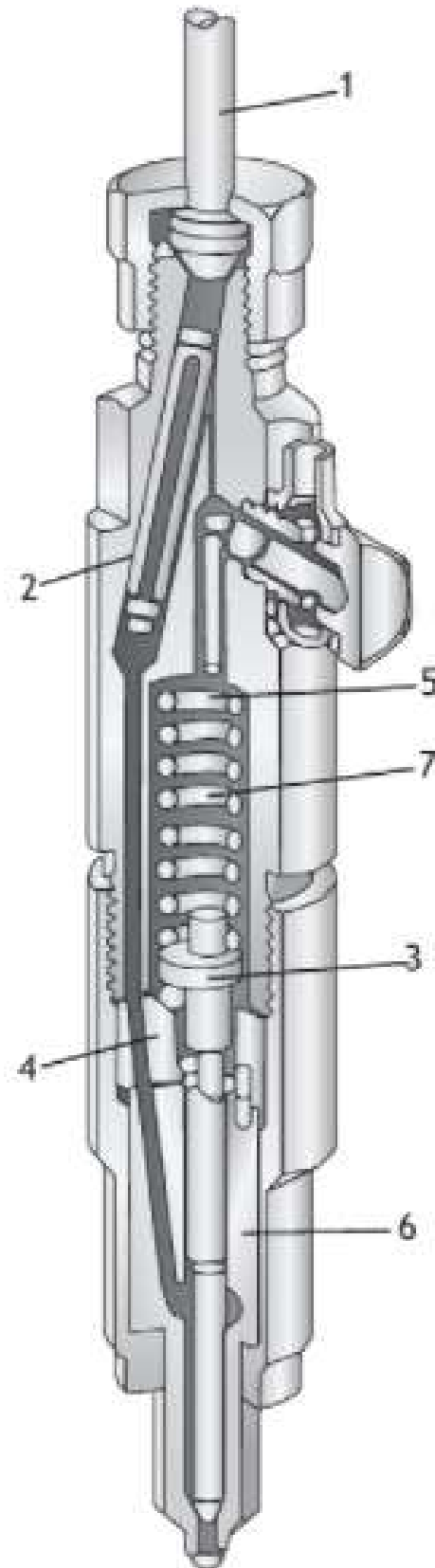


Figura 4.3: Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor



Figura 4.4: Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor

Inyector de espiga	
Nomenclatura tobera	
Grados de Inyeccion	
Tipo de Ajuste de presion	
Cantidad de resortes de presion	
Tipo de cámara de inyeccion	

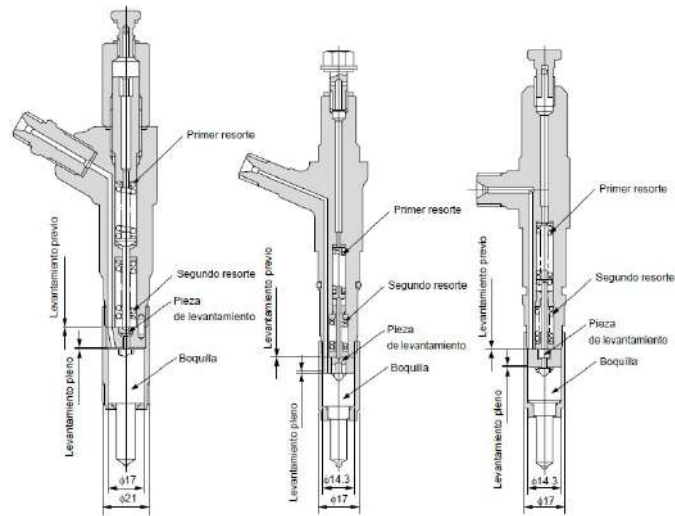


Figura 4.5: Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor

Inyector de espiga	
Nomenclatura tobera	
Grados de Inyeccion	
Tipo de Ajuste de presion	
Cantidad de resortes de presion	
Tipo de cámara de inyeccion	

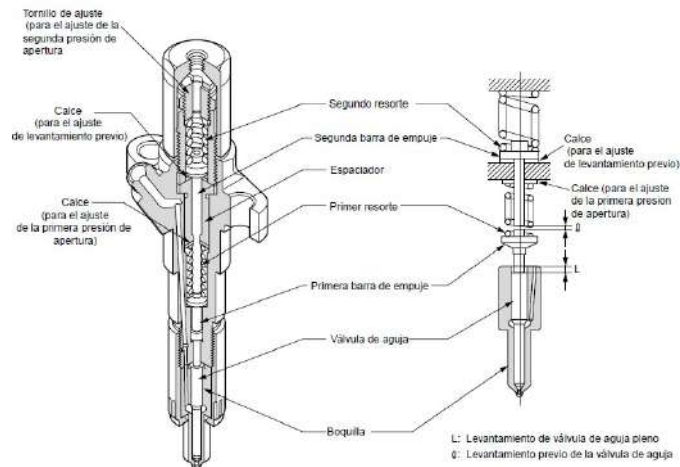


Figura 4.6: Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor

Inyector bimuelle	
Nomenclatura tobera	
Grados de Inyeccion	
Tipo de Ajuste de presion	
Cantidad de resortes de presion	
Tipo de cámara de inyeccion	

It (click "Generate" to refresh) Copy to clipboard

Comprobación	Condicion
Presion de apertura	Llave abierta, verificación de la tensión del resorte de presion
Retorno de combustible	Llave abierta, verificación desgaste entre aguja y tobera
Estanqueidad	Llave cerrada, verificación de fugas de combustible por tobera y cuerpo
Patrón de pulverización	Llave cerrada, verificación de la direccion y longitud del chorro de combust
Evaluación del sonido	Llave cerrada, evolución de intensidad de ruido característica (chirrido)

Inyector	Presion de apertura	Retorno de combustible	Estanqueidad	Patrón de pulverización
1				
2				
3				
4				

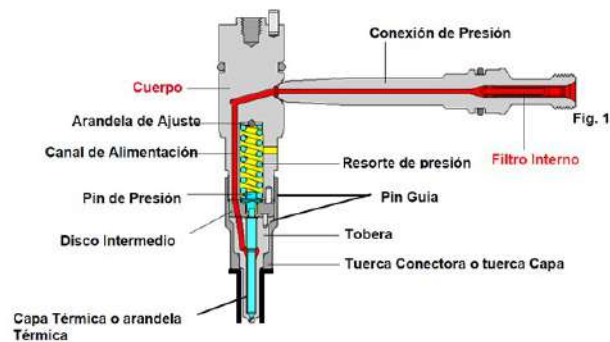


Figura 4.7: Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor



Figura 4.8: Inyector de tetón. Sistemas auxiliares del motor

4.2. Inyectores controlados electrónicamente

En cuanto a la gestión electrónica en los sistemas de inyección para motor diesel, se utilizan dos tipos de inyectores de acuerdo al mando electrónico de operación, inicialmente se tiene los de mando por bobina y/o inducido de mucha presencia aun en modelos recientes, y como desarrollo novedoso y aplicado en un buen porcentaje están los inyectores de mando piezoeléctrico, lo que ha posibilitado mayor cantidad de inyección debido a la velocidad de respuesta que es mayor que los de tipo inducido

4.2.1. Intervención activa- Inyectores sistema riel común

Identificación de componentes en inyectores controlados electrónicamente

Inyector Bosch	
Componente	Comprobación
Bobina	resistencia
Resorte y arandela de presión del embolo del inducido	longitud, diametro resorte, espesor arandela
Arandela de calibración, altura inducido	espesor
Inducido	NA
Tuerca válvula de control	valor de apriete
Arandela válvula de control	espesor
Valvula de control y asiento	NA
Plunger	diametro
Cuerpo	NA
Kit ajuste presión inyector	espesor arandela, altura diametro resorte
Tobera	Nomenclatura, numero de orificios

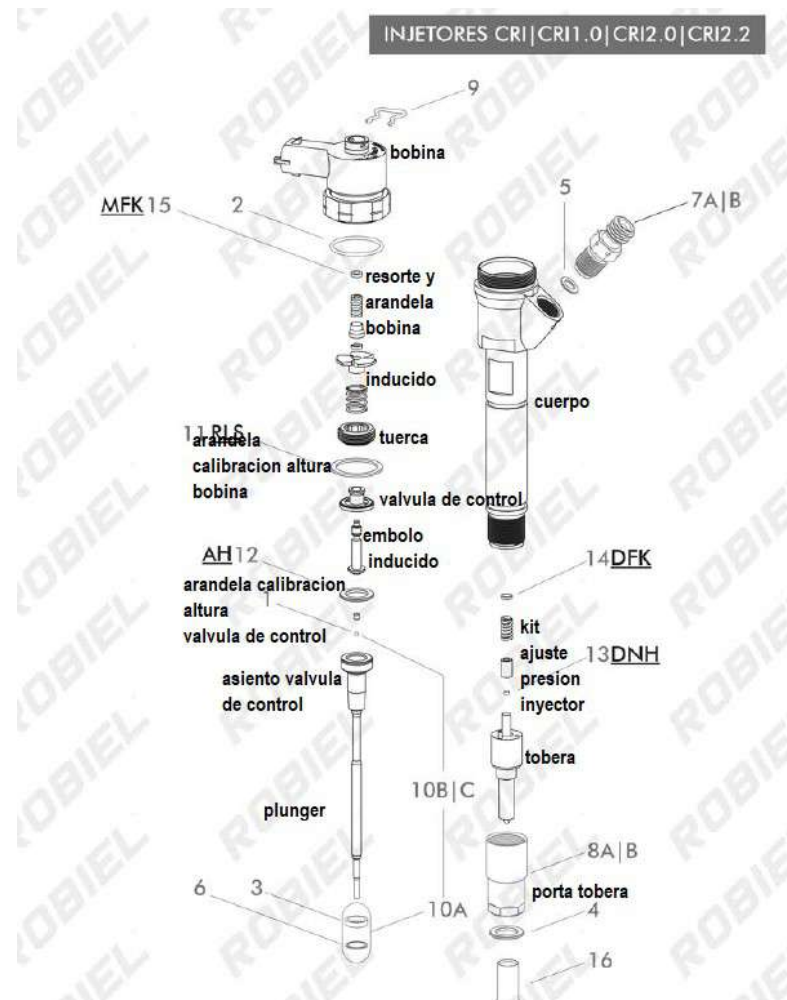


Figura 4.9: Despiece inyector CRI Bosch. Robiel

Inyector Denso		
Componente	Comprobación	Valor
Bobina	resistencia	
Arandela de calibración	espesor	
Resorte y arandela de presión del embolo del inducido	espesor arandela	
	diametro y altura resorte	
Inducido	NA	
Esfera	valor de apriete	
Asiento válvula de control	NA	
Filtro	NA	
Cuerpo	NA	
Plunger	diametro	
Kit ajuste presión tobera	diametro y altura resorte	
	espesor arandela	
Tobera	nomenclatura, número de orificios	
Porta tobera	Valor de apriete	

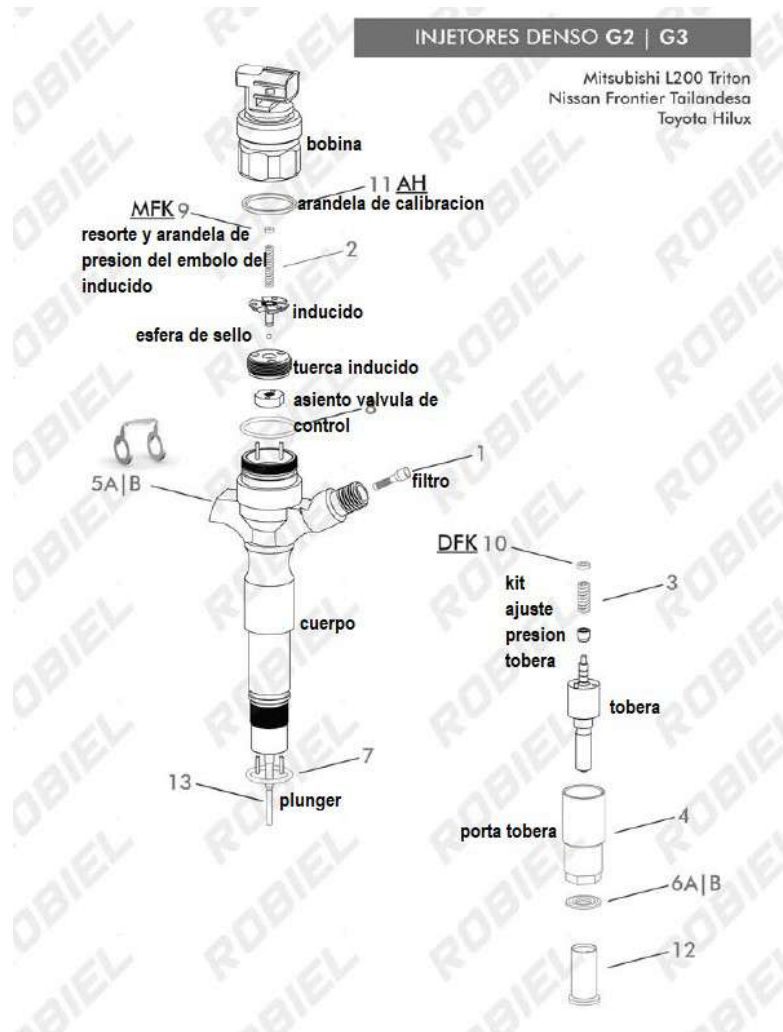


Figura 4.10: Despiece inyector CRI Bosch. Robiel

Inyector Continental VDO		
Componente	Comprobación	Valor
Cuerpo	NA	
Plunger	diametro	
Kit ajuste presion inyector	espesor arandela	
	diametro altura resorte	
Tobera	Nomenclatura, numero de orificios	
Porta tobera	valor de apriete	
Solenoide	Resistencia	
Arandela de calibración	altura	
Tuerca	valor de apriete	
Valvula de control	NA	

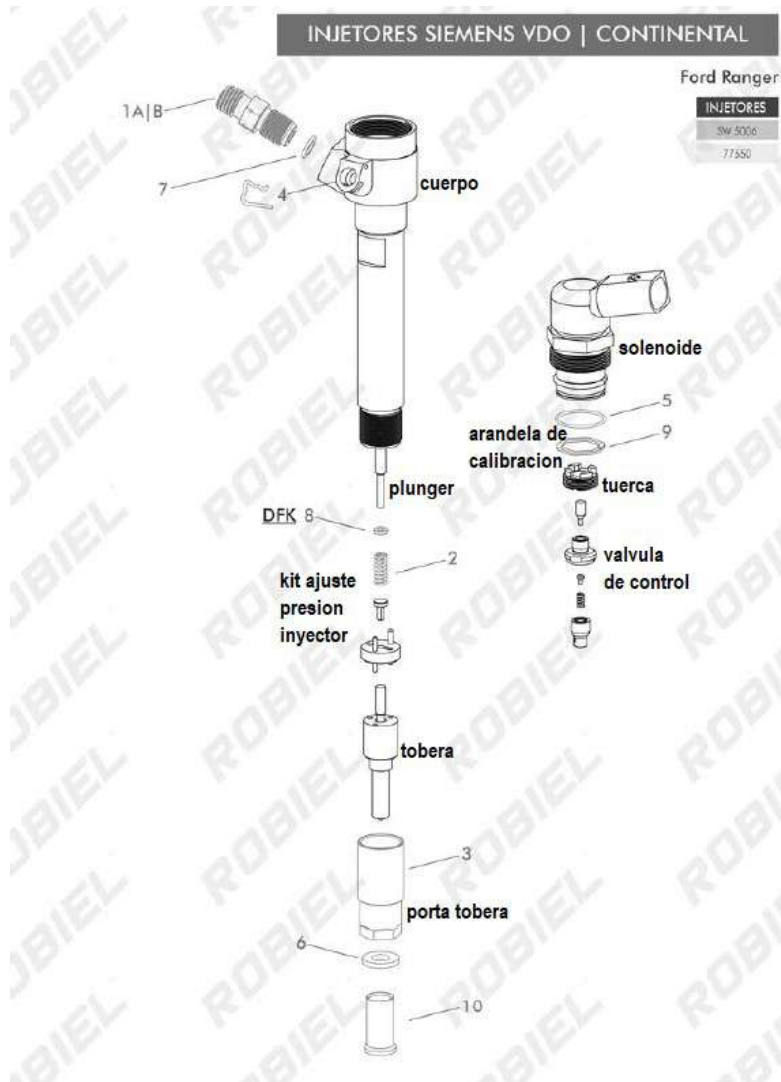


Figura 4.11: Despiece inyector Continental VDO. Robiel

Inyector Delphi		
Componente	Comprobación	Valor
Solenoide	resistencia	
Cuerpo	NA	
Kit ajuste válvula de control	altura y diametro pasador	
	altura y diametro resorte	
Asiento válvula de control	NA	
Espaciador	altura	
Resorte de presion tobera	altura y diametro	
Tobera	Nomenclatura y numero de orificios	
Pota tobera	valor de ajuste	

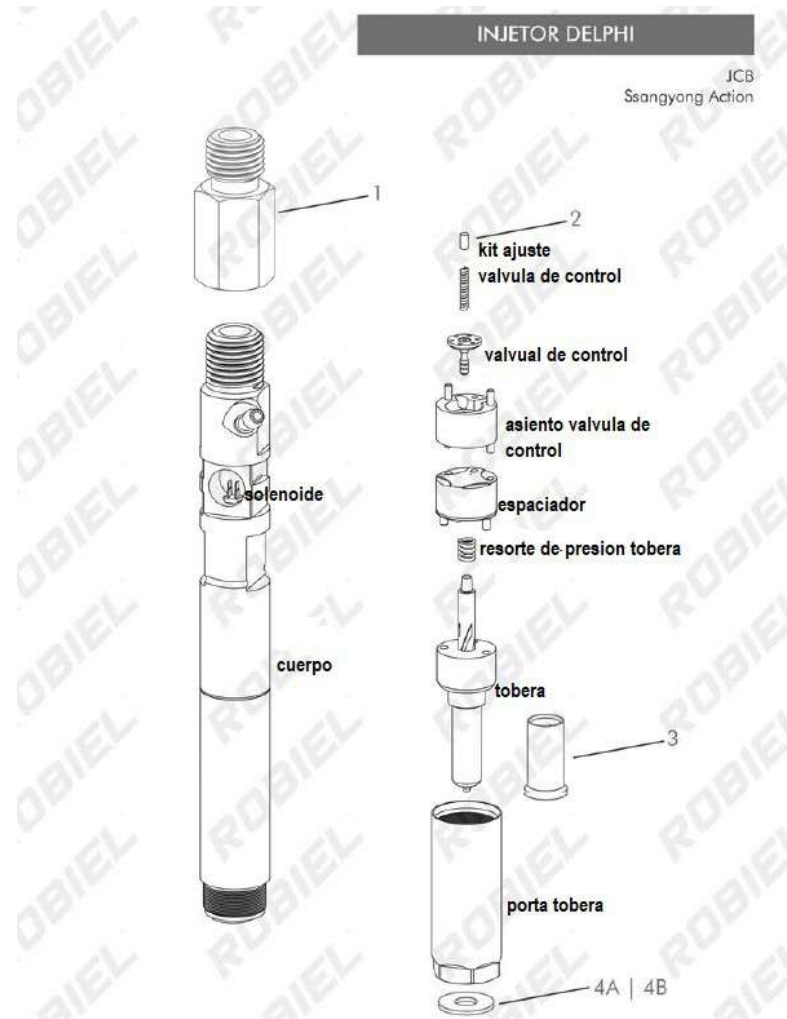


Figura 4.12: Despiece inyector Continental VDO. Robiel

Montaje en el banco de comprobación

Instalación bomba de alta presión

Instalación inyector

Puesta en marcha del banco

Inyector (marca y referencia)	
Prueba	Resultado(describa el objeto de la prueba y los resultados obtenidos)
Estanqueidad	
Entrega a plena carga	
Emisiones	
Preinyección	
Ralentí	



Figura 4.13: Despiece inyector Continental VDO. Robiel

Operator		03/12/2020 22:38:11	
Tipo de Inyector		Bosch 0445110647	
Nome do Arquivo			
VE - Prueba de Estanqueidad - 1000Bar - 0Hz - 0us			
Caudal	(min = 0ml max = 0ml)	(1) = 0ml ✓	(2) = 0ml ✓ (3) = 0ml ✓ (4) = 0ml ✓
Retorno	(min = 0ml max = 10ml)	(1) = 0ml ✓	(2) = 146ml ✗ (3) = 0ml ✓ (4) = 0ml ✓
PC - Prueba de Plena Carga - 1450Bar - 9Hz - 800us			
Caudal	(min = 40ml max = 50ml)	(1) = 0ml ✗	(2) = 106ml ✗ (3) = 0ml ✗ (4) = 0ml ✗
Retorno	(min = 25ml max = 45ml)	(1) = 0ml ✗	(2) = 706ml ✗ (3) = 0ml ✗ (4) = 0ml ✗
EM - Prueba de Emisiones - 600Bar - 17Hz - 630us			
Caudal	(min = 8ml max = 20ml)	(1) = 0ml ✗	(2) = 13ml ✓ (3) = 0ml ✗ (4) = 0ml ✗
Retorno	(min = 1ml max = 20ml)	(1) = 0ml ✗	(2) = 138ml ✗ (3) = 0ml ✗ (4) = 0ml ✗

Figura 4.14: Resultados comprobación inyector CRDi. Del autor

Comprobación del retorno de inyectores sistema riel común (sobre el motor)



Figura 4.15: Probetas para medición retorno CRDi. Dieselpozarica

- Remueva la manguera de retorno de cada inyector e instale los adaptadores de mangueras transparentes para retorno y los frascos de medición.
- Encienda el motor → 1 minuto a velocidad de ralentí → acelere el motor hasta los 3000 rpm y mantenga esta velocidad durante 30 segundos → detenga el motor.
- Cuando la prueba sea completada, mida la cantidad de combustible en cada frasco.

Valores de retorno en cc	
Cilindro 1	
Cilindro 2	
Cilindro 3	
Cilindro 4	

Bibliografía

Capítulo 5

Comprobacion y calibración

5.0.1. Banco de comprobación y calibración



Figura 5.1: Equipo de calibración EPS 807. Universidad ECCI

Para la comprobación y calibración de bombas de inyección lineales y rotativas, así como de unidades inyectoras y de bombas de suministro de alta presión e inyectores

de sistemas riel común, se requieren de equipos especializados, de nominados bancos de calibración y/o comprobación.

Existen una gran variedad de equipos, desde los que abarcan todas las comprobaciones necesarias hasta los que solo abarcan unas pocas pruebas. Para aclarar lo anterior es posible encontrar un banco que solo compruebe inyectores controlados electrónicamente, o un banco que compruebe todo el sistema riel común (bomba de suministro de alta presión, riel de inyectores e inyectores). De igual forma el manejo de la información para la comprobación o calibración se encuentra almacenada en base de datos integrada por medio de pantallas al banco de calibración. Así mismo para la medición de volumen de aceite de prueba continuo se pueden encontrar una medición análoga por medio de probetas o una medición digital controlada electrónicamente.

El banco de pruebas SM 320E es versátil y fácil de usar, lo que permite realizar pruebas en las bombas e inyectores de alta presión del sistema Common Rail, las unidades electrónicas y el sistema HEUI. También prueba DRV, MPROP y la válvula de alivio, además de probar las válvulas de cierre en la propia bomba Common Rail. Para probar las unidades de inyección, es necesario acoplar el equipo, el dispositivo Cambox, junto con sus adaptadores, Bosch (Volvo, Scania, Iveco y Mercedes), Delphi, Volvo - UP-UI - EUI (Speedmaq.com.br, 2018).



Figura 5.2: Prueba de fugas. blogs eltiempo.com

5.1. Información técnica para la comprobación y calibración

Para la comprobación y/o calibración de bombas de inyección, bombas de suministro de alta presión y unidades inyectoras se utiliza la información del fabricante para verificar la correcta operación. Esta información está dada en variables físicas de presión, volumen,

5.1. INFORMACION TECNICA PARA LA COMPROBACIÓN Y CALIBRACIÓN 63

electricidad y desplazamiento lineal por nombrar algunas. En conformidad con lo anterior cada variable plasmada dentro de unos límites superiores e inferiores y así garantizar un funcionamiento apropiado.

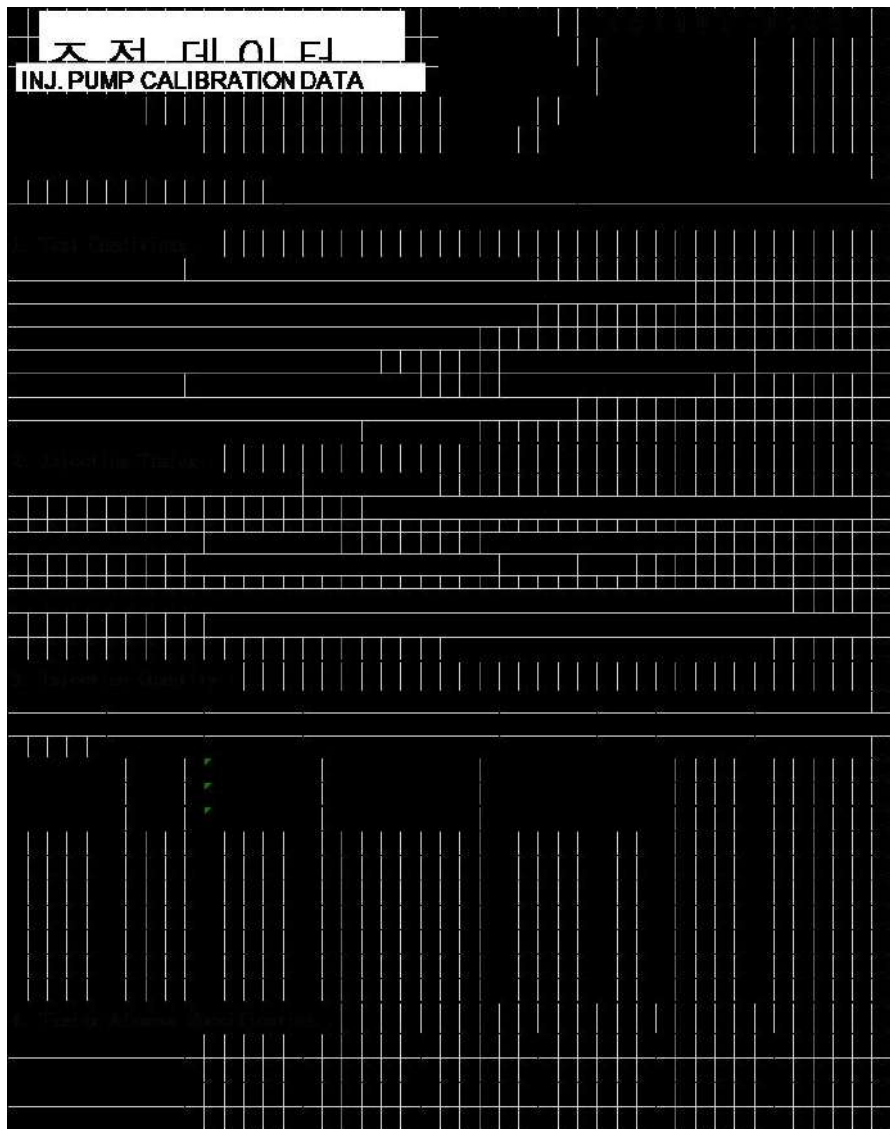


Figura 5.3: Prueba de fugas. blogs.eltiempo.com

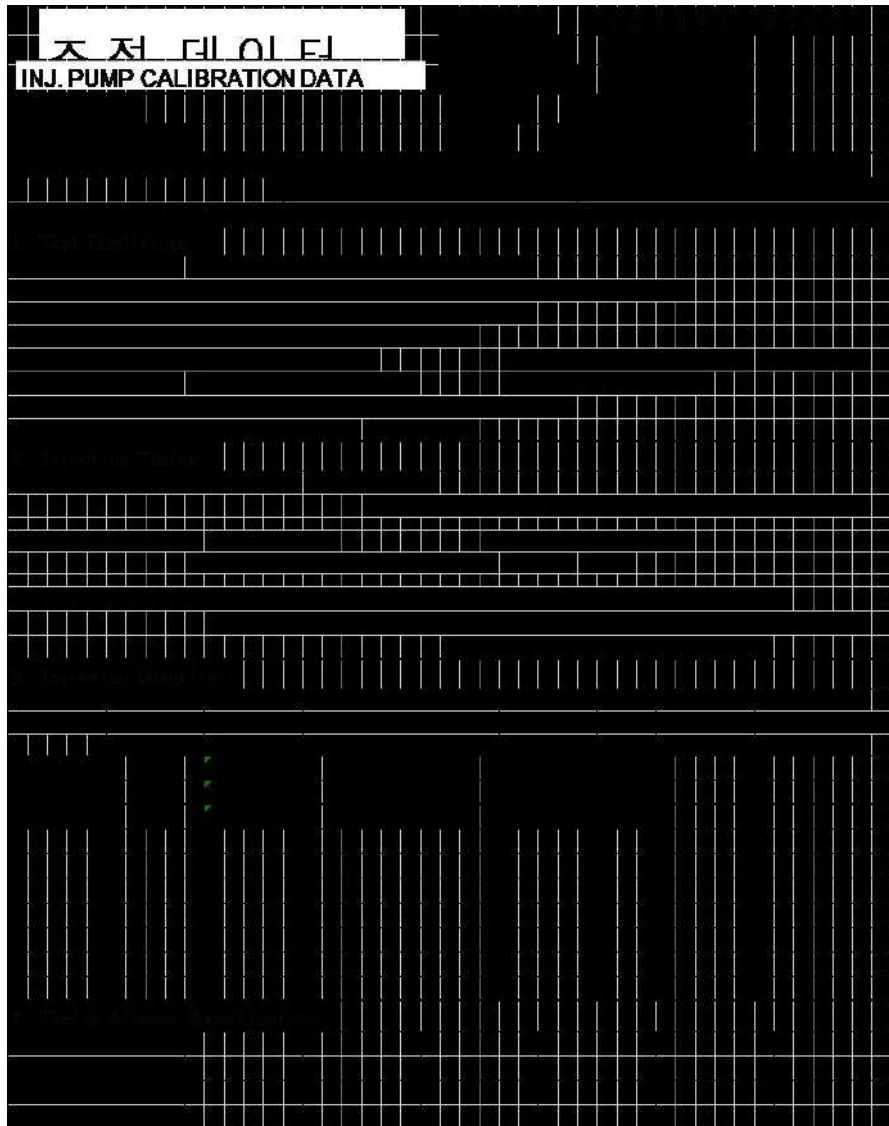


Figura 5.4: Prueba de fugas. blogs eltiempo.com

5.1. INFORMACION TECNICA PARA LA COMPROBACIÓN Y CALIBRACIÓN 65

Ficha de comprobación bomba de suministro alta presion	
Indicaciones/ denominación	Solicitud
1 / Presion de alimentación	0.2 bar presion para realizar la prueba
2/	
3/	
4/	
5/	
6/	



**S3000 Common Rail
Test System
TEST DATA**

Pump Designation:- 9042A0013A-014A Type Designation:-0.6CC2 Manufacturer I.D.:- RENAULT Engine:-	Testing Prerequisites Inlet Feed Pressure - 0.2 BAR 1 Test Oil Specification- ISO4113 2 Test Oil Temperature- 40 deg C 3 Direction of Rotation - Clockwise 4
---	---

Remove injector pipes from test rail and blank off with T031-3005
 Fit In line return temperature sensor to return line.
 Fit Bosch type Pressure control valve to test rail (ie 0 281 200 872).
 Connect Fuel Pump Cable T031-3001 to PCV in test rail.
 Set S3000 Test Unit to 'PCV'

1. LEAK TEST 5

Test	Bench Speed - RPM	Rail Pressure - BAR	Conditions	Comments
1	350	250	15 Secs	No Unusual noise
2	2000	1000	3 Mins	No Leaks and No abnormal Temperature rise.

2. RUNNING IN TEST 6

To be Carried out whenever rollers and shoes have been disturbed or replaced

Test	Bench Speed - RPM	Rail Pressure - BAR	Time - Seconds	Max Delta T°
1	400	400	60	5
2	800	400	60	5
3	1200	400	60	6
4	2000	800	60	8
5	2000	1200	60	9

Figura 5.5: Prueba de fugas. blogs eltiempo.com



S3000 Common Rail
Test System

TEST DATA

INJECTOR DATA

PART No: 095000-0530
TYPE: -
O.E.M. REF: TOYOTA LANDCRUISER
ENGINE: 3.0TD, 1KD-FTV **1**

TEST CONDITIONS

TEST PUMP: SUITABLE CR PUMP
TEST OIL: ISO 4113
TEST OIL TEMP: 40°C
SOLENOID RESISTANCE @ 20°C - 600mΩ

- Remove all washers from injectors.
- Fit injectors to rack.
- Fit injector pipe.
- Attach injector cables T031-3901.
- Close protective cover.

Pump Speed RPM	Rail Pressure BAR	Pulse Width	Delivery cc/1000	Max Back Leak		Comments
				cc/1000	cc/min	
1000	1000	700	N/A	-	-	Purge System & Check for Leaks 2
1500	1350	900	110-120	<60.0	<90.0	Max Fuel 3
400	250	700	12-16	<30.0	<12.0	Idle 4
2000	1350	Run pump only	N/A	<12.5	<25.0	Seat Test 5
400	150-250	700	N/A	-	-	S.O.I 6

Start of Injection

- 1) Stop test bench.
- 2) Reduce rail pressure on S3000 to zero.
- 3) Remove fuel connection T031-3052.
- 4) Close protective cover. **7**
- 5) Run test bench to 400RPM and increase rail pressure slowly until atomised fuel can just be seen emitting from nozzle holes when rail pressure should be 150-200BAR. **8**

Note:-

When calibrating more than one injector of the same number ensure that all flow rates are matched through the set.

Figura 5.6: Prueba de fugas. blogs eltiempo.com

Indicaciones/ denominación	Solicitud
1 /	
2 /	
3 / prueba de máxima entrega de combustible	entre 110 y 120 cc a 1000 entregas
4 /	
5 /	
6 /	
7 /	
8 /	

5.1. INFORMACION TECNICA PARA LA COMPROBACIÓN Y CALIBRACIÓN 67


조정 데이터		Ass'y No. : 104780-4050	
INJ. PUMP CALIBRATION DATA 1		ENG. Type : HA-H	
Drawing No. : 96-08-27-01		A kind of car : FORK LIFT	
General Ass'y No. : KP-VE4/10F115ORNP1068		Company : KIA MOTORS 2	
Pre - Stroke :		Date : 1996. 08. 27.	
		Pump rotation: Clockwise-viewed from drive side 3	
1. Test Conditions 4			
1-1	Nozzle ; 105780-0000(KP-DN12SD12T)	1-4	Injection pipe : 2mm×6mm×840mm
1-2	Nozzle holder : 105780-2080	1-5	Fuel oil temperature : 45 + 5°C
1-3	Nozzle opening pressure : 150±5 Kgf/cm ²	1-6	Supply pump pressure : 0.2 Kgf/cm ²
2. Setting 5		Pump speed	Settings
		(r/min)	Charge air
			pressure(mmHg)
			Difference
			in delivery
2-1	Timing device travel	1,000	2.5 ±0.2 mm
2-2	Supply pump pressure	1,000	4.0 ±0.3 Kgf/cm ²
2-3	Full load delivery (FULL)	750	48.5 ±1.0 cc/1000st
			3.0
2-4	Idle speed regulation	365	12.7 ±2.0 cc/1000st
2-5	Start	100	70.0 ~ 90.0 cc/1000st
2-6	Full load speed regulation	1,275	15.0 ±3.0 cc/1000st
2-7	Load-timer Adjustment		3.0

Figura 5.7: Prueba de fugas. blogs eltiempo.com

Realizar grafico de revoluciones y entrega de combustible teniendo en cuenta la ilustracion 47

cc/ml

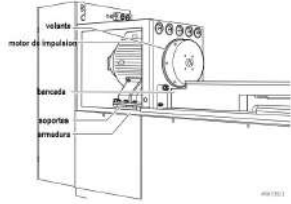
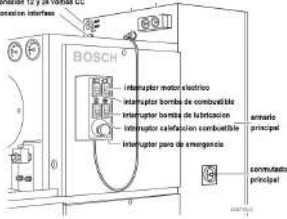
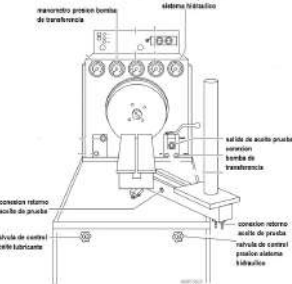
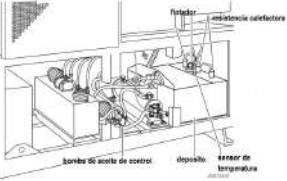
psi/bar
cc/ml



5.1.1. Intervención activa- Equipos de comprobación

Identificación de sistemas principales del equipo de calibración Bosch EPS 807

5.1. INFORMACION TECNICA PARA LA COMPROBACIÓN Y CALIBRACIÓN 69

Componente	Nombre función	Medición valor
		<p>Diametro pistón... Altura y diametro resorte... Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Nomenclatura de identificación</p>
		<p>Diametro pistón... Altura y diametro resorte... Nomenclatura de identificación</p>

Identificación de componentes del equipo de comprobación Speedmaq 320

Partes principales e identificación



Figura 5.8: Prueba de fugas. blogs eltiempo.com

Banco de comprobación Speedmaq 320		
	Componente	Funciones
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		



Figura 5.9: Prueba de fugas. blogs eltiempo.com

Bibliografía

Capítulo 6

Control de emisiones

6.1. Legislación y normatividad

En Colombia, la constitución política en el artículo 79 manifiesta

consagra el derecho a gozar de un ambiente sano, estableciendo que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines (Alcaldía mayor de Bogotá. Secretaria de medio ambiente).

Como estructura gubernamental que soporta lo anterior se puede nombrar el artículo 75 del decreto Ley 2811 de 1974 indica que, para prevenir la contaminación atmosférica se dictarán disposiciones concernientes, entre otros aspectos, a la calidad que debe tener el aire, como elemento indispensable para la salud humana, animal o vegetal. De modo idéntico existen más decretos y leyes a este respecto como el decreto 948 de 1995 contiene el reglamento de prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire y, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 68 de este decreto, en concordancia con lo señalado en el artículo 65 de la Ley 99 de 1993, corresponde al Distrito en relación con la prevención y control de la contaminación del aire.



Figura 6.1: inisterio de medio ambiente y desarrollo sostenible. Conflictos ambientales.net

De acuerdo con lo anterior también existe la participación de entes estatales para generar y ejecutar actividades de control, ejemplos de esto el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible reglamento los niveles de emisiones permisibles en fuentes móviles terrestres. Como respaldo a ello también está el plan maestro de movilidad para Bogotá Distrito Capital, estableciéndose como objetivo específico, reducir los niveles de contaminación ambiental por fuentes móviles e incorporar criterios ambientales para producir un sistema de movilidad eco-eficiente. Una acción visible y de impacto para la ciudad fue el Sistema Integrado de Transporte Público para Bogotá D.C, el cual indica que para el cumplimiento de los fines trazados en el Plan Maestro de Movilidad. Igualmente, Que mediante Decreto Distrital 098 de 2011 se adoptó el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá, y para el cumplimiento de las metas; se indica que una de las medidas más importantes para la descontaminación del aire de la ciudad es la entrada en operación del SITP y el uso de sistemas de control de emisiones de material particulado en la flota que ingresa a dicho sistema (Alcaldía mayor de Bogota. Secretaria de medio ambiente).

Año	modelo
1970 y anterior	50
1971 - 1984	26
1985 - 1997	24
1998 - 2009	20
2010 y posterior.	15

Figura 6.2: Límites máximos de opacidad permisibles para vehículos accionados con biodiesel en aceleración libre. (Alcaldía mayor de Bogota. Secretaria de medio ambiente)



Figura 6.3: Opacómetro. Sprintdata.co

El opacómetro es un equipo que mide la opacidad la cual se define como:

El estado o cualidad de una sustancia que hace impenetrable a los rayos de luz; respecto al humo de escape se puede decir que se relaciona con su densidad (Kates Luck, 1982).

De igual modo, el opacómetro permite valorar la cantidad de hidrocarburos sin quemar y por ende deducir en parte la eficiencia del sistema de inyección. Como complemento permite mediciones estabilizadas y en aceleraciones, registrando las revoluciones del motor, la temperatura del aceite y el tipo de motor de acuerdo al ciclo (dos o cuatro tiempos), finalmente se puede medir la opacidad en % o en el coeficiente de absorción de luz (Autoexacto, 2015)

6.2. Intervención activa – Comprobación opacidad

Prueba de opacidad

Medición de humos-opacidad

Valores prueba de opacidad	
Vehiculo/ motor/modelo	
1 aceleracion	
2 aceleracion	
3 aceleracion	
4 aceleracion	
Porcentaje maximo opacidad	
Resultado final	
Aprobado/rechazado	
Vehiculo/motor/ modelo	
1 aceleracion	
2 aceleracion	
3 aceleracion	
4 aceleracion	
Porcentaje maximo opacidad	
Resultado final	
Aprobado/ rechazado	

Bibliografía

Capítulo 7

SOBREALIMENTACION DE AIRE

7.1. Fundamentos de operación

El progreso más latente en relación con el aumento de potencia en un motor diesel es ingresar una mayor masa de aire y por ende incrementar la densidad del aire (Brady, 1999). Para ello se utilizan un diseño de compresor del tipo de circulación en los cuales la masa de aire se divide para ser transportada desde la entrada a la salida del compresor, las variantes más utilizadas en los motores diesel son el de tipo lóbulos (roots) con presiones de carga hasta -8 bar aproximadamente y los de tipo Lysholm en los cuales los elementos de compresión no son simétricos con los anteriores (Perez, 2011). Una característica sobresaliente en esta aplicación es que para su funcionamiento es necesario la energía mecánica del motor, por ende esto conecta a los mandos de la distribución.

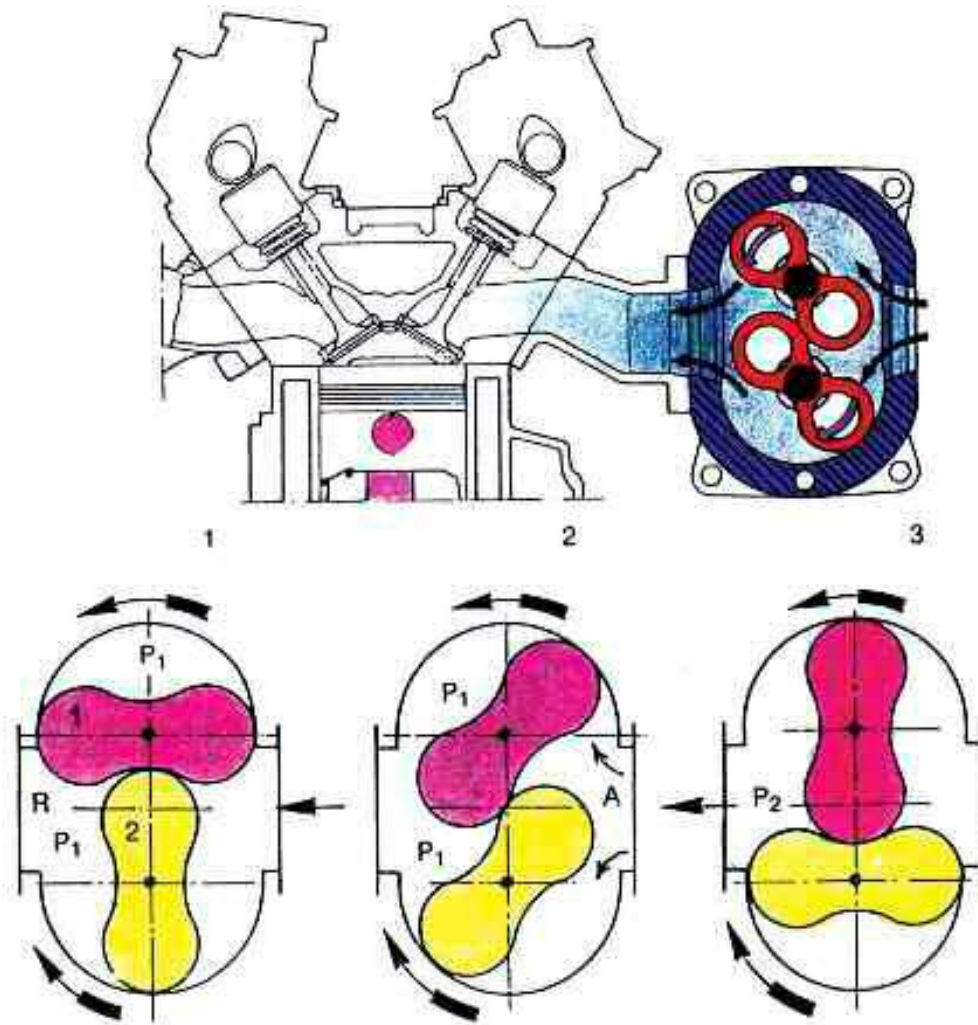


Figura 7.1: Compresor de circulación tipo roots. Taller actual

El otro diseño de compresor utilizado es el del tipo centrífugo donde el tipo que más aplica es el denominado turbocompresor, el cual para su accionamiento utiliza los gases residuales producto de la combustión, siendo esto una de las peculiaridades más sobresalientes y este atributo lo posiciona como el dispositivo más utilizado en motores diesel actualmente (Gil, 2020).



Figura 7.2: Compresor centrífugo tipo Turbo. Turbochargerpros

Cuando se despliega todo un sistema de sobrealimentación de aire el flujo inicia pasando el filtro de aire para retener las partículas contaminantes y así proteger el caracol de admisión y la rueda compresora, a paso seguido este aire comprimido y por ende con una temperatura superior a la del medio ambiente pasa por un enfriador de aire (intercooler y/o watercooler) para aumentar su densidad y mejorar las condiciones de la combustión, posterior a esto ingresa por el múltiple de admisión hacia el motor, para dar curso a la combustión, entonces los gases residuales producto de la combustión salen por el múltiple de escape donde está fijado el caracol de escape y permiten el movimiento del eje turbina, para finalmente salir por el sistema de escape al medio ambiente.

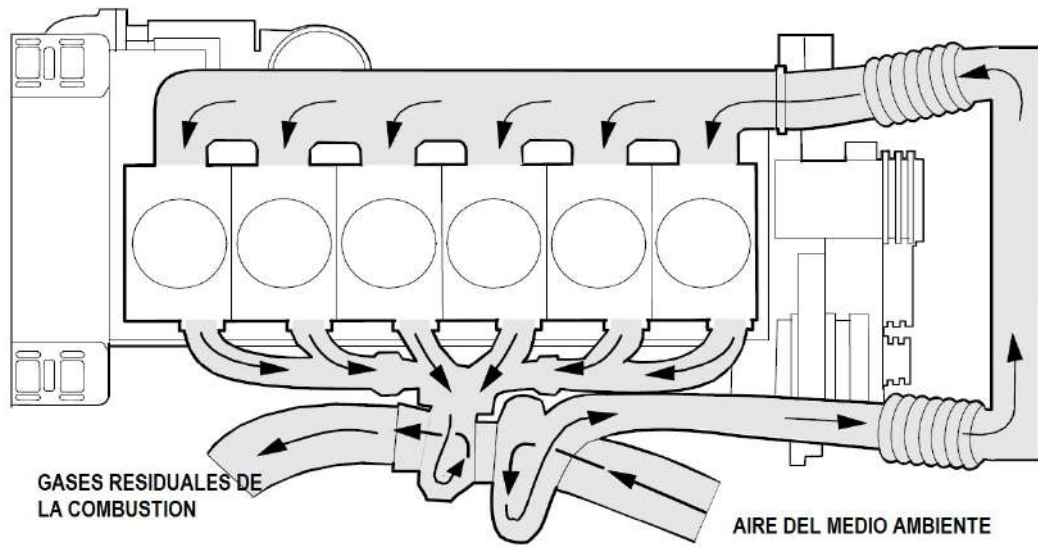


Figura 7.3: Compresor centrífugo tipo Turbo. Turbochargerpros

7.2. Intervención activa – Reconocimiento de compresores para aumento de eficiencia volumétrica

Compresor roots, ubicación en el motor diesel

7.2. INTERVENCIÓN ACTIVA – RECONOCIMIENTO DE COMPRESORES PARA AUMENTO DE EFICIENCIA



Figura 7.4: Motor DD 6V71. Woodlineparts

Numeral	Nombre	Funcion
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		



Groups:
3.4001 - 3.4420

Blower

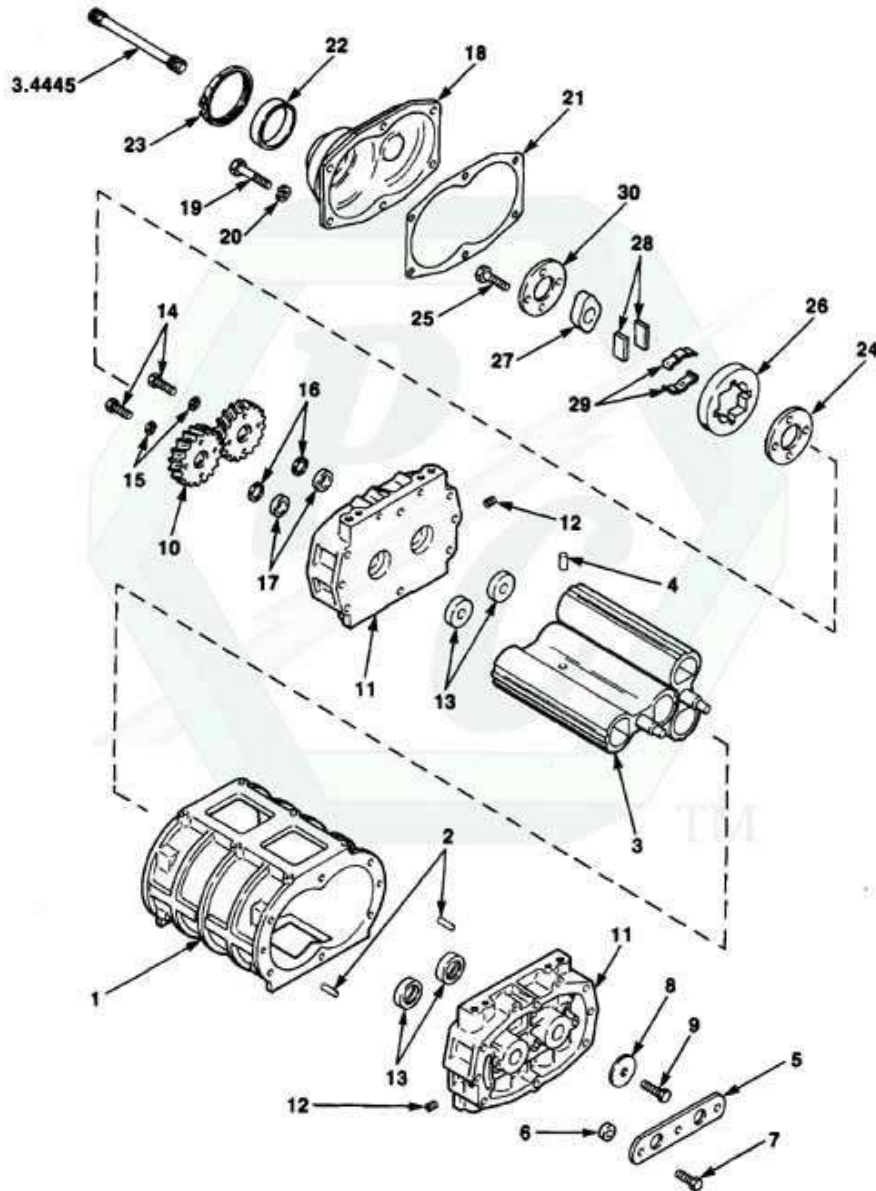


Figura 7.5: Motor DD 6V71. Woodlineparts

Numeral	Nombre/funcion	Metrología/estado
17		
14		diametro muñones de apoyo/número de anillos/número de alabes/diametro
13		
12		
4		diametro interno/externo
2		
7		alto/posición
6		numero de anillos
9		
15		numero de alabes/diametro cabeza/holgura axial y radial
16		valor de apriete
21		
NA	Deflector de aceite	

Bibliografía

List of Publications