



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**DIAGNÓSTICO, REPARACIÓN Y ENSAMBLAJE DE INYECTORES DIESEL
COMMON RAIL DEL MOTOR HYUNDAI J3**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

TROYA REYES DICK MIKE

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2017

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Edwin Puente.

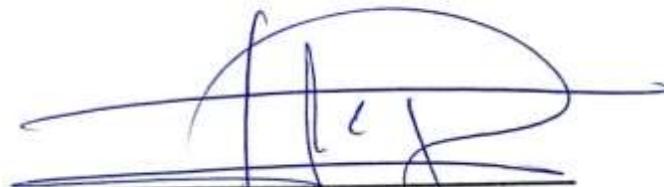
CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“DIAGNÓSTICO, REPARACIÓN Y ENSAMBLAJE DE INYECTORES DIESEL COMMON RAIL DEL MOTOR HYUNDAI J3”**, realizado por el estudiante: **DICK MIKE TROYA REYES**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el reglamento de estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que ayudará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional.

Guayaquil, Septiembre 2017

Atentamente



Ing. Edwin Puente
Director del proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Yo, DICK MIKE TROYA REYES

DECLARO QUE:

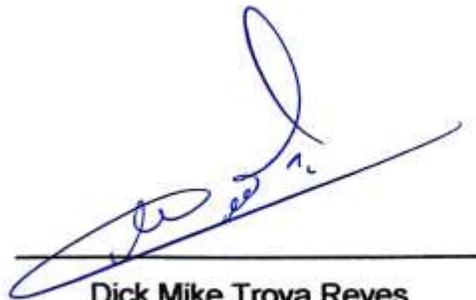
La investigación de cátedra denominada: **“DIAGNÓSTICO, REPARACIÓN Y ENSAMBLAJE DE INYECTORES DIESEL COMMON RAIL DEL MOTOR HYUNDAI J3”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Septiembre 2017.

Atentamente



Dick Mike Troya Reyes

C.I: 0917473985

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

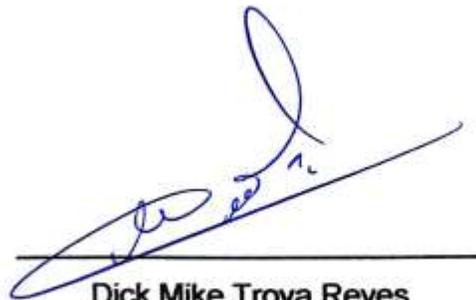
AUTORIZACIÓN

Yo, DICK MIKE TROYA REYES

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“DIAGNÓSTICO, REPARACIÓN Y ENSAMBLAJE DE INYECTORES DIESEL COMMON RAIL DEL MOTOR HYUNDAI J3”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Septiembre 2017.

Atentamente



Dick Mike Troya Reyes

C.I: 0917473985

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	i
DECLARO	ii
AUTORIZACIÓN	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
DEDICATORIA	xii
AGRADECIMIENTO	xiii
RESUMEN GENERAL.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Definición del problema	1
1.2. Objetivos de la investigación.....	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Alcance	3
1.4. Justificación e importancia de la investigación	3
1.5. Marco metodológico.....	4

1.5.1. Método de investigación	4
1.5.2. Tipo de investigación	5
CAPÍTULO II.....	6
ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN DIESEL.....	6
2.1. Inyección diésel	6
2.2. Common Rail	9
2.3. Riel	11
2.4. Sensor de presión.....	12
2.5. Tuberías de alta presión	12
2.6. Inyector.....	13
2.7. Clasificación de inyectores por funcionamiento	14
2.7.1. Abiertos	14
2.7.2. Cerrados.....	15
2.8. Por su accionamiento	16
2.8.1. Hidráulicos.....	16
2.8.2. Mecánicos	16
2.9. Por el número de orificio y su clase de aguja	17
2.10. Por la clase de espiga	18
2.11. La ECU	18
2.12. Válvula dosificadora de Entrada	19

2.13.	Bomba de alta presión	20
2.14.	Bomba de baja presión	21
2.15.	Sensor de temperatura de combustible	21
2.16	Filtro de combustible.....	21
2.17.	Filtro previo.....	22
2.18.	Filtro principal	23
2.19.	Separador de humedad	23
2.20.	Pre calentador de combustible.....	24
2.21.	Bomba manual.....	25
2.22.	Tipos de bomba	25
2.22.1.	Bomba eléctrica	25
2.22.2.	Bomba de engranajes	25
2.22.3.	Bomba de paletas	26
2.23.	Cañerías	27
2.24.	Cañerías de baja presión.....	28
2.25.	Cañerías rígidas	28
2.26	Pulverización	29
CAPÍTULO III.....		30
ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBAS CRT-3500		30
3.1.	Elementos y especificaciones	30

3.2.	Composición del banco de pruebas CRT-3500	30
3.3.	Vacuómetro	32
3.4.	Emulador de sensor de presión de riel	33
3.5.	Controlador CRDI CRT-3500	33
3.6.	Acoples de inyector para prueba Delphi.....	34
3.7.	Recipientes y mangueras para la medición de retorno.....	35
3.8.	Extensión de inyectores	36
3.9.	Probetas para medir el aporte de los inyectores.	37
CAPÍTULO IV		38
DIAGNOSTICO Y COMPROBACIÓN DE INYECCION CON EL BANCO DE PRUEBAS CRT-3500		38
4.1.	Tipo de prueba en baja presión.....	38
4.2.	Prueba de inyección en el modo de baja y alta presión	40
4.3.	Ajuste de presiones	40
4.4.	Prueba de compresión	41
4.5.	Tipo de prueba de alta presión con inyectores	42
4.5.1.	Instrucciones a seguir	43
4.6.	Tipo de prueba de alta presión sin inyectores	44
4.6.1.	Instrucciones a seguir	44
4.7.	Prueba de bomba de baja presión	45

CAPÍTULO V	46
DESMONTAJE Y REPARACIÓN DE INYECTORES DEL SISTEMA CRDI MOTOR J3 EN EL BANCO DE PRUEBAS CRT-3500.....	46
5.1 Clasificación de los síntomas que presenta un inyector con problema....	46
5.2. Limpieza del inyector	47
5.3. Despiece del inyector.....	48
5.4 Reparación del inyector	54
CAPÍTULO VI	57
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	57
6.1. Conclusiones	57
6.2. Recomendaciones	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Riel	11
Figura 2. Tubería alta presión.....	12
Figura 3. Inyector abierto.....	14
Figura 4. Inyector cerrado.....	15
Figura 5. Inyector hidráulico.....	16
Figura 6. Inyector mecánico.....	16
Figura 7. Inyector por número de orificio.....	17
Figura 8. Inyector por clase de espiga.....	18
Figura 9. Válvula IMV.....	19
Figura 10. Filtro previo.....	22
Figura 11. Filtro principal.....	23
Figura 12. Filtro separador de agua.....	24
Figura 13. Bomba de engranaje.....	26
Figura 14. Bomba de paletas.....	27
Figura 15. Pulverización.....	29
Figura 16. Elementos del inyector test CRDI.	31
Figura 17. Vacuómetro.....	32
Figura 18. Emulador de sensor de presión de riel.....	33
Figura 19. Controlador de presión CRDI	34
Figura 20. Acoples de prueba Delphi	34
Figura 21. Prueba de retorno	35
Figura 22. Extensión de inyectores	36
Figura 23. Probetas de medición	37

Figura 24. Instalación de inyectores	39
Figura 25. Diagnóstico de baja presión	39
Figura 26. Prueba de alta y baja presión	40
Figura 27. Ajuste de presiones	41
Figura 28. Prueba de compresión	41
Figura 29. Prueba de alta presión	43
Figura 30. Prueba en alta presión sin inyectores	44
Figura 31. Prueba de baja presión de la bomba	45
Figura 32. Diagnóstico de fallas	47
Figura 33. Limpieza de inyector	48
Figura 34. Inyector Bosch CRDI.....	48
Figura 35. Despiece de inyector Bosch CRDI.....	49
Figura 36. Despiece de bobina.....	49
Figura 37. Partes de inyector Bosch CRDI.....	50
Figura 38. Bobina.....	51
Figura 39. Cuerpo de válvula.....	51
Figura 40. Inyector Bosch CRDI.....	52
Figura 41. Retorno de inyector Bosch CRDI.....	53
Figura 42. Partes de inyector	53
Figura 43. Kit de reparación.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1 Prueba de compreción	40
Tabla. 2 Prueba de baja presión de la bomba.....	43

DEDICATORIA

De manera única y especial quiero dedicar este logro obtenido a mi padre celestial el cual permite que pueda levantarme todos los días dándome nuevas oportunidades y bendiciones así mismo guiándome sobre un buen camino, de la misma manera a mi madre que es padre y madre para mí y nunca perdió la fe, siempre se mantuvo con la frente en alto para seguir adelante con una fuerza incomparable supo guiar mi camino y el de mi hermana para así salir adelante paso a paso y día tras día, apoyándome y corrigiendo los pequeños errores que cada uno comete en su juventud y gracias ella hoy soy lo que un día me imagine en un sueño de acorde como iba construyendo mi futuro.

Y a mí tía quien forma parte de mi vida junto a mi abuela que con sus consejos y su experiencia a lo largos de los años me sirvieron para seguir formando mi vida.

AGRADECIMIENTO

Como parte de esta inspiración ilusión y realidad que es culminar un carrera el cual otorga un título muy importante quiero agradecer una vez a más a Dios por darme la oportunidad de vivir y seguir adelante cumpliendo las metas propuestas para mi futuro, a mi madre por ser todo mi apoyo en mi vida.

Quiero agradecer al director de carrera Ing. Edwin Puento por su apoyo incondicional por parte como representante de la Universidad Internacional del Ecuador, sede Guayaquil, por su amistad desde el inicio de mi carrera y por ser mi tutor.

Y por su puesto a todos mis queridos ingenieros que desde el primer día que inicie en la Universidad Internacional del Ecuador formaron parte de mi formación académica profesional y personal

RESUMEN GENERAL

El objetivo del desarrollo de procesos de diagnóstico, reparación y ensamblaje de inyectores Hyundai CRDI a través del equipo CRT-3500 es de brindar información y actualización hacia los estudiantes y profesionales que emergen en la rama de la ingeniería automotriz correspondiente a estas nuevas tecnologías, las cuales facilitaran los procesos y procedimientos a la hora de llevar a cabo el análisis del diagnóstico de un sistema diésel common rail.

La finalidad de este banco de pruebas es diagnosticar con eficiencia y facilitar el trabajo de un ingeniero o técnico especializado en los sistemas diésel especialmente para este tipo de motor, a su vez el ahorro de tiempo y mano de obra ya que el mismo motor se convierte en el laboratorio para este banco de pruebas, en el cual podemos analizar caudal, retornos, chequeos de estanqueidad, pulverización y comprobación de la válvula IMV.

ABSTRACT

The objective of the development of diagnostic, repair and assembly processes of Hyundai CRDI injectors through the CRT-3500 equipment is to provide information and update to the students and professionals who emerge in the automotive engineering branch corresponding to these new technologies, the Which will facilitate the processes and procedures when carrying out the diagnostic analysis of a common rail diesel system.

The purpose of this test bench is to efficiently diagnose and facilitate the work of an engineer or technician specializing in diesel systems especially for this type of engine, in turn saving time and labor since the same engine becomes In the laboratory for this test bench, in which we can analyze flow rate, returns, waterproofing, spraying and checking of the IMV valve.

INTRODUCCIÓN

Hoy en la actualidad en nuestro país el avance y desarrollo de nuevas tecnologías en los sistemas de inyección electrónica Diésel CRDI, las cuales ayudan a mejorar la eficiencia en los motores de combustión y a reducir la contaminación al medio ambiente nos lleva a realizar el desarrollo de procesos de diagnóstico, reparación, y ensamblaje de inyectores Hyundai CRDI a través del equipo CRT-3500, ya que estos sistemas son nuevos en nuestro entorno y muy pocas personas están especializadas en este sistema y surge la escasez de información técnica y practica hacia los estudiantes y personal calificado que están inmerso en el campo automotriz acerca este tipo de tecnología.

Este banco de pruebas CRT-3500 está diseñado para la comprobación y diagnóstico de los inyectores Delphi CRDI, bombas de inyección de alta presión, control de fuga y análisis de válvulas IMV. Este conjunto va conectado a un módulo controlador de baja y alta presión, que simula las conexiones originales, replicándolas en el analizador portátil, obteniendo lecturas correctas y completas del funcionamiento de cada inyector, produciendo un diagnóstico real y preciso en tiempo real.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL

1.1. Definición del problema

El problema radica en la poca información técnica sustentable sobre los sistemas de inyección diésel common rail, a esto se agrega la falta de: equipos de diagnóstico para esta tecnología y profesionales especialmente calificados para intervenir en estos sistemas. Por lo cual genera la necesidad del desarrollo de procesos de diagnóstico, reparación, y ensamblaje de inyectores Hyundai CRDI a través del equipo CRT-3500.

Esto permitirá a la comunidad automotriz estar en capacidad de identificar y comprobar los parámetros de funcionamiento, procesos de diagnóstico, reparación y ensamblaje de los inyectores common rail del motor HYUNDAI J3, realizando las distintas comprobaciones en el banco de pruebas para poder interpretar, analizar la funcionalidad de cada uno de los componentes integrados en este sistema.

La adquisición de este tipo de información facilitara a los estudiantes, técnicos y demás integrantes del campo automotriz permitirá obtener mucho

más conocimiento en los sistemas de inyección CRDI Hyundai J3, lo que va ayudar a su formación profesional, dentro de los parámetros exigidos en el mundo laboral. Para lo cual este proyecto de titulación ofrece los métodos y procesos necesarios que podrán aplicar para el beneficio de los profesionales y estudiantes del sector automotriz, apegándome al objetivo 4 del plan nacional del buen vivir que hace mención a, Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía, generando conocimiento, motivando y fortaleciendo el desarrollo de sus capacidades técnicas.

Apegándome a las líneas de investigación institucional de la universidad internacional del ecuador, innovación tecnológica, modelación y simulación de procesos.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Desarrollar procesos de diagnóstico, reparación, y ensamblaje de inyectores Hyundai CRDI a través del equipo CRT-3500, el cual constara con los repuestos originales del mismo sistema, para evaluar el funcionamiento de este tipo de simuladores acortando tiempos de trabajo y generando conocimiento en profesionales y estudiantes del sector automotriz.

1.2.2. Objetivos específicos

- Desarrollar conocimiento acerca de los inyectores diésel common rail del motor Hyundai J3.
- Facilitar información técnica hacia los estudiantes y profesionales dentro del campo automotriz sobre los inyectores diésel common rail del motor J3.
- Aprender a utilizar el banco CRT-3500 para conocer su funcionamiento y diagnosticar las distintas pruebas que se pueden realizar.

1.3. Alcance

El diagnóstico de los resultados obtenidos del equipo de pruebas CRT-3500 nos proporciona datos en vivo como la presión de la bomba, flujo y retorno tales como también la pulverización, cantidad volumétrica del flujo del combustible dada por los inyectores de acuerdo al sistema de inyección Delphi CRDI.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

La base de esta investigación de fundamenta de temas relacionados al sistema diésel common rail, debido que muchos de los estudiantes y profesionales del área automotriz desconocerán de términos ligados a este tipo de tecnología y es con ellos que se debe trabajar para profundizar la investigación.

El método científico es la guía de cada trabajo de investigación, en donde existe un respaldo de la información que se adjunta, puesto que es la ayuda de todo proyecto para cumplir con los lineamientos de la investigación y alcanzar los objetivos deseados

El desarrollo de procesos de diagnóstico, reparación, y ensamblaje de inyectores Hyundai CRDI a través del equipo CRT-3500, es necesario ya que nos permite conocer sobre las posibles fallas que se podrían presentar, tomando la medida correctiva oportuna con el banco de pruebas.

1.5. Marco metodológico

1.5.1. Método de investigación

Procedemos a utilizar un sistema de investigación mixta porque la parte cualitativa se va a ver de forma visual de acorde a las capacitaciones de los temas investigados y la parte cuantitativa se recolectará datos asegurándonos la satisfacción total sobre el sistema diésel common rail del motor Hyundai J3.

Además se busca obtener información en base a la opinión de expertos, acerca de los procesos de implementación del sistema de inyección y a su vez poder brindar dicha información a los estudiantes y profesionales calificados dentro del campo automotriz.

1.5.2. Tipo de investigación

En lo que se refiere al tipo de estudio que será desarrollado, se considera la aplicación de un tipo de investigación descriptiva, científica, y analítica debido a que se pretende conocer aspectos referentes al desarrollo de procesos de diagnóstico, reparación, y ensamblaje de inyectores Hyundai CRDI a través del equipo CRT-3500, es decir, se podrá obtener información con respecto al mercado competitivo, su comportamiento, y el nivel de demanda existente en la actualidad.

CAPÍTULO II

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN DIESEL

2.1. Inyección diésel

El motor diésel es el que más tarde ha incorporado el control electrónico de la gama de aplicaciones para vehículos. Fueron, en primer lugar, los motores de ciclo Otto o de encendido por chispa los que incorporaron el control electrónico de su funcionamiento.

Los motores diésel siempre han tenido un consumo específico menos que sus homólogos de gasolina y han lanzado a la atmósfera una menor cantidad de contaminantes. Estos dos aspectos acompañados de su mayor coste de fabricación han sido el motivo de que los motores diésel soportaran sin modificaciones la primera crisis del petróleo y las primeras legislaciones anticontaminación, siguiendo la evolución que conlleva la mejora y las novedades en los materiales y mecanismos utilizados en la construcción de motores para automóviles.

Esta evolución ha llevado a los constructores de vehículos a plantearse una mejora sustancial tanto en el consumo de combustible como en la emisión de contaminantes de los motores diésel, incorporando la electrónica para

controlar el proceso de inyección de combustible y el reciclado de los gases de escape. Los motores diésel funcionan siempre con exceso de aire. Si el exceso de aire es insuficiente, aumentan las emisiones de hollín.

De CO, HC y el consumo de combustible. La formación de la mezcla que determina por una serie de magnitudes que influyen sobre las emisiones y el consumo de combustible del motor. La configuración de la cámara de gases de escape. Un movimiento de aire en la cámara adaptada esmeradamente a los chorros de combustible que produce el inyector, favorece el mezclado de aire y combustible y por lo tanto, una combustión completa. Junto a ello, repercuten positivamente un mezclado homogéneo de aire y gases de escape, es decir una retroalimentación refrigerada de los gases de escape.

La técnica de cuatro válvulas y el compresor con turbina de geometría variable, contribuyen también a reducir las emisiones contaminantes y elevar la relación de potencia. Con relación a la legislación sobre emisiones, la emisión de NOx en los motores diésel es demasiado elevada, por ello se han incorporado sistemas de retroalimentación y refrigeración de los gases de escape.

La retroalimentación de gases de escape ofrece la posibilidad de reducir la emisión de hollín. Una parte de los gases de escape durante el funcionamiento del motor a carga parcial, se reducen al tamo de aspiración.

Además, se han incorporado sistemas de refrigeración de los gases de escape haciéndolos pasar a través de un radiador refrigerante, reduciendo la temperatura de los mismos, lo cual origina un descenso de la temperatura en la cámara de combustión y resulta posible hacer re circular una mayor cantidad de gases de escape reduciendo de esta forma el contenido de oxígeno, la velocidad de combustión, la temperatura punta en el frente de llamas y, por tanto, la emisión de NOx.

Pero si la cantidad de gases de escape retroalimentada es demasiada grande (proporción superior al 40%), aumentan las emisiones de hollín, de CO y de HC, así como el consumo de combustibles, como consecuencia de la falta de oxígeno. Es por esto por lo que el proceso debe ser controlado por una unidad electrónica de control, junto con la gestión del motor.

En los motores diésel, regular la cantidad de gasoil inyectado en función de la carga motor (pedal acelerador), sincronizándolo con el régimen motor y el orden de encendido de los cilindros. En el caso del motor diésel la alimentación de aire no es controlada por el conductor, sólo la de combustible.

Consta fundamentalmente de sensores, una unidad electrónica de control y actuadores o accionadores. Los motores diésel son actualmente algo irrenunciable en el mundo moderno y tan técnico.

Se utilizan en vehículos pesados, camiones, autobuses, autos de pasajeros, máquinas agrícolas, barcos y un sinnúmero de aplicaciones. Los motores diésel presentan siempre un servicio fiable, económico y poco contaminante. Diferentemente de los antiguos motores diésel, ruidosos y humeantes, la nueva generación de motores aporta innumerables ventajas:

- Más silenciosos
- Económicos
- Limpios
- Rápidos
- Seguros

El rendimiento fiable y económico de los motores diésel requiere sistemas de inyección que trabajen con elevada precisión. Con estos sistemas, se inyecta en los cilindros del motor a la presión necesaria y en el momento adecuado el caudal de combustible requerido para que alcance una determinada potencia.

2.2. Common Rail

En los últimos años los motores diésel han evolucionado hasta convertirse en la alternativa más eficiente para aplicaciones de automoción. Este hecho se ve reflejado en el crecimiento continuo de las ventas de

vehículos equipados con dicho motor. Esta evolución ha venido dada por varios factores.

Los avances en el control electrónico y los nuevos sistemas de inyección han permitido la incorporación de la inyección directa a motores diésel cada vez más pequeña. Esto junto con las innovaciones en los sistemas de sobrealimentación, EGR, etc. Han permitido una mejora espectacular respecto a los motores diésel de hace apenas una década.

La competitividad del mercado es cada vez más exigente con los fabricantes, obligándoles a producir vehículos con menor consumo y mayores prestaciones, fiabilidad y durabilidad.

El riel está encargado de la acumulación de alta presión generada en el sistema. El sensor de presión del riel es el encargado de enviar la información referente a la presión en el riel hacia la ECU (Engine Control Unit). Esta información es usada para calcular anticipadamente el caudal y la inyección. Su funcionamiento es diferente al del sistema Bosch, la presión máxima de funcionamiento es 1.000 bares.

El volumen de alta presión que se recibe desde la bomba de alta a través de una línea se almacena en un acumulador denominado riel común. Que es el encargado de la distribución múltiple de combustible a la presión de inyección

necesaria hacia los inyectores a través de las tuberías de alta presión para cada uno de los mismos y amortigua las variaciones de presión.

En relación a los sistemas de inyección convencional, el sistema de inyección CRDI permite ajustar con precisión, el caudal inyectado, el avance, la presión de inyección, en función de las necesidades del motor, mejorando de forma el consumo de combustible.

2.3. Riel

Masa (vacío): 1,9 Kg.

Volumen: 18 cc

Presión de rotura: > 7.000 bar

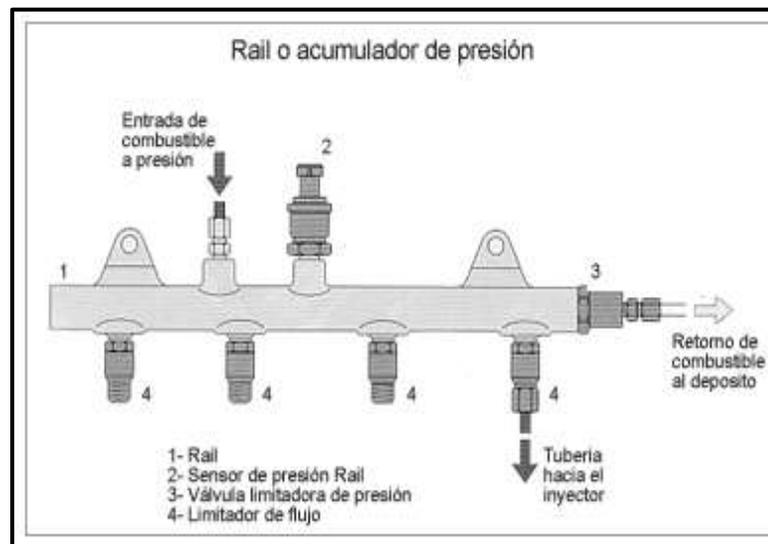


Figura 1. Riel.

Fuente: Aficionadosalamecanica/commonrail

Editado por: Mike Troya.

2.4. Sensor de presión

Tipo: sensor de diafragma

- Suministro de voltaje: 5 +/- 0.25V
- Rango del sensor de presión: 0 a 1.800 bar
- Presión máxima: 2.200 bar
- Presión de explosión: sobre 2.500 bar

2.5. Tuberías de alta presión

Son las que se encargan de suministrar el combustible en alta presión a cada uno de los inyectores y una adicional se encarga de llevar el combustible desde la bomba de alta presión hasta el riel. Es importante considerar que si una de estas cañerías es desmotada la misma debe ser sustituida por una totalmente nueva para evitar inconvenientes, fugas o fracaso en el sistema, figura 2.



Figura 2. Tubería alta presión.
Editado por: Mike Troya.

2.6. Inyector

El inyector suministra la cantidad requerida y dosificada de combustible en el momento exacto con una variación lo más mínimo que sea posible del volumen de inyección.

El funcionamiento de estos inyectores se realiza mediante un efecto denominado piezoeléctrico. El fenómeno piezoeléctrico consiste en un cristal de cuarzo que varía de tamaño cuando es sometido a un impulso eléctrico. De manera inversa es capaz de generar un impulso eléctrico.

En los inyectores piezoeléctricos, el solenoide que abría y cerraba la válvula para permitir el drenaje al retorno del diésel sobre el embolo, es sustituido por un componente Piezoeléctrico. La ECU 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 la ECU envía sobre el piezoeléctrico una tensión inicial de unos 70 V por un tiempo de 0,2mseg. Ya internamente, los cristales logran elevar este voltaje a unos 140 V, tomando otros 0,2 ms y se logra con una corriente de aproximada de. 7 Amp. Este proceso se denomina tensión de carga y corriente de carga.

El incremento de tensión se alcanza gracias al contacto entre los mismos cristales los mismos que logran multiplicar el efecto de voltaje. Para finalizar el proceso de inyección es necesario colocar un impulso de tensión final llamado tiempo de descarga esto toma alrededor de otros 0,2 ms.

2.7. Clasificación de inyectores por funcionamiento

2.7.1. Abiertos

Son aquellos en que la válvula de retención está antes de una cámara que termina en los orificios de atomización (están en desuso), figura 3.

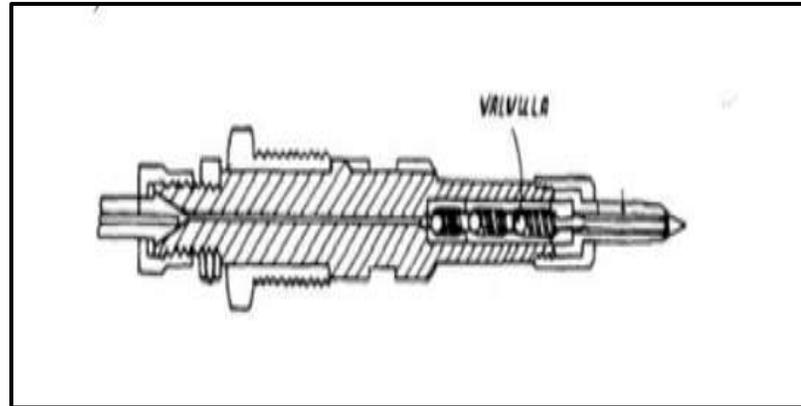


Figura 3. Inyector abierto.
Fuente: biblioteca.sena.edu.com
Editado por: Mike Troya.

2.7.2. Cerrados

Son aquellos en que la válvula obtura los orificios de atomización sin espacio muerto donde penetre el aire, figura 4.

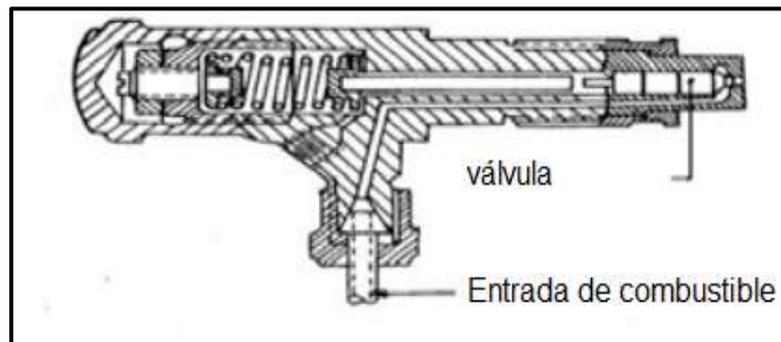


Figura 4. Inyector cerrado.
Fuente: biblioteca.sena.edu.com
Editado por: Mike Troya.

2.8. Por su accionamiento

2.8.1. Hidráulicos

Son aquellos en donde la apertura de la válvula o aguja se realiza cuando la presión del combustible es superior a la presión del resorte regulador que cierra la válvula al terminar la inyección, figura 5.

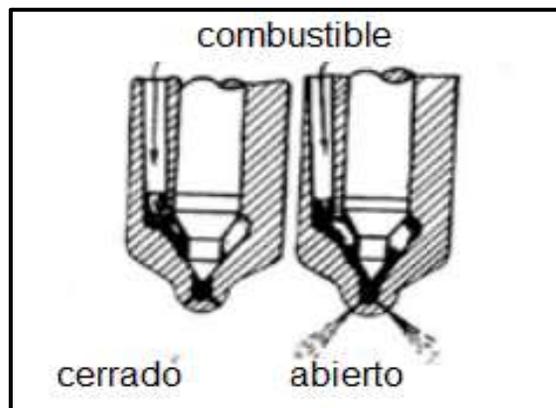


Figura 5. Inyector hidráulico.
Fuente: biblioteca.sena.edu.com
Editado por: Mike Troya.

2.8.2. Mecánicos

Son aquellos en donde un resorte retira la aguja a manera de émbolo permitiendo la entrada de combustible a una copilla y luego una leva expulsa el combustible que admitió previamente medido por la bomba, figura 6.

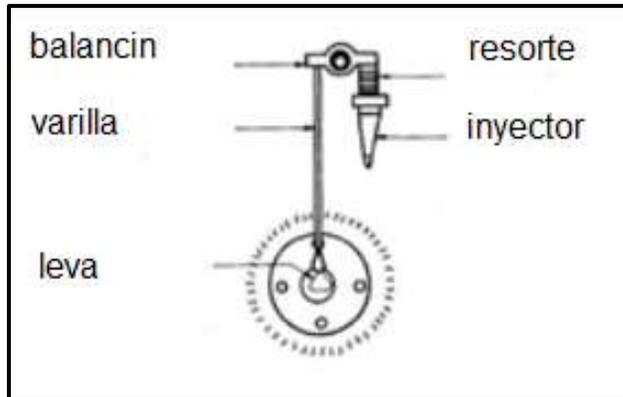


Figura 6. Inyector mecánico.
Fuente: biblioteca.sena.edu.com
Editado por: Mike Troya

2.9. Por el número de orificio y su clase de aguja

- Inyector de un orificio
- Inyector de múltiples orificios
- Inyector de aguja larga y de aguja corta

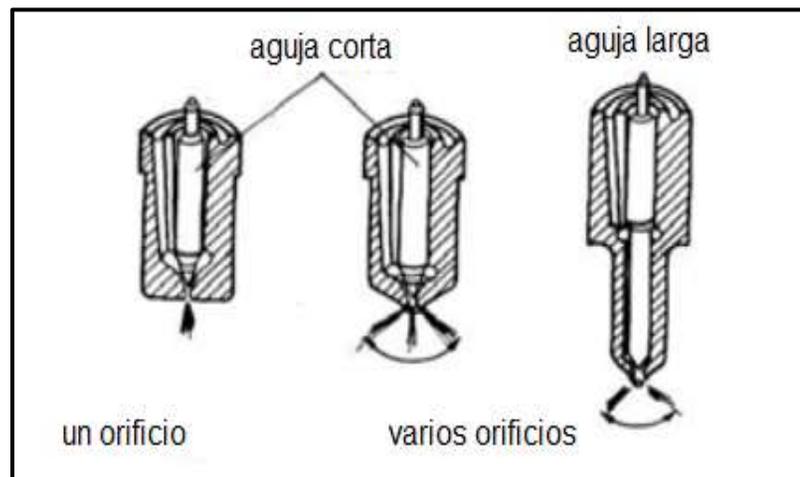


Figura 7. Inyector por número de orificio.
Fuente: biblioteca.sena.edu.com
Editado por: Mike Troya

2.10. Por la clase de espiga

Algunos inyectores en lugar de aguja cuentan con una espiga que controla un solo orificio también llamado tetón que puede ser cilíndrica o cónica, figura 8.

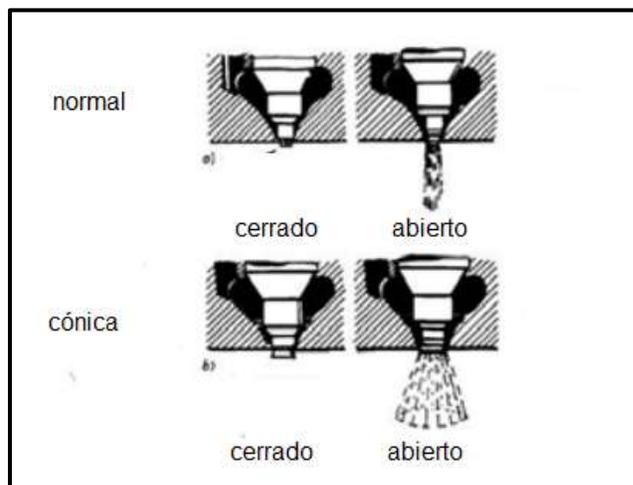


Figura 8. Inyector por clase de espiga.

Fuente: biblioteca.sena.edu.com

Editado por: Mike Troya

2.11. La ECU

Se utiliza un Módulo de Control Electrónico (ECU) para gobernar la inyección y la presión del riel, que también tiene la capacidad de controlar la función del motor y del vehículo. Las entradas y las salidas principales son las siguientes.

Entrada: temperatura del combustible. Presión del combustible en el riel. Y demás parámetros del motor (velocidad, fases del motor, posición del pedal del acelerador, presión del turbo, y demás).

Salida: corriente de activación para la válvula de control del inyector. Corriente de accionamiento para la válvula dosificadora de entrada (IMV). El control de la alta presión se realiza usando un sensor de presión en el riel la misma entrega una señal proporcional a la presión de combustible en el riel hacia la ECU. Se alcanza el control de presión usando la IMV y la descarga del riel generada por impulsos cortos de transmisión en los inyectores durante operaciones momentáneas.

2.12. Válvula dosificadora de Entrada

El actuador IMV (Válvula Dosificadora de Entrada) de baja presión se encuentra en el cabezal de la bomba hidráulica de alta presión. Es utilizado para dosificar en forma precisa la cantidad de combustible que ingresa en la bomba de alta presión para lograr que el reingreso de presión del riel se ajuste a lo requerido.

Evita y deriva cualquier aumento de calor innecesario hacia el tanque de combustible, figura 9.



Figura 9. Válvula IMV.
Editado por: Mike Troya.

2.13. Bomba de alta presión

Genera la cantidad de alta presión que requiere el riel, Mide la cantidad de combustible a presión en forma precisa según los requerimientos de potencia del motor para cubrir las demandas de alta presión y de combustible calculadas por la ECU de acuerdo a las necesidades del conductor, los componentes que conforman la bomba y el sistema son:

- El cabezal hidráulico
- El sensor de temperatura
- La válvula de derivación del caudal de entrada (IMV)
- La salida de alta presión
- La válvula de admisión
- La válvula de salida
- Los émbolos

- Los conjuntos de rodillo / zapata
- El eje
- La bomba elevadora de presión

2.14. Bomba de baja presión

La bomba de baja presión forma parte de la bomba de alta presión, es la que se encarga de succionar el combustible desde el tanque de combustible y la envía hacia los émbolos de la bomba de alta presión.

La cantidad de combustible es determinada por la ECU a través de la IMV (válvula dosificadora de entrada).

2.15. Sensor de temperatura de combustible

Se encarga de detectar la temperatura del combustible usando un resistor tipo NTC. Su señal se usa para la compensación de la inyección de combustible dependiendo la temperatura del mismo.

No se puede cambiar el sensor de forma separada de la bomba de alta presión, si en algún caso llegara a fallar este sensor es recomendable cambiar la bomba completa.

2.16 Filtro de combustible

El filtro contiene una lámina Bi metal interna, la cual en condiciones frías el retorno de combustible de la bomba hp es dirigido a través del cuerpo del filtro para que se mezcle con el combustible nuevo que va hacia la bomba de hp.

Debido a la compresión de la bomba hp la temperatura del retorno de combustible aumenta rápidamente este sistema actúa como calentador de combustible, el cual cuando ha llegado aproximadamente a 40° C la lámina Bi metal libera una bola de acero bloqueando el puerto, lo que permite que el combustible de retorno fluya hacia el tanque.

2.17. Filtro previo

Suele tener un papel filtrante con un ancho de malla capaz de filtrar partículas de 300 μm y está situado en el depósito de combustible, figura 10.

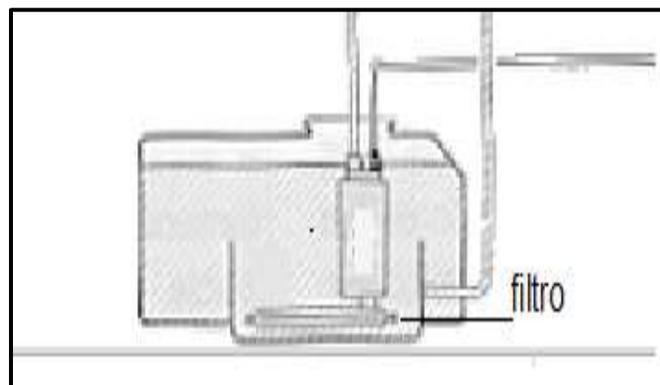


Figura 10. Filtro previo.
Fuente: biblioteca.sena.edu.com
Editado por: Mike Troya

2.18. Filtro principal

Este filtro debe proporcionar baja resistencia al flujo, las pequeñas partículas sólidas presentes en el combustible quedan atrapadas en el papel filtrante, por eso debe ser sustituido periódicamente, figura 11.



Figura 11. Filtro principal.
Fuente: biblioteca.sena.edu.com
Editado por: Mike Troya

2.19. Separador de humedad

Por lo general va integrado en el filtro principal, sirve para evitar el agua libre o emulsionada por el combustible entre en el sistema de inyección esta separación se da a través del papel coalescente que se caracteriza por juntar macro partículas de agua contenidas en el diésel, siendo eliminadas después por el dren.

El agua es el contaminante más común en estos sistemas, ingresa naturalmente con el combustible diésel, se condensa en las paredes frías.

El agua reduce la lubricidad del combustible causando desgaste o atascamiento en piezas con poca tolerancia, figura 12.

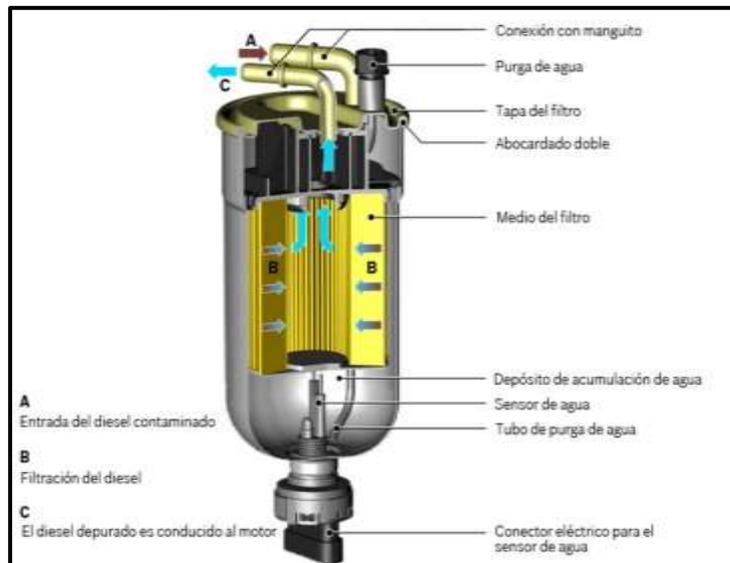


Figura 12. Filtro separador de agua.
Fuente: tipos de filtros bosch
Editado por: Mike Troya

2.20. Pre calentador de combustible

Este componente integrado en el filtro principal sirve para épocas de invierno, calienta el combustible eléctricamente por medio del agua de refrigeración o mediante el combustible de retorno.

En épocas de invierno o en climas de bajas temperaturas, las parafinas pueden presentarse en forma de cristales, al aumentar la temperatura del combustible antes de pasar por el filtro se evita que estos cristales obstruyan los poros del filtro.

2.21. Bomba manual

La bomba manual ayuda a llenar y purgar el aire contenido en el sistema de inyección el cual puede ingresar después de cambiar el filtro o de cualquier otra operación de mantenimiento.

Va integrado en la cubierta del filtro

2.22. Tipos de bomba

2.22.1. Bomba eléctrica

Está compuesta de un motor eléctrico el cual acciona un elemento de bombeo llamado disco de rodillos que se encarga de hacer la succión de combustible.

2.22.2. Bomba de engranajes

La bomba de engranajes está fijada directamente al motor o en el caso del sistema common rail se encuentra integrada en la bomba de alta presión, se acciona mecánicamente por medio de un acoplamiento de una rueda dentada o por la banda de distribución, figura 13.

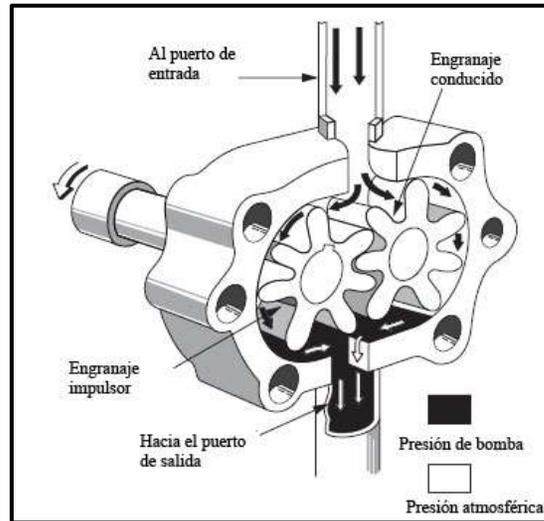


Figura 13. Bomba de engranajes.
Fuente: Manual de bombas diésel
Editado por: Mike Troya

2.22.3. Bomba de paletas

En la bomba de paletas, unos muelles presionan dos paletas de bloqueo contra el rotor. Cuando este gira, el volumen aumenta en el lado de aspiración y el combustible se aspira hacia el interior de la cámara.

En el lado de compresión, el volumen disminuye e impulsa al combustible a salir de la cámara, figura 14.

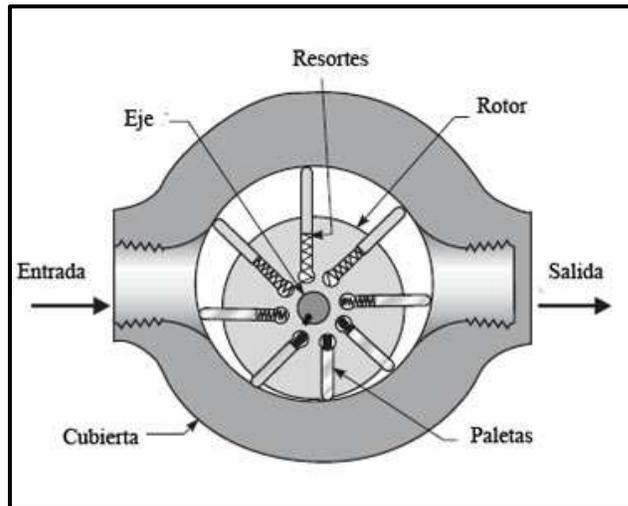


Figura 14. Bomba de paletas.
Fuente: Manual de bombas diésel
Editado por: Mike Troya

2.23. Cañerías

En un motor real no todos los inyectores están a la misma distancia del émbolo correspondiente de la bomba de inyección, pero si se elabora cada tubo con la longitud mínima tendrían diferente longitud, entonces la onda de presión que abre el inyector, llegaría a unos inyectores más rápido que a otros y el comienzo de la inyección sería diferente entre los cilindros, esto evidentemente es indeseable, por lo que en la práctica todos los tubos se construyen de mismo largo que el tubo del cilindro más lejano como algunos tubos tienen curvas

innecesarias para compensar el exceso de longitud. Estos tubos son de paredes muy gruesas relativas al diámetro exterior del tubo.

Están construidas de acero para soportar las altas presiones dentro del sistema y evitar la expansión durante el trabajo. Las dimensiones de las cañerías:

- Diámetro externo 6 mm.
- Diámetro interno 2.4 mm.

2.24. Cañerías de baja presión

Cañerías de baja presión encargadas no solo del traslado sino también de la conexión entre los diferentes sistemas de alimentación, estas cañerías las podemos encontrar en forma rígida y flexible las mismas que son utilizadas dependiendo de la zona en la que se localicen en el vehículo.

2.25. Cañerías rígidas

Las cañerías rígidas pueden ser de materiales como: acero al carbono, acero inoxidable y aluminio, las mismas que tienen una forma predeterminada.

Son muy resistentes y disipan bien la electricidad estática que se produce en la circulación del combustible, la principal desventaja es que con presencia del agua producen corrosión.

Las cañerías flexibles están formadas por un tubo de neopreno o nitrilo envuelto por una malla de fibra y por una camisa de silicón o nylon que resiste muy bien a la abrasión.

2.26 Pulverización

Por pulverización se define la división en pequeñas gotas del combustible. Esto es importante porque una gota se inflama superficialmente y su combustión total depende de su tamaño y velocidad pues al paso por el aire, éste le acarrea oxígeno al tiempo que le retira los gases inflamados. De no ser así, presentará gran retardo a la inflamación, figura 15.

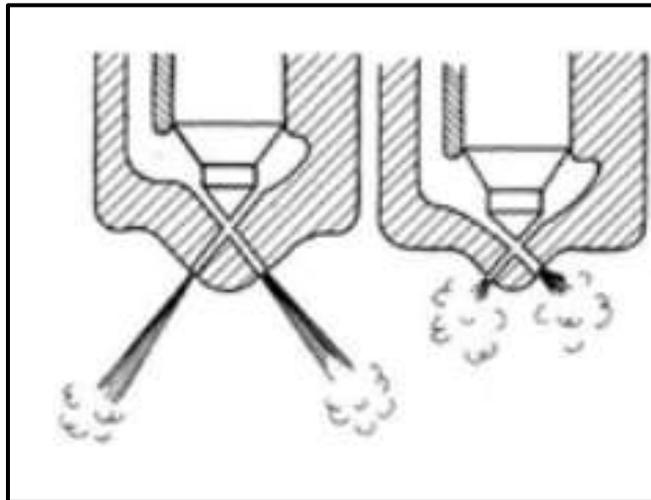


Figura 15. Pulverización.
Fuente: Biblioteca.sena.edu.com
Editado por: Mike Troya

CAPÍTULO III

ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBAS CRT-3500

3.1. Elementos y especificaciones

3.2. Composición del banco de pruebas CRT-3500

Este nuevo Inyector Tester se ha desarrollado además con el fin de mejorar la eficiencia de diagnóstico y la precisión de los vehículos equipados con Common Rail System.

Habilita la prueba de comparación de la cantidad de inyección en condiciones de presión de combustible baja y alta, que no fue posible con el escáner Hi-scan / GDS / G-Scan.

También se dispone para la prueba de compresión del cilindro y prueba del regulador de presión del raíl, para el motor Hyundai J3 con todas las

generaciones de diésel del sistema de riel común de Bosch, Delphi y Denso, incluido el diagnóstico del inyector piezoeléctrico, figura 16.



Figura 16. Elementos del inyector test CRDI.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

1. Maleta
2. Controlador hp
3. Tubo de ensayo para inyector
4. Tubería tipo a
5. Tubería tipo b
6. Tubería tipo c
7. Inyector ficticio
8. adaptador

9. medidor de compresión
10. Kit de cables control (bosch)
11. Kit de cables control (delphi)
12. Conjunto de conectores
13. Resistencia ficticia (prv)
14. Resistencia ficticia (hp sensor)
15. Tapón anti polvo (para inyector)
16. Manguera de bloqueo (línea de retorno del inyector)
17. Kit de piezas de repuesto
18. Conector de riel (12mm)
19. Conector de riel (14mm)

3.3. Vacuómetro

Este instrumento sirve para diagnosticar posibles fugas en el circuito de baja presión de combustible y a su vez también analizar posibles obstrucciones en la parte del filtro de combustible, su medición es en cmHg, figura 17.



Figura 17. Vacuómetro .
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya

3.4. Emulador de sensor de presión de riel

Son resistencias que nos va simular como si el sensor de riel estuviera conectado en su forma original para que el sistema no genere ningún tipo de código de fallo en el proceso del diagnóstico, figura 18.



Figura 18. Emulador de sensor de presión de riel.
Editado por: Mike Troya.

3.5. Controlador CRDI CRT-3500

El controlador de presión permite al usuario simular la presión comandada por la bomba o en el riel y comprobar el sistema en diferentes

rangos de velocidad del motor sin desmontar componentes del motor fuera del automóvil, figura 19.



Figura 19. Controlador de presión CRDI.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

3.6. Acoples de inyector para prueba Delphi

Estos acoples sirven para al momento de hacer la prueba sacar los inyectores, colocarlos en vez de este y poder medir la compresión así también podemos comprobar la pulverización fuera del motor, figura 20.



Figura 20. Acoples de prueba Delphi.
Editado por: Mike Troya.

3.7. Recipientes y mangueras para la medición de retorno

Estos recipientes y mangueras van conectadas a la salida del retorno de cada uno de los inyectores en el sistema de inyección, el cual nos permite ver si presente alguna anomalía entre cada uno de ellos individualmente, si la diferencia de combustible retornado hacia los recipientes es mínima quiere decir que está dentro del rango moderado, sin embargo si uno de los de los recipientes tiene más combustible retornado que el resto quiere decir que hay una falla en el inyector, figura 21.

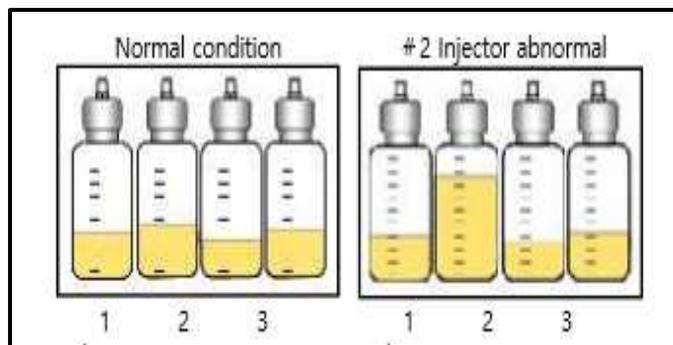


Figura 21. Prueba de retorno.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Autor: Mike Troya.

3.8. Extensión de inyectores

Estos son extensiones de cañerías que van conectadas al riel común y así a su vez a los inyectores simulando el trabajo como si estuviera montado en el motor del vehículo, y sirven para medir los aportes de los inyectores y los retornos por medio de sus recipientes, figura 22.



Figura 22. Extensión de inyectores.
Autor: Mike Troya.

3.9. Probetas para medir el aporte de los inyectores.

Son probetas de alta presión que sirven para medir la cantidad de combustible pulverizado en mililitros por medio de los inyectores.

Estas probetas facilitan el diagnóstico de los inyectores para saber si uno de ellos está aportando mayor cantidad de combustible o menor cantidad, figura 23.

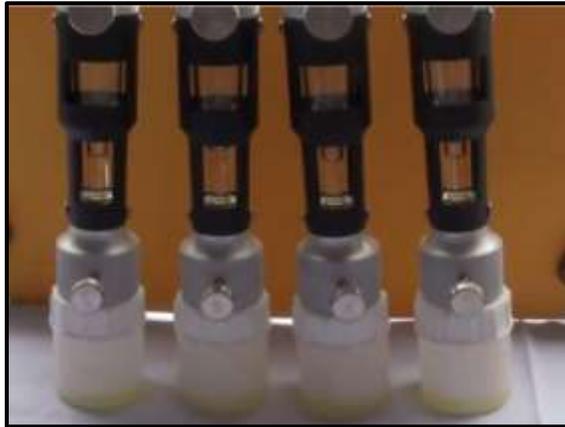


Figura 23. Probetas de medición.
Editado por: Mike Troya.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO Y COMPROBACIÓN DE INYECCIÓN CON EL BANCO DE PRUEBAS CRT-3500

4.1. Tipo de prueba en baja presión

Para realizar este tipo de prueba, como indica en la figura a continuación (1) primero debemos retirar los inyectores del motor, (2) luego bloquear la línea de retorno de los inyectores, (3) instalar los tubo de pruebas en el riel del motor y las probetas de pruebas en los inyectores, (4) instalar los recipientes de fuga de los inyectores, (5) instalar los cables para el control de los inyectores y la válvula IMV (válvula dosificadora de entrada) a la ECU tal como originalmente

van y comenzamos con la prueba con los inyectores fuera del motor, figura 24 y 25.

Tenemos que asegurarnos que las cañerías se encuentren bien conectadas para no tener fugas de combustible.

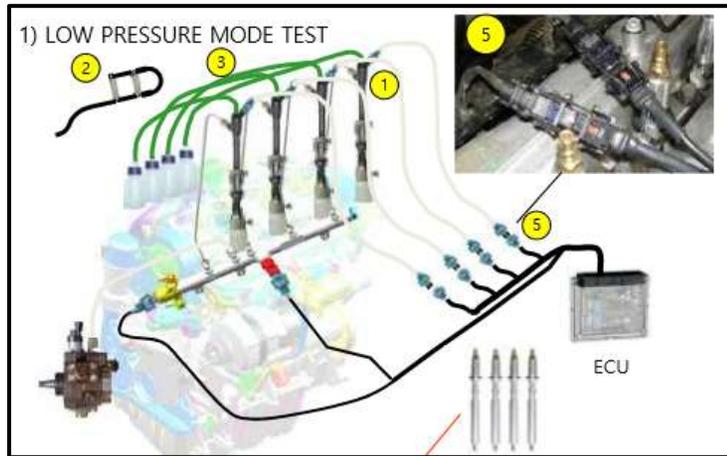


Figura 24. Prueba de baja presión.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

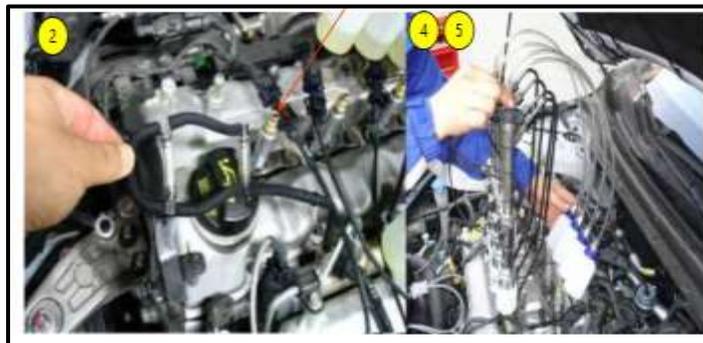


Figura 25. Prueba de baja presión.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

4.2. Prueba de inyección en el modo de baja y alta presión

Esta prueba las conexiones serán las mismas a diferencia de que se añadirá la conexión del emulador de sensor de presión de riel y un controlador de presión de la bomba de alta el cual nos ayudara a comandar directamente la presión que queramos que la bomba subministre, figura 26.

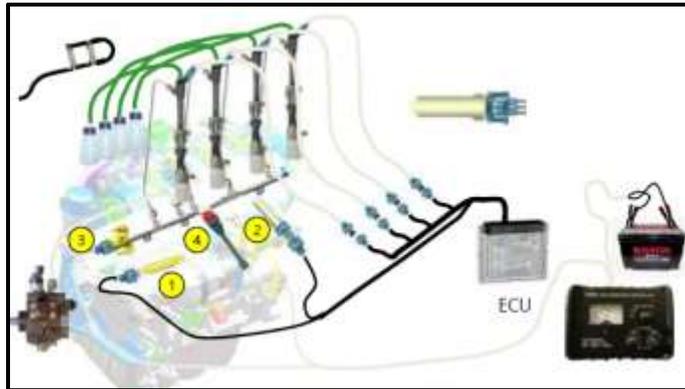


Figura 26. Prueba de baja y alta presión.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

4.3. Ajuste de presiones

La presión comandada en el riel común puede ser variada entre 100 y 1000 bares dependiendo de la bomba con las perillas que se encuentran en la parte inferior del controlador CRDI.

Colocamos las perillas en el modo MAX HIGH y le damos arranque al motor de 2 a 3 segundos, luego cuando damos arranque podemos modificar la presión moviendo la perilla en LOW 300 a 350 bar y HIGH de 800 a 900 bar. Una vez hecho el ajuste, drenamos el combustible que se encuentra en las probetas de medición, figura 27.



Figura 27. Ajuste de presiones.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

4.4. Prueba de compresión

Seleccione la ranura correcta según el tipo de motor cuando se instala inyector ficticio. El acoplamiento rápido en el inyector ficticio le ayudará a que realice la prueba de compresión del cilindro fácil y rápidamente. Obteniendo los siguientes resultados, figura 28 y tabla 1.

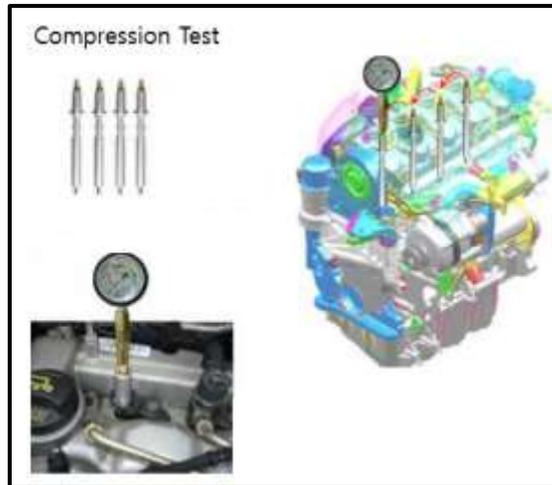


Figura 28. Pruebas de compresión.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

Tabla 1. Prueba de compresión.

Color	Resultados
Verde	Estado normal rango 25-35
Amarillo	Zona gris – presión insuficiente
Rojo	Anormal

Editado por: Mike Troya.

4.5. Tipo de prueba de alta presión con inyectores

El propósito de esta prueba es verificar la bomba de alta presión y el rendimiento del sensor de presión del raíl. Esta prueba dará una presión en alta de 700 bares. Si al hacer esta prueba observamos que la bomba no llega a su presión comandada podemos obtener 3 análisis, puede ser por fuga de los inyectores en el cual presenta dos diagnósticos: inyector queda abierto o el inyector está obstruido por residuos de combustible mal combustionado, otro

diagnostico puede que la válvula IMV (válvula dosificadora de entrada) este presentando fallos o por último la bomba de alta presión presente fallo.

4.5.1. Instrucciones a seguir

- 1. Instale la botella de fugas traseras y la manguera a los inyectores
- 2. Retire los conectores de cableado de todos los inyectores.
- 3. Instale el simulador y coloque el conmutador de modo en la posición Alta.
- 4. Instale el emulador PRV y el emulador del sensor de presión del riel común en cada uno de los conectores de cableado.
- 5. Haga girar el motor y mida la presión del riel común y del inyector de nuevo para revisar si hay fuga, figura 29.

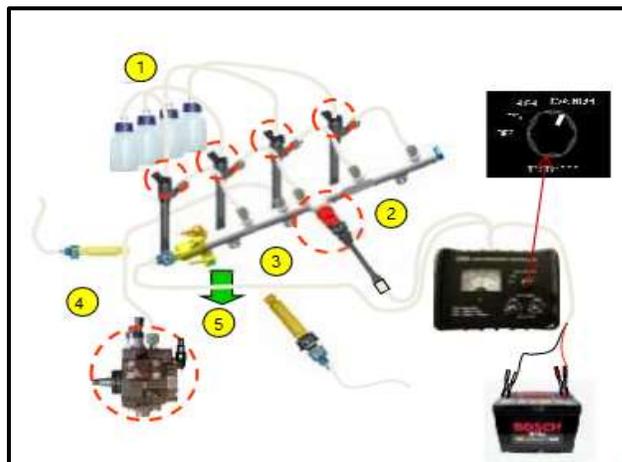


Figura 29. Pruebas en alta presión.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

4.6. Tipo de prueba de alta presión sin inyectores

Al sacar los inyectores se debe tapar las cañerías con los balancines metálicos que suministran combustible una vez selladas las cañerías volvemos hacer el diagnóstico de alta presión estaremos eliminado una alternativa de fallo, si verificamos una fuga o caída de presión solo nos queda confirma el estado de la bomba o la válvula IMV (válvula dosificadora de entrada).

4.6.1. Instrucciones a seguir

- 1. Retire los tubos del inyector del riel.
- 2. Bloquear la salida del riel con los balines metálicos.
- 3. Instale el simulador y coloque el conmutador de modo en la posición Alta
- 4. Haga girar el motor y mida la presión del riel.

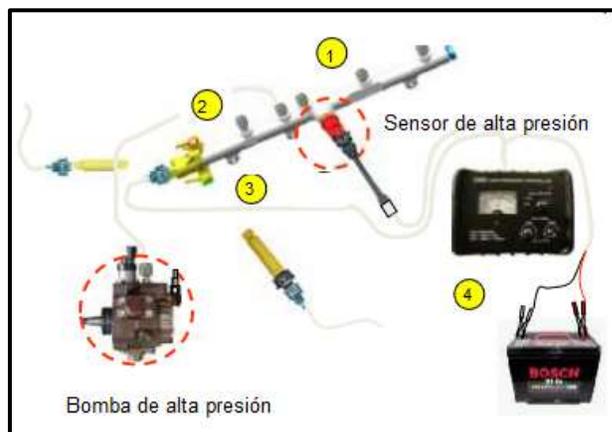


Figura 30. Pruebas en alta presión sin inyectores.

Fuente: KIA CRT-3500 User Manual

Autor: Mike Troya.

Si la presión medida de la primera etapa de la prueba en alta presión estaba por debajo de 700 bar y procedemos luego la medición de la segunda prueba sin inyectores y su presión fue superior a 1000 bar, entonces la bomba de alta presión se encuentra en buenas condiciones, figura 30.

4.7. Prueba de bomba de baja presión

Para esta prueba necesitamos conectar una cañería a la salida del filtro de combustible procedemos a conectar el manómetro y hacemos un pase hacia el retorno, su medición va ser en cmHg, figura 31 y tabla 2.

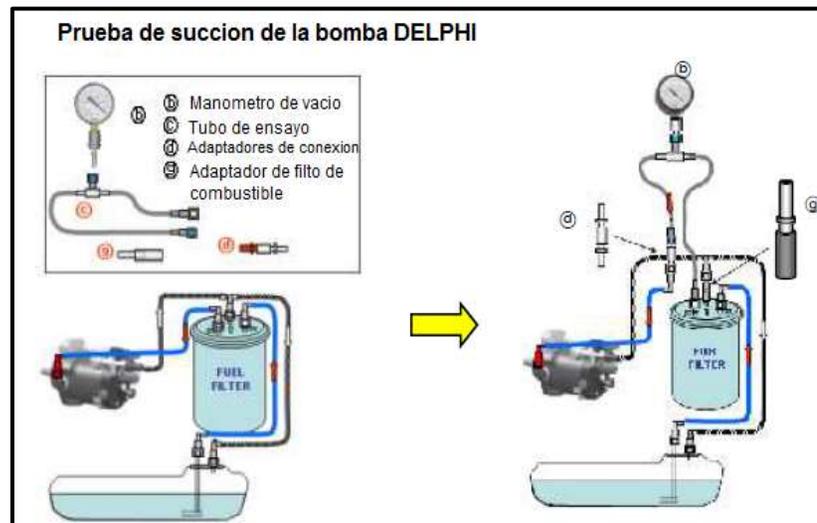


Figura 31. Prueba de baja presión de la bomba.

Fuente: KIA CRT-3500 User Manual

Editado por: Mike Troya.

Tabla 2. Prueba de baja presión de la bomba.

CASO	VACIO	RESULTADO
1	10 – 20 cmHg	Sistema normal (Buena condición)
2	20 – 60 cmHg	Filtro u obstrucción de la línea de combustible (bomba en buen estado)
3	0 – 10 cmHg	Fuga de aire en el sistema o bomba de succión dañada.

Editado por: Mike Troya.

CAPÍTULO V

DESMONTAJE Y REPARACIÓN DE INYECTORES DEL SISTEMA CRDI MOTOR J3 EN EL BANCO DE PRUEBAS CRT-3500

5.1 Clasificación de los síntomas que presenta un inyector con problema

- Vibración del motor
- Sacudida
- Emite humo en exceso

El primer diagnóstico que hay que realizar es comprobar la función de la válvula EGR. Cuya labor es recircular parte de los gases que salen por el escape hacia la admisión, es decir, reintroducir el humo de la combustión del

motor en los cilindros para así reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx).

La válvula EGR conecta los colectores de escape con los de admisión es la clave de la reducción de los óxidos de nitrógeno es el descenso de la temperatura en la cámara de combustión al recircular los gases de escape hacia ella, si la válvula EGR presenta fallos se debe repararla o sustituir por una nueva como se presenta en la figura 32 a continuación.

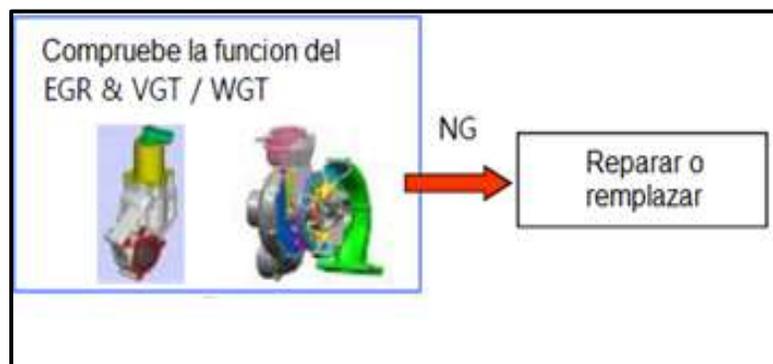


Figura 32. Diagnóstico de fallas.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

5.2. Limpieza del inyector

Para la limpieza del inyector procedemos a desmontar cada una de sus partes siguiendo el orden establecido, luego sumergimos sus componentes en diluyente durante 5 minutos, recordemos que este líquido y su gas evaporado

es altamente dañino para la salud así que se recomienda tomar las medidas necesarias de seguridad.

Para culminar la limpieza volvemos a sumergirlo en diésel. Procedemos a la inspección visual y al montaje de todas sus piezas en el orden requerido y finalmente hacemos la respectiva prueba del inyector.

Nota: al ensamblar el inyector se recomienda respetar el orden de sus piezas porque después alteraría su calibración de funcionamiento, figura 33.



Figura 33. Limpieza de inyector.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Editado por: Mike Troya.

5.3. Despiece del inyector



Figura 34. Inyector bosch CRDI.
Editado por: Mike Troya.

Colocamos el inyector en una prensa para poder sujetarlo firme y con una llave 12 mm aflojamos la tuerca del porta inyector de la parte superior, figura 35.



Figura 35. Despiece del Inyector Bosch CRDI.
Editado por: Mike Troya.

Luego damos la vuelta del inyector y con una llave de tubo aflojamos la tureca que une la bobina del inyector con la carcasa, figura 36.



Figura 36. Despiece de bobina.
Editado por: Mike Troya

Una vez retiradas las dos piezas procedemos y desmontar todos los componentes que complementan el inyector en el cual podemos observar la carcasa, el soporte de boquilla, el muelle, el pin de guía, la bobina, calce metálico, cuerpo de válvula y válvula de control, figura 37.



Figura 37. Partes de inyector Bosch CRDI.
Editado por: Mike Troya

Verificamos cada uno de los componentes internos del inyector para saber en qué estado se encuentran y poder diagnosticar que parte se encuentra afectada.

En algunos casos se puede reemplazar algunas partes del inyector dependiendo del fabricante y otros casos se reemplazan el inyector completo, figura 38.



Figura 38. Bobina.
Editado por: Mike Troya

Con una llave allen aflojamos la tuerca que se encuentra dentro del cuerpo de válvulas, figura 39.



Figura 39. Cuerpo de válvula.
Editado por: Mike Troya

Una vez sacada la tuerca del cuerpo de válvulas, dentro encontramos una arandela y el husillo, el cual se encarga de desplazarse para la inyección del combustible, el husillo debe insertarse libremente en el soporte de la boquilla sin resistencia, figura 40.



Figura 40. Inyector Bosch CRDI.
Editado por: Mike Troya

Por ultimo revisamos si se encuentra en buen estado la tubería de retorno del inyector, lo cual no es necesario sustituir observamos si no se encuentra obstruida por impurezas, si la cañería presenta impurezas dentro de ella es recomendable hacer una limpieza para que en el futuro no presente daños el inyector o proceda hacer una pulverización deficiente figura 41.



Figura 41. Retorno de inyector Bosch CRDI.
Editado por: Mike Troya

La tuerca de casquillo debe apretarse con una llave dinamométrica. El par de torsión causará la falta de cantidad de inyección, mientras que el par de torsión insuficiente hará que se produzca una fuga de combustible o una función anormal, el torque que se debe de dar es de 45 N-m, figura 42.



Figura 42. Partes del inyector.
Fuente: KIA CRT-3500 User Manual
Autor: Mike Troya.

5.4 Reparación del inyector

Repare el inyector reemplazando las piezas internas si no se recupera después de la limpieza. Reemplace el conjunto del inyector cuando las partes internas no estén disponibles.

La reparación del inyector se debe hacer en un ambiente limpio y libre de polvo para prevenir la contaminación del inyector.

No se debe intercambiar las partes internas de los inyectores, ya que influirá en su calibración. Utilice sólo piezas originales para mantener el rendimiento adecuado.

Cada fabricante de piezas automotrices como los inyectores crean sets de repuestos para poder sustituir cuando exista algún daño interno del inyector debido al tiempo de uso, calidad del combustible, mantenimientos etc.

Para los inyectores Bosch hay un kit de repuestos para poder reparar las piezas internas y así bajar los costos en comparación adquirir un inyector nuevo, figura 43.



Figura 43. Kit de reparación.

Fuente: Manual de reparación inyección common rail

Autor: Mike Troya.

Una vez efectuada la reparación procedemos a montar los inyectores hay que tener en cuenta el orden y numeración de los inyectores que iban puestos en cada cilindro ya que cada inyector lleva su calibración para cada uno de cilindros de acuerdo el fabricante.

Este tipo de inyectores diésel common Rail dependiendo de la marca del fabricante tiene un número electrónico de clasificación individual de inyectores denominado CII, este número debe ser programado con un Scanner Automotriz utilizando el dígito inscrito en el inyector, si no se realiza esta operación, no genera código de fallas, pero si puede crear inestabilidad en el motor, por otro lado si la ECM es nueva y no se programa este número en cada inyector dentro del ECM, se genera un DTC y el motor no procede a acelerar.

Este procedimiento puede tomar por lo menos 20 minutos y es fundamental contar con una tensión de batería mínima de 12.5 voltios

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Con la información obtenida logramos cumplir los objetivos deseados acerca del desarrollo de procesos de diagnóstico, reparación, y ensamblaje de inyectores Hyundai CRDI a través del equipo CRT-3500.
- Se desarrolló conocimiento acerca de los inyectores diésel common rail del motor Hyundai J3 aclarando las dudas y la falta de información que prevalece en nuestro medio, especialmente para los estudiantes y profesionales calificados dentro del área automotriz.
- Al obtener y utilizar el banco de pruebas CRT-3500 se pudo hacer los distintos tipos de comprobaciones y diagnósticos con mayor facilidad sacando resultados con datos en vivo, ahorrando tiempo y

economizando recursos ya que las pruebas se realizan en el mismo motor del vehículo.

6.2. Recomendaciones

- El banco de pruebas CRT-3500 entregará datos suficientes para el desarrollo de este manual, una mejor comprensión de la causa-efecto del desconocimiento del sistema de inyección CRDI que servirá como guía para un mejor entendimiento de este sistema en el mercado ecuatoriano.
- Actualizar constantemente el conocimiento obtenido debido al medio cambiante de acuerdo a las nuevas tecnológicas que se van desarrollando en el futuro para pertenecer dentro de la competencia con un establecimiento de primera especializado con todos los recursos exigentes.
- Verificar el estado de los componentes del banco de pruebas CRT-3500 y utilizar los equipos adecuados siguiendo los parámetros de

seguridad que se indican en el manual del fabricante para así evitar lesiones graves.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (2008). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Editorial Texto, C.A.
- Best, J. (2008). Cómo investigar en educación. Madrid: Ediciones Morata
- Bosch. (2008). Manual de técnica del automóvil. Buer&Parnet: Alemania.
- Bosch. (2009). Manual de la técnica del automovil. Barcelona: Reverte S.A.
- Crouse, W. (2008). Mecanica del Automovil. Barcelona: McGraw-Hill .
- De Castro Vicente, M. (2008). Inyeccion y encendido. Barcelona: CEAC.
- del Castillo, Á. (2008). 18 Axiomas Fundamentales de la Investigación de Mercados. La Coruña: Netbiblo.
- DELPHI. (2007). Manual Common Rail
- Diccionario de la Real Academia Española . (01 de 01 de 2014). Real Academia
- Mecánica diesel. Agosto. (1993). Centro agropecuario
- Motors, K. (2012). Manual de usuario inyección common rail. En k. Motors, common rail inyector test (pág. 17).

Srinivasan, S. (2008). Automotive Mechanics . New Dheli: Tata McGraw-Hill
Education .