

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA INYECCIÓN
DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX CRDI A
TRAVÉS DEL EQUIPO BOSCH FSA 740”**

AUTOR:

BAYAS GARZÓN WILSON OMAR

DIRECTOR: ING. MARCO VINICIO NOROÑA M. Msc

GUAYAQUIL, MAYO 2017

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Marco Noroña

CERTIFICA:

Que el trabajo “ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX CRDI A TRAVÉS DE EQUIPO BOSCH FSA 740” realizado por el estudiante: **Bayas Garzón Wilson Omar** ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de (un) empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza al señor: Bayas Garzón Wilson que lo entregue a biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, mayo del 2017



Ing. Marco Vinicio Noroña M. Msc.

Director de proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DECLARACIONES DE RESPONSABILIDAD

Yo, Bayas Garzón Wilson Omar

DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada “ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX CRDI A TRAVÉS DE EQUIPO BOSCH FSA 740” ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la facultad de ingeniería en mecánica automotriz.

Guayaquil, mayo del 2017



Omar Bayas Garzón.

CI: 0918875840

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Bayas Garzón Wilson Omar

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en biblioteca virtual de la institución, de la investigación de cátedra **“ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX CRDI A TRAVÉS DE EQUIPO BOSCH FSA 740”** cuyos contenidos, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, mayo del 2017



Omar Bayas Garzón.

CI: 0918875840

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico en primer lugar a mi Dios, quien me dio fuerzas en los momentos más difíciles y supo guiarme por el buen camino sin desmayar, a pesar de los problemas y enfermedades que se me presentaban.

Agradezco también a mi familia, ya que gracias a ellos soy lo que soy, a mis padres por su apoyo, consejo y amor que supieron impartir para formarme. Un agradecimiento inmenso a mi esposa y mis hijos, quienes supieron comprender mi esfuerzo y aceptaron mi ausencia día y noche sacrificando el tiempo que podíamos pasar juntos. A mis maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales, y para la elaboración de este trabajo.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta hoy seguimos siendo amigos y finalmente a los maestros que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron a resolver cualquier duda o problema presentado en la elaboración de esta tesis.

Att. Omar Bayas Garzón

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi padre celestial, por haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y enfermedad, brindándome una vida llena de alegría, tristeza y aprendizaje.

Agradezco de corazón a toda mi familia, en especial a mi madre Esperanza Garzón Torres quien a pesar de nuestra pobreza supo impartir orden, y formarnos como personas luchadoras y honestas. Doy gracias a mi hermana Alexandra Bayas Garzón quien fue mi segunda madre estando presente desde el inicio de mi vida estudiantil dándonos apoyo y representándonos en todo momento, empujándonos para enfrentar a la vida en dirección correcta, aunque al mismo tiempo sacrificaba el disfrute de la suya.

Mil gracias a mi esposa Daniela Saltos Jimenez y a mis hijos, quienes por todo este tiempo han comprendido mi situación, mi ausencia, que debido al trabajo y estudios hemos sacrificado momentos que en familia pudimos disfrutar. A todos mis hermanos por ser parte importante de mi vida, y representar la unidad familiar siendo un ejemplo de esfuerzo a seguir llenando mi vida de alegrías y empuje para seguir.

Gracias a todos los docentes por el apoyo brindado a lo largo de mi paso por la universidad, por su tiempo, por su amistad y por todos los conocimientos que me impartieron a lo largo de mi carrera.

Y por supuesto a mis amigos y compañeros de aula, a quienes confiaron en mí, dándome una mano cuando lo necesité incondicionalmente, gracias por la amistad y el tiempo que compartieron luchando por el mismo objetivo.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO	ii
DECLARACIONES DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Definición del problema	1
1.2. Objetivos de la investigación.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance	2
1.4 Justificación e importancia de la investigación	3
1.5 Marco metodológico.....	3
1.6 Justificación teórica	3
1.7 Justificación práctica.....	4
1.8 Delimitación temporal	4
1.9 Delimitación geográfica.....	4

1.10	Delimitación del contenido.....	5
CAPÍTULO II.....		6
MARCO TEÓRICO		6
2.2	Sistema de riel común motor J3.....	6
2.3	Composición del sistema CRDI DELPHI	12
2.3.1	Bomba de alta presión (AP).....	12
2.3.2	Válvula de medición de entrada (IMV)	14
2.3.3	Riel Común.....	15
2.3.4	Inyectores CRDI DELPHI.	16
2.3.5	Sensor de presión del riel RPS.....	16
2.3.6	Sensor de temperatura del combustible (FTS).....	17
2.3.7	Sensor de temperatura del refrigerante motor.....	18
2.3.8	Sensor de posición del acelerador (TPS)	18
2.3.9	Sensor de flujo de masa de aire (MAF)	19
2.3.10	Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	20
2.3.11	Sensor de posición del árbol de levas (CMP)	20
2.3.12	Parámetros de sensores y actuadores	21
2.4	Equipo de diagnóstico FSA 740 BOSCH.....	23
CAPÍTULO III.....		28
COMPROBACIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS		28
3.2	Ubicación de componentes	28
3.3	Obtención de valores	29
3.3.1.1	IMV, Actuator de baja presión (Inlet metering valve – válvula de medición de entrada)30	
3.3.1.2	FTS, Sensor de temperatura del gasóleo (Fuel temperature sensor).....	31

3.3.1.3	Inyectores del Sistema CRDI del Motor J3.	33
3.3.1.4	RPS (Rail pressure sensor – sensor de presión del riel)	34
3.3.1.5	CKPS (Cranckshaft position - sensor de posición del cigueñal)	36
3.3.1.6	CMPS (Camshaft position - sensor de posición del árbol de levas).....	38
3.3.1.7	TPS (Throttle position sensor - sensor de posición del acelerador)	39
3.3.1.8	ECT. (Engine coolant temperature – Sensor de temperatura del refrigerante motor) 41	
3.3.1.9	MAF. (Mass air flow sensor - Sensor de flujo de masa de aire).....	43
3.3.1.10	IAT. (Intake air temperature sensor – Sensor de temperatura del aire de entrada) 44	
3.3.1.11	KS. (Knock sensor – Sensor de golpeteo)	45
CAPÍTULO IV		48
ANÁLISIS DE RESULTADOS DE MEDICIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA CRDI MOTOR J3		48
3.1	Resultados de medición de sensores y actuadores del sistema CRDI:	48
3.1.1	Análisis de trabajo de la IMV. (Inlet metering valve – válvula de medición de entrada) 48	
3.1.2	Análisis de trabajo del FTS. (Fuel temperatura sensor - Sensor de temperatura de combustible).....	50
3.1.3	Análisis de trabajo de los inyectores CRDI del motor J3.	52
3.1.4	Análisis de trabajo del RPS (Rail pressure sensor – sensor de presión de riel) 54	
3.1.5	Análisis de trabajo del CKP (Cranckshaft position sensor – sensor de posición del cigueñal)	56
3.1.6	Análisis de trabajo del CMPS (Cramshaft position sensor – sensor de posición del árbol de levas).....	58

3.1.7	Análisis de trabajo del TPS (Throttle position sensor – sensor de posición del acelerador)	60
3.1.8	Análisis de trabajo del ECT (Engine coolant temperature sensor – sensor de temperatura del refrigerante)	62
3.1.9	Análisis de trabajo del MAF (Mass air flow sensor – sensor de flujo másico del aire)	64
3.1.10	Análisis de trabajo del IATS (Intake air temperature sensor – sensor de temperatura de aire de entrada)	65
3.1.11	Análisis de trabajo del KS (Knock sensor – sensor de golpeteo)	68
CAPÍTULO V		70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		70
4.1.1	Conclusiones:	70
4.1.2	Recomendaciones.	71
BIBLIOGRAFÍA		72
ANEXOS		73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de trabajo Bomba de transferencia.....	14
Tabla 2. Parámetros del sistema de inyección	21
Tabla 3. Parámetros del riel	22
Tabla 4. Parámetros del sensor de presión	22
Tabla 5. Reglaje y emisiones	22
Tabla 6. Arranque y carga.....	22
Tabla 7. Mantenimiento y reglaje	23
Tabla 8. Sensores	23
Tabla 9. Parámetros del riel	23
Tabla 10. Parámetros de bomba de transferencia.....	30
Tabla 11. Valores de referencia IMV	49
Tabla 12. Ciclo de trabajo de la válvula IMV vs RPM.....	50
Tabla 13. Ciclo de trabajo del FST vs RPM	52
Tabla 14. Combustible inyectado vs RPM.....	54
Tabla 15. Presión de riel-RPM-Volt	55
Tabla 16. Voltaje CKP vs RPM	57
Tabla 17. Tiempo señal CMP vs RPM.....	59
Tabla 18. Tiempo señal CMP vs RPM.....	61
Tabla 19. Señal ECT vs Temperatura	63
Tabla 20. Señal del MAF vs RPM	65
Tabla 21. IAT Vs RPM	67
Tabla 22. Señal del IAT vs RPM	68

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Sede Guayaquil.....	4
FIGURA 2. Hyundai Terracan GL EX CRDi T/M 2001	7
FIGURA 3. Hyundai Terracan 2,9 CRDI	8
FIGURA 4. Motor Diesel Korean Motors J3 CR Euro 3.....	8
FIGURA 5. Componentes generales de sistema CRDI Delphi.....	10
FIGURA 6. Descripción de sistema con accionamiento de pedal de acelerado CRDI....	11
FIGURA 7. Descripción de bomba de alta presión de sistema CRDI	12
FIGURA 8. Descripción de engranaje de distribución de motor y bomba de alta presión de sistema CRDI	13
FIGURA 9. Descripción de bomba de baja presión sistema CRDI	13
FIGURA 10. Válvula IMV	14
FIGURA 11. Detalle de riel común de sistema Common Rail Diesel Injection (CRDi) Delphi.....	15
FIGURA 12. Descripción de inyector de sistema DELPHI.....	16
FIGURA 13. RPS, sensor de presión del riel común.....	16
FIGURA 14. FTS, sensor de temperatura del combustible	17
FIGURA 15. ECT, Sensor de posición del acelerador.....	18
FIGURA 16. TPS, Sensor de posición del acelerador	19
FIGURA 17. MAF, Sensor de flujo de masa de aire	19
FIGURA 18: CKP, Sensor de posición del cigüeñal	20
FIGURA 19. CMP, Sensor de posición del árbol de levas	20
FIGURA 20. Equipo de diagnóstico FSA 740 BOSCH	24

FIGURA 21. Prueba de rendimiento del BUS CAN.....	26
FIGURA 22. Generador de señales para pruebas de sensores	26
FIGURA 23. Señales de funcionamiento del osciloscopio	26
FIGURA 24. Gráfico de ubicación de componentes del sistema CRDI.....	29
FIGURA 25. Ubicación de la válvula IMV	30
FIGURA 26. Medición de líneas de la válvula IMV	31
FIGURA 27. Resultado de medición de válvula IMV con el FSA 740	31
FIGURA 28. FTS, Ubicación del sensor de temperatura del combustible.	32
FIGURA 29. FTS, medición sensor de temperatura del combustible.....	32
FIGURA 30. FTS, Medición Resultados	33
FIGURA 31. Ubicación del inyector	33
FIGURA 32. Desconexión del inyector para medición	34
FIGURA 33. Gráfico de medición del inyector	34
FIGURA 34. RPS, Ubicación	35
FIGURA 35. RPS, desconexión del sensor de presión del riel común.....	35
FIGURA 36. RPS, Gráfico de señal.....	36
FIGURA 37. CKP, Sensor de posición del cigüeñal. Ubicación.....	36
FIGURA 38. CMP, Ubicación	37
FIGURA 39. CKP, Sensor de posición del cigüeñal. Medición	37
FIGURA 40. CMP, Sensor de posición del árbol de levas. Ubicación.....	38
FIGURA 41. CMP, Sensor de posición del árbol de levas	38
FIGURA 42. CMP, Sensor de posición del árbol de levas	39
FIGURA 43. TPS, Sensor de posición del acelerador. Ubicación.....	39
FIGURA 44. TPS, medición del sensor de posición del acelerador	40

FIGURA 45. TPS, Sensor de posición del acelerador. Señal	40
FIGURA 46. TPS, Sensor de posición del acelerador. Señal	41
FIGURA 47. ECT, Ubicación del sensor de temperatura del refrigerante	41
FIGURA 48. ECT, Sensor de temperatura del refrigerante	42
FIGURA 49. ECT, Sensor de temperatura del refrigerante. Señal	42
FIGURA 50. MAF, Mass air flow- Sensor de temperatura de aire de entrada. Ubicación	43
FIGURA 51. MAF, Sensor de temperatura de aire de entrada. Medición	43
FIGURA 52. MAF Medición	44
FIGURA 53. IAT, Intake air temperature - Sensor de temperatura de aire de entrada. Ubicación	44
FIGURA 54. IAT, Intake air temperature - Sensor de temperatura de aire de entrada. Medición	45
FIGURA 55. Medición IAT	45
FIGURA 56. KS, Sensor de golpeteo. Ubicación.....	46
FIGURA 57. KS, Sensor de golpeteo. Medición.....	46
FIGURA 58. KS señal de medición.....	47
FIGURA 59. Resultado de medición de válvula IMV con el FSA 740	48
FIGURA 60. Referencia de parámetros fabricante válvula IMV	49
FIGURA 61. FTS, Medición Resultados	50
FIGURA 62. FTS, Referencia del fabricante.....	51
FIGURA 63. Gráfico de medición	52
FIGURA 64. Referencia gráfica de medición.....	53
FIGURA 65. RPS, medición sensor de presión del riel común.....	54

FIGURA 66. RPS, Referencia de fabricante.....	55
FIGURA 67. CKP, Sensor de posición del cigüeñal. Referencia.....	56
FIGURA 68. CMP, Ubicación.....	56
FIGURA 69. CMP, Sensor de posición del árbol de levas. Medición.....	58
FIGURA 70. CMP, Sensor de posición del árbol de levas. Referencia.....	58
FIGURA 71. TPS, Sensor de posición del acelerador. Resultados.....	60
FIGURA 72. TPS, Sensor de posición del acelerador. Referencia.....	60
FIGURA 73. ECT, Sensor de temperatura del refrigerante. Señal.....	62
FIGURA 74. ECT, Referencia de señal del sensor de temperatura del refrigerante.	62
FIGURA 75. MAF Medición.....	64
FIGURA 76. MAF parámetro de referencia.....	64
FIGURA 77. IAT resultado de Medición.....	66
FIGURA 78. IAT referencia de fabricante.....	66
FIGURA 79. KS Medición.....	68
FIGURA 80. Hoja de trabajo del proyecto de tesis.....	73
FIGURA 81. Cronograma de trabajo del proyecto de tesis.....	74
FIGURA 82. Motor J3 de Hyundai terracan 2.9 CRDI utilizado en el proyecto.....	74
FIGURA 83. Equipo de diagnóstico FSA 740 BOSCH utilizado en el proyecto.....	75

RESUMEN

En las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil, se realizó el análisis del sistema de control electrónico de inyección de combustible del motor J3 del Hyundai terracan GL EX CRDI a través del equipo Bosch FSA740, con el objetivo de tener la instrucción teórica y práctica del funcionamiento, lo que ayudará al desarrollo de conocimientos y habilidades de los alumnos de la facultad de ingeniería automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil, en su desarrollo profesional.

Las funciones principales de este proyecto se basan en el estudio de la innovación tecnológica al que constantemente se ve reflejado el desarrollo del sector automotriz en relación a la eficiencia, prestaciones y desempeño que los vehículos deben tener para generar mejoras en todos quienes componen la sociedad, centrándose en la necesidad de poder verificar las innovaciones tecnológicas de los sensores y elementos actuadores del sistema de inyección CRDI (Sistema de Inyección Diésel Common Rail) de la serie de motor “Hyundai J3”, para que la comunidad universitaria esté en la capacidad de identificar y comprobar los parámetros de funcionamiento de los mismos, realizando mediciones, permitiendo interpretar y analizar la funcionalidad de cada uno de los componentes en este sistema.

El desarrollo de este tipo de prácticas en los estudiantes les permitirá obtener mucha más experiencia en el campo a desempeñarse, lo que les va a ayudar en su formación profesional, dentro de los parámetros exigidos en el mundo laboral. El trabajo es un sustento del proceso de formación que tuvieron los estudiantes dentro del centro de estudio, además de ser indispensable para el reconocimiento académico de la institución y sus normativas de calidad en el servicio que presta a la comunidad.

ABSTRACT

In the facilities of the automotive engineering Faculty of the International University of Ecuador extension Guayaquil, the analysis of the electronic control system of fuel injection of the engine J3 of the Hyundai terracan GL EX CRDI was realized through the equipment Bosch FSA740, with the aim to have the theoretical and practical instruction of the operation, which will help the development of knowledge and skills of the students of the automotive engineering Faculty of the International University of Ecuador extension Guayaquil, in his professional development.

The main functions of this project are based on the study of technological innovation that is constantly reflected the development of the automotive industry in relation to the efficiency and performance that vehicles and benefits must have for improvements to generate improvements in all component on the need to be able to verify the technological innovations of the sensors and actuators of the CRDI injection system (Common Rail diesel injection system) of the "Hyundai J3" engine series, so that the university community is in the ability to identify and verify the operating parameters of the same, making measurements allowing to interpret and analyze the functionality of each of the components in this system.

The development of this type of practice in students will allow them to gain much more experience in the field to perform, which will help them in their professional training, within the parameters demanded in the world of work. The work is a support of the training process that the students had in the study center, besides being indispensable for the academic recognition of the institution and its quality regulations in the service it provides to the community.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL

1.1. Definición del problema

Una de las leyes actuales de regulación de emisiones en el país y el mundo, han hecho que la industria de automóviles parametrize ciertos aspectos de los vehículos, para que pueden cumplir las necesidades de la gente siempre y cuando cumplan con los estándares ya impuestos, por lo que, el desarrollo de las tecnologías presentes e innovaciones, se presentan como un elemento confiable para cumplir estas normas de calidad y contaminación exigidas.

Este desarrollo de tecnologías ha permitido que se impulsen nuevas ideas en referencia a la aplicación de combustible diésel, que históricamente eran solo ligado a los transportes pesados y maquinaria, pero con estas nuevas aplicaciones que ayudan a disminuir el consumo de combustible con la inclusión de elementos electrónicos en los automóviles de serie, han dado como resultado mejoras sustanciales en el desempeño y eficiencia de los motores, así también alcanzar un desarrollo sostenible para la industria en general.

El medio ambiente es uno de los puntos más sensibles que ha sido impactado por la contaminación de la industria en general, entre ellos los vehículos de combustión interna. Si bien es cierto que las fábricas están en constante lucha para que sus productos salgan al mercado cumpliendo con los estándares más exigentes de no contaminación, al paso del tiempo y uso de estos vehículos, sufren cambios de calibraciones que afectan con el desempeño del mismo.

Estos defectos impactan fuertemente el medio ambiente, por el desconocimiento del que padecen en su mayoría los talleres de servicio multimarca, los mismo que no cuentan con entrenamiento técnico o suficiente facilidad de acceso a equipos especiales para lograr un buen trabajo debido a la carencia.

La comunidad universitaria deberá estar preparada para estos grandes retos que exige la actualidad, es por esto que se dispone actividades que desarrollen el carácter investigativo y nos ayuden a crear herramientas que aporten con el desenvolvimiento de sus capacidades, el manual que se desarrollará con este trabajo, aportará el conocimiento necesario a los estudiantes de la universidad para poder reconocer un tipo de sistema CRDI, además de diagnosticar daños que se puedan presentar en cualquier etapa de funcionamiento del motor. Esta investigación está basada en el trabajo paralelo al cuidado del medio ambiente y el desarrollo tecnológico del estudiante.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

- Analizar e interpretar el funcionamiento del sistema de inyección CRDI del motor Hyundai serie J3 con el equipo FSA 740 de Bosch.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar las condiciones de uso del equipo de análisis de sistemas Bosch FSA 740 que se utilizarán para el desarrollo del trabajo.
- Identificar los componentes que forman parte del funcionamiento de un sistema de inyección CRDI del motor Hyundai serie J3.
- Conocer los parámetros de funcionamiento del sistema de inyección CRDI del motor J3 del Hyundai Terracan.

1.3 Alcance

El interés por realizar el presente estudio, surgió de la idea de impulsar el desarrollo de interés por conocer nuevos sistemas con avances tecnológicos, ya que muchos estudiantes de primer nivel y lectores del mismo, tienen necesidad de refuerzos en términos ligados a la mecánica automotriz, y es por ello que se debe trabajar para profundizar la investigación incluyendo teorías y prácticas claras que sirva de ayuda para su aprendizaje.

Este material estará a disposición de la Universidad Internacional del Ecuador, quien tendrá la autoridad de compartirlo con los estudiantes de la Facultad Ingeniería Automotriz, quienes tendrán la oportunidad de adquirir los conocimientos respecto al diagnóstico de este tipo de sistemas de inyección de combustible. Esto dará lugar a futuros ingenieros totalmente preparados para enfrentar los avances tecnológicos que la industria automotriz los hace cambiantes, dejando en alto el nombre de la institución que nos formó.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

Se empezó a realizar este estudio, luego de reflexionar respecto al desconocimiento que tienen muchos estudiantes de niveles iniciales, y la necesidad de tener refuerzos y materiales exclusivos de ciertas partes de la mecánica automotriz, es por eso que trabajamos para profundizar la investigación incluyendo manuales, teorías y prácticas que sirvan de ayuda para su formación.

1.5 Marco metodológico

Es necesario considerar la teoría de expertos para en base a sus opiniones, poder desarrollar dicha propuesta. Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación, así como los instrumentos en donde se recolecta la información del trabajo.

El método científico es la guía de cada trabajo de investigación, en donde existe un respaldo de la información que se plasma, puesto que es la ayuda de todo proyecto, es necesario saber sobre las opiniones de personas que hicieron pruebas de resultados especificados en alguna prueba realizada. El proceso metodológico ayuda a que los lineamientos de la investigación, sean los adecuados para obtener la información que se espera.

1.6 Justificación teórica

El interés por realizar el presente estudio, surgió de reflexionar respecto a que muchos estudiantes de primer nivel y lectores del mismo, tienen necesidad de refuerzos

1.10 Delimitación del contenido

La información detallada en el presente trabajo, está constituida en base a manuales de taller y demás documentación, en donde se trate acerca del modelo Hyundai Terracan GL EX CRDI, modelo que utiliza este sistema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.2 Sistema de riel común motor J3

Dado que este trabajo se centrará en análisis del sistema del control electrónico de la inyección de combustible del motor J3 del Hyundai Terracan GL EX CRDI a través de equipo Bosch FSA 740, resulta fundamental dar cuenta de la definición que aquí se le atribuye. Debido a los avances tecnológicos en el segmento automotriz, es importante que todo profesional camine en paralelo al desarrollo del mismo.

En los últimos años, la industria automotriz ha realizado investigación y desarrollo de las tendencias en el mercado, este medio a llevado a que Hyundai, tenga la necesidad de evolucionar en el mercado y poner a disposición de sus clientes versiones SUV's (Sport utility vehicle – vehículo todo camino), por lo que se implementó el Hyundai Terracan, con la novedad adicional, de que el vehículo está provisto con un motor diésel.

Hyundai Motors Co. lanza en abril del 2000, el SUV's Terracan, con la implementación de un motor diésel, que mejora el desempeño del vehículo en general y que tiene como punta de lanza la tecnología CRDI (Inyección directa riel común), que está enfocado a mejorar esta prestación y poner una alternativa por los productos que, de esta misma característica se ofrecían (Mitsubishi Montero y Toyota Landcruiser).

Estas nuevas prestaciones con las que está equipado el Hyundai Terracan, hacen que mejore las seguridades del vehículo y la economía de este segmento cambia, por la incorporación de tecnologías diésel, y que anteriormente eran muy conocidos por el alto consumo de combustible. Este nuevo sistema de inyección directa por medio de un sistema de riel, permite el control electrónico del suministro de combustible a la cámara de combustión que permite el ahorro significativo del carburante en los diferentes ambientes de funcionamiento del vehículo.

Posterior a esta innovación, aun se han venido desarrollando nuevas tecnologías con el único propósito de mejorar las prestaciones y confort de la conducción para el usuario que adquiere este tipo de automotores.



FIGURA 2. Hyundai Terracan GL EX CRDi T/M 2001

Fuente: <http://wroom.ru>

Editado por: Omar Bayas Garzón

El Hyundai fue rediseñado en el año 2005 para mejorar su sistema de seguridad, espacio, confort y prestaciones de la unidad. Este 4x4 contaba con un frente igual al de su antecesor, cambiaría únicamente el frontal por una nueva mascarilla (Embellecedor) con diseño de casa de abejas o panel y en su centro se ancla el logotipo de la marca, el parachoques con un ducto de entrada de aire con mayor dimensión que el anterior diseño, y faros antiniebla que mejoran la iluminación.

En los laterales, el cambio que presenta es en sus molduras, los aros con diseño de seis brazos y sus estribos con mayores dimensiones. Donde existe más diferencias, es en el habitáculo, los relojes ahora pasan a contar con el fondo de color blanco para darle más enfoque moderno. También la consola del centro fue diseñada con doble compartimiento, donde el primer diseño era solo para guardar objetos pequeños, el nuevo diseño ahora cuenta con compartimiento para objetos y también para CDs. Los portavasos fueron ubicados en una nueva posición (Delante de la consola del centro), y en la parte posterior de los pasajeros cuenta con una nueva toma de corrientes detrás de la consola, así como de un portavasos doble y mayor dimensionado.



FIGURA 3. Hyundai Terracan 2,9 CRDI

Fuente: <http://wroom.ru>

Autor: Bayas Garzón Wilson Omar

Otro punto donde se trabajó con mayor detalle, es en hermetizar el habitáculo del ruido utilizando nuevos materiales y protegiendo nuevas zonas vulnerables como los protectores de ruedas y separación del compartimiento motor con la cabina. Respecto a sus motores diésel, hay versiones de motores con cilindrada de 2.5 L que es el mismo equipo que estaba anteriormente montado en el Galloper, esta fue una de muchas versiones del Hyundai Terracan que después del año 2005 cambió por otras.



FIGURA 4. Motor Diesel Korean Motors J3 CR Euro 3

Fuente: <http://shop.korea-motors.com>

Editado: por Omar Bayas Garzón

Luego de estos adelantos, el Hyundai terracan empieza a equipar sus autos con la segunda versión de motores turbos con una cilindrada de 2.9 L, incluida la más avanzada tecnología para estos propulsores.

El nuevo sistema de alimentación directa de combustible CRDI desarrollado por DELPHI. Este motor ha sido aumentando su potencia desde 150 CV a 163 CV a 3800 RPM. Gracias al CRDI y un sistema de inyección moderno, se han logrado bajar tanto el consumo del carburante con las emisiones contaminantes contribuyendo con el medio ambiente, el aumento de los 13 CV se debe al incremento de la presión de alimentación de combustible del sistema diésel de 1400 a 1600 Bares, según información del manual del fabricante Hyundai Terracan 2.9 CRDI.

Otro cambio es la culata de aluminio que fue rediseñada para mejorar la expulsión rápida del flujo de gases, está equipada con cuatro válvulas por cilindro comandadas por una barra de levas por cada cabezote. Se incluyó de elevadores hidráulicos para el accionamiento de las válvulas reduciendo el nivel sonoro que producían los accionadores mecánicos, además de tener la ventaja de ser auto calibrados a medida que la cabeza de la válvula va generando holgura debido al desgaste, caso contrario con los accionadores mecánicos donde se tenía que calibrar cada 40,000 kilómetros para reducir la luz entre los mismos. Un punto muy importante de destacar, es que este motor fue diseñado por DELPHI exclusivamente para Hyundai, y es un motor que menos contamina entre los sistemas similares, gracias a que el quemado de combustible es aprovechado de mejor forma, el sistema EGR de recirculación de gases, catalizador de tres vías, y a la refinada tecnología que mejora la eficiencia.

La eficiencia es notable gracias a todas las implementaciones realizadas por la marca, tanto así que el consumo trabajando en la ciudad no es excesivo considerando el tipo de auto que es, rindiendo 11 litros por cada 100 kilómetros de recorrido. Para conectar la tracción 4x4 ya no es necesario hacerlo en cada rueda como comúnmente se lo ejecutaba, ahora solo basta con girar una pequeña perilla que incluso el conductor lo puede realizar con el vehículo en movimiento, en su entrega de par de torque cuenta con sofisticados elementos electrónicos y embragues que también son controlados de forma electrónica para poder entregar la fuerza necesaria a las ruedas delanteras y traseras.

En la actualidad, todo Hyundai terracan está equipado de motores DOHC (Doble overhead camshaft – doble árbol de levas en cabeza) con toda la tecnología CRDI (COMMON RAIL DIESEL INYECTION- TURBO E INTERENFRIADOR) con 160 HP de fuerza además de brindar un máximo torque de 35 Kg /mt.

En base a la teoría de Robert Huber (desarrollador del primer prototipo del sistema Common Rail), podemos decir que es un sistema electrónico de inyección de combustible para motores diésel de inyección directa, donde el gasóleo es aspirado directamente del tanque de combustible a una bomba de alta presión, y esta a su vez lo envía a un conducto común para todos los inyectores y a alta presión desde cada uno de ellos a su cilindro.

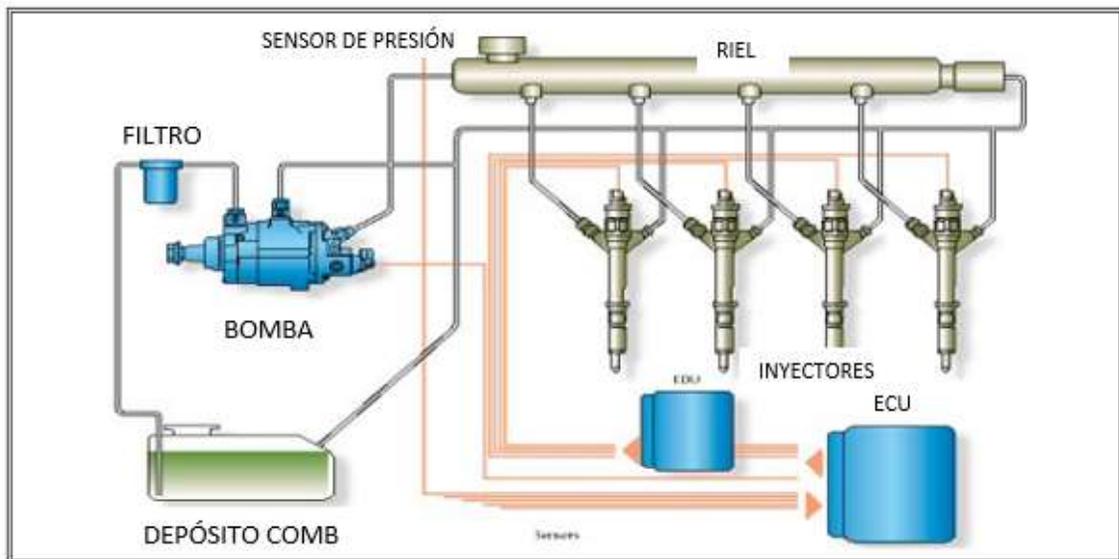


FIGURA 5. Componentes generales de sistema CRDI Delphi
Fuente: Manual de entrenamiento de servicio, Copyright by Kia Motors
Editado por: Omar Bayas Garzón

La idea esencial de este tipo de sistema de inyección, es lograr una pulverización mucho mayor que la obtenida en los sistemas de bomba inyectora anteriores, para optimizar el proceso de inflamación espontánea de la mezcla que se forma en la cámara de inyectar el diésel. Para ello se recurre a hacer unos orificios mucho más pequeños, dispuestos radialmente a la punta de la tobera del inyector, compensando esta pequeña sección de paso con una presión mucho mayor.

El sistema Common Rail desarrollado por Hyundai permite controlar de manera individual el avance de la distribución y el flujo del combustible, permitiendo así, un control perfecto de la combustión del diésel en cada cilindro.

Los rangos de presión del sistema Common Rail, del que se encuentra provisto el motor Hyundai J3 tiene una presión de 200 bares en ralentí y carga baja, gestionando la obtención de una tasa menor de inyección y ajustes más estables y exactos en la cantidad de combustible inyectado; a plena carga, el sistema funciona con presión de 1400 bares realizando una pulverización fina del combustible inyectado.

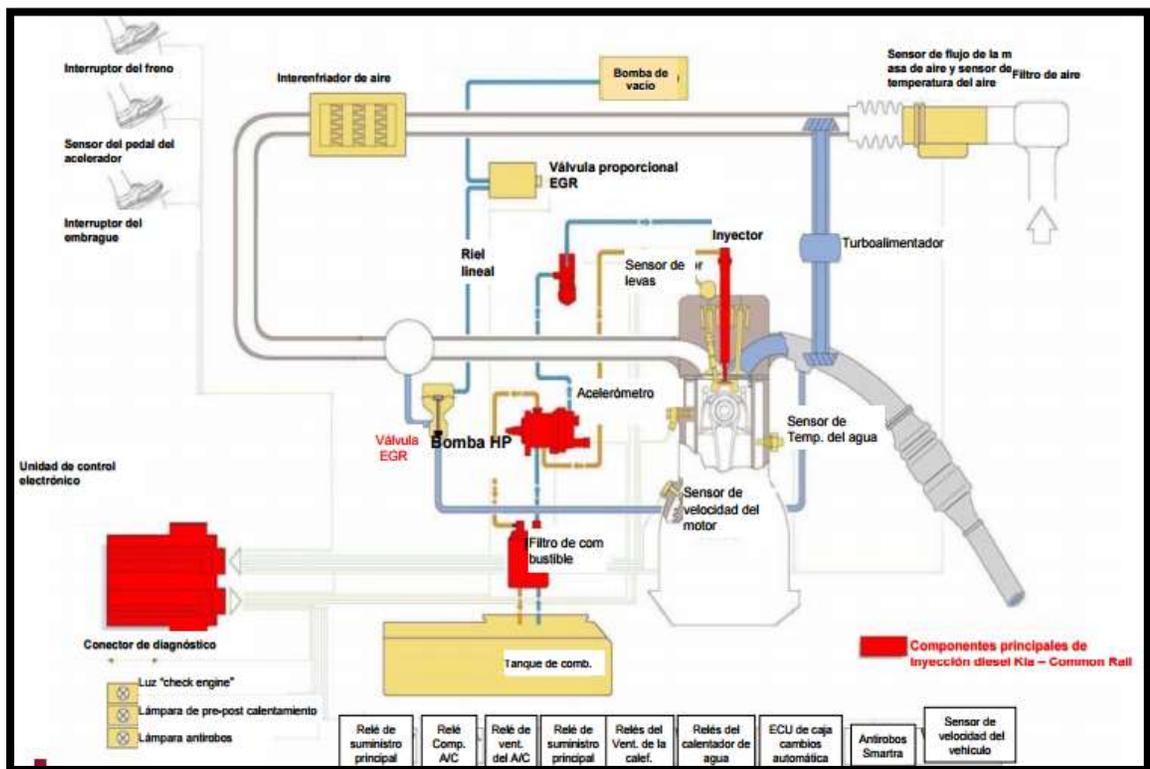


FIGURA 6. Descripción de sistema con accionamiento de pedal de acelerado CRDI

Fuente: Manual de entrenamiento de servicio, Copyright by Kia Motors

Editado por: Omar Bayas Garzón

Los sistemas de inyección CRDI se los puede analizar por los circuitos:

- Baja presión: Sirven recibir el flujo de la línea de retorno de la bomba y llevar el combustible hacia el tanque, recibe el flujo de la línea de retorno del inyector, ayudado por un tubo Venturi creando un vacío en la línea de retorno.

•Alta presión: Es un circuito que está provisto por una bomba de alta presión que ayuda a comprimir combustible desde el circuito de baja presión hasta el riel, a través de tuberías de alta presión, que almacenara combustible con una presión alta en tuberías que soportan esta temperatura, los inyectores son controlados electrónicamente, para que asegure la cantidad precisa en el momento adecuado en la inyección de combustible por cilindro.

2.3 Composición del sistema CRDI DELPHI

El sistema CRDI está compuesto por los siguientes elementos:

2.3.1 Bomba de alta presión (AP)

Bomba de alta presión, genera nivel de presión alta para abastecer al riel (1400 a 1600 bar a 5000 RPM), mide la cantidad de combustible comprimido de forma precisa según las solicitudes del motor y presión del combustible calculado por la ECM de acuerdo a la posición del pedal del acelerador

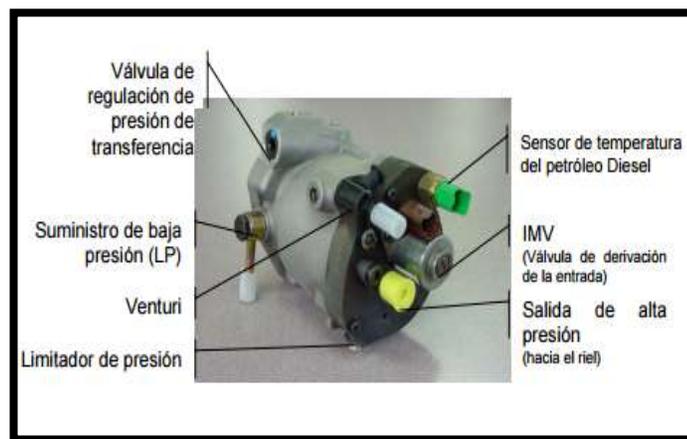


FIGURA 7. Descripción de bomba de alta presión de sistema CRDI
Fuente: Manual de entrenamiento de servicio, Copyright by Kia Motors
Editado por: Omar Bayas Garzón

El combustible es succionado por el neplo de entrada de la bomba de alta presión, en donde pasa a la bomba de transferencia a un nivel de presión denominado presión de transferencia (6 bar), el combustible pasa a ser comprimido para alcanzar presión ideal y ser transportado al riel y poder aprovisionar al riel e inyectores

respectivamente. El accionamiento de la bomba de alta presión, esta comandada por la distribución del motor, realizando la compresión del combustible mediante la utilización de un pistón, presurizando el combustible hasta 1400 bares y enviándola al riel.



FIGURA 8. Descripción de engranaje de distribución de motor y bomba de alta presión de sistema CRDI
Fuente: Manual de entrenamiento de servicio, Copyright by Kia Motors
Editado por: Omar Bayas Garzón

La bomba de alta presión esta aprovisionada de una bomba de baja presión, que succiona combustible desde el tanque y lo envía a los émbolos de la bomba de alta presión para que sea presurizada hasta alcanzar sus rangos operativos. Este movimiento de la bomba de alta presión son dirigidas por la ECM. La primera fase es aspirar el combustible desde el tanque del vehículo a través de un filtro y por medio de las cañerías lo lleva hasta el interior de la bomba de alta presión, esta fase se llama fase de presión de transferencia (6 Bar aproximadamente) es decir que en este tramo es donde se encuentra la presión más baja del sistema.



FIGURA 9. Descripción de bomba de baja presión sistema CRDI
Fuente: Manual de entrenamiento de servicio, Copyright by Kia Motors
Editado por: Omar Bayas Garzón

Tabla de trabajo de la bomba de transferencia:

Tabla 1. Parámetros de trabajo Bomba de transferencia

BOMBA DE TRANSFERENCIA	
PRESIÓN REGULADA	6 BAR
CAPACIDAD DE LA BOMBA	5,6 CC/REV
FLUJO DE COMBUSTIBLE	90 LT/H A 330 RPM Y 650 LT/H A 2500 RPM
ASPIRACIÓN	65 mBAR A 100 RPM

Fuente: Manual Common rail DELPHI

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2.3.2 Válvula de medición de entrada (IMV)

El actuador BP (Bomba de presión) o IMV (inlet metering valve) que también se lo llama, es empleado para controlar la presión que existe en el riel mediante la regulación de cantidad de suministro de gasóleo a cada uno de los elementos de bombeo de la bomba de alta presión. Los objetivos son mejorar el rendimiento del sistema de inyección, debido a que la bomba de alta presión, solo comprime el carburante necesario para que el riel tenga la presión solicitada, y disminuir la temperatura del Diesel dentro del sistema, que muchas veces se da debido a que excedente del combustible es descargado por las tuberías de retorno, la expansión de fluido genera descargas de temperaturas generando el aumento de temperatura en el Diesel, para ello la IMV reduce el caudal del retorno regulando el caudal de la bomba de alta presión.



FIGURA 10. Válvula IMV

Fuente: Manual de servicio CRDI

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Esta válvula está implantada en la parte posterior o cabeza de la bomba de alta presión, está alimentado de combustible por la bomba de transferencia a través de un par de huecos radiales. Un filtro mediano y cilíndrico se encuentra implantado en los orificios de la IMV, esto permite proteger a la IMV y también protege a todos los elementos que conforman todo el circuito de inyección que están situados o alojados después de esta válvula.

En funcionamiento, este actuador es utilizado para dosificar el combustible enviado a los diferentes elementos de bombeo de la bomba de alta presión, de tal manera que la presión que se mide en el sensor AP debe ser muy similar o totalmente igual a la solicitada por el calculador

2.3.3 Riel Común

Riel: Funciona como un acumulador de alta presión, el cual es designado por la ECM, previo lecturas del sensor de presión del riel, utilizando cálculos de anticipos de caudal e inyección, alcanzando una presión de funcionamiento de 1400-1600 bares. El volumen de alta presión es recibido por la bomba de alta presión que lo almacena en su interior (riel común)

Esta aprovisionado de orificios en donde se asentarán la entrada de los inyectores distribuyendo y proporcionando combustible presurizado hacia los inyectores amortiguando las fluctuaciones de la presión.



FIGURA 11. Detalle de riel común de sistema Common Rail Diesel Injection (CRDi) Delphi

Fuente: Manual de entrenamiento de servicio, Copyright by Kia Motors

Editado por: Omar Bayas Garzón

2.3.4 Inyectores CRDI DELPHI.



FIGURA 12. Descripción de inyector de sistema DELPHI
Fuente: Manual de entrenamiento de servicio, Copyright by Kia Motors
Editado por: Omar Bayas Garzón

Una de las funciones de estos inyectores del sistema de inyección directa de la marca DELPHI, es responder a todas las normas de contaminación europeas para lo que debe permitir hasta cinco inyecciones por ciclo, permitir inyectar cantidades cada vez más pequeñas, inyectar presiones muy elevadas (1800 bar), distribuir homogéneamente la cantidad inyectada. Todos estos beneficios arriba mencionados, son gracias a los avances tecnológicos que han hecho mejorar los siguientes puntos: la mejora hidráulica modificando el diámetro de estanquidad del inyector, modificación de los orificios de la placa separador, aumento del número de agujeros, diseño de agujeros cónicos, desarrollo de nuevas válvulas, especialmente en la evolución de materiales.

2.3.5 Sensor de presión del riel RPS



FIGURA 13. RPS, sensor de presión del riel común
Fuente: Manual de servicio CRDI
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Este elemento está esencialmente fabricado con una membrana de metal que se va deformando bajo el efecto de la presión, en dentro de ella se aloja un elemento piezo resistivo, que posee una resistencia variable en función de la deformación de la membrana. Esta variación en la membrana representaría la variación de presión en el riel, existen varias versiones de este componente que permiten medir desde 1400, 1600, 1800 y hasta 2000 barios.

2.3.6 Sensor de temperatura del combustible (FTS)



FIGURA 14. FTS, sensor de temperatura del combustible

Fuente: Manual CRDI DELPHI

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Este sensor de temperatura o llamado también FTS, tiene como función medir o detectar la temperatura del gasóleo para evitar el sobrecalentamiento del combustible en el interior de la bomba, usando un resistor tipo NTC (Coeficiente negativo de temperatura), la señal que este elemento emite, es usada para compensar la inyección del gasóleo en base a la temperatura. Este componente está alojado en la parte posterior del cuerpo de la bomba de alta presión. En el caso de fallas de este sensor, no se siente fallas notables en el sistema, aunque no se esté inyectando de forma precisa como debe de ser.

Este elemento no se puede cambiar de forma independiente, en el caso de reemplazo, se debe cambiar la bomba completa.

2.3.7 Sensor de temperatura del refrigerante motor

Este elemento se encuentra ubicado estratégicamente en las tuberías de refrigerante para revisar constantemente en que temperatura se encuentra el motor en cualquier etapa de funcionamiento.

Este componente está equipado de un resistor que depende de la temperatura del refrigerante con un coeficiente negativo, siendo parte de un circuito donde es alimentado por un voltaje de 5V.



FIGURA 15. ECT, Sensor de posición del acelerador
Fuente: Manual de servicio Kia motors
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Cuando cae el voltaje en el resistor, esta información es suministrada a la ECU mediante un convertidor análogo digital comprendida como una medida de temperatura a un voltaje dado.

2.3.8 Sensor de posición del acelerador (TPS)

Totalmente diferente a los sistemas o circuitos convencionales que conocíamos, el conductor ya no transmite directamente la señal de la posición del pedal de aceleración al cuerpo de obturación o bomba de inyección a través de un cable metálico varilla mecánica, ahora esa señal es transmitida desde un sensor que se encuentra alojado en el pedal hasta la ECU. Esta señal es generada por un potenciómetro que trabaja en función al desplazamiento del pedal del acelerador a cierto voltaje. Está compuesto de dos potenciómetros, el uno es la señal de posición del acelerador para la

ECU, el otro es para verificación de la carga del pedal, en el caso que falle el sensor de posición de pedal, el vehículo entra en modo emergencia dejando el motor en ralentí.



FIGURA 16. TPS, Sensor de posición del acelerador

Fuente: <http://www.e-auto.com.mx/manual>

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2.3.9 Sensor de flujo de masa de aire (MAF)



FIGURA 17. MAF, Sensor de flujo de masa de aire

Fuente: Manual CRDI DELPHI

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Dentro del funcionamiento normal del motor, es muy importante saber la correcta relación aire combustible para evitar problemas en las normas de contaminación (gases de escape), debido a esto es importante este sensor el cual mide constantemente el flujo de masa de aire que ingresa al motor en un momento determinado. Este elemento consta de una lámina caliente como el más efectivo, el principio se basa en la transferencia de calor debido al flujo de aire que pasa por e hilo caliente enfriándolo, este cambio de temperatura se convierte en una señal que permite a la ECU efectuar las

regulaciones respectivas. Es importante señalar que en esta misma carcasa se encuentra montado un sensor de temperatura de aire.

2.3.10 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)



FIGURA 18: CKP, Sensor de posición del cigüeñal

Fuente: <http://www.e-auto.com.mx/manual>

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

La posición de los pistones en la cámara de combustión, es de suma importancia para definir el inicio de la inyección, este sensor mide los giros del cigüeñal por cada minuto. Una rueda dentada o volante como se lo conoce está alojado en el posterior del árbol, a este volante le faltan unos dientes que es donde se define la posición del cilindro número 1. El CKP está compuesto de un imán permanente y en su interior posee hierro dulce con una bobina de cobre. El flujo magnético dentro del CKP, cambia cada vez que los dientes pasan frente a él generando una señal de voltaje sinusoidal de AC en donde su amplitud va en aumento a medida que la velocidad del motor también aumente.

2.3.11 Sensor de posición del árbol de levas (CMP)



FIGURA 19. CMP, Sensor de posición del árbol de levas

Fuente: <http://www.e-auto.com.mx/manual>

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Cuando el pistón sube en el sentido del punto muerto superior, la posición del árbol de levas informa en que tiempo se encuentra el pistón, si está en tiempo de compresión o en tiempo de escape. Este sensor trabaja con el efecto hall al informar la posición del cigüeñal, un diente metálico está amarrado con el árbol y gira al mismo tiempo. A medida que este diente pasa frente al sensor, se genera un campo magnético que desvía los electrones hacia unos discos semiconductores en ángulos rectos a la dirección que fluye la corriente. Este proceso da como resultado una señal de voltaje hall que informa a la ECU sobre la posición del cilindro, y la ECU con base a estas señales abastece de combustible inyectando el gasóleo en la cámara de combustión cuando el pistón se encuentra en el PMS generando una combustión en tiempo perfecto, reduciendo a gran manera residuos de carburante mal quemado que producen la contaminación.

2.3.12 Parámetros de sensores y actuadores

Aquí se demostrará los valores standard de cada componente del sistema CRDI:

Identificación del vehículo:

Número de cilindros: 4

Tipo: DOHC

Cilindrada: 2902 cc

Relación de compresión: 1:19,1

Tabla 2. Parámetros del sistema de inyección

SISTEMA DE INYECCIÓN	
>> MEDIDOR DE AIRE	TIPO FLUJO MASA
>> BOMBA DE INYECCIÓN	DELPHI
>> PRESIÓN SUMINISTRO	1600 BAR
>> ORDEN DE INYECCIÓN	1-3-4-2
>> INYECTOR	DELPHI
>> ORDEN DE INYECCIÓN	1-3-4-4
>> SENSOR TEMP REFRIGE	Ohm/C° 314-331/80°
>> INYECTOR	Ohm 0,3 - 0,6
>> SENSOR TEMP AIRE ADMIS	Ohm/C° 300-380/80°

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Tabla 3. Parámetros del riel

RIEL	
>> MASA (VACIO)	1,9 KG
>> VOLUMEN	18 CC
>> PRESIÓN DE ROTURA	> 7000 BAR

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Tabla 4. Parámetros del sensor de presión

SENSOR DE PRESIÓN	
>> SUMINISTRO DE VOLTAJE	5 +/- 0,25 V
>> RANGO SENSOR DE PRESIÓN	0 a 1800 BAR
>> PRESIÓN MÁXIMA	2.200 BAR
>> PRESIÓN DE EXPLOSIÓN	SOBRE 2.500 BAR

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Tabla 5. Reglaje y emisiones

REGLAJE Y EMISIONES	
>> REGIMEN DE RALENTI	RPM 800 +/-100
>> VELOCIDAD SIN CARGA	4400 - 4600
>> TEMP DEL ACEITE MOTOR	80 C°
>> OPACIDAD DE HUMO	m-1 %: 3,00 (73)
>> TIPO SONDA	1/2: 1
>> MODO DE PRUEBAS	A/B:B
>> TIEMPO MAX VELOC REGU	1,0 Seg

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Tabla 6. Arranque y carga

ARRANQUE Y CARGA	
>> VOLTAJE MAX	12 V
>> AMPERAJE MAX ARRANQ	216-264 A
>> RENDIMIENTO ALTERNAD	A/V/RPM 110/12/3500

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Tabla 7. Mantenimiento y reglaje

MANTENIMIENTO Y REGLAJE	
>> PRESION DE COMPRESIÓN	29,4 BAR
>> PRESIÓN DE ACEITE	BAR/RPM 3,1-4,9/3000
>> RENDIMIENTO ALTERNAD	A/V/RPM 110/12/3500
>> TERMOSTATO ABIERTO	86-89°C

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Tabla 8. Sensores

SENSORES	
>> SENSOR PEDAL ACELERAD	POTENCIOM 1 0,6-0,9 V.
>> SENSOR PEDAL ACELERAD	POTENCIOM 2 0,25-0,6 V.
>> SENSOR PRESIÓN RIEL	100 BAR: 0,50 V.
>> SENSOR PRESIÓN RIEL	1500 BAR: 4,50 V.
>> INYECTOR	INYECCIÓN PRINC 1,5 V.
>> SENSOR PRESIÓN TURBO	5 V.
>> INYECTOR	INYECCIÓN PRINC 1,5 V.

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Tabla 9. Parámetros del riel

RIEL	
>> MASA (VACIO)	1,9 KG
>> VOLUMEN	18 CC
>> PRESIÓN DE ROTURA	> 7000 BAR

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2.4 Equipo de diagnóstico FSA 740 BOSCH

BOSCH, preparándose siempre para trabajar en paralelo con los avances de la electrónica en la fabricación de vehículos, ofrece al mercado equipos de diagnóstico probados para trabajar en talleres y empresas de todo tipo, colaborando para que el análisis de fallas sea mucho más rápido que en la actualidad. El FSA es un equipo de diagnóstico universal para vehículos que permite facilidad y mejor localización de la falla, además posee la última tecnología en medición de parámetros mostrados en el monitor, se puede realizar la medición en cualquier componente del motor sin necesidad de desmontarlo.



FIGURA 20. Equipo de diagnóstico FSA 740 BOSCH

Fuente: www.autorex.com.

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Todo motor puede ser analizado, ya que el equipo FSA posee una extensa gama de sensores que pueden ejecutar la medición de las distintas señales relacionadas con el circuito del motor tales como: circuito primario, secundario, señal de velocidad, sincronización de los cilindros y momento de encendidos. Con el FSA es posible realizar pruebas en cada uno de los sensores del motor, gracias a la función de emisión de señales que permite también toma de datos en cables y conexiones aun cuando están montados.

Adicional a todas las bondades arriba señaladas, el equipo posee toda la información para que los pasos de prueba, así como las conexiones sean más fácil y rápidos, tanto con multímetro como osciloscopio. Toda la innovación de medición FSA es perfectamente completa y compatible con cualquier sistema de BOSCH, donde el

técnico puede encontrar la información necesaria para ejecutar los pasos y relacionarlos con los parámetros del fabricante.

Explicaciones de uso:

Pruebas del CAN BUS: Debido a la velocidad tan alta de transmisión de los datos que circulan por esta red de comunicación era imposible de chequear, ahora es posible con este equipo, brindando así un apoyo total al ingeniero que haga la inspección.

Emisión de señal: Ideal para poder hacer pruebas de los sensores, incluido cables y conexiones. Es una manera eficiente de poder diagnosticar si la falla es originada por un cable, conexión, sensor, o en sí la ECU, de esta forma podremos diagnosticar de una forma más eficiente sin tener que recurrir a reemplazar piezas simplemente porque sospechamos de ellas.

Osciloscopio: con un índice de frecuencia mejorada que alcanza los 50 Mhz, brinda al equipo la suficiente reserva para ejecutar las futuras pruebas en el vehículo. Todos los datos indicados e incluidos en el FSA abarcan aproximadamente el 95% de los vehículos a nivel mundial con un solo objetivo, que es colaborar con la industria para su desarrollo.

Principales ventajas:

- Búsqueda de defectos más efectiva.
- Reemplazo de una componente cuando verdaderamente está defectuoso, más no cuando es un reporte sugerido por la unidad
- diagnóstico de control del vehículo.
- Mediciones de pruebas sin necesidad de desmontaje de elementos del motor
- Nos permite diagnosticar fallas en el sistema, aunque en la unidad de control no estén memorizadas
- Todos los equipos de medición en un solo puesto de trabajo

- Base de datos para referencia
- Conexión Bluetooth



FIGURA 21. Prueba de rendimiento del BUS CAN
Fuente: FSA 740 BOSCH
Autor: Bayas Garzón Wilson Omar

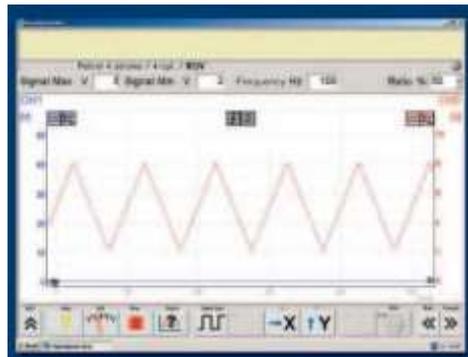


FIGURA 22. Generador de señales para pruebas de sensores
Fuente: FSA 740 BOSCH
Autor: Bayas Garzón Wilson Omar

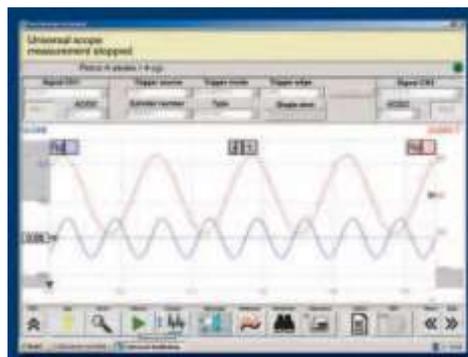


FIGURA 23. Señales de funcionamiento del osciloscopio
Fuente: FSA 740 BOSCH
Autor: Bayas Garzón Wilson Omar

El equipo FSA, además de poder diagnosticar el sistema electrónico del compartimiento motor, también puede simular el funcionamiento de sensores del sistema electrónico de frenos, sistema generador de presión de aire en el turbo y estado real del sistema de carga de la batería, gracias al generador de señales que viene incluido en el mismo equipo.

CAPÍTULO III

COMPROBACIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS

3.2 Ubicación de componentes

Fue necesario identificar el funcionamiento general del sistema, así como el trabajo de cada uno de los sensores y actuadores, los cuales mencionaremos a continuación:

- Bomba de alimentación
- Bomba de alta presión
- Inyectores
- Regulador de presión del riel
- IMV, Actuador de baja presión de la bomba
- FTS (sensor de temperatura del gasóleo)
- RPS (Sensor de presión del riel)
- CKP (Sensor de posición del cigüeñal)
- CMP (sensor de posición del árbol de levas)
- APS (Sensor de posición del pedal de aceleración)
- ECT (Sensor de temperatura del refrigerante)
- MAF (Sensor de flujo de entrada de aire al motor)
- IAT (Sensor de temperatura de aire de entrada)
- KS (Sensor de golpeteo)

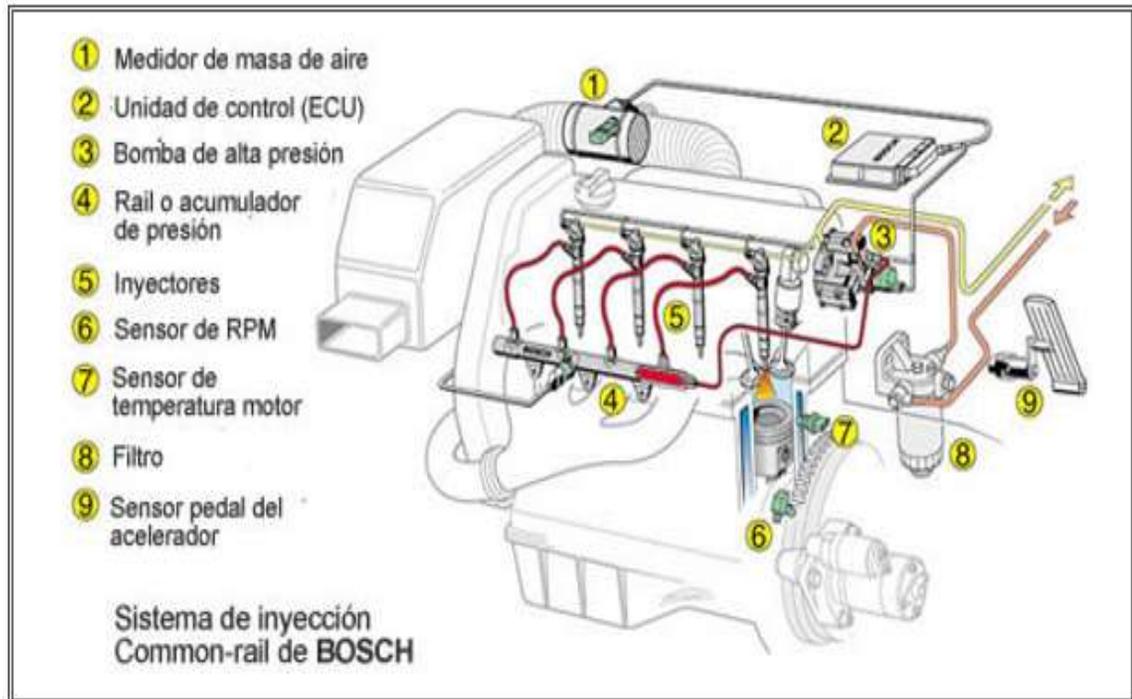


FIGURA 24. Gráfico de ubicación de componentes del sistema CRDI

Fuente: www.crdi.com

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3 Obtención de valores

A continuación, se explicará a detalle los trabajos realizados en cada uno de los elementos que constituyen el sistema common rail arriba señalados, esto es con la finalidad de poder fijar un procedimiento de medición menos compleja y que facilite a los estudiantes cualquier trabajo de comprobación de cualquiera de los elementos del sistema de combustible, en caso de búsquedas de fallas que no se presentan comúnmente en los vehículos. Además, se presentará ayudas visuales de cómo realizar las mediciones y también las tomas de imágenes de los parámetros presentados en los equipos de comprobación.

En el sistema CRDI DELPHI, no posee una bomba eléctrica externa o dentro del tanque de combustible como el resto de sistemas CRDI, en Delphi, la bomba de transferencia viene incorporada en la misma bomba de alta presión

Tabla 10. Parámetros de bomba de transferencia

BOMBA DE TRANSFERENCIA	
PRESIÓN REGULADA	6 BAR
CAPACIDAD DE LA BOMBA	5,6 CC/REV
FLUJO DE COMBUSTIBLE	90 LT/H A 330 RPM Y 650 LT/H A 2500 RPM
ASPIRACIÓN	65 mBAR A 100 RPM

Fuente: www.ceduc.cl

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.1 IMV, Actuador de baja presión (Inlet metering valve – válvula de medición de entrada)

El actuador de baja presión IMV, sirve para poder controlar una buena presión regulada en el riel común, mediante la regulación del diésel a suministrar en la bomba de alta presión.

1. Ubicación del actuador IMV: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del actuador en el compartimiento motor.



FIGURA 25. Ubicación de la válvula IMV

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2. Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del actuador para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición del IMV



FIGURA 26. Medición de líneas de la válvula IMV
Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3. Resultados de medición de la IMV: Se detalla el resultado obtenido de la medición del actuador IMV con el equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch.

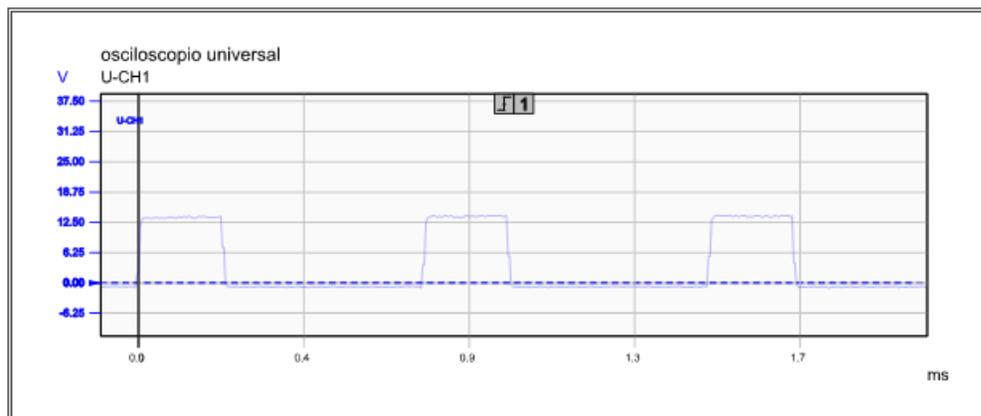


FIGURA 27. Resultado de medición de válvula IMV con el FSA 740
Fuente: FSA 740 BOSCH
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.2 FTS, Sensor de temperatura del gasóleo (Fuel temperature sensor)

El sensor FTS, sirve para informar a la ECU sobre la temperatura del gasóleo, de esta manera, la unidad de control electrónico regula el voltaje de la FTS para poder regular la presión en el riel común, mediante la regulación del diésel a suministrar en la bomba de alta presión

Inspección:

1. Ubicación del FTS: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del actuador en el compartimiento motor.



FIGURA 28. FTS, Ubicación del sensor de temperatura del combustible.

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2. Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del sensor de temperatura para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 29. FTS, medición sensor de temperatura del combustible.

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3. Resultados de medición de la FTS: Se detalla el resultado obtenido de la medición del actuador FTS con el equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch.

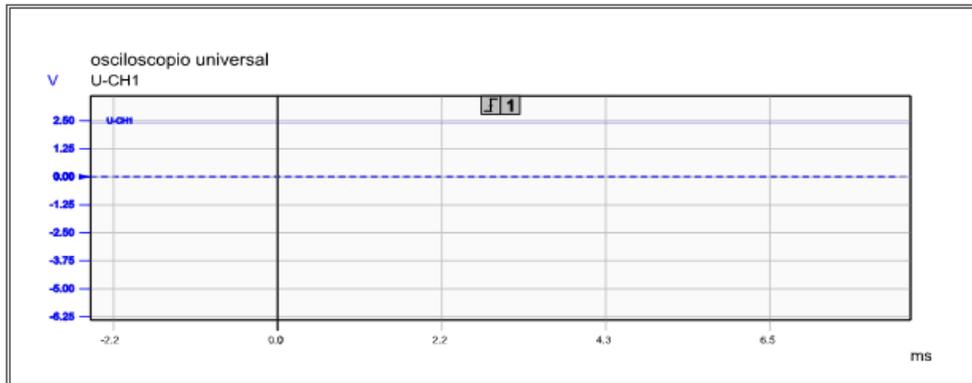


FIGURA 30. FTS, Medición Resultados
Fuente: FSA 740 BOSCH
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.3 Inyectores del Sistema CRDI del Motor J3.

El inyector del sistema CRDI, sirve para inyectar el gasóleo dentro de la cámara de combustión, además de trabajar para la descontaminación del medio ambiente.

Todos estos beneficios arriba mencionados, son gracias a los avances tecnológicos que han hecho mejorar los siguientes puntos: la mejora hidráulica modificando el diámetro de estanquidad del inyector, modificación de los orificios de la placa separador, aumento del número de agujeros, diseño de agujeros cónicos, desarrollo de nuevas válvulas, especialmente en la evolución de materiales.

1. Ubicación del inyector: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del inyector en el compartimiento motor.



FIGURA 31. Ubicación del inyector
Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

- Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del inyector para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 32. Desconexión del inyector para medición
Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

- Resultados de medición del inyector: Se detalla el resultado obtenido de la medición del inyector con el equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch.

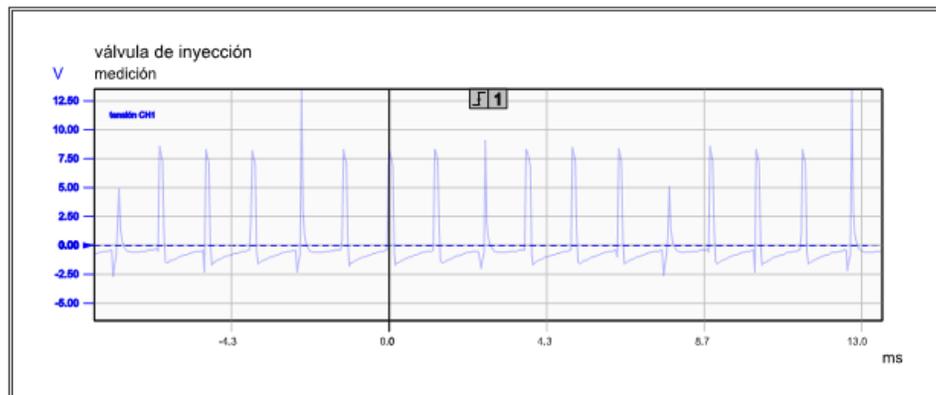


FIGURA 33. Gráfico de medición del inyector
Fuente: FSA 740 BOSCH
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.4 RPS (Rail pressure sensor – sensor de presión del riel)

El sensor de presión del riel common del sistema CRDI, sirve para controlar la presión de la flauta cuidando de esta manera el funcionamiento de los inyectores.

1. Ubicación del RPS: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del RPS en el compartimiento motor.



FIGURA 34. RPS, Ubicación

Fuente: FSA 740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2. Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del RPS para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 35. RPS, desconexión del sensor de presión del riel común

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3. Resultados de medición del RPS: Se detalla el resultado obtenido de la medición del RPS con el equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch.

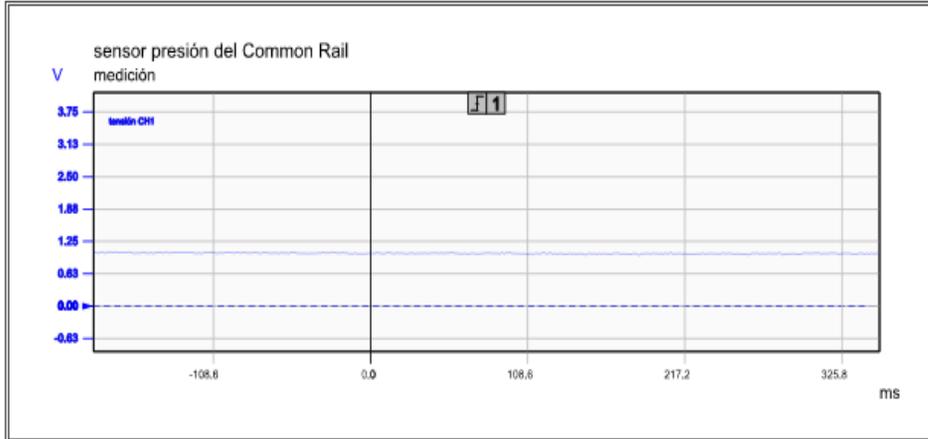


FIGURA 36. RPS, Gráfico de señal
Fuente: FSA 740 BOSCH
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.5 CKPS (Cranckshaft position - sensor de posición del cigüeñal)

Este elemento se ubica en el volante dentado del motor, o en la parte delantera del cigüeñal, su función principal es suministrar información a la unidad de control sobre la posición del cilindro uno.

- 1. Ubicación del CKP: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del CKP en el compartimiento motor.**



FIGURA 37. CKP, Sensor de posición del cigüeñal. Ubicación
Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2. Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del CKP para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 38. CMP, Ubicación
Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

El CKP está compuesto de un imán permanente y en su interior posee hierro dulce con una bobina de cobre. El flujo magnético dentro del CKP, cambia cada vez que los dientes pasan frente a él generando una señal de voltaje sinusoidal de AC en donde su amplitud va en aumento a medida que la velocidad del motor también aumente.

3. Resultados de medición del CKP: Se detalla el resultado obtenido de la medición del CKP con el equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch.

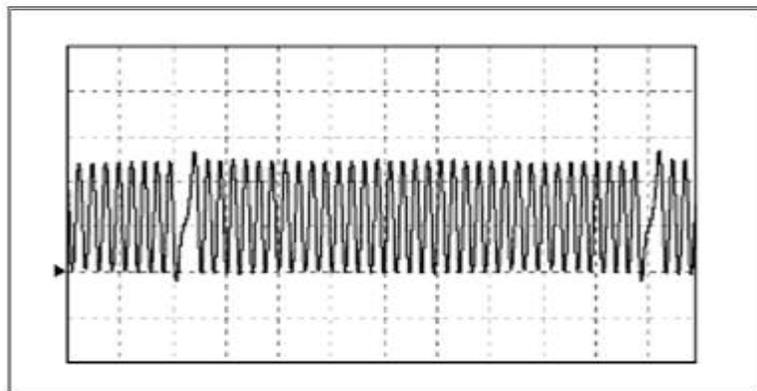


FIGURA 39. CKP, Sensor de posición del cigüeñal. Medición
Fuente: MANUAL DELHI KIA MOTORS
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.6 CMPS (Camshaft position - sensor de posición del árbol de levas)

El trabajo de este sensor, es suministrar información a la unidad de control sobre la posición del cilindro número 1 en el tiempo de compresión. Cuando el pistón sube en el sentido del punto muerto superior, la posición del árbol de levas informa en que tiempo se encuentra el pistón, si está en tiempo de compresión o en tiempo de escape. Este sensor trabaja con el efecto hall al informar la posición del cigüeñal, un diente metálico está amarrado con el árbol y gira al mismo tiempo.

1. Ubicación del CMP: Se procedió a la respectiva revisión visual, para ubicar la posición física del CMP en el compartimiento motor.



FIGURA 40. CMP, Sensor de posición del árbol de levas. Ubicación
Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2. Desconexión del elemento y preparación para medición: Separar el conector para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 41. CMP, Sensor de posición del árbol de levas
Fuente: http://www.karscosensor.com/products_image/p12.jpg
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3. Resultados de medición del CMP: Se detalla el resultado obtenido de la medición del CMP con el equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch.

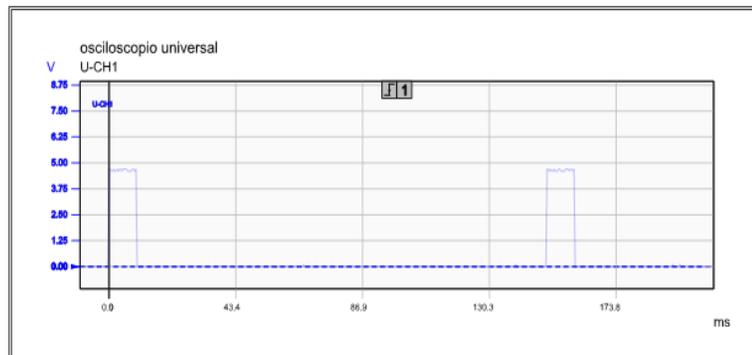


FIGURA 42. CMP, Sensor de posición del árbol de levas

Fuente: FSA 740 BOSCH

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.7 TPS (Throttle position sensor - sensor de posición del acelerador)

El trabajo de este sensor, es suministrar información a la unidad de control sobre la posición del pedal de aceleración para determinar la alimentación de combustible. Esta señal es generada por un potenciómetro que trabaja en función al desplazamiento del pedal del acelerador a cierto voltaje. Está compuesto de dos potenciómetros, el uno es la señal de posición del acelerador para la ECU, el otro es para verificación de la carga del pedal, en el caso que falle el sensor de posición de pedal, el vehículo entra en modo emergencia dejando el motor en ralentí.

1. Ubicación del TPS: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del TPS en el compartimento motor.



FIGURA 43. TPS, Sensor de posición del acelerador. Ubicación

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

- Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del TPS para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 44. TPS, medición del sensor de posición del acelerador
Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

- Resultados de medición del TPS: Se detalla el resultado obtenido de la medición del TPS con el equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch.

ACELERACIÓN / DESACELERACIÓN

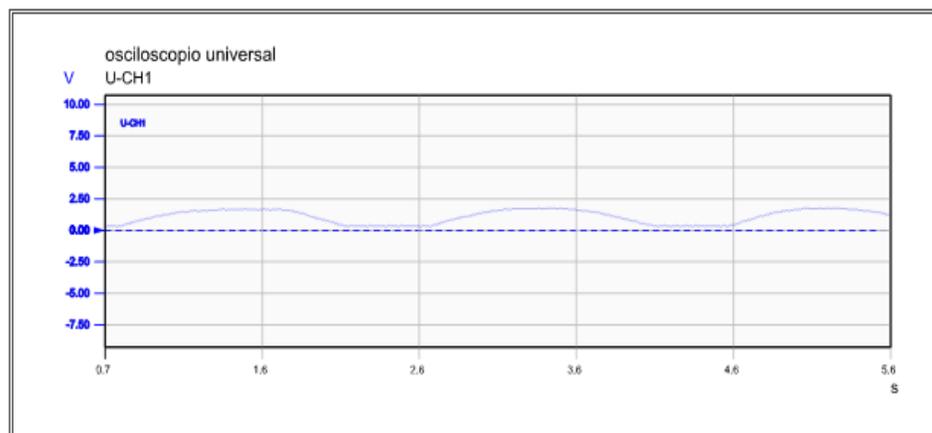


FIGURA 45. TPS, Sensor de posición del acelerador. Señal
Fuente: FSA 740 BOSCH
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

DESACELERACIÓN

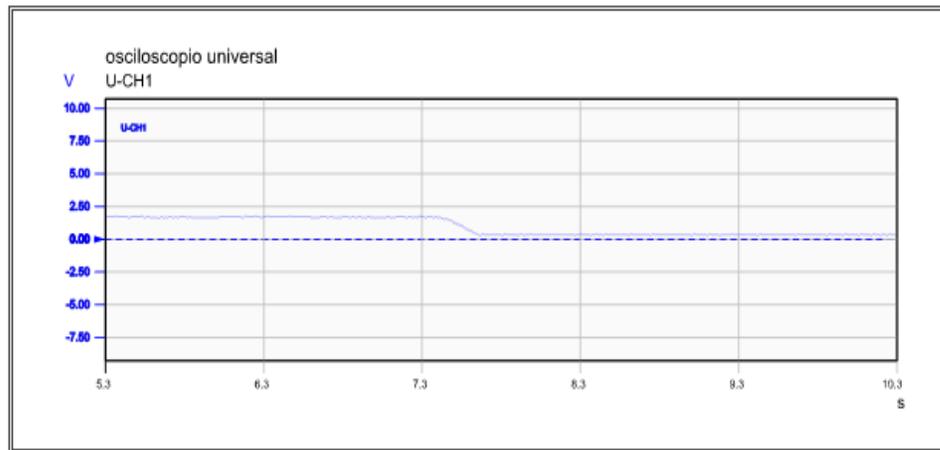


FIGURA 46. TPS, Sensor de posición del acelerador. Señal

Fuente: FSA 740 BOSCH

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.8 ECT. (Engine coolant temperature – Sensor de temperatura del refrigerante motor)

El trabajo de este sensor, es suministrar información a la unidad de control sobre la posición de la temperatura del motor, para determinar la alimentación de combustible que el vehículo requiere, y en qué momento.

1. Ubicación del ECT: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del ECT en el compartimiento motor.



FIGURA 47. ECT, Ubicación del sensor de temperatura del refrigerante

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

- Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del ECT para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 48. ECT, Sensor de temperatura del refrigerante
Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

- Resultados de medición del ECT: Se detalla el resultado obtenido de la medición del ECT con el equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch.

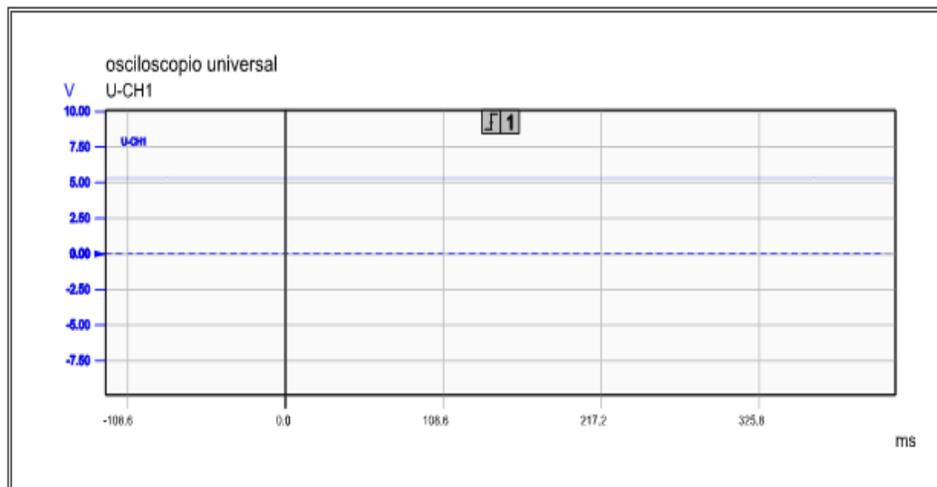


FIGURA 49. ECT, Sensor de temperatura del refrigerante. Señal
Fuente: FSA 740
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.9 MAF. (Mass air flow sensor - Sensor de flujo de masa de aire)

El trabajo de este sensor, es suministrar información a la unidad de control sobre la masa de aire que ingresa al motor, para determinar la alimentación de combustible que el vehículo requiere, y en qué momento.

1. Ubicación del MAF: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del MAF en el compartimiento motor.



FIGURA 50. MAF, Mass air flow- Sensor de temperatura de aire de entrada. Ubicación

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2. Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del MAF para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 51. MAF, Sensor de temperatura de aire de entrada. Medición

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3. Resultados de medición del MAF: Se detalla el resultado obtenido de la medición del

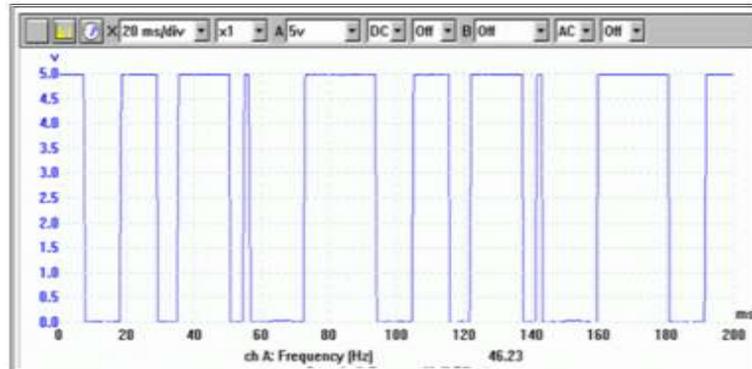


FIGURA 52. MAF Medición

Fuente: Manual common rail

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.10 IAT. (Intake air temperature sensor – Sensor de temperatura del aire de entrada)

Su ubicación está en el mismo lugar que se encuentra el sensor MAF, en realidad está acoplado en el mismo conjunto, su principio de funcionamiento se basa en un hilo caliente que a medida que pasa el flujo de aire por este hilo, se genera una tensión debido al cambio de temperatura que al final se convierte en una señal voltaica que viaja a la ECU para que ella pueda regular la inyección.

1. Ubicación del IAT: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del IAT en el compartimiento motor.



FIGURA 53. IAT, Intake air temperature - Sensor de temperatura de aire de entrada. Ubicación

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2. Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del IAT para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 54. IAT, Intake air temperature - Sensor de temperatura de aire de entrada. Medición

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3. Resultados de medición del IAT: Se detalla el resultado obtenido de la medición

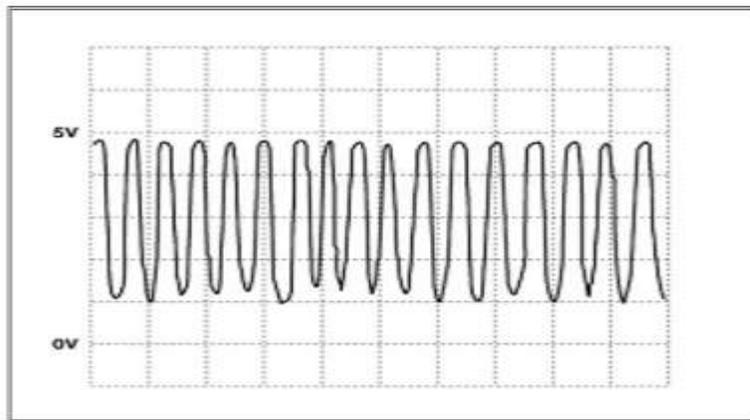


FIGURA 55. Medición IAT

Fuente: Manual Common riel

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.3.1.11 KS. (Knock sensor – Sensor de golpeteo)

El trabajo de este sensor, es suministrar información a la unidad de control sobre las vibraciones excesivas del motor, para determinar el adelanto o retraso de encendido.

1. Ubicación del KS: Se procedió a la respectiva revisión visual para ubicar la posición física del KS en el compartimiento motor.



FIGURA 56. KS, Sensor de golpeteo. Ubicación

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

2. Desconexión del elemento y preparación para medición: Se procede a separar el conector del KS para desnudar la punta de los cables y poder realizar la respectiva medición.



FIGURA 57. KS, Sensor de golpeteo. Medición

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3. Resultados de medición del KS: Se detalla el resultado obtenido de la medición del KS con el equipo de diagnóstico FSA 740 de Bosch.

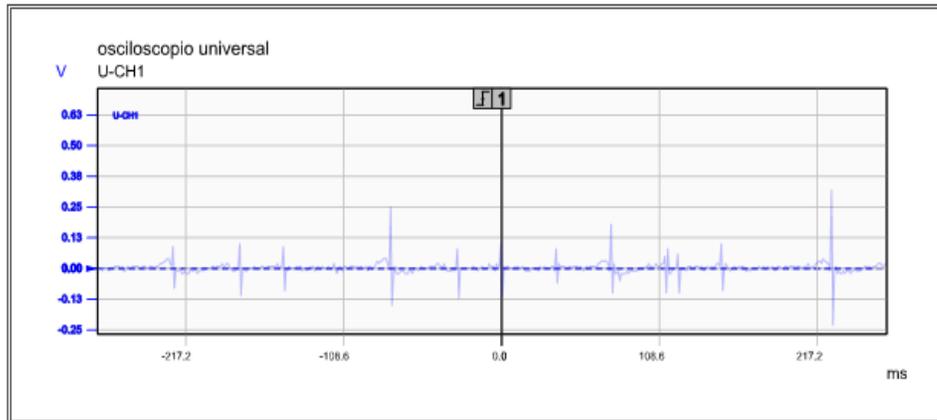


FIGURA 58. KS señal de medición
Fuente: FSA 740
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE MEDICIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA CRDI MOTOR J3

3.1 Resultados de medición de sensores y actuadores del sistema CRDI:

Los resultados de medición que se obtuvieron en este trabajo, pueden variar debido a las condiciones de funcionamiento de trabajo, clima donde se realizó, estado del vehículo, condiciones del diésel etc. El estado general de la unidad es muy importante, ya que de los mantenimientos preventivos que se realice al vehículo, depende la variación y condiciones de funcionamiento haciendo varias los parámetros de trabajo de sensores y actuadores.

3.1.1 Análisis de trabajo de la IMV. (Inlet metering valve – válvula de medición de entrada)

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición de la IMV, respecto a los datos del fabricante.

Resultado de medición

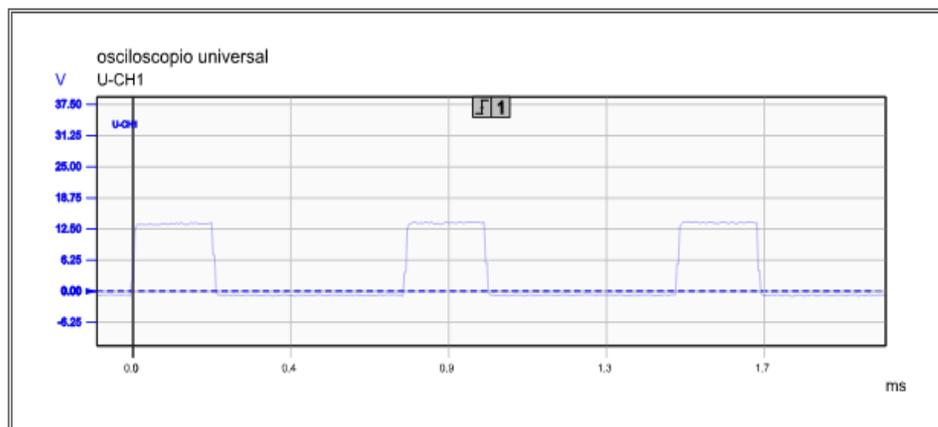


FIGURA 59. Resultado de medición de válvula IMV con el FSA 740

Fuente: FSA 740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Referencia del fabricante

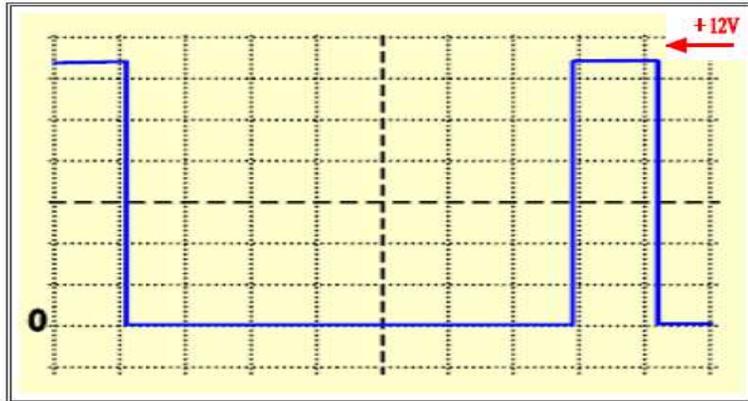


FIGURA 60. Referencia de parámetros fabricante válvula IMV

Fuente: Manual CRDI

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Diagnóstico: El actuador IMV inspeccionado se encuentra dentro de los parámetros referenciales del fabricante, con una entrada de alimentación 12 V obteniendo una señal cuadrada pulsatoria de frecuencia fija de 1000 Hz

Tabla de referencia fabricante:

Tabla 11. Valores de referencia IMV

		TABLA DE VALORES IMV									
		CONTACTO		RALENTI		2000		2500		3000	
RPM/MOTOR	OPERACIÓN	2500 msnm	0 msnm	2500 msnm	0 msnm	2500 msnm	0 msnm	2500 msnm	0 msnm	2500 msnm	0 msnm
	VOLTAJE PROMEDIO	11,51	12,05	9,5	9,30	9,81	9,71	9,95	9,77	9,91	9,59
	PICOS DE VOLTAJE	13,02	13,06	15,01	14,68	15,05	14,08	15,05	15	15,06	14,63

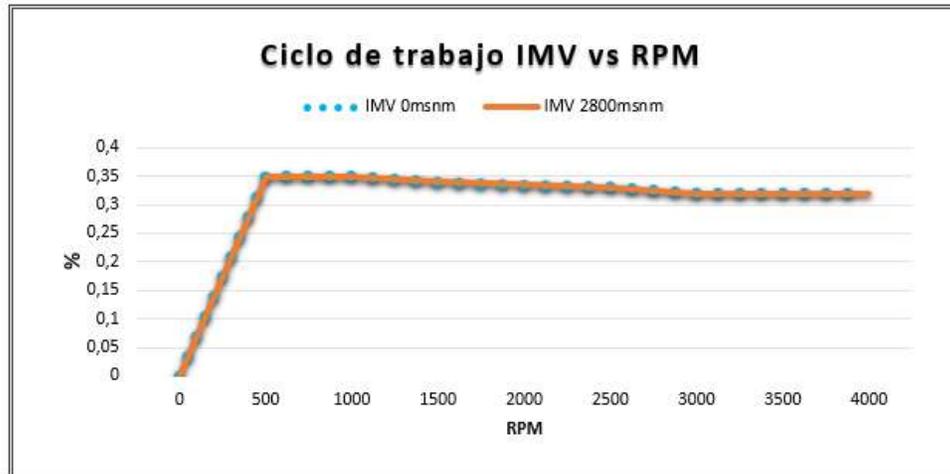
Fuente: Manual Kia Grand Carnival

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Del trabajo realizado por la IMV, podemos analizar que este actuador emite una señal de voltaje a la ECU y esta lo transforma en señal de porcentaje. Cuando tenemos el vehículo con el motor en Off la señal es igual, sin embargo, cuando el motor está encendido y en ralentí la señal en porcentaje es igual a un 5%, y va en aumento respecto

a las revoluciones hasta llegar a un 35%, posteriormente cae con el aumento de las RPM hasta un 32% y ahí se mantiene constante así las revoluciones aumenten.

Tabla 12. Ciclo de trabajo de la válvula IMV vs RPM



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.1.2 Análisis de trabajo del FTS. (Fuel temperatura sensor - Sensor de temperatura de combustible)

Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición de la FTS, respecto a los datos del fabricante.

Resultado de medición:

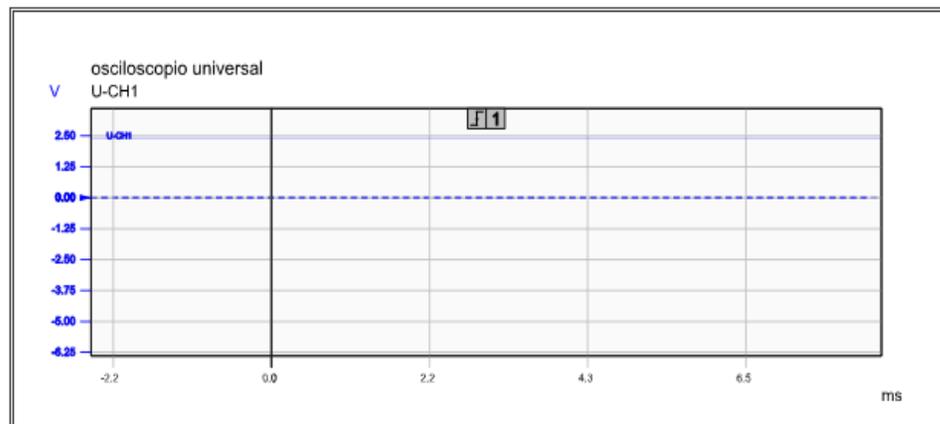


FIGURA 61. FTS, Medición Resultados
 Fuente: FSA 740
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Referencia del fabricante:

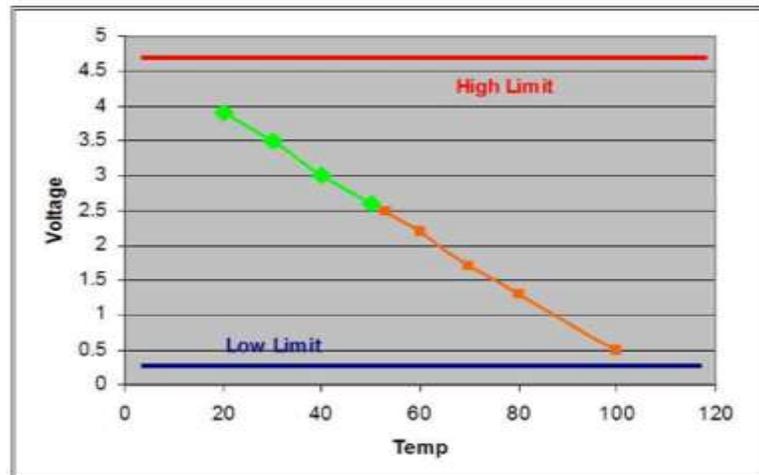


FIGURA 62. FTS, Referencia del fabricante

Fuente: Manual Common rail J3

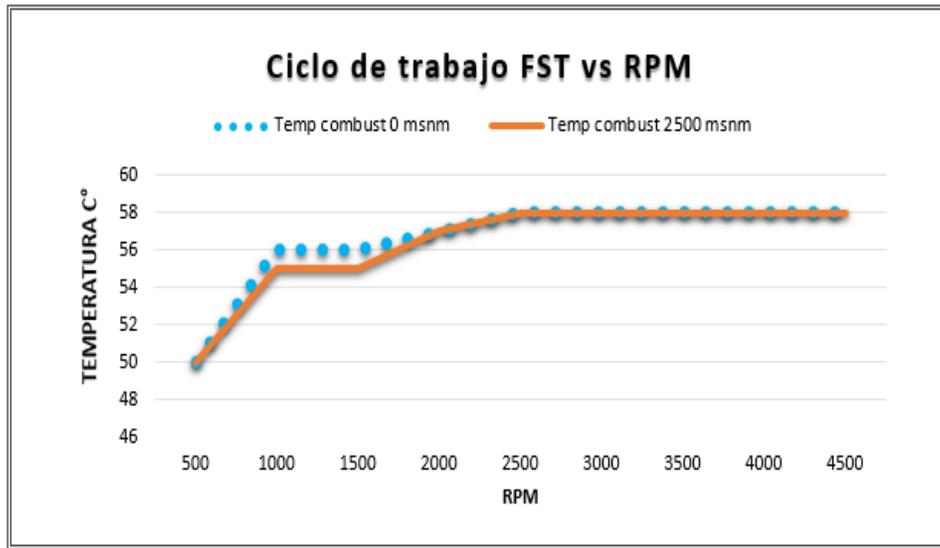
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Diagnóstico: El sensor FTS inspeccionado se encuentra dentro de los parámetros referenciales del fabricante, con una entrada de referencia de 5V. obteniendo una señal lineal con la disminución de la tensión con el aumento de la temperatura, debido a que se trata de un componente NTC.

Del trabajo realizado con el FTS, podemos analizar que este elemento es de coeficiente negativo de temperatura, esto quiere decir que la resistencia disminuye, si la temperatura del gasóleo aumenta, toda esta información es enviada a la unidad de control. Relacionado con la temperatura del diesel en grados centígrados, no hay variaciones importantes de temperatura. Un valor promedio de temperatura de trabajo del gasóleo es de 55°

El FTS tiene como función medir o detectar la temperatura del gasóleo usando un resistor tipo NTC, la señal que este elemento emite, es usada para compensar la inyección del gasóleo en base a la temperatura. Este componente está alojado en la parte posterior del cuerpo de la bomba de alta presión. En el caso de fallas de este sensor, no se siente fallas notables en el sistema, aunque no se esté inyectando de forma precisa como debe de ser.

Tabla 13. Ciclo de trabajo del FST vs RPM



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.1.3 Análisis de trabajo de los inyectores CRDI del motor J3.

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición del inyector, respecto a los datos del fabricante.

Resultados de medición:

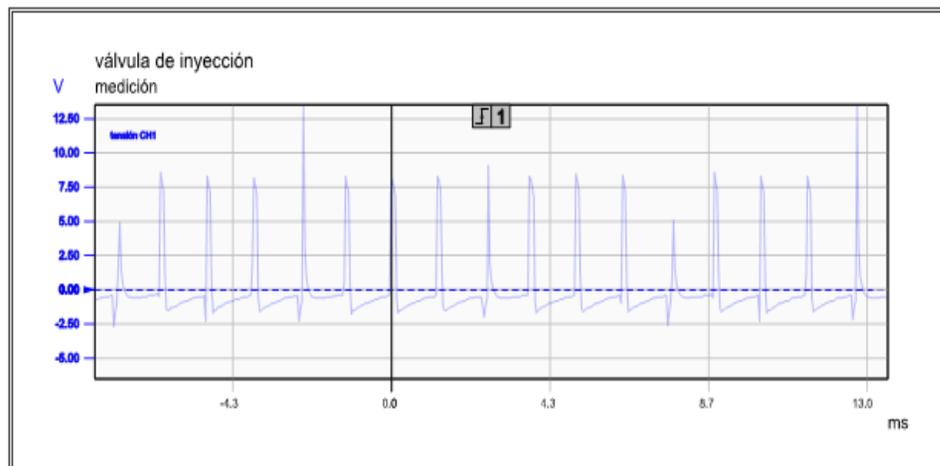


FIGURA 63. Gráfico de medición
Fuente: FSA 740
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Referencias del fabricante:

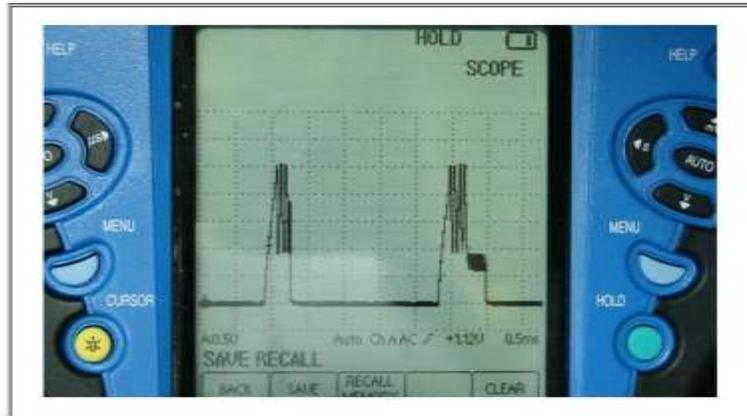


FIGURA 64. Referencia gráfica de medición

Fuente: OTC osciloscopio

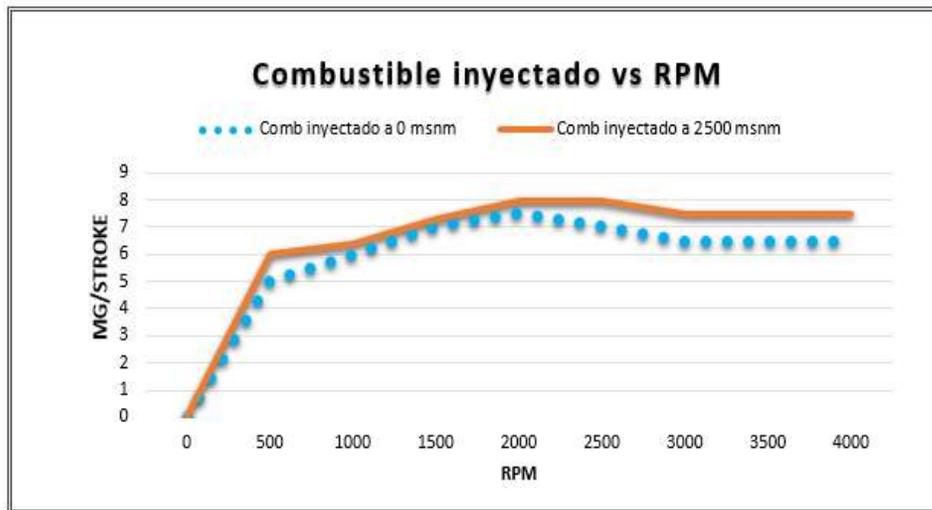
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Diagnóstico: El inyector inspeccionado se encuentra dentro de los parámetros referenciales del fabricante, con una señal de 7,5V a 800 RPM. obteniendo tres señales 1. Inyección piloto, 2. Inyección principal y 3. Carga de condensadores.

La comparativa de la señal tomada con nuestro equipo FSA, respecto a la del fabricante no existe diferencia entre las mismas, es decir, el funcionamiento del sistema de nuestro vehículo es correcto y sin variación. Sin embargo, más profundamente podemos analizar en que el funcionamiento del circuito en variación de altura a la que podría operar, si refleja cambios en sus parámetros de funcionamiento, y con ello llegar a la relación estequiometria.

El combustible en la cantidad que se inyecta a más altura que sobre el nivel del mar varía, debido a que ingresa menos cantidad de aire al motor como se muestra en la siguiente gráfica.

Tabla 14. Combustible inyectado vs RPM



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.1.4 Análisis de trabajo del RPS (Rail pressure sensor – sensor de presión de riel)

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición del RPS, respecto a los datos del fabricante.

Resultado de medición:

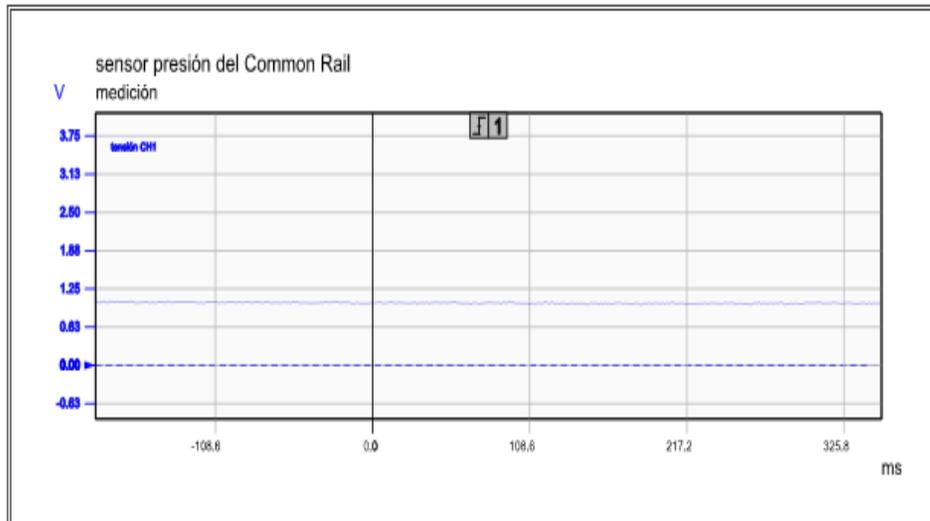


FIGURA 65. RPS, medición sensor de presión del riel común

Fuente: FSA 740 BOSCH
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Referencia de fabricante:

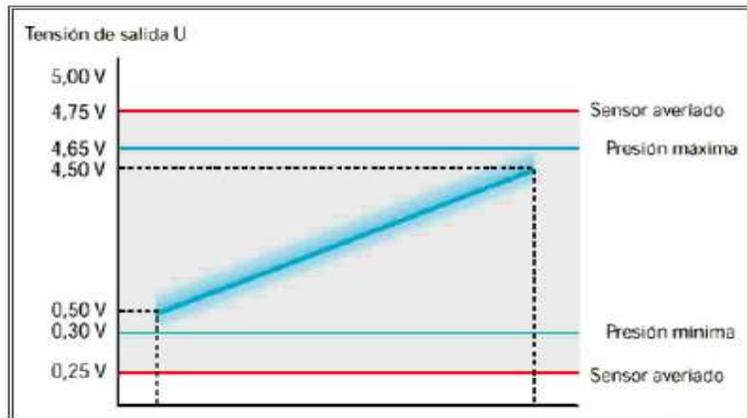
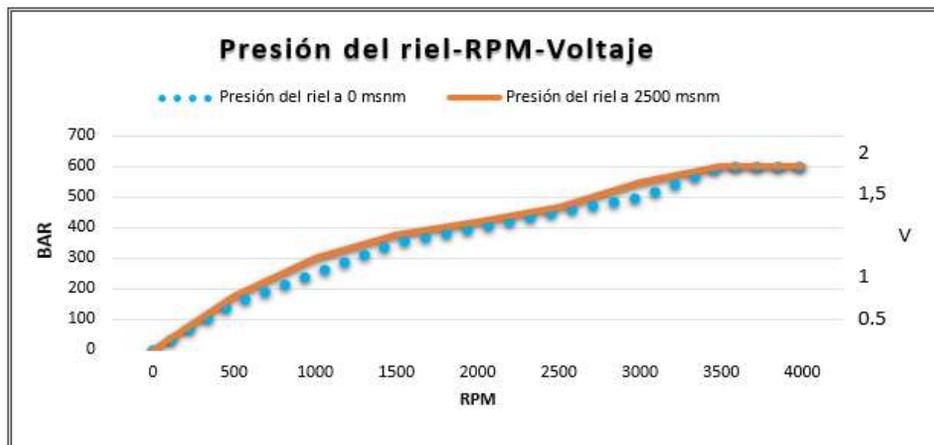


FIGURA 66. RPS, Referencia de fabricante
Fuente: Manual de reparación CRDI DELPHI
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Diagnóstico: El sensor RPS inspeccionado se encuentra dentro de los parámetros referenciales del fabricante, con una tensión de alimentación de 5 V. y una señal en el momento de la medición de 1,5 V a 55°C de temperatura. La comparativa de la señal tomada con nuestro equipo FSA, respecto a la del fabricante no existe diferencia, es decir, el funcionamiento del sistema de nuestro vehículo es correcto y sin variación. Sin embargo, podemos analizar en que el funcionamiento del circuito de este elemento en similar tanto en altura como a nivel del mar (240 bar) llegando hasta 590 bar de presión máxima como se muestra en la siguiente gráfica.

Tabla 15. Presión de riel-RPM-Volt



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.1.5 Análisis de trabajo del CKP (Cranckshaft position sensor – sensor de posición del cigüeñal)

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición del CKP, respecto a los datos del fabricante.

Resultado de medición:

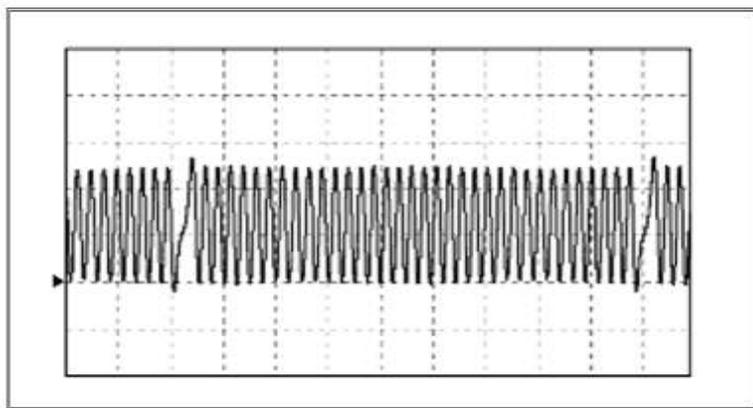


FIGURA 67. CKP, Sensor de posición del cigüeñal. Referencia

Fuente: FSA 740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Referencia del fabricante:

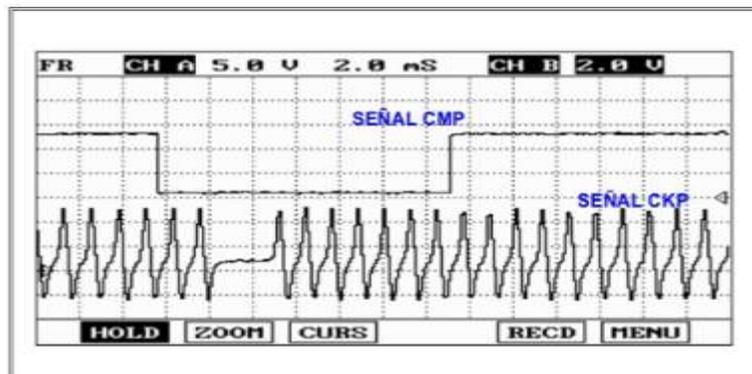


FIGURA 68. CMP, Ubicación

Fuente: FSA 740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Diagnóstico: Este sensor se encuentra dentro de los parámetros permisibles dados por el fabricante, con detalle descrito a continuación:

Se observa una señal alterna de frecuencia variable con las alteraciones de las RPM, sin cortes y sin deformaciones:

Voltaje de arranque: 1,7 V.

Voltaje de Ralenti: 3,7 V.

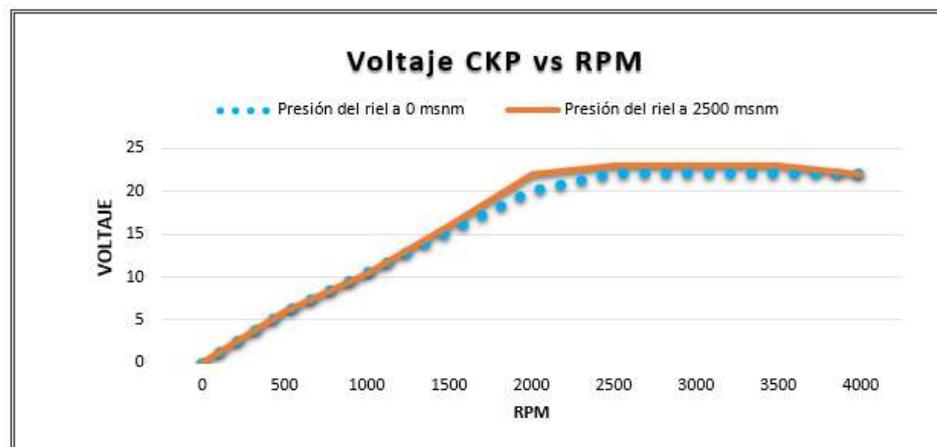
Voltaje a 2500 RPM: 7,5 V.

Este sensor es el encargado de informar a la computadora de la posición del cilindro uno para controlar la velocidad del motor y que la inyección de combustible como el retraso o adelanto de encendido sea exacto para el buen funcionamiento.

En la siguiente gráfica podemos apreciar el funcionamiento del sensor de posición del cigüeñal y poder apreciar como el voltaje que emite, tiene variación ascendente en relación a la subida de las RPM del motor, es decir, que a medida como van subiendo la velocidad del motor, sube el voltaje positivo de la señal del CKP también subirá.

Cabe indicar que de igual forma en los casos que los valores sean negativos, de igual forma como se señala en la parte superior a medida que las revoluciones suben, el valor de la información negativa descende para que la información enviada a la ECU sea uniforme y limpia para comparar con la señal positiva y las señales para el resto de sensores y actuadores sea precisa para el buen funcionamiento del motor.

Tabla 16. Voltaje CKP vs RPM



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.1.6 Análisis de trabajo del CMPS (Cramshaft position sensor – sensor de posición del árbol de levas)

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición del CMP, respecto a los datos del fabricante.

Resultados de medición:

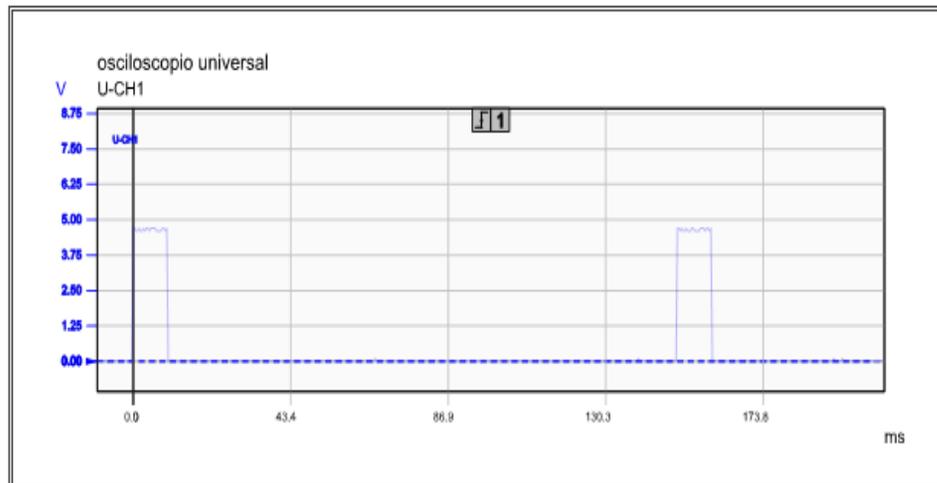


FIGURA 69. CMP, Sensor de posición del árbol de levas. Medición

Fuente: FSA 740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Referencia del fabricante:

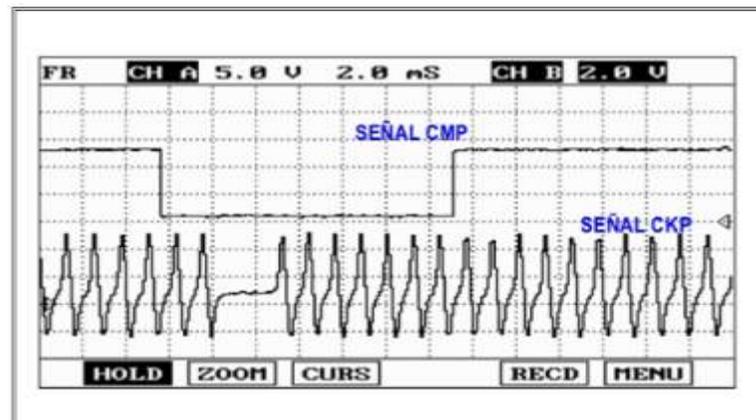


FIGURA 70. CMP, Sensor de posición del árbol de levas. Referencia

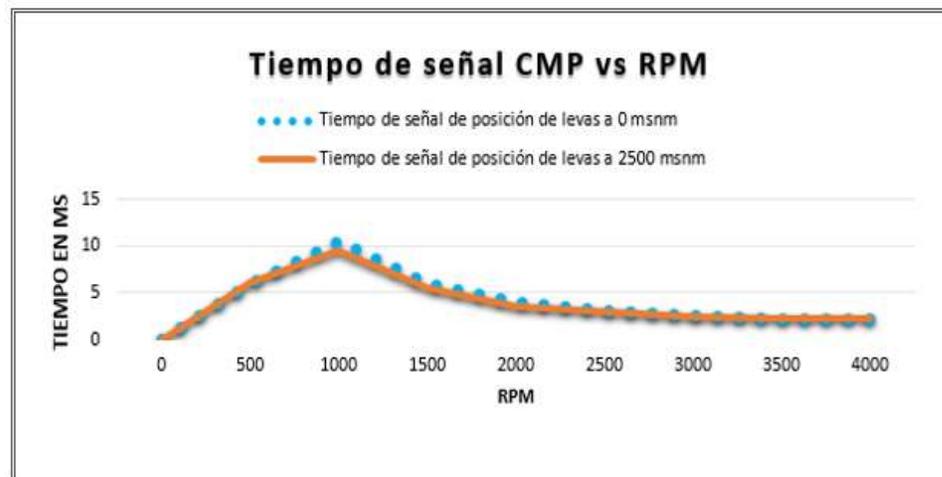
Fuente: FSA 740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Con una entrada referencial de 12 V y una tensión de alimentación de 5 V. generando la señal cuadrada de frecuencia variable necesaria para que la ECU pueda determinar el número de cilindro y momento de la inyección.

Este elemento puede ser electro inductivo como de efecto hall y su función es informar a la ECU sobre la posición del cilindro uno. La comparativa de la señal tomada con nuestro equipo FSA, respecto a la del fabricante no existe diferencia entre las mismas, es decir, el funcionamiento del sistema de nuestro vehículo es correcto y sin variación. Sin embargo, más profundamente podemos analizar en que el funcionamiento del circuito de este elemento en el que podemos ver que hasta los 1000 RPM el tiempo es ascendente hasta los 10 milisegundos, posterior a los 1000 RPM el tiempo de la señal se reduce a medida que las revoluciones suben hasta estar en una señal constante a partir de los 4000 RPM en adelante.

Tabla 17. Tiempo señal CMP vs RPM



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Cuando el pistón sube en el sentido del punto muerto superior, la posición del árbol de levas informa en que tiempo se encuentra el pistón, si está en tiempo de compresión o en tiempo de escape. Este sensor trabaja con el efecto hall al informar la posición del cigüeñal, un diente metálico está amarrado con el árbol y gira al mismo tiempo. A medida que este diente pasa frente al sensor, se genera un campo magnético

que desvía los electrones hacia unos discos semiconductores en ángulos rectos a la dirección que fluye la corriente.

3.1.7 Análisis de trabajo del TPS (Throttle position sensor – sensor de posición del acelerador)

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición del TPS, respecto a los datos del fabricante.

Resultados de medición:

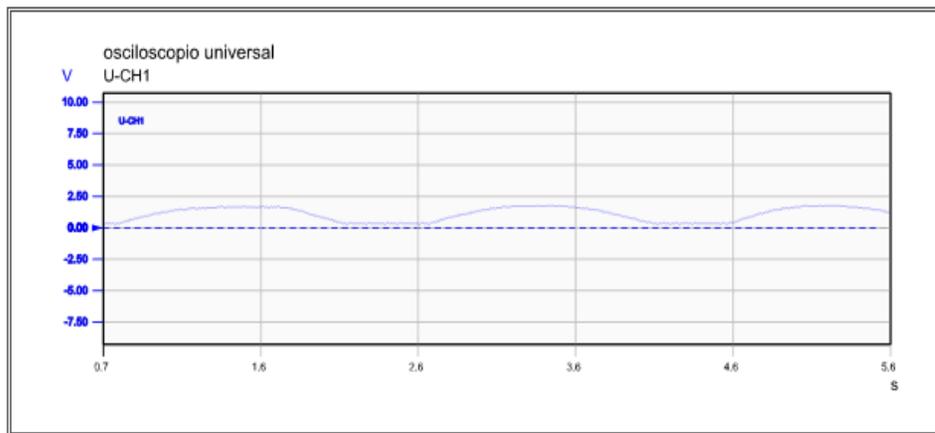


FIGURA 71. TPS, Sensor de posición del acelerador. Resultados

Fuente: FSA 740 Bosch

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

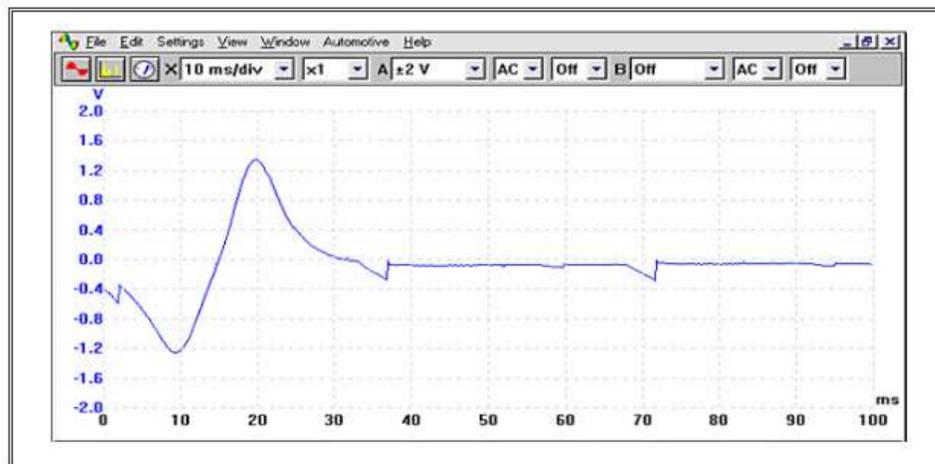


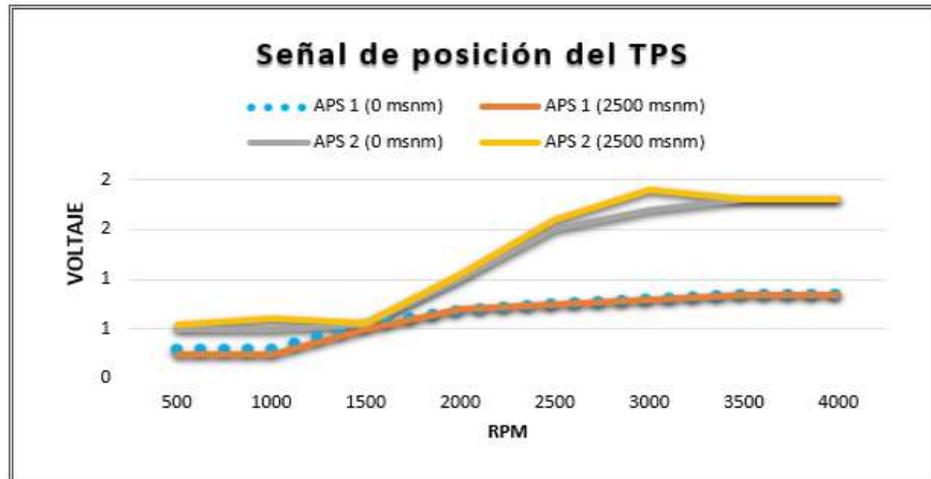
FIGURA 72. TPS, Sensor de posición del acelerador. Referencia

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Diagnóstico: Este sensor se encuentra dentro de los parámetros permisibles dados por el fabricante, con una tensión referencial de 10 V y una tensión de alimentación de 5 V. generando la señal lineal proporcional a la posición del acelerador.

Tabla 18. Tiempo señal CMP vs RPM



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
 Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Este elemento es una resistencia que emite una señal eléctrica en base al movimiento que se ejerce en el pedal del acelerador, función es informar a la ECU sobre la posición del pedal para determinar la carga o solicitud que el conductor necesita. La comparativa de la señal tomada con nuestro equipo FSA, respecto a la del fabricante no existe diferencia entre las mismas, es decir, el funcionamiento del sistema de nuestro vehículo es correcto y sin variación. Sin embargo, más profundamente podemos analizar en que el funcionamiento del circuito de este elemento tanto el APS 1 y APS 2 son diferentes en resultados voltaico respecto a las revoluciones por minuto del motor.

El APS (Sensor de posición de pedal de acelerador) 1 determina el volumen y el tiempo de la inyección durante la conducción, mientras que el APS 2 compara si la señal del sensor es correcta. Su mal funcionamiento reduce la potencia a un 50%.

3.1.8 Análisis de trabajo del ECT (Engine coolant temperature sensor – sensor de temperatura del refrigerante)

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición del ECT, respecto a los datos del fabricante.

Resultado de medición:

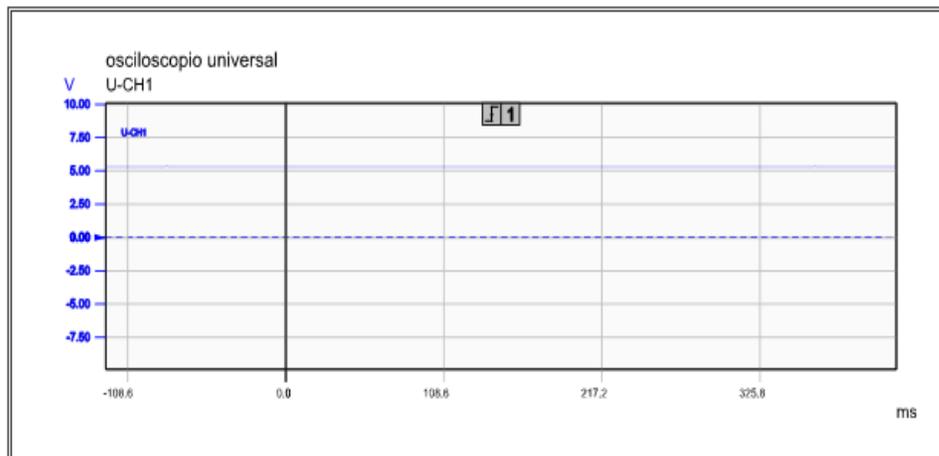


FIGURA 73. ECT, Sensor de temperatura del refrigerante. Señal

Fuente: FSA 740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Referencia del fabricante:

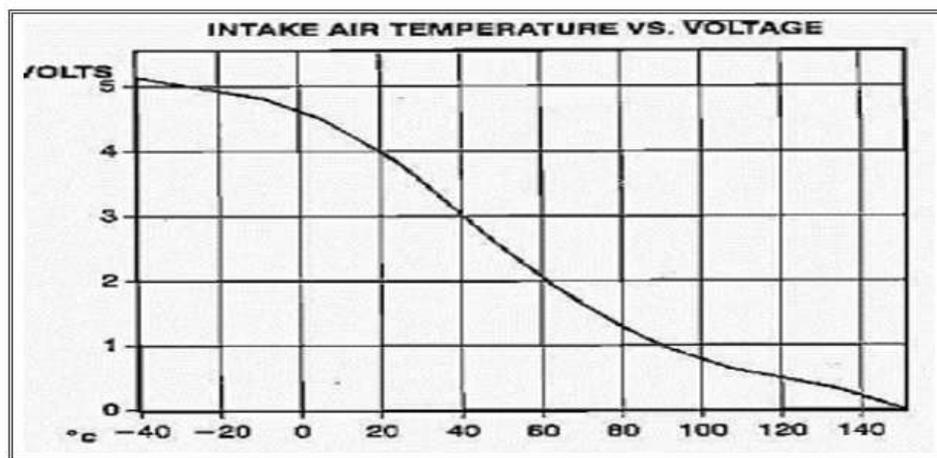


FIGURA 74. ECT, Referencia de señal del sensor de temperatura del refrigerante.

Fuente: FSA 740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Diagnóstico: Este sensor se encuentra dentro de los parámetros permisibles dados por el fabricante, con una entrada referencial de 5 V generando la señal lineal, disminuyendo la tensión a medida que aumenta la temperatura.

Relación:

10°C: 3,8V.

20°C: 3V.

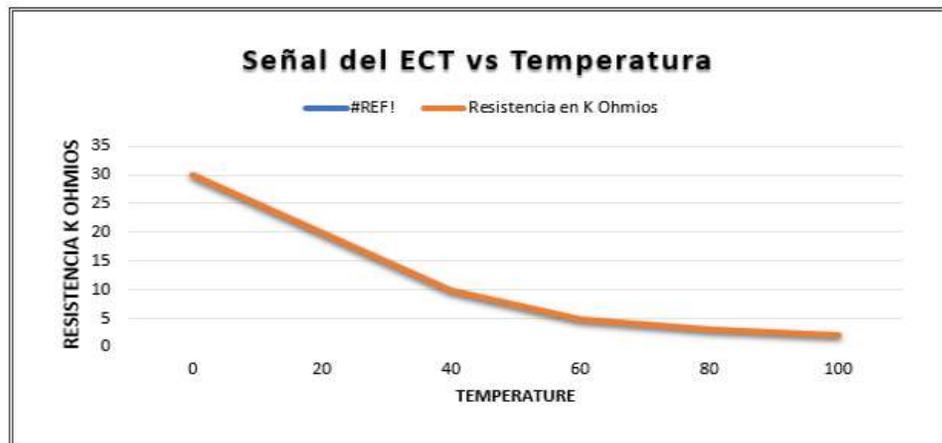
60°C: 1,4V.

80°C: 0,8V.

100°C: 0,4V.

Este elemento va alojado en las principales tuberías de refrigerante del motor, su función es detectar la variación de temperatura del refrigerante, y ese cambio de temperatura varía en voltaje que es enviado a la ECU en forma de señal, y con esto la unidad de control regula las emisiones, arranque en frío, y cuando el motor sobre calienta, el sistema enciende los electros ventiladores para proteger el motor de algún daño. La comparativa de la señal tomada con nuestro equipo FSA, respecto a la del fabricante no existe diferencia entre las mismas, es decir, el funcionamiento del sistema de nuestro vehículo es correcto y sin variación. Sin embargo, más profundamente podemos analizar en que el funcionamiento del circuito de este elemento, en frío la resistencia es alta, pero a medida que la temperatura aumenta, la resistencia baja hasta llegar a cero.

Tabla 19. Señal ECT vs Temperatura



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

La comparativa de la señal tomada con nuestro equipo FSA, respecto a la del fabricante no existe diferencia entre las mismas, es decir, el funcionamiento del sistema de nuestro vehículo es correcto.

El sensor es tipo NTC (Negative temperatura coefficient)

3.1.9 Análisis de trabajo del MAF (Mass air flow sensor – sensor de flujo másico del aire)

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición del MAF, respecto a los datos del fabricante.

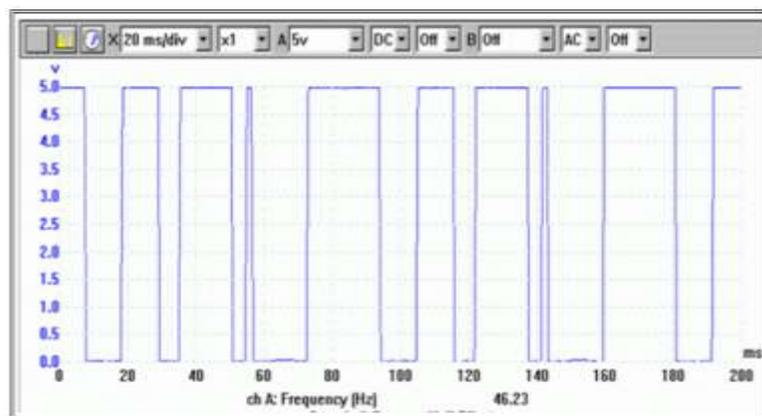


FIGURA 75. MAF Medición

Fuente: FSA740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Referencia del fabricante:

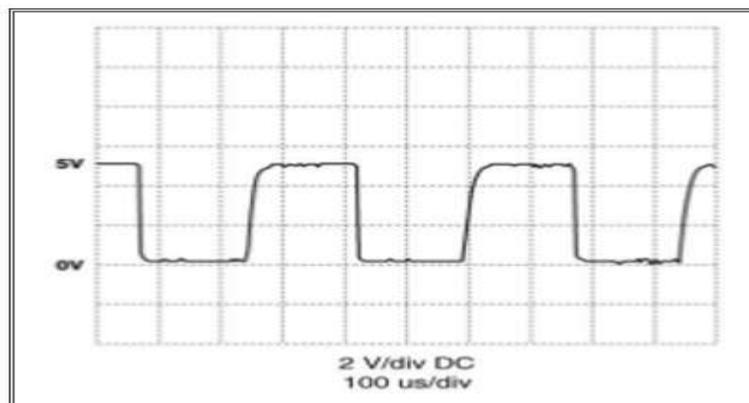


FIGURA 76. MAF parámetro de referencia

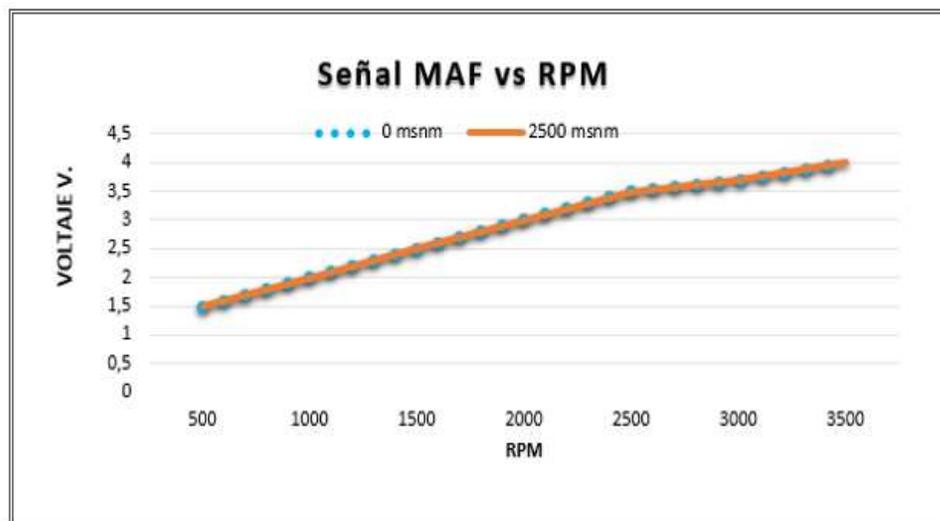
Fuente: Manual common rail

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Diagnóstico: Este sensor se encuentra dentro de los parámetros permisibles dados por el fabricante, con una entrada referencial de 12 V y una tensión de alimentación de 5 V. generando la señal cuadrada de frecuencia variable necesaria para que la ECU pueda determinar la inyección basada en la masa de aire que está ingresando.

La comparativa de la señal tomada con nuestro equipo FSA, respecto a la del fabricante no existe diferencia entre las mismas, es decir, el funcionamiento del sistema de nuestro vehículo es correcto y sin variación. Sin embargo, más profundamente podemos analizar en que el funcionamiento del circuito de este elemento, la señal del sensor es ascendente a medida que las revoluciones aumentan, es decir, cuando la velocidad o las RPM van en aumento, ingresa mayor cantidad de aire al motor, por tal motivo al motor tener más cantidad de aire ingresando, este elemento detectará ese flujo másico en mayor escala, lo que generará una señal o voltaje mayor que es enviado a la unidad de control, para que ella regule y abastezca la cantidad necesaria de combustible para que la combustión sea apropiada.

Tabla 20. Señal del MAF vs RPM



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

3.1.10 Análisis de trabajo del IATS (Intake air temperature sensor – sensor de temperatura de aire de entrada)

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición del IAT, respecto a los datos del fabricante.

Resultado de medición:

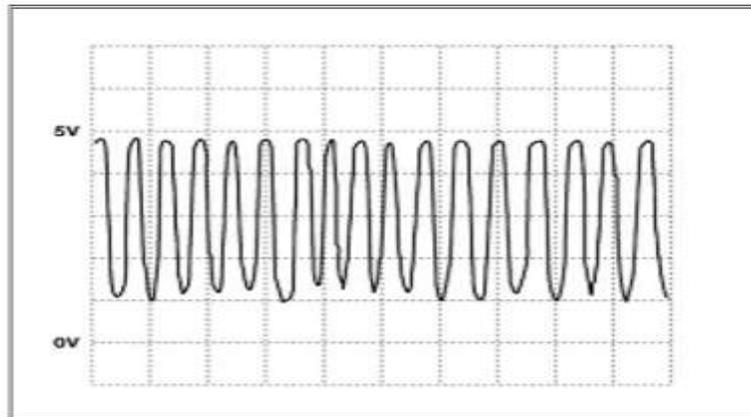


FIGURA 77. IAT resultado de Medición
Fuente: Manual common riel
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Referencia del fabricante:

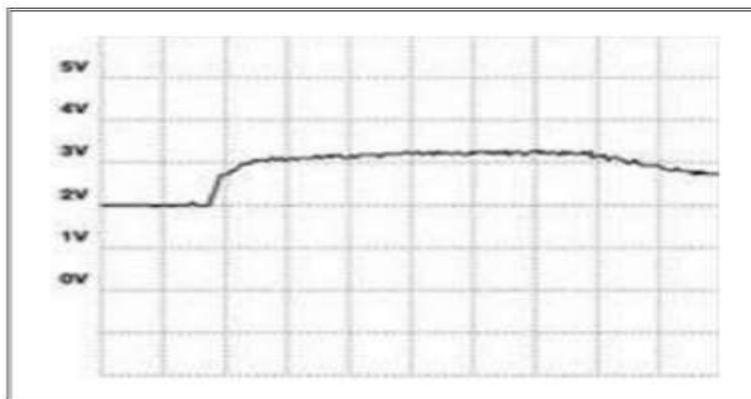
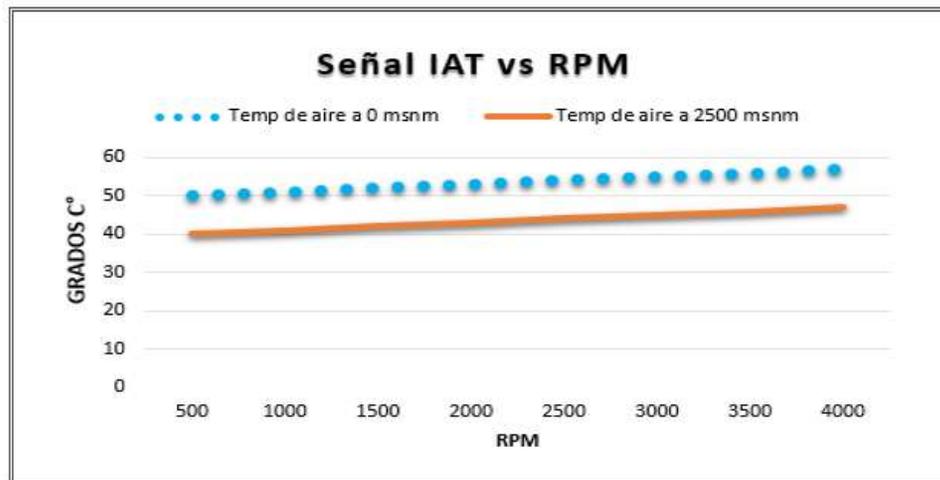


FIGURA 78. IAT referencia de fabricante
Fuente: Manual Kia grand carnibal
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Diagnóstico: Este sensor se encuentra dentro de los parámetros permisibles dados por el fabricante, con una tensión de alimentación de 5 V. generando la señal lineal que al acelerar se genera una subida de tensión proporcional a las revoluciones. Señal sin cortes ni deformaciones.

Tabla 21. IAT Vs RPM



Fuente: Manual Kia grand carnibal
Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

La comparativa de la señal tomada con nuestro equipo FSA, respecto a la del fabricante no existe diferencia entre las mismas, es decir, el funcionamiento del sistema de nuestro vehículo es correcto y sin variación. Sin embargo, más profundamente podemos analizar en que el funcionamiento del circuito de este elemento, la señal del sensor es ascendente respecto a las RPM del motor en cualquier altura donde se encuentre operando el vehículo, sin embargo podemos observar que si existe una pequeña variación en la señal en cambios de temperatura a cero y a 2500, podemos ver en el siguiente gráfico que a más de 2000 msnm la señal de temperatura de la IAT es superior a la señal que emite este elemento cuando se encuentra en operaciones a nivel del mar.

El trabajo de este sensor, es suministrar información a la unidad de control sobre la temperatura que está ingresando al motor, para determinar la alimentación de combustible que el vehículo requiere, y en qué momento se lo requiere. Su ubicación está en el mismo lugar que se encuentra el sensor MAF, en realidad está acoplado en el mismo conjunto, su principio de funcionamiento se basa en un hilo caliente que a medida que pasa el flujo de aire por este hilo, se genera una tensión debido al cambio de temperatura que al final se convierte en una señal voltaica que viaja a la ECU para que ella pueda regular la inyección.

3.1.11 Análisis de trabajo del KS (Knock sensor – sensor de golpeteo)

1. Comparativo de resultado de medición: A continuación, se detalla el comparativos del resultado obtenido de la medición del KS, respecto a los datos del fabricante.

Resultado de medición:

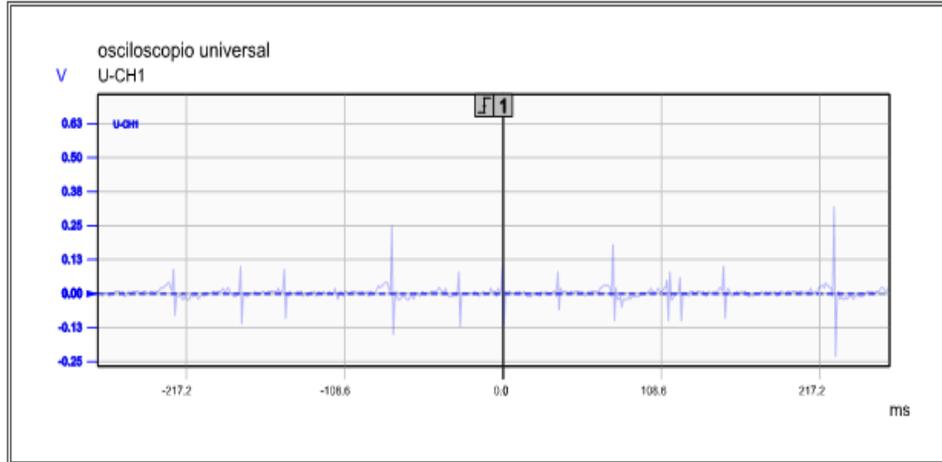
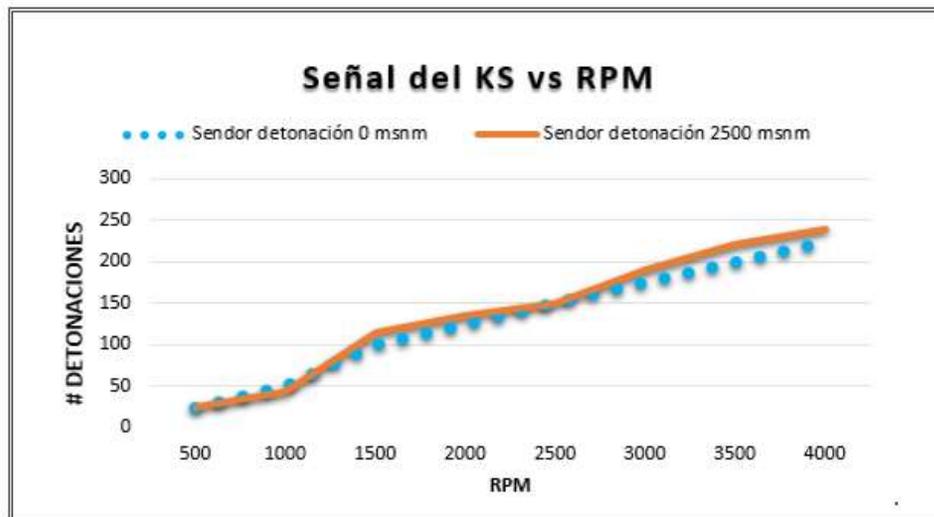


FIGURA 79. KS Medición

Fuente: FSA740

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

Tabla 22. Señal del IAT vs RPM



Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Editado por: Bayas Garzón Wilson Omar

La comparativa de la señal tomada con nuestro equipo FSA, respecto a la del fabricante no existe diferencia entre las mismas, es decir, el funcionamiento del sistema de nuestro vehículo es correcto y sin variación. Sin embargo, más profundamente podemos analizar en que el funcionamiento del circuito de este elemento, la señal del sensor es ascendente respecto a las RPM del motor. La señal del sensor de detonación es transformada en unidad numérica por la unidad de control, estos valores son mucho mayores en la altura que cuando se encuentra sobre el nivel del mar y van en aumento en conjunto con las RPM.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.1 Conclusiones:

Una de sus principales ventajas y por lo que fue diseñado el sistema de riel común, es que el suministro de combustible es regulado según la carga que tenga el motor de manera exacta, obteniendo una operación óptima y distinta a los sistemas convencionales, donde la presión de combustible es constante y por ende el suministro siempre es el mismo desperdiciando combustible a sobremanera innecesariamente. En resumen, el sistema de riel común está equipado de componentes básicos para tener el control del sistema en general y de esta forma abastecer de una mezcla estequiometría en la inyección, también se puede acotar que cada componente del sistema trabaja con pulsos y alimentación electrónica diferente e independiente a otro

El equipo FSA 740 que se utilizó para este trabajo, es un generador de señales que permite realizar pruebas de sensores incluyendo cables y conexiones incluso cuando estos están en funcionamiento.

El análisis y desarrollo de este trabajo, permite confirmar que el sistema CRDI analizado en este vehículo, se encuentra dentro de parámetros permisibles de funcionamiento según fabricante.

4.1.2 Recomendaciones.

Es importante aclarar que cualquier tipo de intervención que se realice en alguno de los componentes de este sistema, deben ser realizados por personal calificado, ya que estos influyen directamente en la cantidad de combustible que ingrese a la cámara de combustión, es decir, que si uno de los elementos presenta anomalía debe ser reemplazado por otro nuevo.

Siempre debemos tener en cuenta la peligrosidad de la manipulación de cualquier combustible, así este sea de alta inflamación como el diésel, puede ocasionar eventos como incendios y quemaduras graves. Para evitar, se debe manipular en lugares abiertos y evitar el manejo de llamas cerca del combustible, además de hacer usos de elementos de protección personal.

Se recomienda realizar los mantenimientos según indicaciones del fabricante, este sistema no se debe regular debido a que está diseñado para ser autor regulable, considerando los pasos a realizar según el manual del vehículo.

BIBLIOGRAFÍA

- 24Hs, C. (2004). *Ondas*. Madrid,: Colegio 24Hs.
- Bernard. (1983). *Circuitos Electrónicos y sus aplicaciones*. . McGraw-Hill Interamericana.
- Bosch. (2009). *Manual de la técnica del automovil*. Barcelona: Reverte S.A.
- Crouse, W. (2008). *Mecanica del Automovil*. Barcelona: McGraw-Hill .
- del Castillo, Á. (2008). *18 Axiomas Fundamentales de la Investigación de Mercados*. La Coruña: Netbiblo.
- DELPHI. (2009). *Manual de la técnica del automóvil*. Barcelona: Reverte S.A.
- Perez, M. (2008). *Automotive Mechanics*. Malaga: Marcombo.
- Srinivasan, S. (2008). *Automotive Mechanics* . New Dheli: Tata McGraw-Hill Education

ANEXOS

HOJA DE TRABAJO PARA EL PROYECTO DE TESIS.

Estudiante:
BAYAS GARZÓN WILSON OMAR

Tema:
"ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DEL MOTOR J3 DEL HYUNDAI TERRACAN GL EX CRDI A TRAVÉS DEL EQUIPO BOSCH FSA 740"

Escuela:
Mecánica automotriz.

Objetivo general:
Desarrollar un trabajo de interpretación, diagnósticos y resolución de daños que pueda presentar el sistema de inyección CRDI del motor Hyundai serie J3 con el equipo FSA 740, para mejorar las capacidades y habilidades técnicas de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, en el año 2017

Objetivos específicos:

- ✓ Verificar las condiciones de uso del equipo de análisis de sistemas Bosch FSA 740 que se utilizarán para el desarrollo del trabajo.
- ✓ Identificar los componentes y parámetros de funcionamiento de un sistema de inyección CRDI del motor Hyundai serie J3.

Presupuesto

PRESUPUESTO DE GASTOS	
GASTOS	PRECIO
Sensores y actuadores	\$ 800,00
Módulo ECM	\$ 400,00
Pinzas de medición	\$ 200,00
Suministros	\$ 200,00
Movilización	\$ 300,00
Documentación	\$ 300,00
TOTAL	\$ 1.800,00

FIGURA 80. Hoja de trabajo del proyecto de tesis

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Autor: Bayas Garzón Wilson Omar

PROYECTO DE TITULACIÓN UIDE				Fecha: 06.03.2017											
Título	CRONOGRAMA DE TRABAJO	Tabla: 3	Responsable: Bayas Garzón Wilson Omar												
Temas	Responsable	Plan	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic			
Entrega de diseño de tesis	O. BAYAS	Forecast	█												
Asignación de tutor	O. BAYAS	Forecast	█												
Desarrollo del cap. 1	O. BAYAS	Forecast	█	█											
Definición y ubicación del problema	O. BAYAS	Forecast		█											
Formulación y sistematización del problema	O. BAYAS	Forecast		█											
Objetivos y alcance de la investigación	O. BAYAS	Forecast		█											
Justificación e importancia de la investigación	O. BAYAS	Forecast		█											
Hipótesis	O. BAYAS	Forecast			█										
Marco referencial y metodológico	O. BAYAS	Forecast			█										
Desarrollo del cap. 2	O. BAYAS	Forecast			█										
Marco teórico	O. BAYAS	Forecast			█										
Funcionamiento del equipo de diagnóstico FSA	O. BAYAS	Forecast				█									
Desarrollo del cap. 3	O. BAYAS	Forecast				█									
Pruebas y diagnósticos	O. BAYAS	Forecast				█									
Resultados de medición	O. BAYAS	Forecast					█								
Desarrollo del cap. 4	O. BAYAS	Forecast					█								
Análisis de resultados	O. BAYAS	Forecast					█								
Comparaciones	O. BAYAS	Forecast						█							
Desarrollo del cap. 5	O. BAYAS	Forecast						█							
Conclusiones y recomendaciones	O. BAYAS	Forecast							█						
Entrega del borrador de tesis	O. BAYAS	Forecast								█					
Corrección del borrador de tesis	O. BAYAS	Forecast									█				

FIGURA 81. Cronograma de trabajo del proyecto de tesis

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Autor: Bayas Garzón Wilson Omar



FIGURA 82. Motor J3 de Hyundai terracan 2.9 CRDI utilizado en el proyecto

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Autor: Bayas Garzón Wilson Omar



FIGURA 83. Equipo de diagnóstico FSA 740 BOSCH utilizado en el proyecto

Fuente: Bayas Garzón Wilson Omar

Autor: Bayas Garzón Wilson Omar