



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

TEMA:

**ANÁLISIS Y COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE INYECTORES CRDI
PIEZOELÉCTRICOS CON EL EQUIPO CRT-3500 DE KIA**

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

AUTOR:

JOSÉ LUIS AYORA RIVERA

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2017

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
RESUMEN GENERAL.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPITULO I.....	12
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.....	12
1. Definición del problema.....	12
1.1. Objetivos de la investigación.....	13
1.1.1. Objetivo general.....	13
1.1.2. Objetivos específicos.....	13
1.1.3. Alcance.....	13
1.1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	14
CAPITULO II.....	15
GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE RIEL COMÚN.....	15
2. Marco teórico.....	15
2.1.1. Sistema de inyección Common Rail.....	15
2.1.2. Circuito de Baja presión.....	17
2.1.3. Bomba de Paletas.....	18
2.1.4. Filtro de combustible.....	18
2.1.5. Válvula limitadora de baja presión.....	19
2.1.6. Válvula presión mínima.....	19
2.1.7. Electroválvula de dosificación.....	20
2.1.8. Bomba de alta presión.....	20
2.1.9. Riel común.....	23
2.1.10. Tuberías de alta presión.....	24
2.1.11. Inyector Piezoeléctrico.....	25
2.1.12. La ECU.....	26

2.1.13.	Válvula de derivación de Entrada IMV	27
2.1.14.	Sensor de alta presión	28
2.1.15.	Sensor de temperatura de combustible	29
2.2.	Marco conceptual	29
CAPITULO III		31
CONFORMACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO CRT-3500 DE KIA		31
3.	Conformación de componentes:.....	31
3.1.1.	Banco de pruebas CRT-3500 de Kia	31
3.1.2.	Monitor High Pressure	31
3.1.3.	Probetas para medir retorno de combustible.....	32
3.1.4.	Manómetro para medir compresión	33
3.1.5.	Extensión de cables para inyectores	33
3.1.6.	Extensión de cañerías de alta presión.....	35
3.1.7.	Juego de acoples para retornos	35
3.1.8.	Conectores para resistencias de simulación.	36
3.1.9.	Resistencia de simulación de IMV o PRV	36
3.1.10.	Resistencia de simulación del sensor de presión del Riel	37
3.1.11.	Acoples para medir compresión.	37
3.1.12.	Probador de Inyectores CRDI	38
CAPITULO IV.....		39
ANÁLISIS Y COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE INYECTORES CRDI PIEZOELÉCTRICOS CON LA HERRAMIENTA CRT-3500 KIA		39
4.	Comprobaciones en inyectores piezoeléctricos	39
4.1.1.	Comprobación de valor óhmico en inyectores piezoeléctricos.....	39
4.1.2.	Comprobación de funcionamiento mediante la comparación de Oscilograma en inyectores piezoeléctricos	40
4.1.3.	Comprobación de retorno de combustible en los inyectores con herramienta CRT-3500.....	41
4.1.4.	Comprobación de aporte de los inyectores en baja presión y alta presión con la herramienta CRT-3500	42
4.1.5.	Comprobación de estanqueidad de los inyectores con la herramienta CRT- 3500	44
4.2.	Reprogramación de inyectores crdi para motor kia	44
CAPITULO V.....		51

ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE INYECTORES CRDI PIEZOELÉCTRICOS CON LA HERRAMIENTA CRT-3500 KIA.....	51
5. Análisis de la comprobación del valor óhmico de inyectores piezoeléctricos.	51
5.1. Análisis de la comprobación de funcionamiento mediante la comparación de oscilogramas en inyectores piezoeléctricos.....	51
5.2. Análisis de la comprobación de retorno de combustible en los inyectores piezoeléctricos con herramienta crt – 3500	52
5.3. Análisis de la comprobación de aporte en baja presión y alta presión en inyectores piezoeléctricos con la herramienta crt-3500	53
5.4. Análisis de la comprobación de estanqueidad de los inyectores con la herramienta crt-3500.....	54
CAPITULO VI.....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
6. Conclusiones.....	56
6.1. Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59

FIGURA 1. ESQUEMA DE SISTEMA DE INYECCIÓN CRDI	15
FIGURA 2. SISTEMA RIEL COMÚN DIESEL	17
FIGURA 3. BOMBA DE PALETAS	18
FIGURA 4. FILTRO DE COMBUSTIBLE CRDI	19
FIGURA 5. ELECTROVÁLVULA DE DOSIFICACIÓN.....	20
FIGURA 6. BOMBA DE ALTA PRESIÓN.....	21
FIGURA 7. BOMBA HP DELPHI.....	22
FIGURA 8. RIEL COMÚN	24
FIGURA 9. TUBERÍA DE ALTA PRESIÓN.....	24
FIGURA 10. INYECTOR PIEZOELÉCTRICO BOSCH.....	26
FIGURA 11. RELACIÓN CAUDAL EXCITACIÓN ELÉCTRICA	26
FIGURA 12. ECU CRDI DELPHI.....	27
FIGURA 13. IMV BOSCH.....	28
FIGURA 14. GENERACIÓN DE SEÑAL ELÉCTRICA EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN.....	29
FIGURA 15. MONITOR HP CRT-3500.....	32
FIGURA 16. PROBETAS PARA MEDIR RETORNO	32
FIGURA 17. MANÓMETRO PARA MEDIR COMPRESIÓN.....	33
FIGURA 18. EXTENSIONES DE CABLES DE INYECTOR SISTEMA BOSCH.....	34
FIGURA 19. EXTENSIONES DE CABLES DE INYECTOR SISTEMA DELPHI.	34
FIGURA 20. EXTENSIONES DE CAÑERÍAS DE ALTA PRESIÓN.	35
FIGURA 21. ACOPLES.....	35
FIGURA 22. CONECTORES ELÉCTRICOS PARA RESISTENCIAS DE SIMULACIÓN.	36
FIGURA 23. RESISTENCIA DE SIMULACIÓN DE IMV O PRV.....	37
FIGURA 24. RESISTENCIA DE SIMULACIÓN DE SENSOR DE PRESIÓN DEL RIEL.	37
FIGURA 25. ACOPLES PARA MEDIR COMPRESIÓN.....	38
FIGURA 26. PROBADOR DE INYECTORES CRDI.	38
FIGURA 27. REVISIÓN DE RESISTENCIA DE SEGURIDAD INYECTOR PIEZOELÉCTRICO.	40
FIGURA 28. OSCILOGRAMA DE FUNCIONAMIENTO INYECTOR PIEZOELÉCTRICO.....	41
FIGURA 29. PRUEBA DE RETORNO DE COMBUSTIBLE EN MOTOR J3 HYUNDAI.	42
FIGURA 30. PRUEBA DE APORTE DE INYECTORES CON HERRAMIENTA CRT-3500.	43
FIGURA 31. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE INYECTORES CON HERRAMIENTA CRT-3500.....	44
FIGURA 32. SELECCIÓN DE MODELO ESCÁNER KIA	45
FIGURA 33. SELECCIÓN DE ECU DE MOTOR DEL VEHÍCULO	45
FIGURA 34. CÓDIGOS ACTIVOS ECU DEL MOTOR	46
FIGURA 35. PANTALLA DE CÓDIGOS BORRADOS DE LA MEMORIA DE LA ECU DEL MOTOR	46
FIGURA 36. CÓDIGOS DE LOS INYECTORES 1,2,3,4 MOTOR KIA CRDI	47
FIGURA 37. CÓDIGO DEL INYECTOR CRDI 1	47
FIGURA 38. BORRADO DE CÓDIGOS DE LOS INYECTORES 1,2,3,4 MOTOR KIA CRDI.....	48
FIGURA 39. CÓDIGOS REPETIDOS PARA INYECTOR 1,2,3,4 MOTOR KIA CRDI.....	48
FIGURA 40. INGRESO DE CODIFICACIÓN INYECTOR 1 MOTOR KIA CRDI.....	49
FIGURA 41. PROGRAMACIÓN EXITOSA DE INYECTORES MOTOR KIA CRDI.....	49
FIGURA 42. CONFIRMACIÓN DE CÓDIGOS INGRESADOS EN MOTOR KIA CRDI	50
FIGURA 43. ANÁLISIS DE RETORNO DE COMBUSTIBLE.....	52
FIGURA 44. ANÁLISIS DE BAJA PRESIÓN EN INYECTORES PIEZOELÉCTRICOS.	53
FIGURA 45. ANÁLISIS DE ALTA PRESIÓN EN INYECTORES PIEZOELÉCTRICOS	54
FIGURA 46. ANÁLISIS DE ESTANQUEIDAD INYECTORES PIEZOELÉCTRICOS.	55

CERTIFICACIÓN

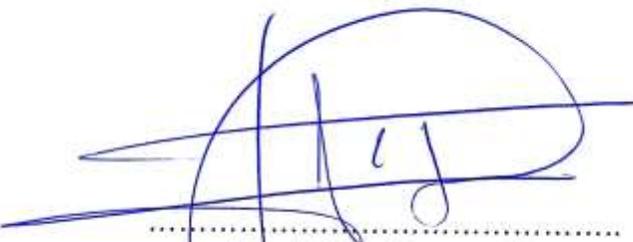
Yo, **JOSÉ LUIS AYORA RIVERA**, declaro en condición de juramento, que el proyecto aquí descrito es de mi total autoría; que no ha sido presentado anteriormente por ningún grado y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



.....
José Luis Ayora Rivera
CI: 092197488-7

Yo. **EDWIN GIOVANNY PUENTE MOROMENACHO** certifico que conozco al autor del presente proyecto siendo el responsable exclusivo de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



.....
Ing. Edwin Puente M
Director de Proyecto de Tesis

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis docentes que clase a clase han enriquecido mi vida estudiantil, con sus conocimientos, sabiduría y buenos consejos, a mis amados padres y hermanas que siempre han sido el timón de mi accionar, me han fortalecido y apoyado en todo momento de mi vida. Y sobre todo dedico este proyecto a Dios que me ha dado la salud y la oportunidad de formarme como profesional. Mis sinceros agradecimientos con todos.

José Luis Ayora R

AGRADECIMIENTO

Le doy Gracias a Dios por permitirme cumplir con esta etapa de mi vida estudiantil, a mi familia por todo su apoyo total e incondicional.

Agradecido también con la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR la cual me brindó su apoyo para la realización de este proyecto de titulación, en especial al Ing. Edwin Puente, director académico, docente de la facultad de ingeniería automotriz y amigo, por toda su colaboración y paciencia para la revisión técnica y teórica de este proyecto.

También deseo agradecer a la empresa TAAET y a sus respectivos directivos, por brindarme de sus conocimientos para poder llevar a cabo este proyecto y ponerlo en práctica en la Facultad, muchas gracias a los instructores que supieron prestar su ayuda en la ejecución de esta meta.

José Luis Ayora R

RESUMEN GENERAL

El avance de la tecnología y el incremento del control ambiental ha desarrollado normativas cada vez más rigurosas y exigentes han conducido a los fabricantes de vehículos y de sistemas de inyección diesel a buscar y desarrollar nuevas alternativas más eficientes y amigables con el medio ambiente sin dejar de lado la ergonomía y el rendimiento que cada vez incrementa diseño a diseño.

Los sistemas de inyección diesel de Riel Común son un ejemplo total de ello, sistemas que manejan mayores presiones, datos más precisos del régimen del motor inclusive son más silenciosos y eficientes son algunas de las ventajas del sistema CRDI.

El objetivo de esta investigación es aportar con una herramienta que facilita el diagnóstico de estos sistemas de una manera mucho más sencilla y rápida. Fundamentando de una manera completamente técnica y metodológica el diagnóstico en inyectores Piezoeléctricos del sistema CRDI utilizando la herramienta CRT-3500 de Kia.

Esto nos lleva a un canal de beneficio mutuo, disminuyendo el tiempo de diagnóstico de estos inyectores anteriormente mencionados y reduciendo el tiempo de reparación. Esto nos lleva a ofrecer un mejor servicio ya que el tiempo de espera de los clientes se reduce de manera considerable, permitiéndonos ofrecer un mejor servicio.

ABSTRACT

The advancement of technology, the increasing environmental control that develops increasingly stringent regulations and demands have led vehicle manufacturers and diesel injection systems to seek out and develop new, more efficient and environmentally friendly alternatives without Leave aside The ergonomics and performance that increasingly increases design to design.

Common Rail Diesel Injection Systems is an example set, systems that handle higher pressures, more precious engine speed data even quieter and more efficient some of the advantages of the CRDI system.

The objective of this research is with a tool that facilitates the diagnosis of these systems in a much simpler and faster way. Fundamentals of a fully technical and methodological diagnostic and injectors diagnosis and injectors CRDI system using CRT-3500 Kia tool.

This leads us to a mutually beneficial channel, decreasing the diagnostic time of these injectors before reducing the repair time. This leads us to offer a better service since the waiting time of the customers are reduced in a way allowing to offer a better service.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la tecnología CRDI puede considerarse como nueva ya que anteriormente la baja calidad del combustible ecuatoriano no garantizaba el buen funcionamiento de estos sistemas y seguíamos utilizando sistemas de inyección mecánicos que generan mayor contaminación, consumo y ruido.

Al mejorar las características técnicas en el combustible diesel estos sistemas tuvieron mayor acogida por parte los consumidores, por su visible eficiencia aminorando el consumo de combustible y el bajo nivel de ruido generado por su funcionamiento fueron ventajas fundamentales para su posicionamiento en el mercado ecuatoriano. Sin embargo, esto generó otro inconveniente.

Al no contar con herramientas de diagnóstico correctas y especializadas sumado a la mano de obra no certificada, se generaba un conflicto en la parte de servicio posventa ya que los sistemas prácticamente no tenían un respaldo efectivo.

Basándome en lo anteriormente expuesto, desarrollo este trabajo de titulación enfocado al “Análisis y comprobación del funcionamiento de inyectores CRDI piezoeléctricos con el equipo Crt-3500 de Kia”

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL

1. Definición del problema

El problema se centra en los fallos que pueden presentar en su funcionamiento los inyectores piezoeléctricos para sistemas CRDI de la marca Bosch y Delphi los mismos que provocan pérdida de potencia y eficiencia en los motores que llevan instalados este tipo de inyector, adicional a esto se suma el alto índice de contaminación y consumo de diesel que un fallo en estos inyectores puede generar.

El equipo CRT – 3500 nos permitirá realizar un análisis de funcionamiento en cada uno de los inyectores que conforman el sistema de inyección de riel común facilitando la interpretación de parámetros entregados luego de las pruebas, esta herramienta facilita realizar la labor de diagnóstico.

Mediante la información que se obtiene de las pruebas podemos comprobar finalmente el buen o mal estado de un inyector piezoeléctrico, si se encuentra o no dentro de parámetros de funcionamiento y así poder darle una validez y justificación al reemplazo de los mismos ante una falla, un problema muy común actualmente en nuestro medio es que los sistemas de riel común son relativamente nuevos y los profesionales aún no se encuentran completamente capacitados para intervenirlos

El desarrollo de este tipo de pruebas de diagnóstico y comprobación enfocado al sector automotriz permitirá obtener mucha más experiencia y conocimiento técnico en sistemas de inyección de riel común con utilización de la herramienta CRT- 3500, 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.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

Ejecutar el análisis y comprobación de funcionamiento de inyectores CRDI piezoeléctricos con el equipo CRT-3500 de KIA, facilitando el proceso de diagnóstico, generando conocimiento y experiencia en el personal técnico y estudiantil del campo automotriz. Por medio de la herramienta CRT-3500 poder analizar información de pruebas realizadas y así poder obtener un criterio técnico más sustentable y confiable.

1.1.2. Objetivos específicos

- Facilitar el proceso de diagnóstico y análisis de fallas en inyectores CRDI piezoeléctricos por medio de la herramienta CRT-3500.
- Generar conocimiento y experiencia en el personal técnico y estudiantil del campo automotriz a través de la utilización de la herramienta de diagnóstico y comprobación CRT-3500 de KIA.
- Realizar un correcto manejo y aprovechar las funciones de la herramienta de diagnóstico CRT-3500 de KIA en el diagnóstico y análisis de fallas en inyectores CRDI piezoeléctricos.

1.1.3. Alcance

El alcance de utilización de la herramienta CRT-3500 de Kia nos entrega pruebas de presión, caudal de combustible en líneas de baja y alta presión, retorno de combustible, pulverización de cada uno de los inyectores, cantidad volumétrica de

combustible inyectado dentro de la cámara de combustión sin embargo este trabajo se va a centrar en pruebas a realizarse en inyectores piezoeléctricos CRDI.

1.1.4. Justificación e importancia de la investigación

Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación, así como los instrumentos en donde se recolecta la información.

El método científico es el camino por el cual atraviesan los trabajos de investigación, en donde existe un respaldo de la información que se plasma, puesto que es la ayuda de todo proyecto, es necesario el conocimiento y experiencia de personas que realizaron pruebas y estudios en el sistema anteriormente mencionado ya que la información obtenida es una de las pautas y guías de este proyecto. El proceso metodológico ayuda a que los lineamientos investigativos, sean los adecuados para obtener la información esperada.

El diagnóstico y análisis de fallas en inyectores CRDI piezoeléctricos por medio de la herramienta CRT-3500, ayudará a evaluar el funcionamiento del sistema, ya que es necesario conocer sobre las posibles fallas que se podrían presentar, tomando la medida correctiva oportuna.

CAPITULO II

GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE RIEL COMÚN

2. Marco teórico

Actualmente el avance y desarrollo de nuevas tecnologías en sistemas de inyección diesel que ayudan a mejorar la eficiencia en los motores de combustión Diesel y a reducir la contaminación al medio ambiente esto conlleva a realizar pruebas para el diagnóstico y comprobación de inyectores CRDI piezoeléctricos con el equipo CRT-3500 de KIA, ante la falta de información técnica y practica del personal calificado disponible acerca del sistema anteriormente mencionado.

2.1.1. Sistema de inyección Common Rail

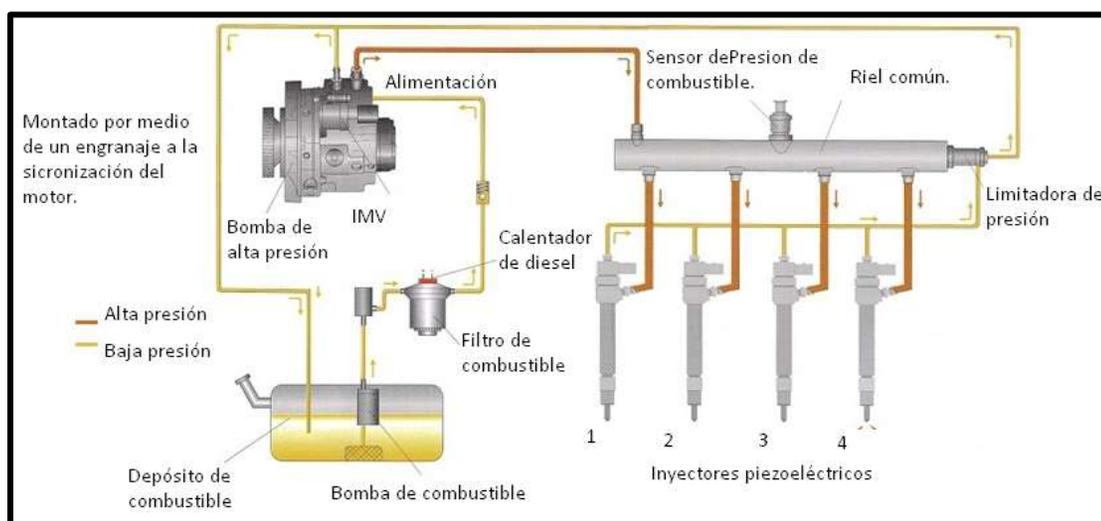


Figura 1. Esquema de sistema de inyección CRDI

Fuente: Imágenes de Manual CRDI delphi

Editado por: José Luis Ayora

El sistema de riel común por sus características y prestaciones se convierte en uno de los sistemas de inyección diesel más utilizados. Posee una elevada presión de inyección que en los primeros modelos alcanzaba hasta 1600 bares, actualmente en sistemas de última generación se puede llegar a obtener hasta 1800 bares y en un futuro sobrepasar los 2000 bares de presión.

A esto se suma la disponibilidad de presión que es indiferente a las condiciones de funcionamiento del motor, la estabilidad durante cualquier régimen de carga e inclusive cuando se encuentra en la fase de aporte de combustible hacia la cámara de combustión. Otra característica destacable de este sistema de inyección diesel es la posibilidad de efectuar varias inyecciones por ciclo.

El riel se encarga 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 estructura de aporte de combustible se realiza de la siguiente manera:

Preinyección, inyección principal y postinyección.

Preinyección

Consiste en realizar el aporte de una pequeña cantidad de diesel dentro de la cámara de combustión antes de la inyección principal para que de esta manera se incremente la presión y temperatura en el interior del cilindro punto que favorece al desarrollo de la combustión principal.

Inyección Principal

En este proceso se realiza el mayor aporte de combustible y el mismo que es destinado para producir trabajo, en sistemas de mayor desarrollo tecnológico pueden realizarse hasta dos inyecciones principales en ambos lados de PMS de esta forma se obtiene una combustión con mayor suavidad y se disminuye la contaminación por partículas de carbón.

Postinyección

Se da luego de la inyección principal y su objetivo es incrementar la temperatura de los gases de escape para poder realizar la regeneración del filtro de partículas, por

ese motivo no puede faltar en vehículos que tengan este tipo de filtro adicional a esto ayuda a quemar las partículas que hayan podido quedar sin quemar en la combustión principal.

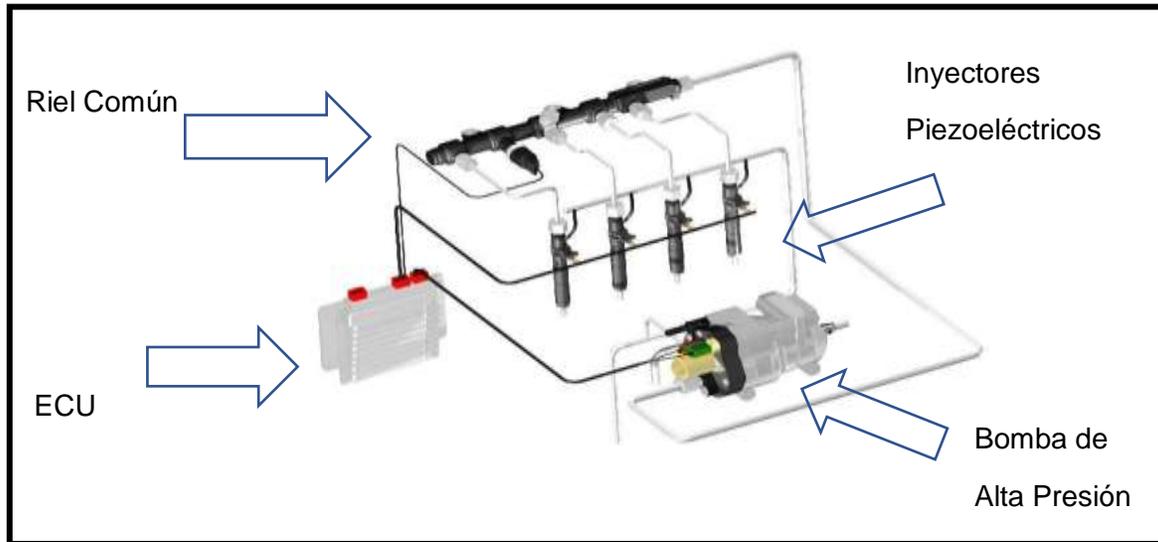


Figura 2. Sistema Riel Común Diesel
Fuente: Manual de entrenamiento de Servicio Kia
Editado por: José Luis Ayora

2.1.2. Circuito de Baja presión

Realiza el levantamiento del combustible desde el depósito hasta la bomba de alta presión. Este circuito debe garantizar la alimentación de combustible hasta el circuito de alta presión para que pueda funcionar de manera correcta, podemos considerar el circuito de baja presión a los siguientes componentes:

- Bomba de alimentación
- Filtro de combustible
- Regulador de presión
- Calentador de combustible (en caso de que el modelo lo incorpore)
- Sensor de presión

2.1.3. Bomba de Paletas

Es similar a las bombas de inyección mecánicas de tipo rotativo, está constituida por un rotor excéntrico con respecto al cilindro que lo rodea, las paletas se deslizan rápidamente por el rotor y produce zonas de volumen variable que se aprovechan para generar succión e impulsión.

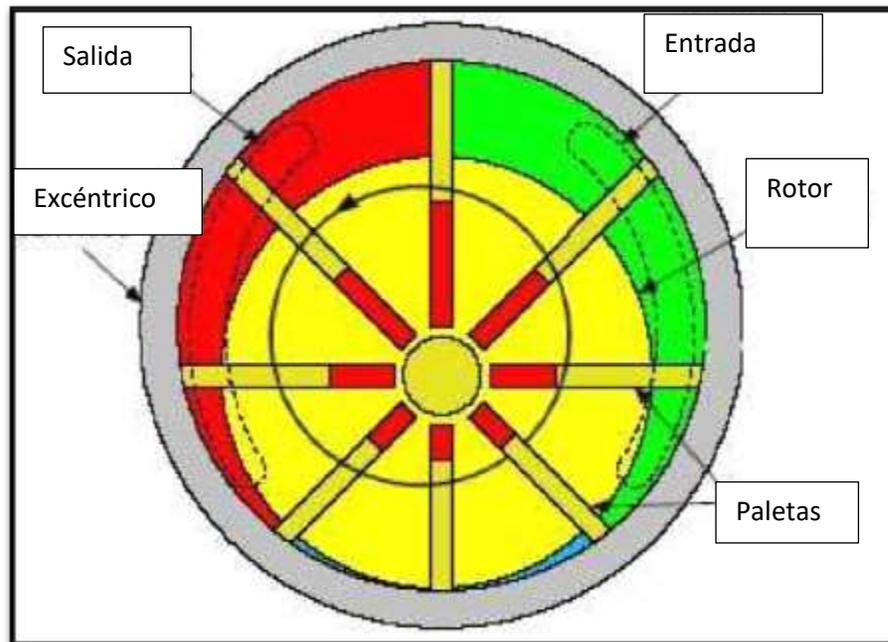


Figura 3. Bomba de paletas
Fuente: Maquinaria pesada. Org
Editado por: José Luis Ayora

2.1.4. Filtro de combustible

Debe poseer una gran capacidad de retención de impurezas y no dejar pasar partículas de un tamaño superior a 3 – 5 micras, adicional a esto poder realizar una correcta decantación de agua.

Funciones:

- Filtrado de combustible

- Decantación de agua
- Regulador de presión de baja
- Calentador de combustible
- Captador de presión

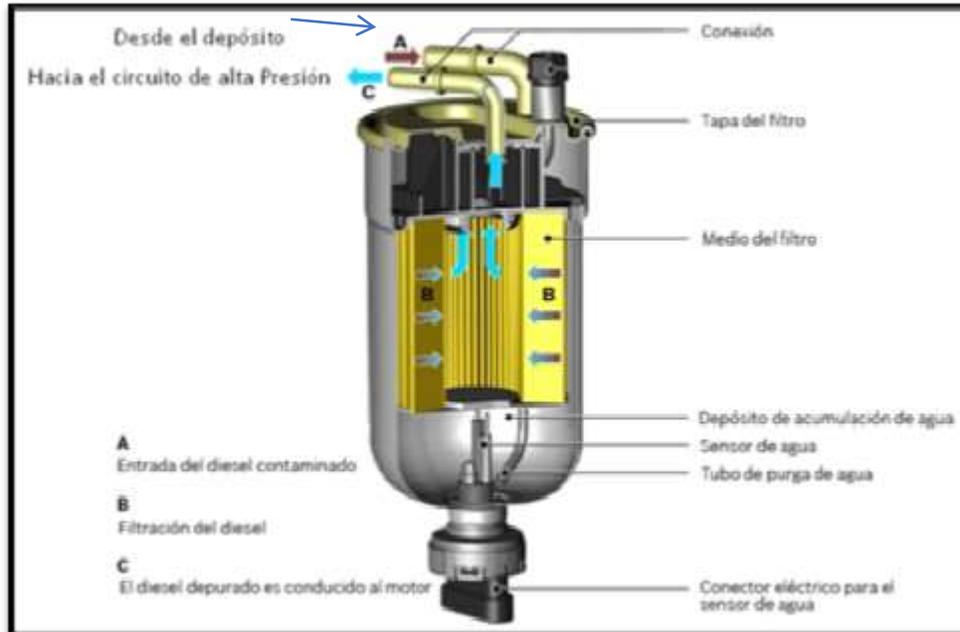


Figura 4. Filtro de combustible CRDI
Fuente: Maquinaria pesada. Org
Editado por: José Luis Ayora

2.1.5. Válvula limitadora de baja presión

También se la conoce como válvula de baja presión y su función es limitar la presión máxima que puede alcanzar el circuito de baja presión devolviendo parte del combustible hacia el tanque de almacenamiento hasta que la presión recupere su valor normal, su constitución es a través de un embolo y una esfera cuya apertura se encuentra contrarrestada por un muelle antagonista. Cuando la presión supera los 5 bares se vence la resistencia del muelle abriendo la válvula y retornando el diesel al tanque.

2.1.6. Válvula presión mínima

Conocida como válvula de seguridad o también de lubricación, asegura una mínima presión de 0.8 bares en el circuito de baja presión, con este dispositivo se evitan irregularidades en el funcionamiento en caso de que el caudal en el circuito de baja sea insuficiente y suele montarse en la bomba de alta presión.

2.1.7. Electroválvula de dosificación

Es un componente utilizado para bajar el trabajo de la bomba de alta presión disminuyendo la potencia que puede absorber la bomba y evitar el sobrecalentamiento del combustible, está constituida por una electroválvula que estrangula el conducto de llegada de combustible desde la bomba de baja a la de alta, su accionamiento es determinado por las condiciones de régimen de motor y además por la información emitida por el sensor de temperatura de combustible.

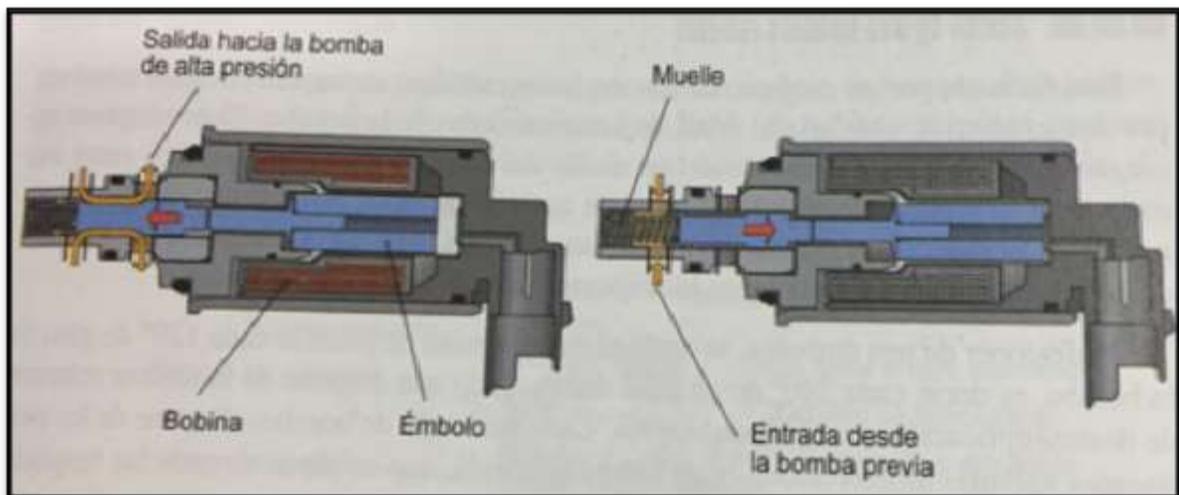


Figura 5. Electroválvula de dosificación
Fuente: Sistemas de alimentación en motores diesel III
Editado por: José Luis Ayora

2.1.8. Bomba de alta presión

Se encarga de incrementar la presión del combustible y lo envía al riel común siempre dependiendo de la posición del regulador de alta presión, su accionamiento es mecánico a través del propio motor generalmente por la distribución del motor, por las presiones que alcanza la aportación de energía ha de ser muy elevada se calcula que el consumo de potencia de la bomba de alta presión llega hasta unos 4,5 CV.

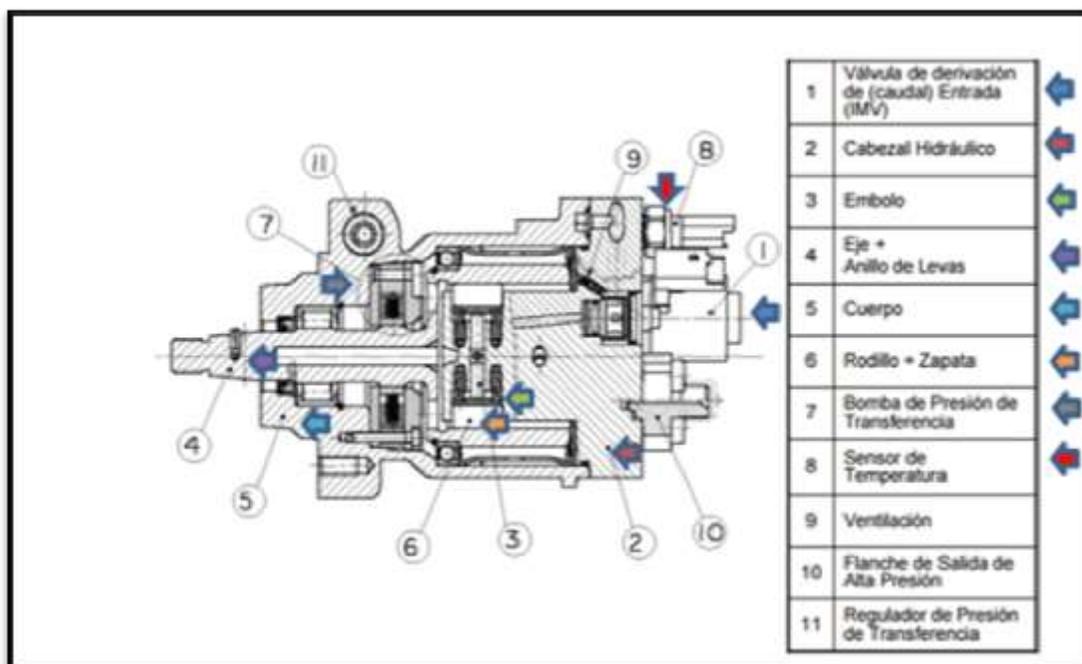


Figura 6. Bomba de alta presión
Fuente: Manual comun rail delphi kia motors
Editado por: José Luis Ayora

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

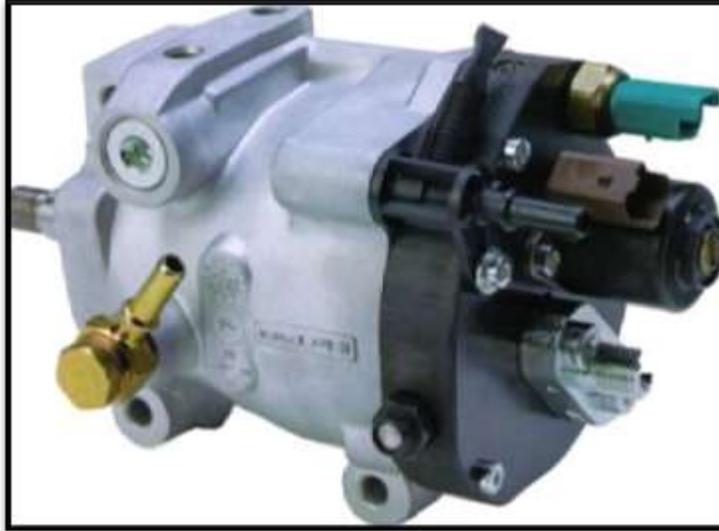


Figura 7. Bomba HP Delphi
Fuente: Sistema de inyección CRDI Delphi
Editado por: José Luis Ayora

Fase de Aspiración

En la fase de aspiración el embolo se desplaza hacia la excéntrica, impulsado por el muelle, la presión baja limitándose en el elemento filtrante a 1 – 3 bares, hace que se abra la válvula de entrada y llena el elemento de bombeo de diesel al colocarse en el volumen desalojado por el embolo durante su desplazamiento, la válvula de salida se encuentra cerrada.

Fase de bombeo

En esta fase el embolo se aleja de la bomba, impulsado por la excéntrica por lo que el combustible que ingreso anteriormente es sometido a presión, cerrando la válvula de entrada al ser mayor la presión en el elemento de bombeo que en el circuito

de baja. Este incremento de presión genera que se abra la válvula de salida impulsando el diesel hacia el riel común.

2.1.9. Riel común

Funciona como un acumulador de presión y por ello su requerida resistencia se construye en acero forjado su forma es lineal parecida a la de los motores a gasolina, funciona también como depósito de combustible el cual le llega la alta presión generada por la bomba, también funciona como acumulador de presión ya que el combustible se comprime ligeramente producto de la alta presión esto asegura la estabilidad de la presión durante la inyección.

El volumen de alta presión que se recibe desde la bomba de alta presión a través de una línea se almacena en un acumulador denominado riel común. Se trata de un múltiple de distribución que entrega 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.

Riel

- Masa (vacío): 1,9 Kg.
- Volumen: 18 cc
- Presión de rotura: > 7.000 bar

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



Figura 8. Riel Común
Fuente: Manual de entrenamiento de Servicio Kia
Editado por: José Luis Ayora

2.1.10. Tuberías de alta presión

Son las encargadas de llevar el combustible en alta presión a cada uno de los inyectores y una adicional que 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.

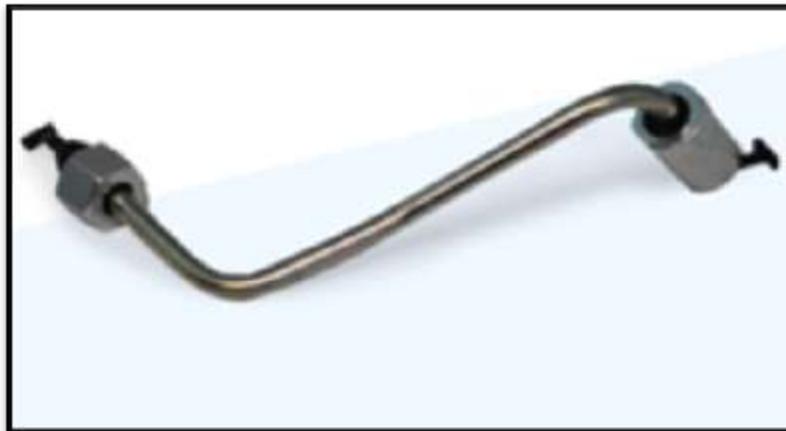


Figura 9. Tubería de alta presión

2.1.11. Inyector Piezoeléctrico

Los inyectores piezoeléctricos están sustituyendo a los electromagnéticos como evolución y rapidez de respuesta ya que al contar con menores inercias de componentes internos son sensiblemente menores y están siendo montados como opción en los sistemas de última generación en CRDI.

La finalidad del inyector es suministrar la cantidad requerida y dosificada de combustible en el momento correcto con una variación lo más mínimo que sea posible del volumen de inyección y demora en el comienzo de la 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 si se fuerza a cambiar deformándolo.

En los inyectores piezoeléctricos, el solenoide que abría y cerraba la válvula para permitir el drenaje al retorno del diesel 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, esto toma 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.

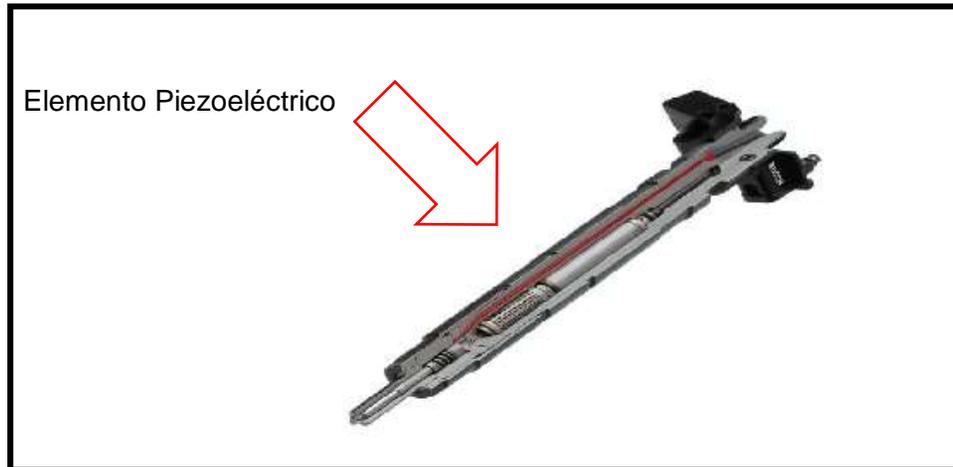


Figura 10. Inyector piezoeléctrico Bosch
Fuente: Comprobación de inyectores piezoeléctricos Bosch
Editado por: José Luis Ayora

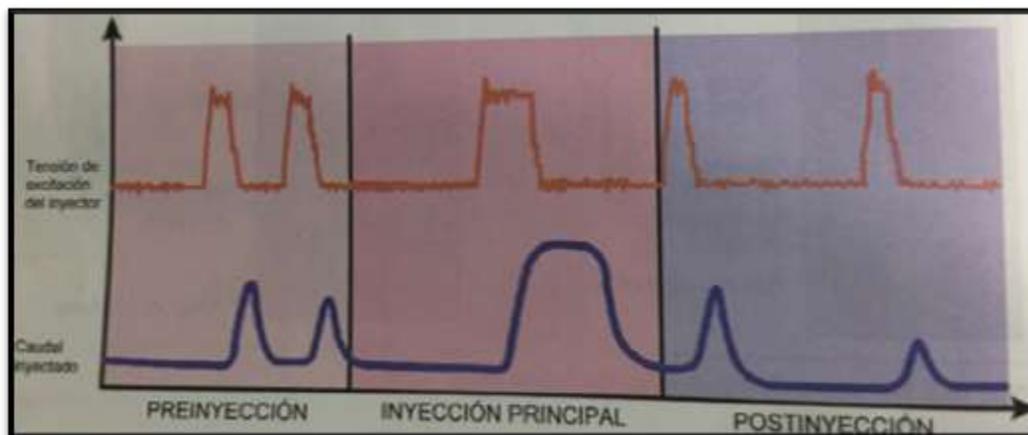


Figura 11. Relación caudal excitación eléctrica
Fuente: Sistemas de alimentación en motores diésel Paraninfo
Editado por: José Luis Ayora

2.1.12. 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 en la bomba de alta presión. - presión del combustible en el riel. Y demás parámetros del vehículo (velocidad, fase de motor, posición en la que se encuentra el pedal del acelerador, presión y régimen del turbo, y demás sistemas).

Salida: - corriente para la activación para la válvula de control del inyector. - corriente de accionamiento para la válvula de derivación 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.



Figura 12. Ecu CRDI Delphi
Fuente: Sistema de inyección CRDI Delphi
Editado por: José Luis Ayora

2.1.13. Válvula de derivación de Entrada IMV

El actuador (Válvula de Derivación 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. La válvula de derivación de entrada (IMV) es controlada en forma electrónica por la ECU el cual determina la cantidad de corriente que se va a aplicar a la bobina la que a su vez es función de los requerimientos del conductor, demanda de presión y velocidad del motor.



Figura 13. IMV Bosch
Fuente: Sistema de inyección CRDI Bosch
Editado por: José Luis Ayora

2.1.14. Sensor de alta presión

Es el que informa a la ECU la presión que existe en el circuito de alta presión, va montado en el riel común y es un sensor de membrana gruesa, su funcionamiento está basado en la piezorresistividad variando el valor óhmico de las resistencias situadas en la membrana interna en función de la presión que recibe. Mediante un circuito que funciona a partir de la variación de resistencia se produce una tensión, que es igual a la que se produce en la membrana, esa señal se amplifica y el voltaje de salida varía entre 0,5 V y 4,8 V que corresponden a los valores de presión mínima y presión máxima.

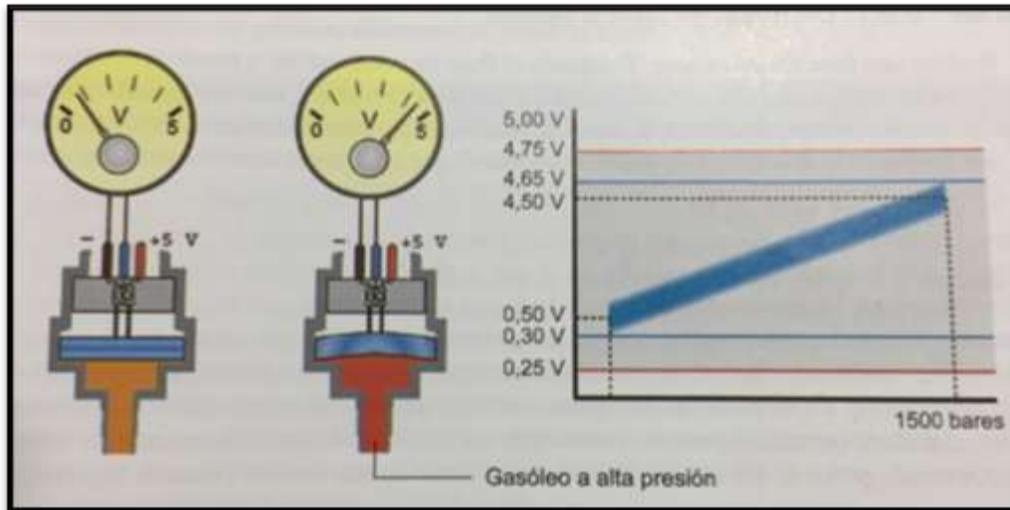


Figura 14. Generación de señal eléctrica en función de la presión.
Fuente: Sistemas de auxiliares del motor, Editorial Paraninfo
Editado por: José Luis Ayora

2.1.15. Sensor de temperatura de combustible

Está constituido por una resistencia NTC que puede ir ubicada en el riel común y en otros modelos como Delphi en la bomba de alta presión su señal es la referencia para calcular el avance de inyección y para gestionar la válvula de dosificación si su señal desaparece se la sustituye por la señal del sensor del líquido refrigerante.

2.2. Marco conceptual

CRDI: Common Rail Diesel, sistema de inyección para motores Diesel utiliza un riel común de alta presión donde deriva a cada uno de los inyectores de ahí la forma de su nombre.

Inyección electrónica: Control de la dosificación se lleva a cabo por medio de una centralita electrónica, llamada ECU, que recibe información del estado general del motor en todo momento por medio de una serie de sensores.

Inyector Piezoeléctrico: Actuador mecánico de comando eléctrico que realiza la dosificación del diesel dentro de la cámara de combustión.

Inyección Directa: Es aquella en que el inyector introduce el combustible dentro mismo de la cámara de combustión, de la misma forma que acontece en los motores diesel de camión o en los estacionarios.

Bomba de alta presión: Se encarga de generar el flujo a través del sistema de inyección el mismo que por medio de una cañería llega hasta el riel de alta presión.

Bomba de baja presión: Componente situado dentro de la bomba de alta presión encargada de llevar el combustible a baja presión desde el depósito o tanque, hasta la bomba de alta presión.

CAPITULO III

CONFORMACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO CRT-3500 DE KIA

3. Conformación de componentes:

3.1.1. Banco de pruebas CRT-3500 de Kia

Es un banco de pruebas portátil de fácil montaje, que utiliza para su ejecución de pruebas el propio vehículo o motor al cual se le va a realizar el diagnostico contiene entre sus componentes más importantes:

1. Caja de almacenaje y transporte.
2. Controlador high pressure.
3. Tubos de prueba del inyector piezoeléctrico.
4. Inyector de simulación y prueba.
5. Medidor de compresión
6. Kit de cables de control (bosch)
7. Kit de cables de control (delphi)
8. Cañerías flexibles para verificación de fugas.
9. Simulador de PRV.
10. Simulador de sensor de alta presión del riel.

3.1.2. Monitor High Pressure

Este monitor nos permite visualizar los valores de presión en el circuito de high pressure dependiendo de nuestro requerimiento de diagnóstico puede ser regulada por medio del ajuste fino, en baja presión podemos obtener lecturas hasta 300 bar y en alta presión de 800 a 1000 bar. El monitor es portátil y nos indica los rangos aceptables de presión para la bomba.



Figura 15. Monitor HP CRT-3500
Autor: José Luis Ayora

3.1.3. Probetas para medir retorno de combustible.

Las probetas nos permiten visualizar la cantidad de combustible que se encuentra en las galerías de retorno, es de material polímero resistente. Dado que la herramienta CRT-3500 es portátil es muy funcional el tipo de material de construcción de las mismas.

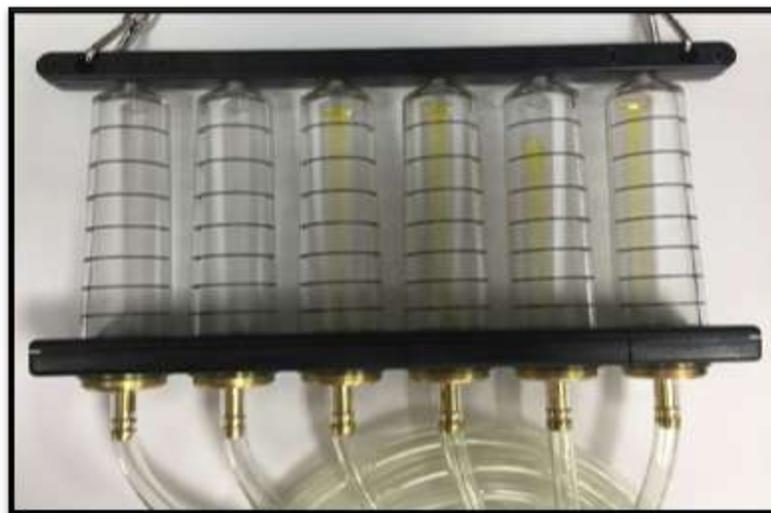


Figura 16. Probetas para medir retorno
Autor: José Luis Ayora

3.1.4. Manómetro para medir compresión

El manómetro para medir compresión nos entrega datos en kgf/cm² aprovechando el retiro de los inyectores para su comprobación podemos realizar la prueba de compresión en cada uno de los cilindros y de esta forma descartamos problemas de exceso de fugas internas en el motor.



Figura 17. Manómetro para medir compresión.
Autor: José Luis Ayora

3.1.5. Extensión de cables para inyectores

Mediante estas extensiones facilitaremos la conexión del impulso eléctrico hacia los inyectores cuando se encuentre conectada la herramienta CRT-3500. Ya que al realizar pruebas en inyectores se reemplaza las cañerías de serie por unas extensiones que permiten colocar los reservorios para tomar las mediciones de entrega de combustible.



Figura 18. Extensiones de cables de inyector sistema Bosch.
Autor: José Luis Ayora



Figura 19. Extensiones de cables de inyector sistema Delphi.
Autor: José Luis Ayora

3.1.6. Extensión de cañerías de alta presión

Permiten realizar el montaje de los probadores de inyector de una manera cómoda.



Figura 20. Extensiones de cañerías de alta presión.
Autor: José Luis Ayora

3.1.7. Juego de acoples para retornos

Nos permite realizar la conexión de las tuberías de retorno hacia las probetas de prueba.



Figura 21. Acoples.
Autor: José Luis Ayora

3.1.8. Conectores para resistencias de simulación.

Nos permite conectar las resistencias de simulación para poder ejecutar las pruebas y evitar que la ECU mande un código de falla o neutralice la entrega de presión al riel.



Figura 22. Conectores eléctricos para resistencias de simulación.
Autor: José Luis Ayora

3.1.9. Resistencia de simulación de IMV o PRV

Permite simular el comportamiento de la válvula reguladora de presión de inyección, esto nos ayuda a que la ECU no envíe una neutralización de la alta presión que se entrega al Riel y así poder tener datos correctos en las pruebas.

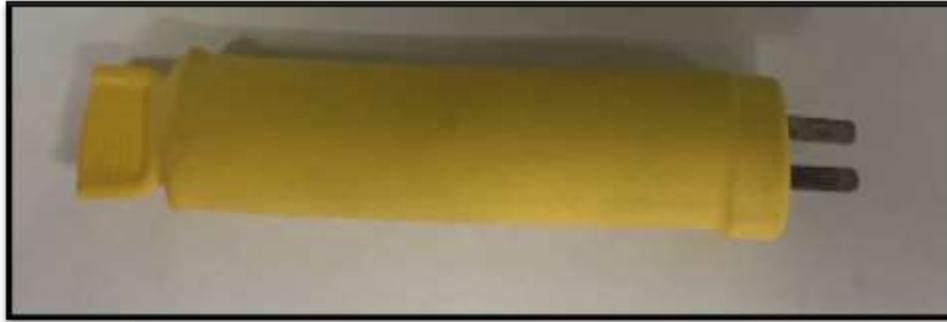


Figura 23. Resistencia de simulación de IMV o PRV.
Autor: José Luis Ayora

3.1.10. Resistencia de simulación del sensor de presión del Riel

Nos permite simular la presencia del sensor de presión del Riel común y así la herramienta CRT-3500 pueda realizar la medición de la presión y realizar la prueba de entrega de los inyectores.



Figura 24, Resistencia de simulación de Sensor de presión del Riel.
Autor: José Luis Ayora

3.1.11. Acoples para medir compresión.

Estos acoples nos permiten medir la compresión en cada uno de los cilindros del motor, adicional a ello evitan el ingreso de impurezas al motor durante el desarrollo de las pruebas.



Figura 25. Acoples para medir compresión.
Autor: José Luis Ayora

3.1.12. Probador de Inyectores CRDI

Nos permite realizar el montaje externo del inyector y de esta manera comprobar su pulverización y la entrega hacia la cámara de combustión, en la parte inferior cuenta con reservorios de almacenamiento de diesel para evitar el derrame de combustible durante la prueba.



Figura 26. Probador de inyectores CRDI.
Autor: José Luis Ayora

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE INYECTORES CRDI PIEZOELÉCTRICOS CON LA HERRAMIENTA CRT-3500 KIA

4. Comprobaciones en inyectores piezoeléctricos

Las pruebas que se pueden realizar a los inyectores piezoeléctricos nos pueden llevar a un análisis de su estado y así poder emitir un criterio técnico preciso, para ello detallo las pruebas que se pueden realizar a los inyectores piezoeléctricos con este equipo.

- Comprobación de valor óhmico de inyectores piezoeléctricos.
- Comprobación de funcionamiento mediante la comparación de oscilogramas en inyectores piezoeléctricos.
- Comprobación de retorno de combustible en los inyectores con herramienta CRT-3500.
- Comprobación de aporte de inyectores en baja presión y alta presión con herramienta CRT-3500.
- Comprobación de estanqueidad de los inyectores con herramienta CRT-3500.

4.1.1. Comprobación de valor óhmico en inyectores piezoeléctricos

Para poder tener un criterio correcto respecto al estado de los componentes piezoeléctricos de un inyector podemos realizar una prueba de resistencia de los mismos. En estos inyectores es muy sencillo, se coloca un multímetro y la medida que debemos recibir debe oscilar entre 190 a 205 K ohms en caso de obtener una medida inferior el inyector presenta problemas en su parte eléctrica de seguridad por lo que será necesario realizar una sustitución del componente defectuoso. Este valor de

resistencia corresponde a la seguridad que presenta el inyector en su parte piezoeléctrico.



Figura 27. Revisión de resistencia de seguridad inyector piezoeléctrico.

Fuente: ATD diagnostic

Editado por: José Luis Ayora

4.1.2. Comprobación de funcionamiento mediante la comparación de Oscilograma en inyectores piezoeléctricos

Otro método para comprobar el estado eléctrico del inyector es mediante oscilogramas en los cuales podemos visualizar el comportamiento del elemento piezoeléctrico en lo que refiere al voltaje y amperaje en un determinado tiempo, como herramienta de diagnóstico podemos utilizar la información de los oscilogramas de cada uno de los cilindros del motor luego de ello comparar su funcionamiento en sus ciclos. Preinyección, inyección principal y postinyección. Podemos identificar un parámetro

común y si alguno o algunos de los inyectores no se encuentran dentro de este parámetro podemos concluir que presenta alguna anomalía en su parte piezoeléctrica.

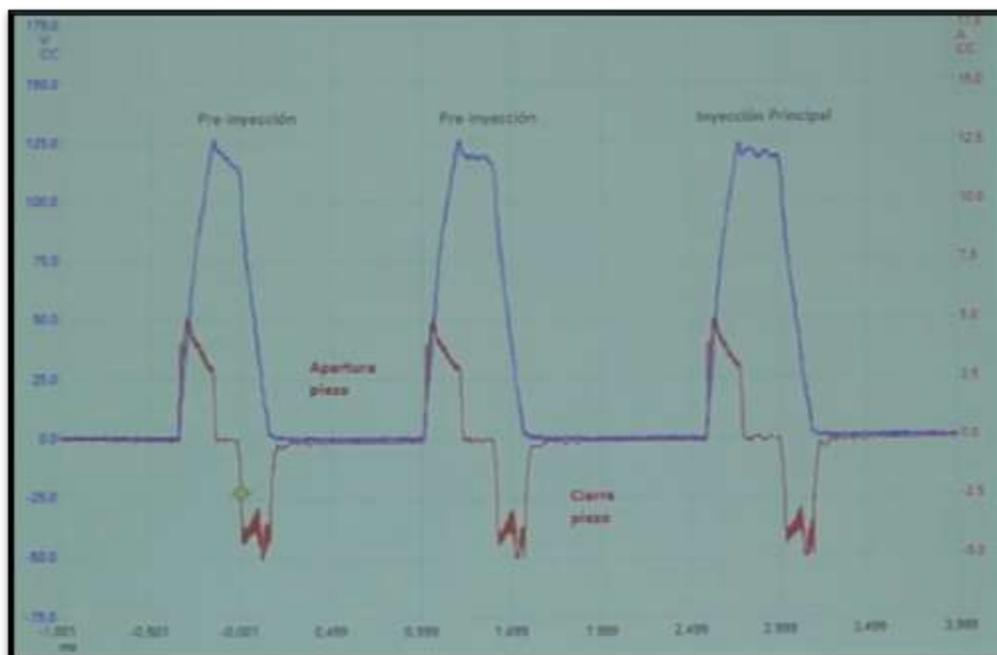


Figura 28. Oscilograma de funcionamiento inyector piezoeléctrico.

Fuente: ATD diagnostic

Editado por: José Luis Ayora

4.1.3. Comprobación de retorno de combustible en los inyectores con herramienta CRT-3500

La prueba de retorno de combustible nos permite identificar si alguno de los inyectores presenta fugas internas, esta prueba podemos resumir que es muy sencilla de realizar ya que es un sector donde no se tiene presión y nos entrega información muy clara del estado interno del inyector, colocamos la herramienta para medir retornos que no es más que mangueras para baja presión y reservorios con medidas determinadas para que se facilite la comparación, en el análisis vamos a profundizar los motivos por los cuales pueden variar los retornos de combustible en los inyectores.



Figura 29. Prueba de retorno de combustible en motor J3 Hyundai.
Autor: José Luis Ayora

4.1.4. Comprobación de aporte de los inyectores en baja presión y alta presión con la herramienta CRT-3500

Esta prueba es la más certera en cuanto a la información que se obtiene ya que en ella simulamos el funcionamiento real del inyector en cualquier régimen, para ello debemos realizar las siguientes actividades en el motor.

- Apagamos el motor para que se realice la despresurización del sistema de riel común.
- Verificamos que la carga de la batería sea la adecuada de 12.6 V a 13.2 V para poder realizar todas las pruebas y evitar el daño de la batería.
- Realizamos el desmontaje de las cañerías de alta presión.
- Colocamos las cañerías de extensión para poder colocar el comprobador de inyectores del equipo CRT-3500.

- Retiramos los inyectores del motor con la herramienta universal para el desmontaje de inyectores de Riel común.
- Realizamos una limpieza superficial de los mismos para poder montarlos en el comprobador.
- Colocamos los inyectores dentro de cada uno de los comprobadores ya conectados a las extensiones de cañería de alta presión.
- Colocamos los acoples para medir compresión que también sirven como tapón de la cámara de combustión para evitar el ingreso de impurezas.
- Colocamos las extensiones de los cables de alimentación eléctrica de los inyectores.
- Conectamos los simuladores de sensor de presión de combustible en el riel y de la válvula reguladora de presión.
- Realizamos el ajuste del equipo CRT-3500 en baja presión 300 bares y arrancamos. Verificamos las entregas
- Realizamos el ajuste del equipo CRT-3500 en alta presión 1500 bares y arrancamos. Verificamos las entregas.

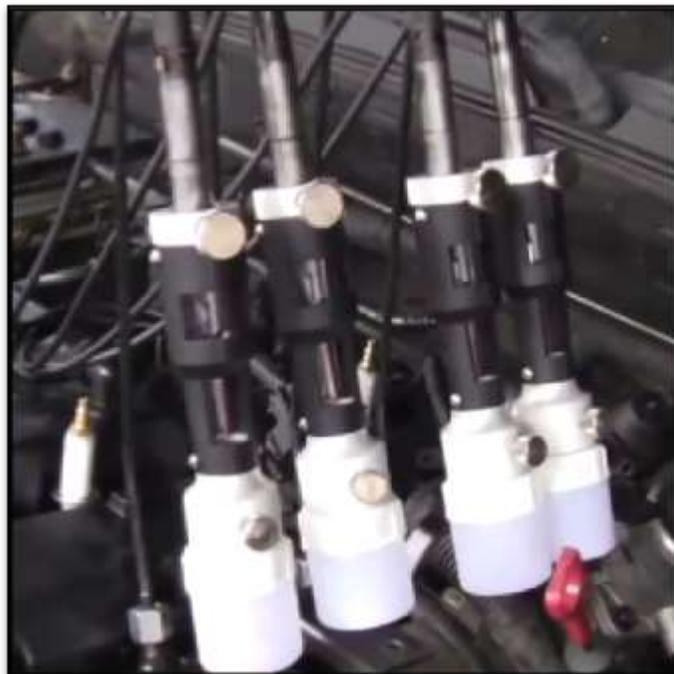


Figura 30. Prueba de aporte de inyectores con herramienta CRT-3500.

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

4.1.5. Comprobación de estanqueidad de los inyectores con la herramienta CRT-3500

La prueba de estanqueidad de los inyectores piezoeléctricos es muy sencilla de realizar gracias a la utilización de la herramienta CRT- 3500 y se ejecuta en estos sencillos pasos:

- Con la herramienta de medición de aporte de los inyectores colocada en el riel común realizamos la desconexión del cableado de los inyectores piezoeléctricos.
- Colocamos el equipo CRT-3500 en alta presión en el monitor. realizamos el arranque para que se ejecute el incremento de presión en los inyectores hasta 1500 bares. Verificamos si existe alguna fuga.

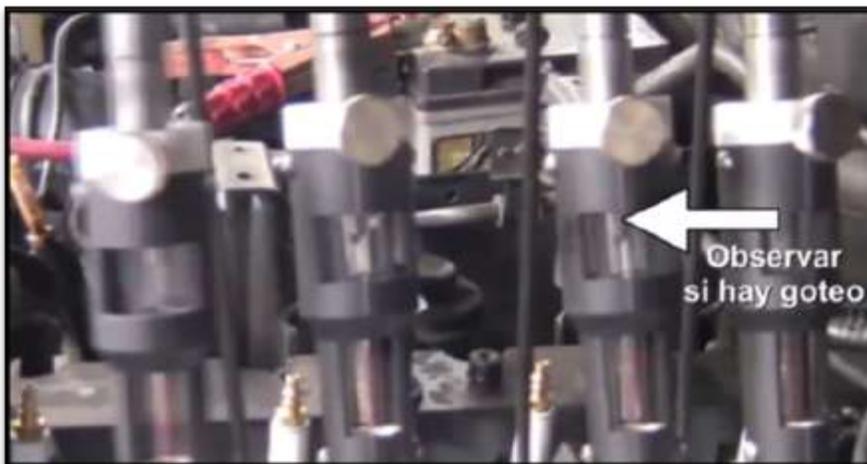


Figura 31. Prueba de estanqueidad de inyectores con herramienta CRT-3500.

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

4.2. Reprogramación de inyectores crdi para motor kia

Se conecta el escáner y se pone en contacto el vehículo, seleccionar el modelo del vehículo, seleccionamos el año de fabricación y finalmente colocamos el modelo del motor. En caso de no conocer estos datos podemos ayudarnos revisando el manual del usuario o los documentos de circulación como la matricula, comprobar y borrar los códigos de falla en la ECU del motor.

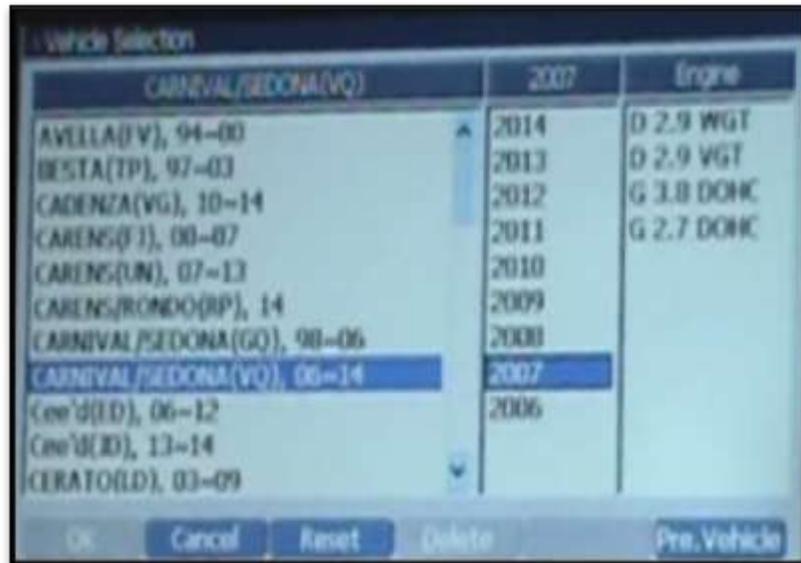


Figura 32. Selección de modelo escáner KIA

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

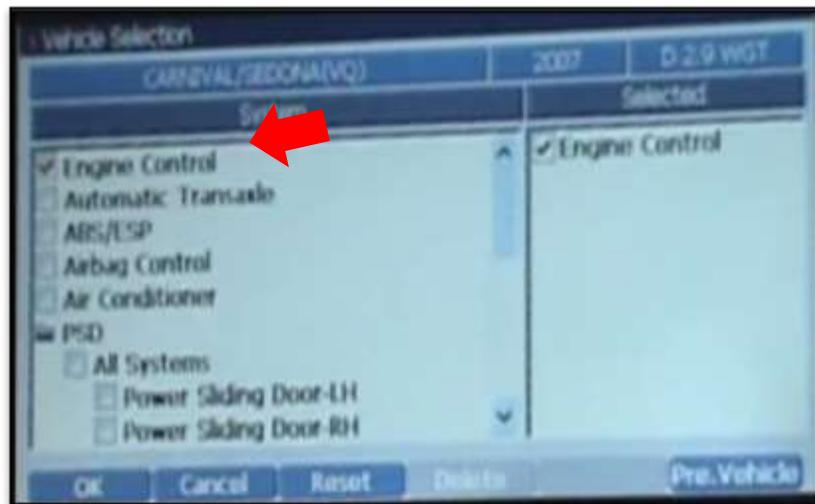


Figura 33. Selección de ECU de motor del vehículo

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

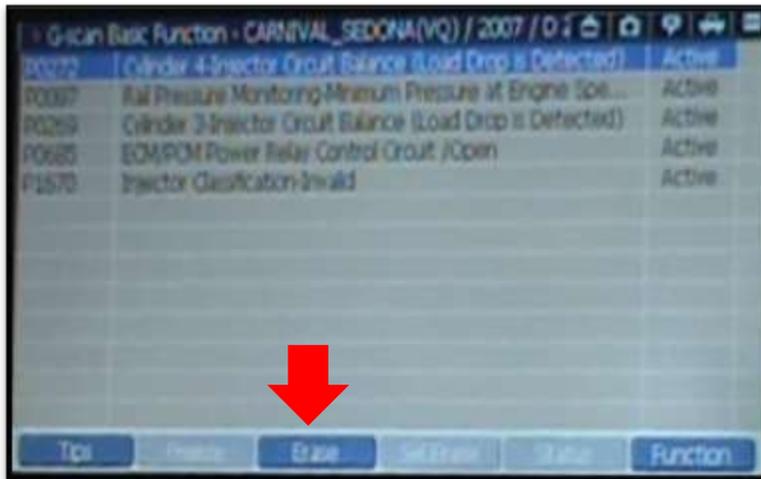


Figura 34. Códigos activos ECU del motor
Fuente: Globaltech
Editado por: José Luis Ayora

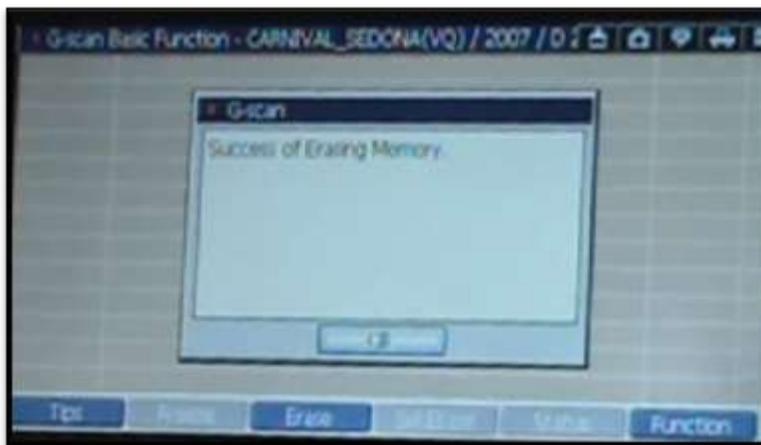


Figura 35. Pantalla de códigos borrados de la memoria de la ECU del motor
Fuente: Globaltech
Editado por: José Luis Ayora

Se debe asegurar una fuente externa de alimentación de 12V para el escáner para mantener estable la carga de la batería durante el proceso de reprogramación. Es importante también revisar la información de los inyectores que se encuentran montados en el motor en el momento de hacer la reprogramación, podemos anotar la información en una tabla para no olvidarlo.

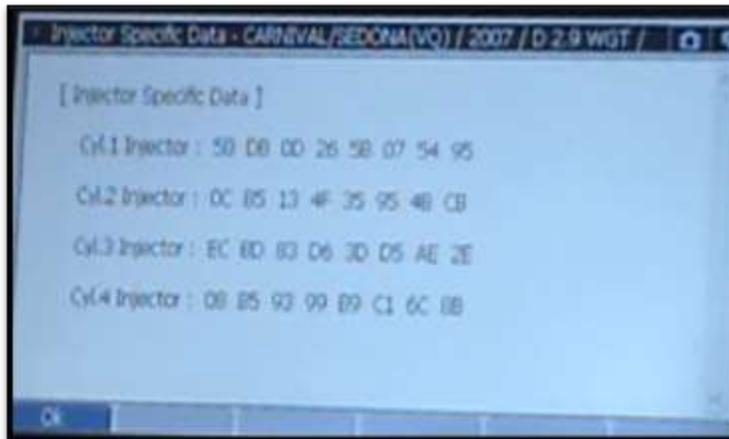


Figura 36. Códigos de los inyectores 1,2,3,4 motor KIA CRDI
Fuente: Globaltech
Editado por: José Luis Ayora

Los códigos de los inyectores piezoeléctricos se pueden encontrar en la parte superior o la cabeza del inyector cerca del conector como lo detalla la imagen a continuación. Es importante conocer este dato para no confundir la información con la de la caja en la que vienen los componentes, también se debe conocer que dicho código es alfanumérico en sistemas Euro 4 consta de 16 caracteres.



Figura 37. Código del inyector CRDI 1
Autor: José Luis Ayora

Borramos la información de los inyectores que se encuentran montados en el vehículo, debemos repetir la operación de borrado para asegurarnos de no tener inconvenientes en el momento de la programación de los nuevos códigos.

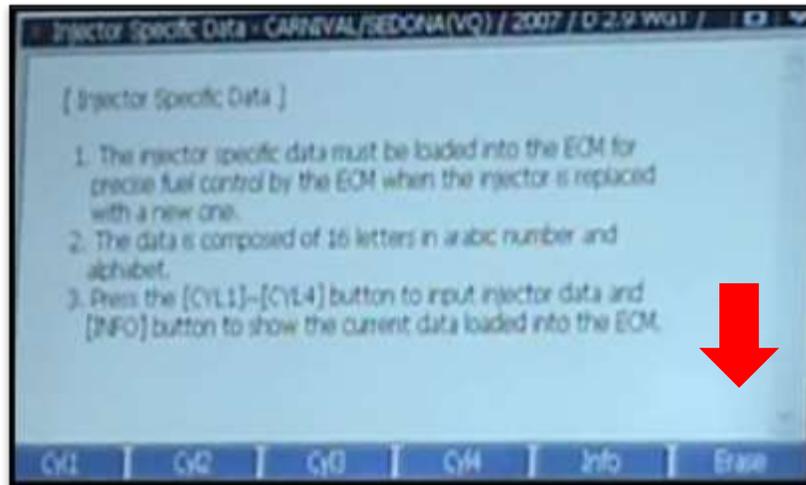


Figura 38. Borrado de códigos de los inyectores 1,2,3,4 motor KIA CRDI

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

Podemos verificar que el proceso de borrado de los códigos de los inyectores fue realizado correctamente cuando la codificación se repite para los 4 inyectores.

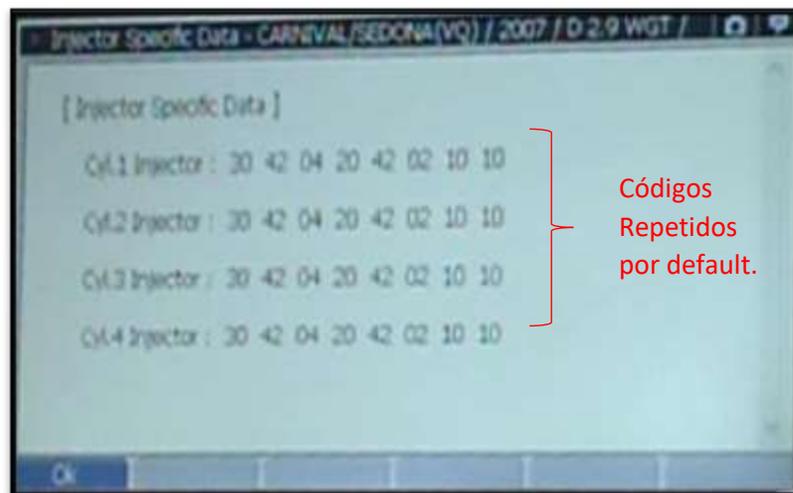


Figura 39. Códigos repetidos para inyector 1,2,3,4 motor KIA CRDI

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

Se realiza el reingreso de los códigos de cada uno de los inyectores como se detalla en la imagen a continuación. Se debe realizar una verificación de los códigos ingresados para evitar errores, hay computadoras que solo permiten máximo dos ingresos erróneos.

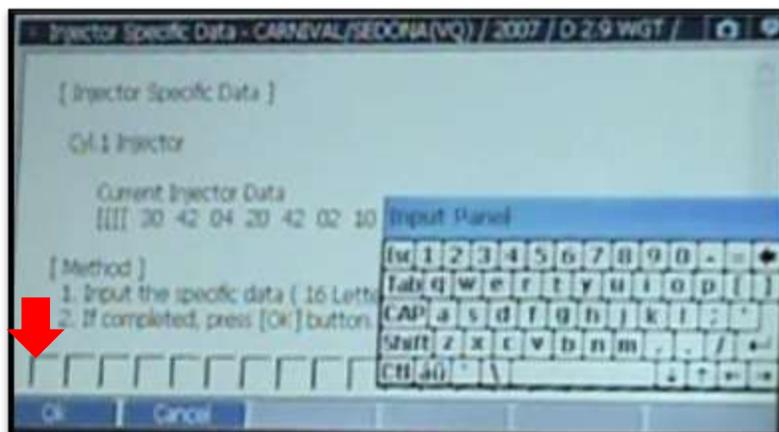


Figura 40. Ingreso de codificación inyector 1 motor KIA CRDI

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

Luego de que se realiza el ingreso de la nueva codificación aparece una pantalla indicando que la programación se ha realizado con éxito.

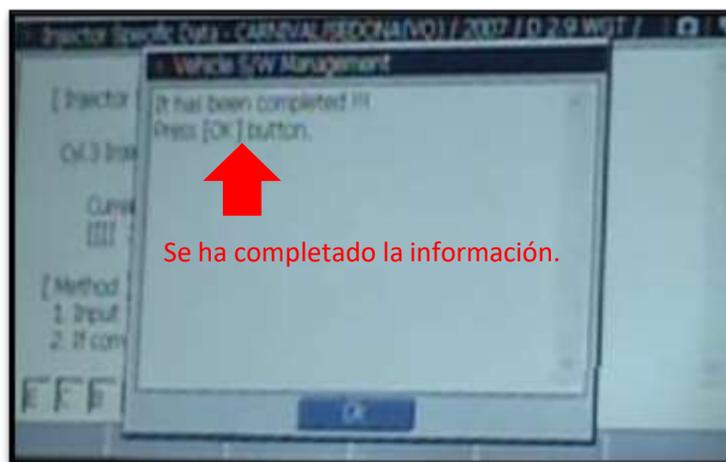


Figura 41. Programación exitosa de inyectores motor KIA CRDI

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

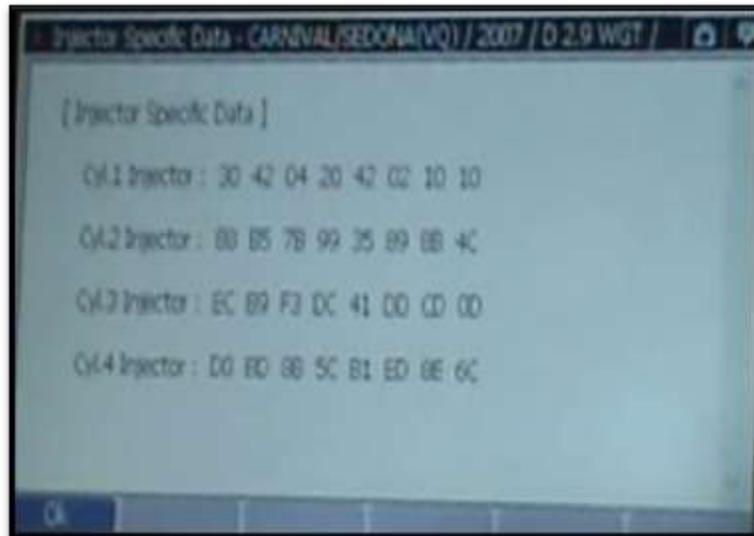


Figura 42. Confirmación de códigos ingresados en motor KIA CRDI

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

Luego de realizada la verificación se debe de ejecutar la desconexión del escáner. Se retira el escáner de sus funciones hasta el menú principal, se cierra el contacto en el vehículo por 10 segundos, luego de eso podemos realizar el encendido del motor.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE INYECTORES CRDI PIEZOELÉCTRICOS CON LA HERRAMIENTA CRT-3500 KIA.

5. Análisis de la comprobación del valor óhmico de inyectores piezoeléctricos.

Esta información se utiliza para interpretar como se encuentra el sistema de descarga de voltaje del inyector piezoeléctrico que sería el sistema que protege al circuito de inyección y al motor ya que ante una posible falla o desconexión en funcionamiento el inyector va a descargar su voltaje almacenado evitando así que se quede abierto y pueda ocasionar daños severos dentro del motor. El objetivo de la resistencia es provocar un pequeño corto y así descargar el componente piezoeléctrico. Como anteriormente se explicó la medida debe oscilar entre 190 a 205 K ohms. Así aseguramos el buen estado de la resistencia de descarga.

5.1. Análisis de la comprobación de funcionamiento mediante la comparación de oscilogramas en inyectores piezoeléctricos

La curva obtenida mediante el osciloscopio nos indica que existe una entrega de voltaje de 50 V en esta etapa el amperaje alcanza hasta 5 ohms, luego de ello la amplificación de voltaje gracias al efecto piezoeléctrico aumenta hasta los 125 V producto del choque de las placas del propio piezoeléctrico.

En el punto de voltaje máximo la intensidad es nula, el elemento piezoeléctrico se encuentra cargado con el voltaje de 125 V y podría ser comparado con un condensador, para poder cerrar el inyector se debe realizar la descarga del voltaje mediante un pequeño corto que va a generar que la intensidad fluya en sentido contrario y cierre el

inyector, en este proceso no existe inversión de polaridad ya que la curva de voltaje mantiene su forma y mantiene sus valores.

Podemos decir que si existe variación en el comportamiento de la curva obtenida por medio del osciloscopio en alguno de los inyectores podría estar producida por falla en las placas del elemento piezoeléctrico, esto puede darse por falla de fabricación del componente o producto del desgaste normal del inyector.

5.2. Análisis de la comprobación de retorno de combustible en los inyectores piezoeléctricos con herramienta crt – 3500

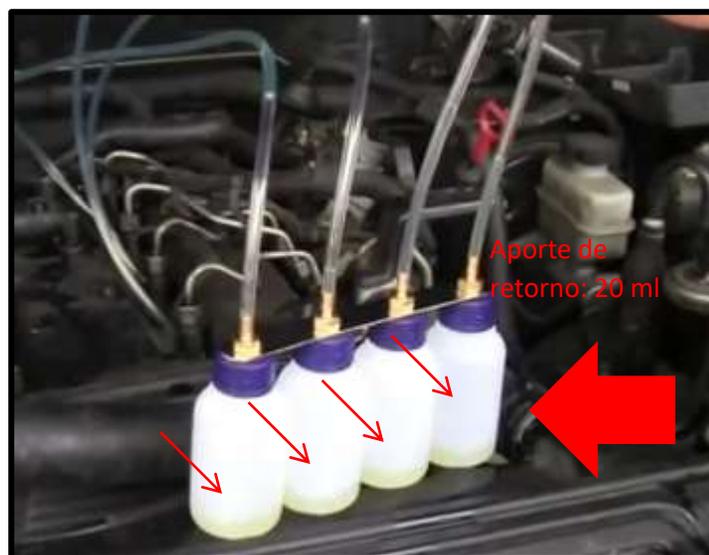


Figura 43. Análisis de retorno de combustible.

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

Luego de realizar la prueba de retorno de combustible en los inyectores se puede concluir lo siguiente. El retorno de combustible es directamente proporcional a la cantidad de combustible inyectado. Esto quiere decir que, a mayor retorno, mayor será la cantidad de combustible que se inyecta dentro de la cámara de combustión.

La variación de entrega de retorno entre inyectores no puede ser mayor a un 15% con relación al resto de inyectores. En caso de que la variación sea mayor al porcentaje

anteriormente detallado, es necesario considerar el reemplazo del inyector que por sus fugas internas excesivas ocasiona:

- Alto consumo de combustible.
- Mayor contaminación.
- Mayor cantidad de combustible no combustionado.
- Deterioro en sistema de filtración de gases de escape.
- Demora en el arranque del motor.

Mediante esta sencilla prueba podemos identificar el inicio del fallo de un inyector, para asegurar nuestro diagnóstico es necesario realizar pruebas adicionales como el aporte de combustible y estanqueidad.

5.3. Análisis de la comprobación de aporte en baja presión y alta presión en inyectores piezoeléctricos con la herramienta crt-3500

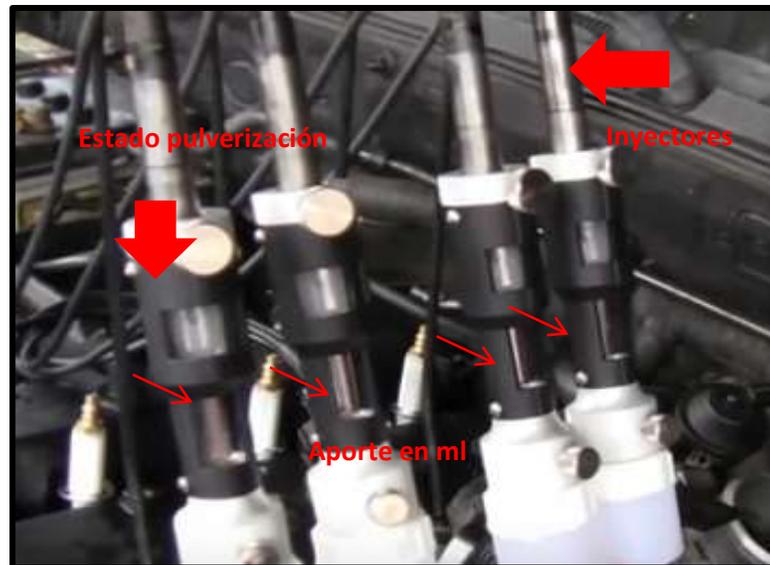


Figura 44. Análisis de baja presión en inyectores piezoeléctricos.

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora



Figura 45. Análisis de alta presión en inyectores piezoeléctricos

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

Luego de realizar la prueba de estanqueidad tenemos un diagnóstico previo del estado de los inyectores, la prueba de aporte nos ayudará a sacar cualquier duda y dará mayor certeza a nuestro diagnóstico previo. La variación de la entrega al igual que el retorno debe de ser menor a 10%, la ventaja de la herramienta CRT – 3500 es que nos permite visualizar sin inconveniente esta entrega de diesel en Mililitros. En baja presión hasta 300 bares y en alta presión hasta 1800 bares. Si no existe variación en la entrega podemos determinar que los inyectores no presentan inconvenientes, sin embargo, para descartar cualquier novedad respecto a su cierre total. Debemos de realizar la prueba final de estanqueidad.

5.4. Análisis de la comprobación de estanqueidad de los inyectores con la herramienta crt-3500

Para finalizar nuestro análisis al estado de los inyectores piezoeléctricos tenemos una última y sencilla prueba ejecutable con la herramienta CRT- 3500 que consiste en realizar la desconexión del cableado de los inyectores, colocar los parámetros del equipo en alta presión 1800 bares y dar arranque largo, visualizando si existe algún tipo

de liqueo en alguno de los inyectores piezoeléctricos. En caso de presentar fugas el inyector debe ser reemplazado para asegurar su buen funcionamiento. Luego de esta prueba podemos descartar cualquier tipo de fuga externa del inyector y finalizar nuestro diagnóstico de los inyectores.

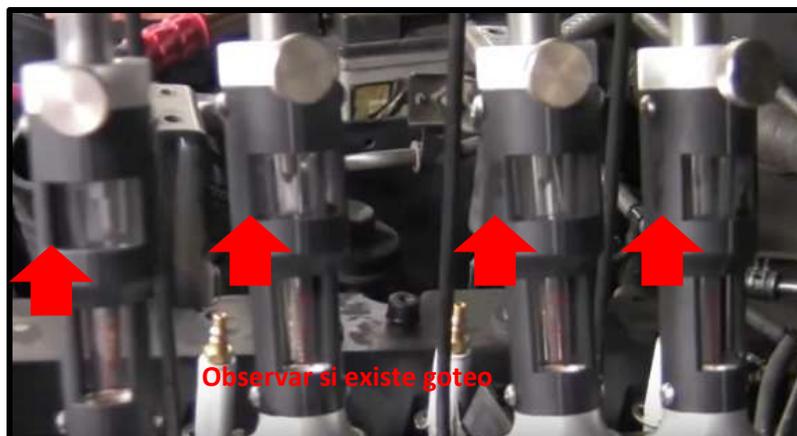


Figura 46. Análisis de estanqueidad inyectores piezoeléctricos.

Fuente: Globaltech

Editado por: José Luis Ayora

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. Conclusiones

- Mediante la herramienta de KIA CRT-3500 se realiza un análisis y diagnóstico más preciso y rápido del estado de los inyectores piezoeléctricos en el motor J3 de Hyundai facilitando y aumentando la fiabilidad del diagnóstico, reduciendo tiempo en este proceso. Mediante las pruebas de resistencia del inyector, comparación de oscilogramas, retorno de los inyectores, aporte de los inyectores y pruebas de estanqueidad en base a lo anteriormente expuesto se puede determinar el estado preciso de los inyectores piezoeléctricos CRDI.
- De acuerdo al objetivo número 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 y además, habiendo cumplido con las líneas de investigación de la universidad internacional del ecuador, se realiza el proyecto de análisis y comprobación de inyectores CRDI piezoeléctricos con la herramienta CRT-3500 de KIA, que aporta conocimiento en diagnóstico de inyectores de este tipo dejando a un lado el temor de intervenir estos sistemas de inyección diesel por parte algunos técnicos y especialistas de sistemas de inyección diesel.
- El desarrollo del proyecto contribuye a mejorar y aprovechar la utilización de la herramienta CRT-3500 que no solo ayuda al diagnóstico de los inyectores piezoeléctricos CRDI sino también se puede utilizar para el diagnóstico de inyectores de mando electromagnético, diagnóstico de la bomba de alta presión, también se puede realizar evaluación del estado de la válvula reguladora de

presión, adicional a esto con los accesorios que son parte de la herramienta podemos diagnosticar por medio de vacío el estado del circuito de baja presión desde el tanque hasta el filtro separador diesel se puede concluir que luego de este trabajo de titulación se pueden evitar fallas por mala conexión o utilización del equipo que en algunos casos pueden comprometer y dañar componentes en buen estado dentro del sistema, evita la toma de datos falsos o erróneos que alargaría en proceso de reparación y pueden influir directamente en la toma de una mala decisión. Se logró aprovechar el máximo potencial de la herramienta en ayuda a los profesionales y estudiantes del sector automotriz.

6.1.Recomendaciones

- Se debe realizar las operaciones con la herramienta CRT-3500 de KIA priorizando en el tema de seguridad. Realizar el correcto montaje de la herramienta empleando la utilización de las herramientas adecuadas (dados, raches, llaves, destornilladores y de más herramientas).
- Revisar el manual técnico del equipo antes de realizar cualquier operación con el mismo. Evitando así fallas o daños ocasionados por el desconocimiento. Evitando el riesgo de comprometer o dañar componentes en buen estado dentro del sistema, a esto se suma el peligro de trabajar directamente en el habitáculo del motor con combustible diesel. Es prioridad conocer y realizar el proceso de instalación y pruebas de acuerdo a las recomendaciones de uso del equipo CRT-3500.
- En aporte a los estudiantes del sector automotriz se recomienda el uso de esta herramienta de análisis y comprobación de inyectores CRDI piezoeléctricos por parte de los docentes o personal calificado para el uso de la misma hasta que los estudiantes posean el conocimiento suficiente como para desarrollar y ejecutar el análisis y comprobación de los inyectores Piezoeléctricos CRDI por si solos.

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 automóvil*. Barcelona: Reverte S.A.
- Catálogo Bosch. (2013).
- Crouse, W. (2008). *Mecánica del Automóvil*. Barcelona: McGraw-Hill .
- De Castro Vicente, M. (2008). *Inyección y encendido*. Barcelona: CEAC.
- Diccionario de la Real Academia Española . (01 de 01 de 2014). *Real Academia Española*. Recuperado el 03 de 02 de 2014, de
- Grupo Bosch. (2000). *Manual práctico del automóvil - reparación, mantenimiento y prácticas*. Madrid: Grupo cultural.
- Hyundai Motors. (14 de Junio de 2015). Hyundai Common Rail Service Training. *Service Training*. Guayaquil.
- Motors, H. (11 de Junio de 2015). Hyundai Common Rail Service Training. *Common Rail Service Training*. Guayaquil .
- MOTORS, K. (2016). *Common Rail Injector Tester*.
- Rodríguez, J. (2013). http://www.ehowenespanol.com/historia-del-carburador-hechos_103090/. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de
- Srinivasan, S. (2008). *Automotive Mechanics* . New Dheli: Tata McGraw-Hill Education .
- Delphi. (2007). *Manual Common Rail*.
- Martin, J. (2015). *Diagnóstico de la combustión en motores diesel de inyección directa*. Editorial Reverte.
- Kia, M. (2017). *Manual del usuario CRT-3500 CRDI*.
- Enrique, S. (2009). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: MACMILLAN HEINEMANN.
- Miguel, P. (2011). *Sistemas Auxiliares del motor*. España, Editorial PARANINFO

