

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTAL PARA UN PROCEDIMIENTO DE DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN EN TALLER DE SISTEMAS CRDI BOSCH CP1 Y CP3 APLICADOS A LA LÍNEA KIA.

Sr. Adrián René Casanova Jiménez

Ing. Luis Mena

Ing. Germán Erazo

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Quijano y Ordoñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador
Email: adr_casanova@hotmail.com
larena@espe.edu.ec
wgerazo@espe.edu.ec

RESUMEN

A través del presente proyecto de investigación, los profesionales y especialistas podrán capacitarse en los sistemas de control electrónico diesel CRDI Bosch CP1 y CP3 utilizados en los vehículos KIA, los cuales han alcanzado un alto nivel de tecnología.

A más del análisis de los sistemas diesel CRDI Bosch CP1 y CP3 se investigó y desarrolló procedimientos de fácil diagnóstico y reparación comparados a los utilizados en los laboratorios especializados en CRDI.

Finalmente se diseño e implemento el equipo e instrumental necesario que permita diagnosticar y reparar sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3 en el mismo taller, utilizando recursos existentes en el mismo

motor del vehículo a ser reparado con una eficiencia similar a la obtenida en laboratorios especializados en CRDI.

Palabras clave:

Ingeniería Automotriz, Equipo para diagnóstico CRDI Bosch CP1 y CP3, Talleres automotrices.

ABSTRACT

Through this present project of investigation, the professionals and specialists will be able to get capacitated in the CRDI Bosch CP1 and CP3 diesel electronic controlled systems utilized in the KIA vehicles, which have reached a high technology level.

Additional to the analysis of the CRDI Bosch CP1 and CP3 diesel systems it was investigated and developed easy diagnostic and repair procedures compared to

the used in specialized CRDI labs.

Finally it was designed and implemented the necessary equipment to let diagnosticate and repair CRDI Bosch CP1 and CP3 systems in the same workshop using the existing recourses in the same vehicle engine to be repaired with the similar efficiency to the one obtained in specialized CRDI labs.

Key words:

Automotive Engineering, Diagnosis equipment for CRDI Bosch CP1 and CP3, Automotive shops.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente y severa regulación ambiental con respecto a las emisiones de gases de escape y ruido, sumado a la necesidad de reducir el consumo de combustible; los requerimientos para los sistemas de inyección diesel son cada vez mayores; por lo tanto el desarrollo tecnológico y la implementación de sistemas de control más complejos, generan la necesidad de un crecimiento cognitivo, velocidad de análisis, eficiencia de resultados, disminución de costos así como

de los tiempos de reparación en vehículos diseñados con estos sistemas.

Profesionales y especialistas en la rama deben estar en la capacidad de diagnosticar, reparar y realizar pruebas de operación a los vehículos con sistemas CRDI diesel sin necesidad de depender directamente de terceras personas o de laboratorios especializados.

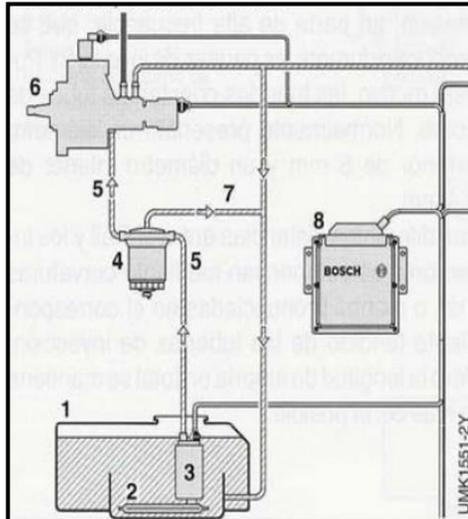
II. INYECCIÓN DIRECTA POR RIEL COMÚN

El sistema de Inyección Directa por Riel Común (CRDI) es un sistema de inyección por acumulador de presión, en este sistema a diferencia de los sistemas de inyección tradicionales los procesos de generación de presión e inyección son independientes del régimen de giro del motor.

El sistema está dividido en los siguientes grupos de funcionamiento:

Sistema de baja presión.- Una bomba de transferencia es la encargada de suministrar el combustible desde el tanque hacia la bomba de alta presión por el circuito de baja. La bomba de transferencia puede ser una

electrobomba de combustible (bomba celular de rodillos) o una bomba de combustible del tipo engranajes accionada mecánicamente.

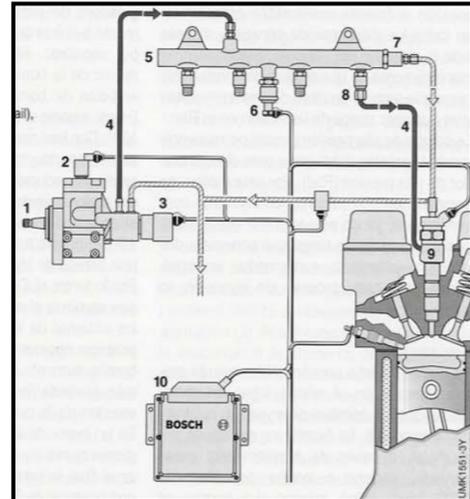


Fuente: BOSCH.

Figura 1. Parte de baja presión del sistema de inyección Common Rail.

1. Depósito de combustible, 2. Filtro previo, 3. Bomba previa, 4. Filtro de combustible,
5. Tubería de combustible de baja presión, 6. Sector de baja presión de la bomba de alta presión, 7. Tubería de retorno de combustible, 8. Unidad de control.

Sistema de alta presión.- La bomba de alta presión es la encargada de generar la presión, misma que se acumula en un conducto común, en el cual está montado el sensor de presión y la válvula limitadora o reguladora de presión. Los inyectores garantizan una inyección correcta con respecto al momento y volumen de inyección.

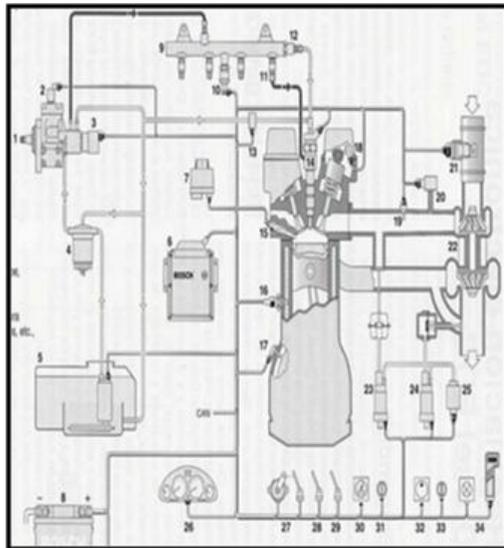


Fuente: BOSCH.

Figura 2. Parte de alta presión del sistema de inyección Common Rail.

1. Bomba de alta presión, 2. Válvula de desconexión del elemento, 3. Válvula reguladora de presión, 4. Tuberías de combustible de alta presión, 5. Acumulador de alta presión (Riel), 6. Sensor de presión del Riel, 7. Válvula limitadora de presión, 8. Limitador de flujo, 9. Inyector, 10. Unidad de control.

Control electrónico.- El sistema de control electrónico para el motor diesel CRDI está formado por tres bloques principales: Sensores y generadores de pulsos de ajuste para cada condición de operación y valores deseados; módulo de control del motor (ECM) para generar las señales eléctricas de salida mediante el procesamiento de información usando operaciones aritméticas específicas (algoritmos de control); actuadores que convierten las señales de salida eléctricas del ECM en parámetros mecánicos.



Fuente: BOSCH.

Figura 3. Relación general entre sensores y actuadores del sistema CRDI.

1. Bomba de alta presión, 2. Válvula de desconexión del elemento, 3. Válvula reguladora de presión, 4. Filtro de combustible, 5. Depósito de combustible con filtro previo y bomba previa, 6. Unidad de control, 7. Unidad de control del tiempo de incandescencia, 8. Batería, 9. Acumulador de presión (Riel), 10. Sensor de presión del riel, 11. Limitador de flujo, 12. Válvula limitadora de presión, 13. Sensor de temperatura del combustible, 14. Inyector, 15. Bujía de espiga incandescente, 16. Sensor de temperatura del líquido refrigerante, 17. Sensor de revoluciones del cigüeñal, 18. Sensor de revoluciones del árbol de levas, 19. Sensor de temperatura del aire aspirado, 20. Sensor de presión de sobrealimentación, 21. Medidor de masa de aire, 22. Turbocompresor, 23. Actuador de retroalimentación de gases de escape, 24. Actuador de presión de sobrealimentación, 25. Bomba de depresión, 26. Cuadro de instrumentos con salida de señales para consumo de combustible, número de revoluciones, etc., 27. Sensor del pedal acelerador, 28. Contactos de freno, 29. Interruptor

de embrague, 30. Sensor de velocidad de marcha, 31. Unidad de operación para regulador de la velocidad de marcha, 32. Compresor de aire acondicionado, 33. Unidad de operación para compresor de aire acondicionado, 34. Indicación de diagnóstico con conexión para apartado de diagnóstico.

III. LEVANTAMIENTO ESTADÍSTICO SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS DE DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN EN TALLER Y LABORATORIO DE SISTEMAS CRDI BOSCH CP1 Y CP3.

Método: Muestreo selectivo de informantes clave.

Técnica: Entrevista estructurada o dirigida.

El levantamiento estadístico se aplicó a una muestra de 37 técnicos de la red de concesionarios KIA ASIAUTO S.A. de la ciudad de Quito y sus valles aledaños (Los Chillos y Cumbaya). El principal objetivo fue levantar información primaria sobre los procedimientos de diagnóstico y reparación que los técnicos mantienen para los sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3 como también conocer qué tipo de instrumental es utilizado.

Los datos obtenidos permitieron palpar una realidad mucho más exacta en la cual se desenvuelven los técnicos diariamente, es decir, permitió

recabar información de las personas más involucradas en el área de influencia del proyecto.

El 51% de los técnicos encuestados manifiestan que cuando un vehículo KIA presenta fallas en el sistema CRDI Bosch CP1 o CP3, el proceso de reparación se lo realiza en la concesión (taller).

El 73% de los técnicos encuestados dicen que la concesión no cuenta con un procedimiento específico que les permita realizar un diagnóstico y reparación confiable de los sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3.

El 57% de los técnicos encuestados manifiestan que la concesión no cuenta con herramientas especiales que sean utilizadas únicamente para el diagnóstico y reparación de los sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3.

Un porcentaje menor de técnicos dicen que para diagnosticar que un vehículo presenta problemas en su sistema CRDI Bosch CP1 o CP3 utilizan equipos especiales para CRDI; así mismo manifiesta que la concesión cuenta con procedimientos y herramientas especiales para realizar diagnósticos y reparaciones por

lo que se hizo necesario aplicar un nuevo método de investigación; se aplicó el método de síntesis de la observación mediante la técnica de observación participante.

Método: Síntesis de la observación.

Técnica: Observación participante.

La observación participante se realizó en la concesión con mayor número de técnicos encuestados, esta concesión ASIAUTO S.A. se encuentra ubicada en el sector centro – norte de la ciudad de Quito.

El principal objetivo es levantar información acerca de los procedimientos de diagnóstico y reparación en los sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3 que los técnicos aplican en el taller. Se pudo determinar que no existen procedimientos claros, normas de higiene e instrumentos de diagnóstico adecuados, lo que confirma la viabilidad del proyecto.

Método: Muestreo selectivo de informantes clave.

Técnica: Entrevista estructurada o dirigida.

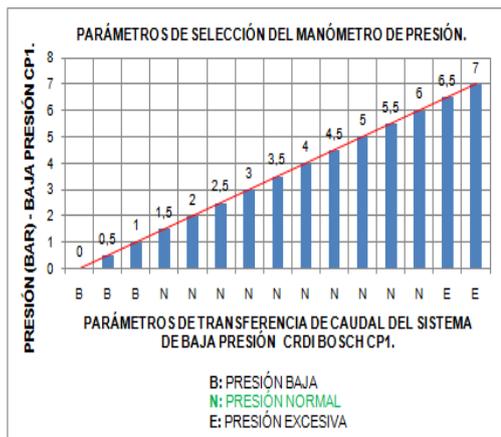
La entrevista estructurada o dirigida se realizó en uno de los

principales laboratorios CRDI de la ciudad de Quito.

El objetivo principal es recopilar información acerca de las máquinas, herramientas y procedimientos de diagnóstico y reparación de los sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3 que son empleados por los laboratorios CRDI, como también las normas de higiene implementadas dentro del laboratorio.

IV. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL INSTRUMENTAL.

El sistema CRDI Bosch CP1 tiene una bomba eléctrica de baja presión situada en el tanque de combustible, que es la encargada de transferir el combustible desde el tanque hacia la bomba de alta presión.



Fuente: Adrián Casanova.

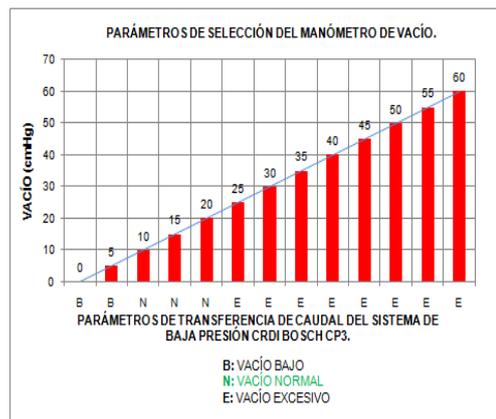
Figura 4. Parámetros de selección del manómetro de presión.

Tabla 1. Especificaciones del manómetro de presión.

CANTIDAD	ELEMENTO	RANGO DE OPERACION	PARÁMETRO DE SELECCION.	GRÁFICO
1	Manómetro de presión	0-10 bar.	1,5-6 bar.	

Fuente: Adrián Casanova.

Para el sistema CRDI Bosch CP3 la transferencia de caudal desde el tanque hacia la bomba de alta presión lo hace una bomba de baja presión del tipo engranajes que está situada en la parte posterior de la bomba de alta; por lo tanto esta absorbe combustible generado un vacío, el cual se procede a medir con un manómetro de vacío que opere bajo las siguientes condiciones:



Fuente: Adrián Casanova.

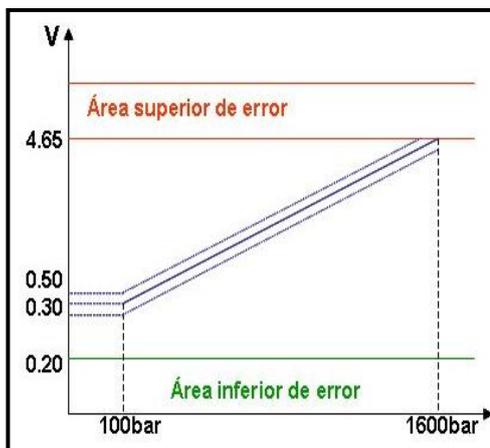
Figura 5. Parámetros de selección del manómetro de vacío.

Tabla 2. Especificaciones del manómetro de vacío.

CANTIDAD	ELEMENTO	RANGO DE OPERACION	PARAMETRO DE SELECCION.	GRÁFICO
1	Manómetro de vacío	0 - 70 cmHg.	10 - 20 cmHg.	

Fuente: Adrián Casanova.

Debido a la alta presión que envía la bomba de alta y consecuentemente se mantiene en el riel común (1000 – 1800 bar) es muy difícil utilizar una manómetro de presión, por lo que se utilizará para este diagnóstico el Sensor de Presión del Riel (RPS). El RPS mide la presión instantánea en el riel con adecuada rapidez y precisión para suministrar una señal de voltaje al ECM que corresponde a la presión aplicada.



Fuente: KIA MOTORS.

Figura 6. Parámetros de selección del voltímetro.

Tabla 3. Especificaciones del voltímetro para lectura del RPS.

CANTIDAD	ELEMENTO	RANGO DE OPERACION	PARAMETRO DE SELECCION.	ALIMENTACION ELECTRICA.
1	Voltímetro	0 - 5 voltios (0 - 1800 bar)	0 - 5 voltios	12 voltios (DC)

Fuente: Adrián Casanova.

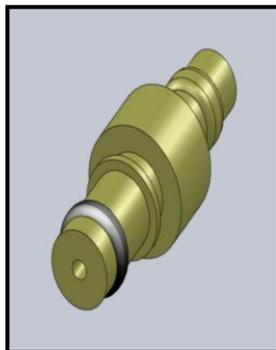
Una vez que el motor del vehículo es encendido el ECM envía pulsos de corriente hacia la unidad de activación del inyector (electroválvula), misma que al activarse libera la presión ejercida sobre la válvula (bola metálica), esto permite que el combustible localizado en la cámara de control valvular fluya por el retorno del inyector, dando una variación en las presiones y como consecuencia el émbolo de control de la válvula sube uniformemente con la aguja del inyector, lo que libera los orificios de la tobera y se produce la inyección de combustible.

El diagnóstico consiste en medir cuanto combustible está retornando por el inyector utilizando un acople especial que permita unir el retorno del inyector con las probetas y poder comparar el retorno de todos los inyectores al tiempo.

Tabla 4. Parámetros de selección del material para la fabricación de los acoples para los retornos.

CANTIDAD	ELEMENTO	PARÁMETRO DE SELECCIÓN	MATERIAL SELECCIONADO	NORMA TÉCNICA	RESISTENCIA A LA TENSIÓN	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
6	Acoples para los retornos de los inyectores.	Presión del sistema de alta 1000-1800 bar.	BRONCE	SAE 62	3922,66 BAR	3103, 37 BAR

Fuente: Adrián Casanova.



Fuente: Adrián Casanova.

Figura 7. Modelado 3D - acople para retornos de los inyectores.

El control eléctrico y electrónico del instrumental debe ser capaz de controlar las funciones descritas en la tabla 5.

Una vez identificados los requerimientos electrónicos y eléctricos se procede a simular el circuito apoyándonos del software LIVE WIRE.

Este circuito tiene como componente principal un circuito integrado 555 configurado como “monoestable”, esto quiere decir

que a su salida se genera un pulso con un tiempo de duración determinado, mismo que permite un control temporizado tanto para la bomba de combustible del sistema de drenaje como para el tiempo de accionamiento del inyector en las diferentes pruebas.

Tabla 5. Funciones del sistema de control eléctrico y electrónico del instrumental.

FUNCIÓN	ELEMENTOS	RANGO DE OPERACION
Encendido y apagado del equipo.	1 Interruptor	12 voltios
	1 Indicador luminoso (Lámpara)	12 voltios – 50 W
	2 Conectores tipo pinza para los bornes de la batería.	12 voltios
Indicador de nivel de combustible en el tanque del equipo.	1 Interruptor	12 voltios
	1 Indicador Luminoso (LED)	12 voltios
Control temporizado del sistema de drenaje del equipo.	1 Bomba eléctrica	12 voltios
	1 Interruptor	12 voltios
	1 Pulsador	12 voltios
	1 Indicador luminoso (LED)	12 voltios
	1 Placa para temporización	12 voltios
	1 Relé	12 voltios
Control temporizado de los pulsos de corriente que el ECM envía al inyector.	1 Pulsador	12 voltios
	1 Indicador luminoso (LED)	12 voltios
	1 Placa para temporización	12 voltios
	1 Relé	12 voltios
	2 conectores para inyectores.	12 voltios
Control del equipo electrónico para lectura del RPS.	1 Interruptor.	12 voltios
	1 Indicador luminoso (LED)	12 voltios

Fuente: Adrián Casanova.

El pulso temporizado se dará luego de accionar el pulsador abierto uno o dos dependiendo de la necesidad del operador del equipo. El tiempo de accionamiento de los circuitos se

puede visualizar en la luz testigo (diodo led) tanto para el sistema de drenaje como para el control del tiempo de activación del inyector.

La duración del pulso de activación se genera por la resistencia variable (potenciómetro) y el capacitor que cada uno de los circuitos posee. La fórmula que se aplica es la siguiente:

Tabla 6. Cálculo del tiempo de activación del sistema de drenaje.

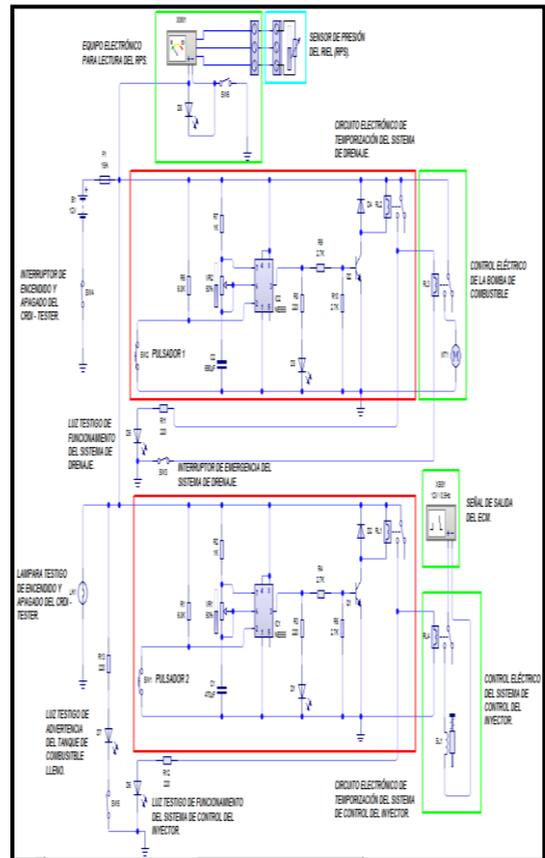
Datos:	Cálculo:
$T_{\text{activación}}(\text{seg}) = 16 \text{ seg.}$	$T_{\text{act.}} = 11 \times R_v \times C$
Capacitor = $470 \mu\text{F} = 0.00047 \text{ F}$	$R_v = \frac{T_{\text{act.}}}{11 \times C} = \frac{16 \text{ seg.}}{11 \times 0.00047 \text{ F}}$
	$R_v = 30947,775 \text{ ohmios} = 31 \text{ K}$

Fuente: Adrián Casanova.

Tabla 7. Cálculo del tiempo de activación del inyector.

Datos:	Cálculo:
$T_{\text{activación}}(\text{seg}) = 30 \text{ seg.}$	$T_{\text{act.}} = 11 \times R_v \times C$
Capacitor = $690 \mu\text{F} = 0.00069 \text{ F}$	$R_v = \frac{T_{\text{act.}}}{11 \times C} = \frac{30 \text{ seg.}}{11 \times 0.00069 \text{ F}}$
	$R_v = 39525,6916 \text{ ohmios} = 40 \text{ K}$

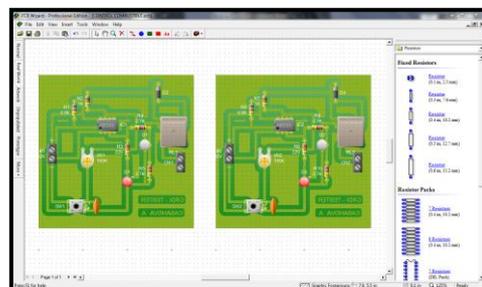
Fuente: Adrián Casanova.



Fuente: Adrián Casanova.

Figura 8. Diagrama eléctrico del CRDI-TESTER.

La construcción del sistema de control electrónico inicia con el modelado de las placas de temporización para ello se utiliza el software para diseño de circuitos PCB WIZARD.



Fuente: Adrián Casanova.

Figura 9. Modelado de las placas de temporización – PCB WIZARD.

Tabla 8. Elementos de las placas de temporización.

CANTIDAD	ELEMENTO	RANGO DE OPERACION
2	Relés	12 voltios
2	Led's (rojos)	12 voltios
2	CI 555	12 voltios
2	Potenciómetros	100 K
2	Capacitores	470 μ F
1	Capacitor	220 μ F
2	Transistores 2N3904	12 voltios
2	Diodos 1N4007	12 voltios
2	Resistencias	220 ohmios
4	Resistencias	2,7 K
2	Resistencias	1 K
2	Resistencias	6,8 K
6	Borneras (2 terminales c/u)	12 voltios

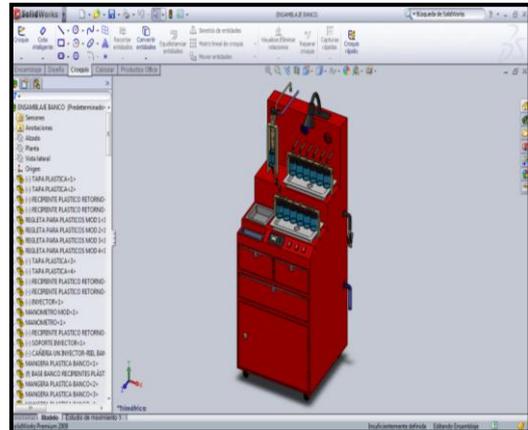
Fuente: Adrián Casanova.

Con el fin de unificar todos estos elementos se ha procedido a ensamblarlos en un banco llamado CRDI TESTER.

El CRDI TESTER es un banco de pruebas que permite utilizar los recursos ya existentes en el mismo vehículo para poder realizar procedimientos de diagnóstico en los sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3.

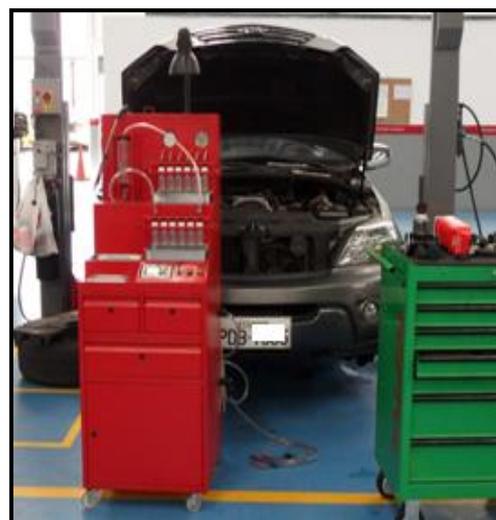
Como parte final del proceso de ensamblaje se realiza un control de calidad al equipo, en el que se inspecciona y se

comprueba que todos sus elementos estén ensamblados adecuadamente así como su estado de operabilidad.



Fuente: Adrián Casanova.
Figura 10. Modelado 3D - CRDI TESTER.

El equipo queda listo para ser utilizado en los procedimientos de diagnóstico y reparación en taller de sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3 en vehículos de la línea KIA.



Fuente: Adrián Casanova.
Figura 11. CRDI TESTER TERMINADO.

V. PROCEDIMIENTOS DE DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN EN TALLER DE SISTEMAS CRDI BOSCH CP1 Y CP3 APLICADOS A LA LINEA KIA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL CRDI - TESTER.

Se debe identificar el tipo de sistema, si este es CP1 o CP3.

Tabla 9. Identificación del sistema CRDI BOSCH del vehículo en reparación mediante la ubicación de sus elementos.

CP1	CP3
Bomba de combustible eléctrica que genera presión en el circuito de baja presión, ubicada en el tanque.	Bomba de combustible mecánica del tipo engranajes que genera vacío (succión) en el circuito de baja presión, ubicada en la parte posterior de la bomba de alta.
La bomba de alta presión se encuentra ubicada en la parte posterior del eje de levas.	La bomba de alta presión se encuentra ubicada junto a la distribución (en la parte posterior de la distribución).

Fuente: Adrián Casanova.

Esto se lo puede realizar refiriéndose al manual técnico del vehículo o identificando la ubicación y tipo de componentes que este tiene en su sistema de alimentación de combustible.

Tabla 10. Identificación del sistema CRDI BOSCH del vehículo en reparación mediante los modelos comercializado en el Ecuador.

CP1	KIA SPORTAGE CRDI
	KIA CARENS CRDI
CP3	KIA SORENTO CRDI

Fuente: Adrián Casanova.

PRIMERA ETAPA: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE BAJA PRESIÓN.

Diagnóstico CP1.- Se debe conectar las mangueras del manómetro de presión desde la cañería que viene del tanque de combustible hacia la entrada del filtro de combustible. Se debe encender el vehículo y tomar la lectura del manómetro.

Tabla 11. Valores del sistema de baja presión en el sistema CRDI Bosch CP1.

CASO	PRESIÓN (BAR)	RESULTADO
1	1.5-3.5 kgf/cm ²	Sistema normal.
2	0.1-1.4 kgf/cm ²	Filtro de combustible o línea de combustible obstruida.
3	SIN PRESIÓN	Funcionamiento anormal de la bomba de combustible.

Fuente: Adrián Casanova.

Procesos de reparación CP1:

Diagnóstico: Filtro de combustible o línea de combustible obstruida.

Reparación: Revisar el filtro de combustible, Revisar el estado del tanque de combustible, limpiar las cañerías de combustible.

Diagnóstico: Funcionamiento anormal de la bomba de combustible.

Reparación: Revisar la alimentación eléctrica, revisar el estado de la bomba eléctrica.

Diagnóstico CP3.- Se debe conectar las mangueras del manómetro de vacío desde la salida del filtro de combustible hacia la entrada de la bomba de alta presión.

Tabla 12. Valores del sistema de baja presión en el sistema CRDI Bosch CP3.

CASO	VACÍO	RESULTADO
1	20 - 60 cmHg.	Filtro o línea de combustible obstruida (Bomba de baja presión en buenas condiciones).
2	10 - 19 cmHg.	Sistema normal (Buenas condiciones).
3	0 - 9 cmHg.	Fuga de aire en el sistema o bomba de succión dañada.

Fuente: **Adrián Casanova.**

Procesos de reparación CP3:

Diagnóstico: Filtro o línea de combustible obstruida (Bomba de

baja presión en buenas condiciones).

Reparación: Revisar el filtro de combustible, Revisar el estado del tanque de combustible, limpiar las cañerías de combustible.

Diagnóstico: Fuga de aire en el sistema o bomba de succión dañada.

Reparación: Revisar el estado del eje de accionamiento de la bomba de baja presión.

SEGUNDA ETAPA.- DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ALTA PRESIÓN.

La segunda etapa está constituida por todo el sistema de alta presión y los procedimientos de diagnóstico se los realiza únicamente después de que haya sido revisado y comprobado el correcto funcionamiento de la primera etapa (sistema de baja presión).

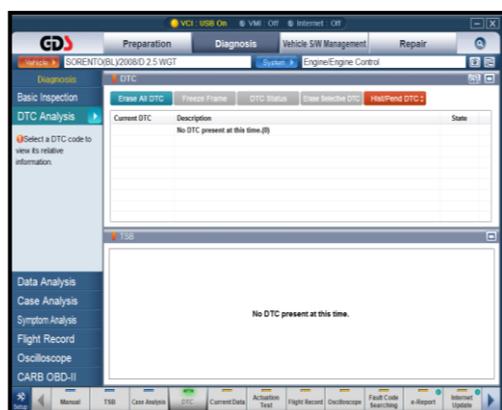
En esta etapa se debe revisar la presión que la bomba de alta está suministrando al riel común. Un equipo electrónico toma la señal de voltaje del RPS y la transforma en una señal de salida que permite al operario visualizar la presión existente en el riel. Una vez que el equipo electrónico está conectado al

RPS, se debe encender el equipo y arrancar el motor.

Debido a que el RPS está desconectado del arnés de cables principal del motor del vehículo, el ECM no va a tener señal del RPS y por lo tanto el vehículo va a encender en modo a prueba de fallo limitando la capacidad de aceleración del vehículo.

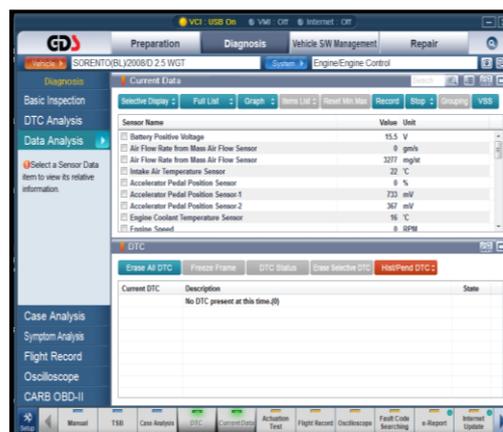
Procesos de reparación: El proceso de reparación inicia con un análisis de funcionamiento de los sensores y actuadores del sistema de alta. Para realizar este análisis se recomienda utilizar el GDS (escáner de la marca KIA MOTORS).

La primera comprobación que se realiza con el GDS es determinar si existen códigos de falla almacenados en el ECM del vehículo.



Fuente: Adrián Casanova.
Figura 12. Pantalla de análisis de códigos de falla del GDS.

Una vez que se ha determinado la existencia o no de códigos de falla, el siguiente procedimiento recomendable es realizar un análisis de los parámetros de operación de los sensores que intervienen en el sistema CRDI Bosch CP1 o CP3.



Fuente: Adrián Casanova.
Figura 13. Pantalla de análisis de datos del GDS.

Reparación de la bomba de alta presión CP3.- El proceso de reparación de la bomba CP3 consta de las siguientes partes: Revisión y limpieza de las válvulas de aspiración y de salida de combustible, filtro interno de la bomba, válvula reguladora de presión y retenedores.

Los elementos que son posibles reemplazar son los retenedores y la válvula regulador de presión, de los otros elementos no existen repuestos disponibles en el mercado pero existe la posibilidad de adaptar o utilizar

los elementos en buen estado de otra bomba reemplazada con anterioridad, pero esto no da ninguna garantía.

Reparación de la bomba de alta presión CP1.- En el caso de la bomba de alta presión CP1 los procedimientos son los mismos que para la CP3 con la diferencia de que no posee una bomba de engranajes ya que este sistema trabaja con una bomba eléctrica, y las válvulas de aspiración y salida se encuentran unificadas en el cabezal de la bomba para lo cual se debe desmontar todo el cabezal, limpiar y volver a montar.

Reparación de la válvula limitadora de presión del riel.- En el caso de diagnosticar un daño en la válvula, se debe reemplazar todo el riel de alta presión.

Reparación del sensor de presión del riel.- En el caso de que esté presentando algún tipo de anomalía o fallo el único proceso de reparación en reemplazar todo el elemento.

**TERCERA ETAPA:
DIAGNÓSTICO DE LOS
INYECTORES.**

Una vez que se ha comprobado las dos etapas anteriores

(sistema de baja y alta presión) se procede con la tercera etapa que consiste en verificar el funcionamiento de los inyectores. Esta etapa consta de las siguientes pruebas:

Diagnóstico del estado de la unidad de activación (Electroválvula).- La prueba consiste en medir cuanto combustible está retornando por el inyector y realizar una comparación con los retornos de los demás inyectores. Se deben retirar los retornos de los inyectores del motor del vehículo y conectar cada una de las mangueras de las probetas en cada retorno del inyector, para ello utilizamos los acoples de bronce fabricados para este propósito.

Tabla 13. Comparación de la cantidad de retorno de los inyectores.

CASO	NIVEL DE COMBUSTIBLE (PROBETAS O MANGERAS)	CAUSA	PROBLEMA
1	Todos iguales.	Unidad de activación del inyector en buenas condiciones.	Unidad de activación del inyector en buenas condiciones.
2	Excesivo retorno en uno de los inyectores.	Válvula de la unidad de activación abierta o no esta hermetizando correctamente.	No existe inyección en ese inyector o inyección deficiente.
3	No existe retorno en uno de los inyectores.	Electroválvula defectuosa y/o válvula de la unidad de activación atascada.	No existe inyección en ese inyector.

Fuente: Adrián Casanova.

Proceso de reparación de la unidad de activación (electroválvula).- El proceso de

reparación inicia con una prueba de continuidad para verificar el estado del solenoide del inyector. Otro problema frecuente es que debido a la mala calidad del combustible principalmente agua, la bola metálica de la unidad de activación del inyector se oxida y se queda pegada. Es posible abrir el cuerpo del inyector, realizar una limpieza y cambiar la bola metálica de la unidad de activación del inyector, pero es un procedimiento que no da ninguna garantía de funcionamiento, debido a que los repuestos utilizados generalmente son alternos, adaptados o provenientes de inyectores usados, por lo que en el caso de que el daño sea a la altura de la unidad de activación, lo más aconsejable es cambiar todo el inyector.

Diagnóstico de estanqueidad y entrega de caudal.- Esta prueba permite comprobar si los inyectores están entregando el caudal correcto al cilindro, como también si estos están hermetizando de forma adecuada para evitar goteos de combustible hacia el interior del cilindro. Una vez que el inyector ha sido desmontado del vehículo y montado en el CRDI TESTER se debe conectar la cañería de alta presión del equipo, el un

extremo en la riel de alta presión del vehículo.

Con el inyector montado en el CRDI TESTER se enciende el vehículo y se realiza las siguientes pruebas:

Tabla 14. Prueba de estanqueidad de los inyectores.

CASO	ESTADO DEL MOTOR	RPM	FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR	ESTADO DEL INYECTOR
1	RALENTÍ	900	Sin entrega de caudal ni de retorno.	Inyector en buenas condiciones.
2			Entrega de caudal.	Ajuga de la tobera abierta o no esta hermetizando correctamente.
3			Entrega de retorno.	Válvula de la unidad de activación abierta o no esta hermetizando correctamente.

4	PLENA CARGA	2000	Sin entrega de caudal ni de retorno.	Inyector en buenas condiciones.
5			Entrega de caudal.	Ajuga de la tobera abierta o no esta hermetizando correctamente.
6			Entrega de retorno.	Válvula de la unidad de activación abierta o no esta hermetizando correctamente.

Fuente: Adrián Casanova.

Procesos de reparación.- Para el caso de que el inyector este entregado caudal, el proceso de reparación inicia con una limpieza de la tobera del inyector. No es recomendable limpiar el inyector únicamente con diesel o limpiador de carburadores,

debido a que los orificios y calibraciones son muy pequeñas, razón por la cual es recomendable hacer una limpieza por ultra sonido.

Prueba de entrega de caudal.-

La prueba de entrega de caudal es similar a la prueba de estanqueidad, la conexión se mantiene pero en este caso se suministra la alimentación eléctrica proveniente del ECM del vehículo al inyector para que este empiece a funcionar normalmente.

La prueba consiste en medir la cantidad de combustible que entrega el inyector así como la cantidad que retorna durante el tiempo de activación (30 segundos).

Procesos de reparación.- Los procesos de reparación son similares a los descritos en la sección pruebas de estanqueidad.

VI. CONCLUSIONES

- Se analizó las partes, componentes y funcionamiento de los sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3 aplicados a la línea KIA.
- Se investigó y analizó los procedimientos de diagnóstico y reparación de los sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3 aplicados a la KIA que mantenían los técnicos dentro de la concesión como también los utilizados en el laboratorio especializado en CRDI.
- Se realizó una selección mecánica, eléctrica y electrónica de los elementos necesarios para utilizar los recursos ya existentes en el vehículo CRDI Bosch CP1 o CP3 en procedimientos de diagnóstico y reparación.
- Se diseñó, construyó e implementó un banco de pruebas llamado CRDI TESTER, este unifica todos los elementos constitutivos del instrumental y permite utilizar los recursos ya existentes en el mismo vehículo para procedimientos de diagnóstico y reparación de los sistemas CRDI Bosch CP1 y CP3.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bosch. (1999). *Control electrónico del motor para motores diesel*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Bosch. (2003). *Manual de la técnica del automóvil*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Bosch. (1999). *Sistema de inyección de acumulador Common Rail, diesel*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Bosch. (2005). *Sistema de inyección diesel por acumulador Common Rail*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Domínguez, E. Ferrer, J. (2008). *Mecánica del vehículo*. (s.p): EDITEX.
- Gary, J. Handwerk, G. (2003). *Refino de petróleo*. Barcelona: REVERTÉ.
- Kia Motors. (2003). *Common Rail - Bosch*. Santiago de Chile: Departamento de asistencia técnica de DIASA Ltda.,.
- Kia Motors. (2011). *Control del motor Diesel 1*. Miami.
- Kia Motors. (2011). *Sistema de control del motor diesel 2*. Miami.
- Kia Motors. (2011). *NEW K-STEP 1, Manual de servicio, diesel 1*. SEÚL: KMC.
- Kia Motors. (2012). *Sistema de control del motor diesel 2*. Chonan: Technical Service Training Center.
- Rodríguez, M. (2005). *Metodología de la investigación*. México.
- Soriano, R. (2006). *Guía para realizar investigaciones sociales*. México: Plaza y Valdés.

VIII. BIOGRAFÍA



Adrián Casanova, nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz presta sus servicios

profesionales como Docente en Mecánica Automotriz.



Luis Mena, nació en Ambato, Ecuador, es Ingeniero Automotriz, sus estudios

universitarios los realizó en la EX-URSS Universidad “Amistad de los Pueblos” de Moscú, Facultad de Termodinámica y Motores Térmicos, Docente tiempo completo en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 1989, imparte servicios de asesoramiento capacitación en Diseño Construcción y Mantenimiento en Motores de Combustión Interna Diesel – Gasolina.



Germán Erazo nació en Latacunga, Ecuador, es Ingeniero Automotriz,

Ingeniero Industrial, posee estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Administración de Empresas, Egresado de Maestría en Gestión de Energías, Universidad Técnica de Cotopaxi. Docente en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.

Registro de la publicación

Fecha de recepción: 08/08/2014

Fecha de aceptación: 06/08/2014

Revisado por: Ing. Germán Erazo.