



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA:
SIMULACIÓN DEL SISTEMA COMMON RAIL EN UN TABLERO
DIDÁCTICO

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

AUTORES:
LEMA VEGA FAUSTO DAVID
LÓPEZ SOLANO JOSÉ LUIS

DIRECTOR: MSc. CARLOS MAFLA

IBARRA 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de texto completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002874624
APELLIDOS Y NOMBRES:	Lema Vega Fausto David
DIRECCIÓN:	Otavalo
EMAIL:	davidcrafs@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:690-708	TELÉFONO MÓVIL: 0995663528
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401660469
APELLIDOS Y NOMBRES:	López Solano José Luis
DIRECCIÓN:	San Gabriel
EMAIL:	lui0510@outlook.com
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:0987296039

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Simulación del sistema common rail en un tablero didáctico
AUTORES:	David Lema- Luis López
FECHA:	02/15/2016
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR/DIRECTOR	MSc. Carlos Mafla

2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

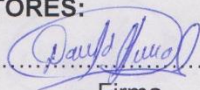
Yo, **Lema Vega Fausto David** con cédula de identidad Nro. **1002874624**, y **López Solano José Luis** con cédula de identidad Nro. **0401660469** en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3.- CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de febrero del 2016

AUTORES:



Firma

Lema Vega Fausto David
Nombre

C.C.1002874624



Firma

López Solano José Luis
Nombre

C.C. 0401660469

CECIÓN DE DERECHOS

iv



CECIÓN DE DERECHOS

DE AUTOR DEL TRABAJO

DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Lema Vega Fausto David** con cédula de identidad Nro. **1002874624**, y **López Solano José Luis** con cédula de identidad Nro. **0401660469**, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **SIMULACIÓN DEL SISTEMA COMMON RAIL EN UN TABLERO DIDÁCTICO**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Técnica del Norte quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Lema Vega Fausto David

Nombre

C.C.1002874624

Firma

López Solano José Luis

Nombre

C.C. 0401660469

Ibarra, a los 15 días del mes de Febrero de 2016

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

iv

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Este presente trabajo se lo dedico a mi Dios, quien me guió por el camino del

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología.

Para mis padres José y Mercedes por su apoyo incondicional, por los consejos que me supieron dar a seguir adelante ante cualquier situación, por ayudarme con los recursos necesarios para

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de trabajo cuyo título es "SIMULACIÓN DEL SISTEMA COMMON RAIL EN UN TABLERO DIDÁCTICO" presentado por los señores: **Lema Vega Fausto David** con número de cédula **100287462-4** y **López Solano José Luis** con número de cédula **040166046-9**, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

Es todo cuanto puedo certificar por ser justo y legal.

A mis hermanos Víctor, Edgar, Janeth, Patricia, Carlos, Anibal, Rubén, que

Atentamente

MSc. Carlos Mafla

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

López Solano José Luis

DEDICATORIA

Este presente trabajo se lo dedicado a mi Dios, quien me guió por el camino del bien, por darme las fuerzas para seguir adelante y no decaer en las dificultades que se presentaba a lo largo de mi vida, enseñándome afrontar las adversidades de la vida con responsabilidad y humildad.

Para mis padres José y Mercedes por su apoyo incondicional, por los consejos que me supieron dar a seguir adelante ante cualquier situación, por ayudarme con los recursos necesarios para los estudios. A ellos les debo todo lo que soy como persona. A mis hermanos y hermanas que siempre estuvieron presentes, acompañándome para poder realizar mis objetivos y también a mis familiares y amigos que de una u otra manera siempre me brindaron su apoyo.

Lema Vega Fausto David

Este trabajo va dedicado a todas las personas que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo , de manera especial a mis padres José Luis López y María Solano, que durante todas la etapas de mi vida se preocuparon por mi bienestar, guiándome por el camino del bien e inculcándome los buenos valores, brindándome todo su cariño y amor para ser una persona con éxitos.

A mis hermanos Víctor, Edgar, Janeth, Patricia, Carlos, Aníbal, Rubén, que siempre me apoyaron y estuvieron cerca de mí para brindarme su ayuda en los momentos más difíciles

A Alexandra Chiles por todo ese cariño, comprensión y amor, me ha demostrado ser una mujer estupenda, inteligente, afectuosa.

A mis familiares y amigos que siempre me apoyaron, dando ánimos en los buenos y malos momentos, fortaleciendo ese vínculo de amistad.

López Solano José Luis

AGRADECIMIENTO

A Dios creador de todas las cosas del mundo, quien nos guía y brinda protección todos los días de nuestras vidas.

A la Universidad Técnica del Norte por habernos brindado la oportunidad de formarnos como profesionales, como personas entes y capaces de salir adelante ante cualquier adversidad en la vida.

A todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz por compartir todos sus conocimientos desinteresadamente y de manera especial a nuestro tutor, por habernos ayudado a culminar este trabajo de investigación.

Lema Vega Fausto David

López Solano José Luis

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN.....	i
CECIÓN DE DERECHOS.....	iii
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	1
1.3 Formulación del Problema	2
1.4 Delimitación del Problema	2
1.4.1 Delimitación Temporal.	2
1.4.2 Delimitación Espacial.....	2
1.5 Objetivos.....	2
1.5.1 Objetivo General.....	2
1.5.2 Objetivos Específicos.....	2
1.6 Justificación	3
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Sistema Common Rail	4

2.2 Estructura del sistema	5
2.3 Sensores del Sistema Common Rail	6
2.3.1 Sensor de revolución del cigüeñal (CKP).	6
2.3.2 Sensor de revoluciones del arbol de levas (CMP).	7
2.3.3 Sensor del pedal del acelerador (APP).....	7
2.3.4 Sensor de presión del rail (FRP).....	8
2.3.5 Sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT)	9
2.3.6 Sensor masa de aire (MAF).....	9
2.4 Unidad electrónica de control (ECU).....	10
2.5 Inyectores elctronicos	10
2.6 Rail o acumulador de presión	11
2.7 Válvula reguladora de presión	12
2.8 Bomba de inyección de alta presión	12
2.9 Glosario de Términos	14
CAPÍTULO III	15
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.1 Tipo de Investigación	15
3.1.1 Investigación Bibliográfica	15
3.1.2 Investigación Tecnológica.....	15
3.2 Métodos	15
3.2.1 Recolección de información.....	15
3.2.2 Método Analítico	15
3.2.3 Método Sintético	15
3.3 Técnicas e Instrumentación	15
3.3.1 La entrevista	16
3.3.2 La observación.....	16
3.3.3 Instrumentos	16

CAPÍTULO IV	17
4. PROPUESTA	17
4.1 Fundamentación Tecnológica	17
4.2 Sensores del sistema Common Rail	18
4.2.1 Sensor de revoluciones del cigüeñal (CKP).....	18
4.2.2 Sensor de posición del árbol de levas	24
4.2.3 Sensor de posición del pedal del acelerador (APP).....	29
4.2.4 Sensor de presión del rail	35
4.2.6 Sensor MAF con IAT.....	46
4.2.7 Sensor de presión absoluta de la admisión (MAP).	54
4.2.8 Sensor de temperatura de combustible (EFT)	59
4.3 Actuadores Sistema Common Rail	64
4.3.1 Electroinyectore	64
4.3.2 Válvula Reguladora de presión del combustible.	68
4.3.3 Válvula solenoide de vacío	72
4.3.4 Unidad Electrónica de Control (ECU)	77
CAPÍTULO V	82
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
5.1. Conclusiones	82
5.2. Recomendaciones	82
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	86

Índice de figuras

Figura 1. Sistema de inyección Common Rail	4
Figura 2. Sistema de baja presión Common Rail	5
Figura 3. Sistema de alta presión Common Rail	6
Figura 4. Sensor de revolucione del cigüeñal.....	7
Figura 5. Sensor de posición árbol de levas.....	7
Figura 6. Sensor del pedal del acelerador.....	8
Figura 7. Sensor de presión de rail	8
Figura 8. Sensor de temperatura.....	9
Figura 9. Sensor masa de aire	10
Figura 10. Unidad electrónica de Control	10
Figura 11. Inyector diésel	11
Figura 12. Acumulador de Presión	11
Figura 13. Válvula de presión.....	12
Figura 14. Bomba de alta presión	13
Figura 15. Sensor CKP	18
Figura 16. Ubicación sensor CKP	18
Figura 17. Vista del sensor y conector del CKP	19
Figura 18. Circuito del sensor CKP	19
Figura 19. Voltaje de alimentación y señal del CKP	20
Figura 20. Señal de frecuencia del CKP.....	20
Figura 21. Voltajes del sensor CKP.....	21
Figura 22. Gráfica del sensor CKP.....	22
Figura 23. Sensor CMP	24
Figura 24. Ubicación del CMP	24
Figura 25. Vista del sensor y conector del CMP.....	25
Figura 26. Circuito del sensor CMP	25
Figura 27. Voltaje de alimentación y señal del CMP	26
Figura 28. Señal de frecuencia del CMP	26
Figura 29. Voltajes del sensor CMP	27
Figura 30. Gráfica del sensor CMP.	28
Figura 31. Sensor pedal de aceleración	29
Figura 32. Ubicación del sensor pedal de acelerador	29

Figura 33. Vista del sensor y conector del APP	30
Figura 34. Circuito del sensor pedal del acelerador	31
Figura 35. Voltajes de alimentación y señal del APP	31
Figura 36. Voltaje de señal del APP	32
Figura 37. Voltajes del sensor APP	32
Figura 38. Gráfica del sensor pedal del acelerador	33
Figura 39. Sensor presión de rail	35
Figura 40. Ubicación sensor presión de rail	35
Figura 41. Vista del sensor y conector del FRP	36
Figura 42. Circuito del sensor presión de rail	36
Figura 43. Voltajes de alimentación y señal del FRP	37
Figura 44. Voltaje de señal del FRP	37
Figura 45. Voltajes del sensor FRP	38
Figura 46: Curva del sensor presión de rail.....	39
Figura 47. Sensor temperatura del motor.....	40
Figura 48. Ubicación del sensor de temperatura.....	41
Figura 49. Vista del sensor y conector del ECT	41
Figura 50. Circuito sensor de temperatura del motor.	42
Figura 51. Voltaje de alimentación y señal del ECT	42
Figura 52. Voltaje de señal del ECT	43
Figura 53. Voltajes del sensor ECT	44
Figura 54. Curva del sensor temperatura el motor	44
Figura 55. Sensor MAF.	46
Figura 56. Ubicación sensor MAF	46
Figura 57. Vista del sensor y conector del MAF	47
Figura 58. Circuito sensor MAF	48
Figura 59. Voltaje de alimentación y señal del MAF.....	48
Figura 60. Voltaje de señal del MAF	49
Figura 61. Voltajes del sensor MAF.	49
Figura 62. Voltaje de alimentación y señal del IAT.....	50
Figura 63. Voltajes del sensor IAT	51
Figura 64. Curva del sensor MAF.....	51
Figura 65. Curva del señor IAT	52
Figura 66. Sensor MAP	54

Figura 67.Ubicación del sensor MAP.	54
Figura 68.Vista del sensor y conector del MAP.....	55
Figura 69.Circuito del sensor MAP	55
Figura 70.Voltajes de alimentación y señal del MAP.....	56
Figura 71. Voltaje de señal del MAP	56
Figura 72. Voltajes del sensor MAP	57
Figura 73. Curva del Sensor MAP.....	58
Figura 74.Ubicación sensor EFT.....	59
Figura 75.Vista del conector EFT	60
Figura 76.Circuito del sensor EFT	60
Figura 77.Voltajes del sensor EFT	61
Figura 78. Voltajes del sensor EFT	62
Figura 79.Curva del sensor EFT	62
Figura 80. Electro inyectores.....	64
Figura 81.conector del inyector	65
Figura 82. Voltaje del inyector	65
Figura 83.Resistencia del inyector	66
Figura 84. Curva del Inyector	67
Figura 85.Válvula reguladora de presión.....	68
Figura 86.Conector de la válvula de presión	69
Figura 87.Voltajes de la válvula de presión.....	69
Figura 88.Voltajes de la válvula de presión	70
Figura 89. Voltajes de la válvula reguladora de presión.....	71
Figura 90. Curva de la Válvula reguladora de presión	71
Figura 91.Sistema EGR.....	73
Figura 92. Voltajes de la EGR	75
Figura 93. Curvas de la Válvula solenoide de vacío.....	76
Figura 94. ECU.....	77
Figura 95.Ubicación de la ECU	77
Figura 96. Conectores de la ECU.....	78
Figura 97. Pines del conector 1 de la ECU.....	79
Figura 98. Pines del conector 2 de la ECU.....	79
Figura 99. Medición de continuidad.....	79

Índice de tablas

Tabla 1. Datos técnicos del motor CRDi Mazda BT-50	17
Tabla 2. Parámetros de Funcionamiento del CKP	19
Tabla 3. Información del CKP	19
Tabla 4. Voltajes, frecuencia y resistencia del CKP	21
Tabla 5. Parámetros de Funcionamiento del CMP	25
Tabla 6. Información del CMP	25
Tabla 7. Voltajes y frecuencia del sensor CMP	27
Tabla 8. Parámetros de funcionamiento del sensor pedal del acelerador.	30
Tabla 9. Información del sensor pedal de acelerador.....	30
Tabla 10. Voltajes del sensor pedal del acelerador.....	32
Tabla 11. Diagnóstico con scanner del sensor pedal del acelerador	34
Tabla 12. Parámetros de funcionamiento del sensor presión de rail.....	36
Tabla 13. Información del Sensor de Presión del Rail.....	36
Tabla 14. Voltajes y resistencia del sensor presión de rail.....	38
Tabla 15. Parámetros de funcionamiento sensor temperatura del motor. .	41
Tabla 16. Información sensor temperatura del motor.....	42
Tabla 17. Voltajes del sensor de temperatura del motor.	43
Tabla 18. Parámetros de funcionamiento sensor MAF	47
Tabla 19. Información del sensor MAF	47
Tabla 20. Voltajes del sensor MAF	49
Tabla 21. Voltajes del IAT	50
Tabla 22. Parámetros de funcionamiento óptimo	54
Tabla 23. Información del MAP	55
Tabla 24. Voltajes del MAP	57
Tabla 25. Parámetros de Funcionamiento del EFT	60
Tabla 26. Información del EFT	60
Tabla 27. Mediciones de EFT.....	61
Tabla 28. Parámetros de Funcionamiento del inyector	64
Tabla 29. Información del inyector	65
Tabla 30. Voltajes del inyector	66
Tabla 31. Parámetros de funcionamiento de la válvula de presión	68
Tabla 32. Información de la válvula reguladora de presión.	69

Tabla 33. Mediciones de la válvula reguladora de presión.....	70
Tabla 34. Parámetros de Funcionamiento de la válvula de vacío	73
Tabla 35. Información de la válvula solenoide de vacío	73
Tabla 36. Voltajes de la válvula EGR	75
Tabla 37. Continuidad entre ECU y sensores	80
Tabla 38. Continuidad entre ECU y actuadores	81

RESUMEN

El objetivo del proyecto es realizar la simulación de fallas de los sensores del Sistema Common Rail en un motor didáctico Mazda BT-50, analizar el comportamiento antes y después de simular una falla a cada uno de los sensores. La simulación se realizó ubicando un interruptor en el cable de señal de cada sensor, logrando que la señal de voltaje no llegue hacia la ECU, provocando una falla en el funcionamiento del motor. La medición y comprobación de los sensores se realizó mediante los equipos de diagnóstico automotriz tales como: Scanner, osciloscopio y multímetro para verificar el estado del sistema electrónico: Con el multímetro se comprobó los voltajes en los cables de señal, masa y alimentación de los sensores tanto en contacto como a diferentes revoluciones del motor, de acuerdo a las especificaciones técnicas, además se lo utilizó en la comprobación de continuidad entre los pines de la ECU y los sensores, los datos obtenidos se los ordenó en diferentes tablas, para posteriormente plasmarlos en diagramas que mejorarán la interpretación de los resultados. Con el osciloscopio se observó las curvas características de los sensores para luego realizar el respectivo análisis e interpretación de las mismas y con el scanner se efectuó un autodiagnóstico del motor en contacto y en funcionamiento, después se lo empleó para obtener el código de fallas, realizando un corte en la señal de voltaje en los sensores durante el funcionamiento del motor.

ABSTRACT

The aim of the project is the simulations of the common rail system sensors to analyze in a didactic engine Mazda BT -50. Analyze the behavior of the engine simulating for each sensor. The simulation was performed by placing a switch on the signal wire from each sensor, making the voltage signal does not reach to the ECU, causing damage to the engine operation. Measurement and testing of the sensors was performed by automotive diagnostic equipment such as: Scanner, oscilloscope and multimeter to check the status of the electronic system. With the multimeter was checked in the signal wire , power and ground sensor contact both as different engine speed, according to the technical specifications, in addition it was used in checking continuity between pins of the ECU and sensors, the data was ordained in different tables , and later translate them into charts that will improve the interpretation of results. With the oscilloscope characteristic curves observed sensors then make the respective analysis and interpretation of the same and the scanner engine self-diagnosis and working contact was made, and then used it to get the code of failure, making a cut in the signal voltage sensors during engine operation.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este trabajo tiene como propósito analizar e interpretar las averías en un motor diésel CRDi, mediante equipos de diagnóstico automotriz, donde se podrá conocer directamente el sistema electrónico del motor, cuya información y desarrollo se encuentran en las páginas siguientes.

En el Problema de Investigación, se tiene los objetivos, la delimitación de investigación y la justificación del porque se realiza la Simulación de Fallas de los Sensores del Sistema Common Rail.

Dentro del marco teórico se encuentra la información acerca del Sistema Common Rail, su funcionamiento, la estructura del sistema, sus partes como son los sensores, actuadores y la ECU.

La metodología de investigación, menciona los tipos de investigación que se utilizaron para la elaboración de una maqueta de un motor CRDi y la simulación de falla en los sensores mediante la recopilación de información en libros, catálogos e internet.

El desarrollo de la propuesta comprende las mediciones y comprobaciones de los sensores, actuadores con los equipos de diagnóstico automotriz, además la interpretación y análisis de resultados en el comportamiento del motor al realizar las simulaciones de fallas del sistema common rail.

Por último se encontrará una crítica técnica sobre las fallas que suscitan en un motor y la adecuada utilización de los equipos de diagnóstico automotriz, siendo estas ideas plasmadas en conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

(Meganeboy, 2004) El sistema Common Rail apareció en 1986 con el primer automóvil diésel TDI de inyección directa del mundo. Este tipo de motores tenía una mayor eficiencia de combustión, menor consumo de combustible que adoptaron posteriormente otros fabricantes automotrices. El problema de estos motores era el alto nivel de ruido, a bajo régimen, lo que determinó la búsqueda de un sistema de inyección más avanzado y que fue denominado Unijet.

A fines del siglo XX apareció en el mercado el sistema JDT, con un turbo diésel, reduciendo así el ruido excesivo, prestaciones y bajo consumo de combustible con ello se abrió paso al estudio denominado el Multijet, que evolucionó el principio del Sistema Common Rail aprovechando el control electrónico de los inyectores para efectuar, durante cada ciclo del motor, un número mayor de inyecciones respecto a las dos del Unijet.

El Multijet permite realizar una serie de inyecciones muy próximas entre sí dicho proceso de inyección, asegura un control más preciso de las presiones y de las temperaturas desarrolladas en la cámara de combustión y un mayor aprovechamiento del aire introducido en los cilindros.

1.2 Planteamiento del Problema

Con el avance de la tecnología, el sistema "Common Rail" ha evolucionado y mejorado en los últimos años. En la actualidad los automóviles a diésel tienen este sistema, por tal razón es necesario conocer y estar a la par con las nuevas tecnologías para brindar un buen mantenimiento. La carrera de Ingeniería En Mantenimiento Automotriz tiene como propósito investigar y elaborar fuentes de información didáctica del sistema Common Rail.

Por tal motivo se ha visto la necesidad de implementar un motor didáctico Mazda BT-50 diésel para que los futuros profesionales puedan realizar sus practicas de taller y además desenvolverse en cualquier ámbito profesional.

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo simular fallas de los sensores del Sistema Common Rail en un motor CRDi?

1.4 Delimitación del Problema

1.4.1 Delimitación Temporal.

Este proyecto se desarrollará en la ciudad de Ibarra, desde el mes de marzo del 2014 hasta abril del 2016.

1.4.2 Delimitación Espacial.

Este proyecto se desarrollará en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, ubicados en la ciudad de Ibarra.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General.

Simular el sistema Common Rail en un tablero didáctico

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Realizar un estudio bibliográfico acerca del Sistema Common Rail.
- Medir los parámetros de funcionamiento de los sensores y actuadores utilizando el scanner, osciloscopio, multímetro.
- Simular fallas en los sensores del motor.
- Analizar el comportamiento del motor luego de realizar la simulación de falla a cada sensor.

1.6 Justificación

Este proyecto de grado se realizó, con la finalidad de observar e interpretar el funcionamiento de un motor diesel CRDi al realizar la simulación de fallas en los sensores, aplicando los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en las materias de diagnóstico automotriz y motores diésel, en donde se podrá determinar los distintos tipos de sensores, su ubicación y el funcionamiento de cada uno de ellos.

Además esta investigación tiene como propósito crear información acerca de este nuevo sistema automotriz que en la actualidad la mayoría de los vehículos diesel lo tienen incorporado. Por tal motivo esta investigación tiene la finalidad de brindar una ayuda pedagógica en la formación de los futuros profesionales que deben estar a nivel con los nuevos avances tecnológicos para poder brindar mano de obra calificada en este tipo de sistema.

También este proyecto, servirá como material didáctico, para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz puedan reforzar sus conocimientos teóricos y prácticos acerca del funcionamiento del sistema Common Rail, en el cual, se podrá medir los parámetros de funcionamiento de los sensores utilizando los distintos equipos de diagnóstico.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema Common Rail

(Font, 2004) Es el último avance tecnológico aplicado a la alimentación de combustible en los motores diésel. El principio de funcionamiento de este sistema se basa en los sistemas de inyección multipunto utilizados en los motores a gasolina, donde el combustible llega a todos los inyectores a través de un mismo conducto común, abriéndose el inyector cuando es activado por la ECU.

El sistema Common Rail consiste en una bomba mecánica accionada directamente por el motor, la misma que envía el combustible desde el depósito a un conducto distribuidor que también sirve de acumulador. Cada inyector está unido al conducto por medio de cañerías de alta presión, la presión de combustible existente en el interior del conducto común o rail está regulada en función de las necesidades del motor, variando entre los 150 bares y 1350 bares. La apertura del inyector y la presión del combustible están determinadas por la ECU en función de las señales que recibe de varios sensores.

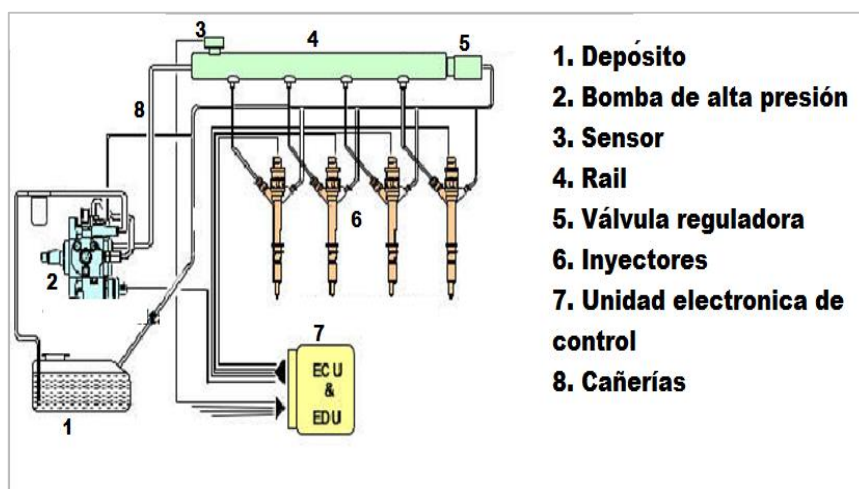


Figura 1. Sistema de inyección Common Rail
Fuente: (Denso, 2014)

(Bosch, 2005) En el funcionamiento del sistema Common Rail se encuentra separadas la generación de presión y la inyección. La presión se genera independientemente del régimen del motor y del caudal de inyección, la ECU controla cada uno de los componentes.

El combustible sometido a presión se encuentra disponible para la inyección en el rail, la presión de inyección deseada se genera mediante una bomba de alta presión accionada continuamente por el motor, esta bomba mantiene la presión en el conducto común independiente del número de revoluciones del motor y del caudal de la inyección.

Debido a la alimentación uniforme, la bomba de alta presión puede ser significativamente menor y con un par de accionamiento máximo mucho más reducido que en caso de los sistemas de inyección convencionales. De esta manera, el sistema Common Rail conduce a incrementar la potencia específica y disminuir el consumo de combustible, la emisión de ruidos y a la expulsión de sustancias nocivas de los motores diésel.

2.2 Estructura del sistema

En los sistemas de inyección Common Rail se puede destacar dos zonas, la zona de baja y alta presión. La zona de baja presión es la encargada de suministrar el combustible desde el depósito hacia la zona de alta presión y consta de:

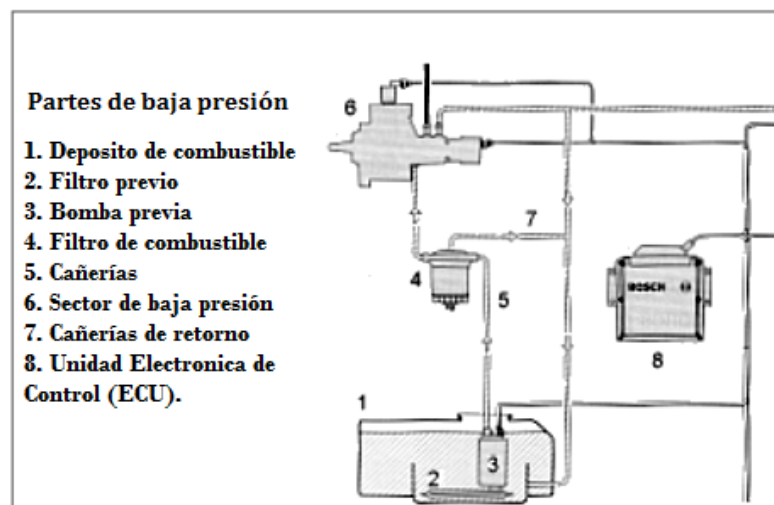


Figura 2. Sistema de baja presión Common Rail
Fuente: (Meganeboy, 2004)

En la zona de alta presión tiene como misión de generar presión en todas las situaciones de carga del motor y consta de las siguientes partes:

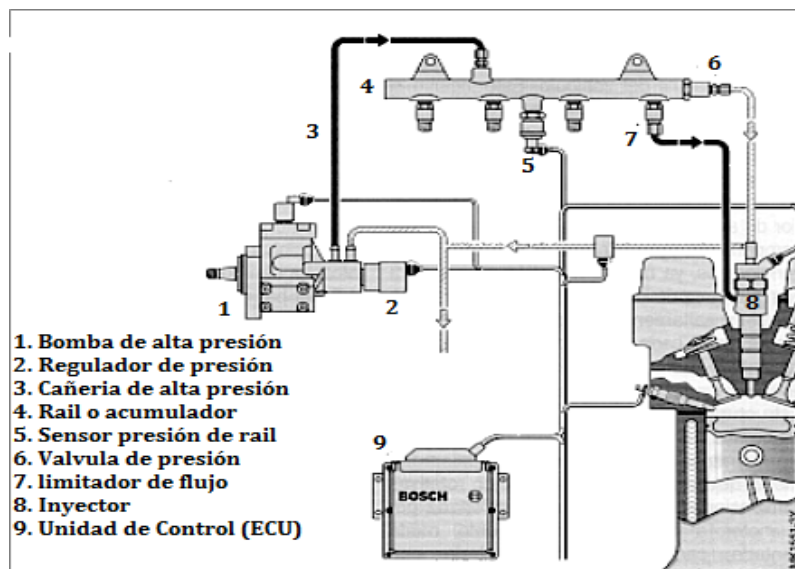


Figura 3. Sistema de alta presión Common Rail
Fuente: (Meganeboy, 2004)

2.3 Sensores del Sistema Common Rail

- Sensor de revoluciones del cigüeñal (CKP).
- Sensor de revoluciones del árbol de levas (CMP).
- Sensor deposición del pedal del acelerador (APP).
- Sensor de presión del rail (FRP).
- Sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT).
- Sensor masa de air (MAF).
- Sensor temperatura de combustible (EFT).

2.3.1 Sensor de revolución del cigüeñal (CKP).

(Martínez, 2012) Este sensor es el encargado de dar información relativa al régimen de giro (revoluciones del motor) y la fase motor, este sensor es de tipo inductivo, está basado en el principio electromagnético de inducción de corriente al variar la posición de un campo magnético que se encuentra cerca de un espiral. Este sensor electromagnético está fijado en el cárter del embrague, transmite a la ECU una señal al paso de la marca situada en el volante del motor.

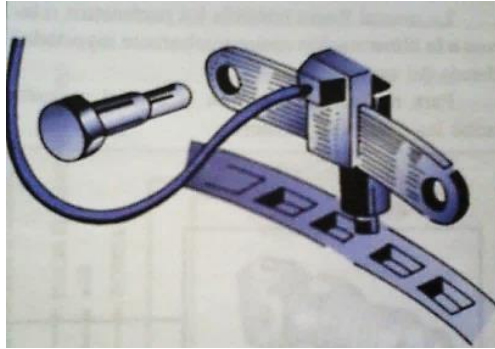


Figura 4. Sensor de revoluciones del cigüeñal
Fuente: (Martínez, 2012)

2.3.2 Sensor de revoluciones del árbol de levas (CMP).

(Rodríguez, 2012) El sensor de posición del árbol de levas se utiliza en sistemas de inyección secuencial. El sensor generalmente determina cuando está en la fase de compresión el cilindro número 1 y determina como se encuentra los demás cilindros. Está instalado en la cabeza del árbol de levas.

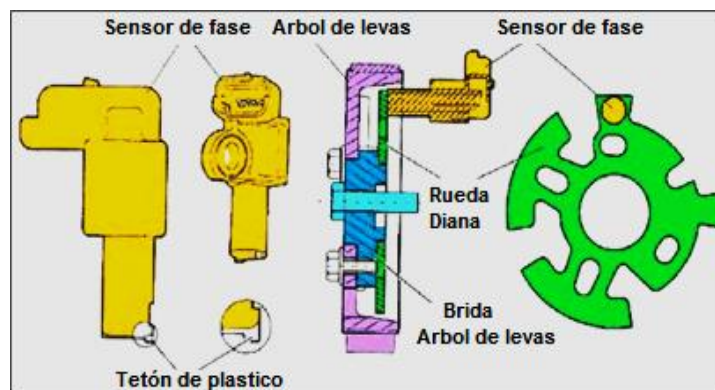


Figura 5. Sensor de posición árbol de levas
Fuente: (Gallegos, 2010)

2.3.3 Sensor del pedal del acelerador (APP)

(Pérez J. M., 2009) Está unido al pedal del acelerador mediante un cable de acero que produce la rotación del eje, al que se une en su extremo inferior el cursor de un potenciómetro, cuya resistencia varía proporcionalmente con la posición del pedal del acelerador.

El potenciómetro transmite una señal de tensión a la ECU, mediante la cual se detecta la posición del acelerador, un muelle genera la contrapresión necesaria en respuesta a la fuerza ejercida con el pie por el conductor.

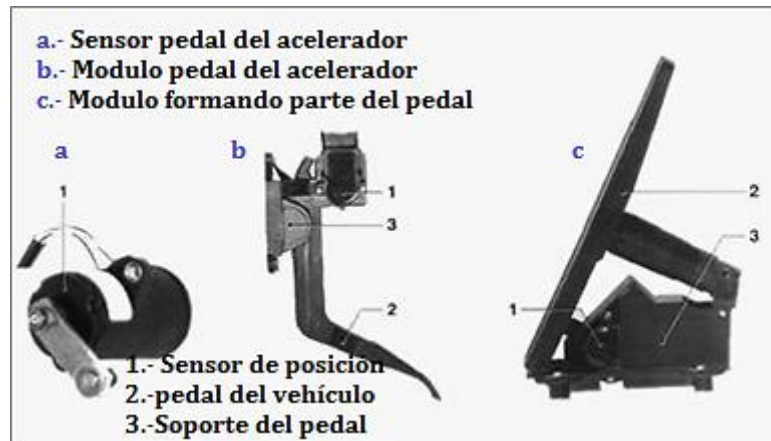


Figura 6. Sensor del pedal del acelerador
Fuente: (Meganeboy, 2014)

2.3.4 Sensor de presión del rail (FRP)

(Martínez, 2012) Alojado en el rail del combustible, es el encargado de informar a la unidad de mando de la presión existente en el rail. Consta de un sensor piezoresistivo y una electrónica de control asociada.

El elemento sensor está en contacto con la presión del combustible, modificando su resistencia en función del valor existente. La electrónica de control, alimentada desde la unidad de mando, evalúa la variación de resistencia del sensor y devuelve una señal a la unidad de mando en dependencia de la presión del rail. La unidad de mando utiliza esta señal para actuar sobre la válvula reguladora de presión y, si es necesario, reducir la presión por medio del desactivador del émbolo.

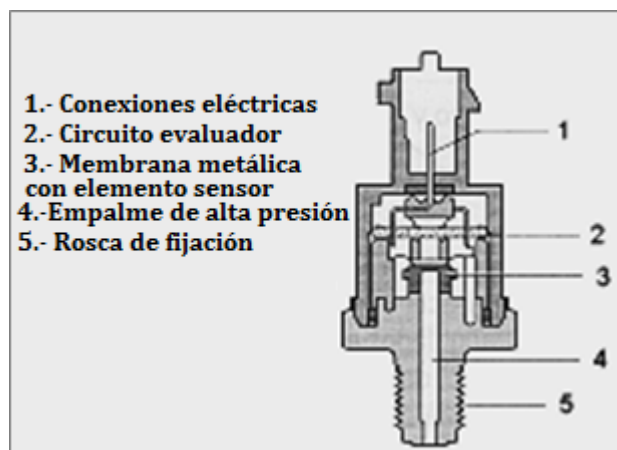


Figura 7. Sensor de presión de rail
Fuente: (Meganeboy, 2004)

2.3.5 Sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT)

(Martínez, 2012) El sensor de temperatura capta la temperatura del líquido refrigerante, transmite a la centralita de inyección una información que le permite conocer la temperatura de funcionamiento del motor y así poder realizar las estrategias de arranque en frío, estabilización de ralentí.

En los motores enfriados por agua, el sensor de temperatura se monta en el circuito de refrigeración. Está constituido por una resistencia NTC (coeficiente de temperatura negativo) dispuesto en el interior de un cuerpo metálico. Su naturaleza eléctrica semiconductor se comporta de manera que su resistencia disminuye al incrementar la temperatura.

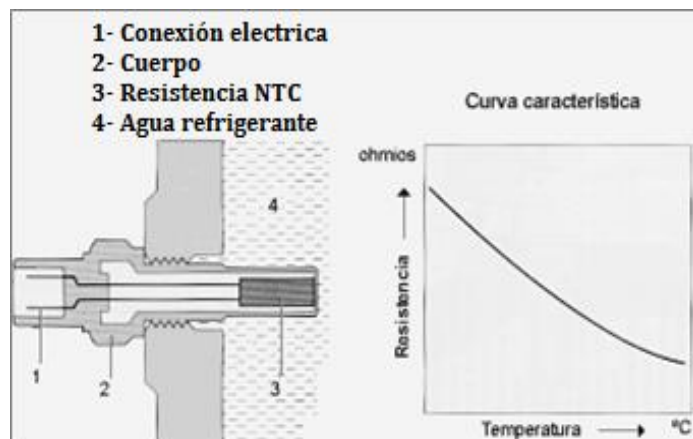


Figura 8. Sensor de temperatura
Fuente: (Meganeboy, 2004)

2.3.6 Sensor masa de aire (MAF)

Es un captador de tipo piezoeléctrico, ubicado en el depurador de admisión y es el encargado de medir la masa y la temperatura de aire que ingresa hacia el motor por el conducto de admisión, generando una tensión en función del aire admitido.

Su funcionamiento se basa en una resistencia conocida como hilo caliente, esta resistencia se calienta con un voltaje que recibe de la ECU y se calienta a unos 200° centígrados. Cuando el aire aspirado enfría la resistencia esta varía su voltaje, mediante el cual la ECU puede dosificar la cantidad de combustible

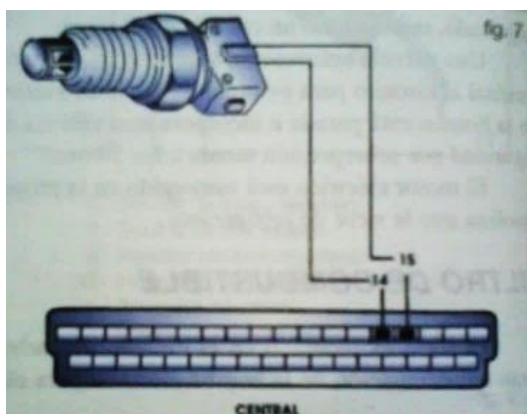


Figura 9. Sensor masa de aire
Fuente: (Martínez, 2012)

2.4 Unidad electrónica de control (ECU)

(Martínez, 2012) La unidad central de proceso dispone de dos procesadores que se auto-controlan mutuamente, y un tercero para la gestión entre ellos, para una mejor seguridad del correcto funcionamiento del motor. La ECU está programada con los ajustes de inyección ideales para adaptarse a todo tipo de condiciones operativas.

Por medio de la información recibida por diversos sensores, y comparando las condiciones actuales con las programadas con la ECU, se ajustan la inyección de combustible para adecuarse a los valores preestablecidos



Figura 10. Unidad electrónica de Control

2.5 Inyectores electrónicos

(CEAC, 2003) Es el encargado de introducir en la cámara de combustión la cantidad precisa de combustible en el momento correcto, su disposición en la culata, la presión de inyección y la forma de chorro, son factores determinantes en la elección del tipo de inyector que se ha de equipar el motor.

La bomba de inyección es la encargada de dosificar, en función de la carga del motor, la cantidad de combustible que el inyector introducirá, cada vez en la cámara de combustión crea en cada dosis una alta presión superior a la del tarado de los inyectores y las distribuye entre ellos en los momentos oportunos.



Figura 11. Inyector diésel
Fuente: (Meganeboy, 2004)

2.6 Rail o acumulador de presión

(Rueda, 2011) Los inyectores y regulador de combustible se fijan en un tubo de acero, el cual se denomina rail de inyectores. El riel de inyectores alimenta el combustible a los inyectores y al regulador de presión, como componente pasivo del sistema poco puede fallar y lo único que se puede presentar son fugas y obstrucciones. La presión del rail debe ser constante incluso al extraer una gran cantidad de combustible.

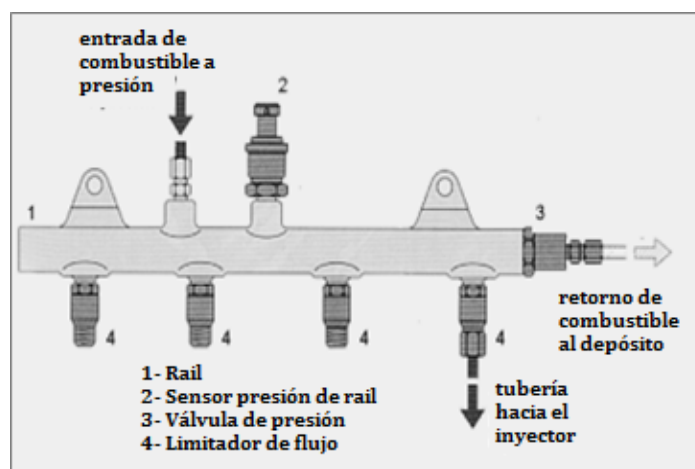


Figura 12. Acumulador de Presión
Fuente: (Meganeboy, 2004)

2.7 Válvula reguladora de presión

(Rueda, 2011) Su función es controlar la presión del combustible que alimenta al inyector, manteniéndola casi constante en las diferentes condiciones de operación. Con el funcionamiento de la bomba de combustible, la presión de la línea de combustible aumenta, esta vence la fuerza de resorte y provoca la apertura del regulador de presión. Cuando la válvula reguladora de presión está abierta, el exceso de presión fluye para la línea de retorno y la presión disminuye.

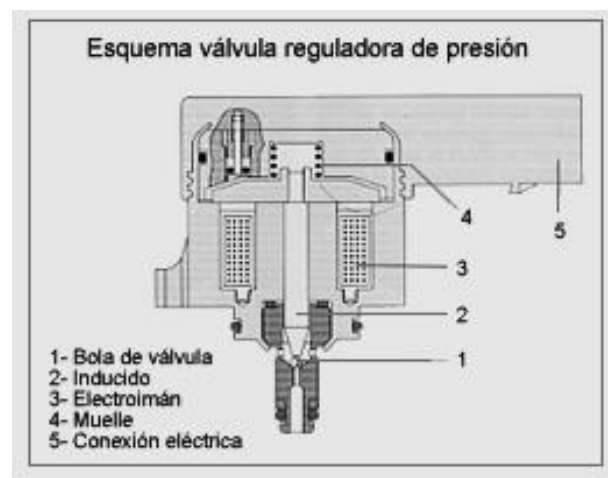


Figura 13. Válvula de presión
Fuente: (Meganeboy, 2004)

2.8 Bomba de inyección de alta presión

(Martínez, 2012) Es la encargada de mandar el combustible suficiente, en el momento apropiado, a la presión necesaria y en el orden establecido a cada inyector para que pueda ser introducidos en el interior de la cámara de combustión en las mejores condiciones de combustión y por lo tanto de optimización del rendimiento térmico del motor.

Principio de funcionamiento

(Martínez, 2012) Conservando el principio de funcionamiento de carrera de pistón constante, presenta las características de alimentar varios cilindros en un único elemento de pulverización del combustible, empleando por ello un distribuidor rotativo y que además de incorporar la bomba de alimentación, se encuentran los diferentes sistemas de regulación y avance.

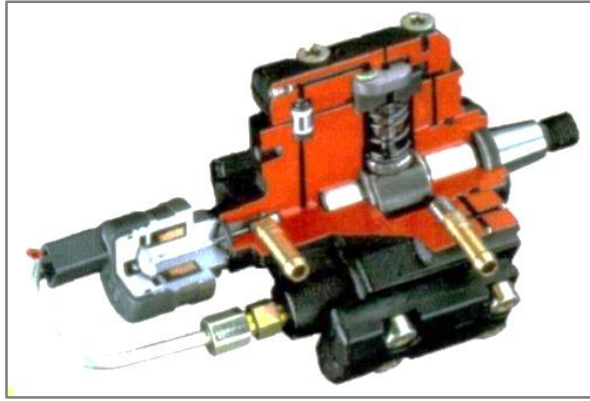


Figura 14. Bomba de alta presión
Fuente: (Gallegos, 2010)

Ventajas de la bomba de alta presión

- Más pequeña con menos peso y fácil de acoplamiento en el motor.
- La dosificación para cada cilindro es igual.
- Permite mayores velocidades de rotación (ideal para motores diésel).
- La lubricación del sistema se asegura el propio combustible.
- Menor precio de adquisición y de mantenimiento.

2.9 Glosario de Términos

CDRI.- El sistema Common Rail o conducto común es un sistema electrónico de inyección de combustible para motores diésel de inyección directa

ECU.- Unidad electrónica de control.

Inyección multipunto.- Tipo de inyección que tiene un inyector por cada cilindro.

Inyectores.- Es un elemento del sistema de inyección de combustible, cuya función es introducir una determinada cantidad de combustible en la cámara de combustión en forma pulverizada.

Multijet.- Es la marca comercial que recibe una tecnología para motores diésel de Fiat.

Potenciómetro.- Es un resistor eléctrico con un valor de resistencia variable.

Pulverización.- Aplicación de combustible en partículas muy finas sobre una superficie.

Rail.- Es un acumulador de combustible a alta presión.

Ralentí.- Es el régimen mínimo de revoluciones por minuto a la que se ajusta un motor para su funcionamiento.

Sensores.- Es un dispositivo capaz de detectar las magnitudes físicas, químicas y transformales en variables eléctricas.

TDI.- Inyección diésel con turbo cargador

Unijet.- Nombre comercial que recibe la familia de motore diésel de Fiat. Son motores diésel turbo inyección directa con common rail.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Investigación Bibliográfica

Este tipo de investigación ayuda en la búsqueda de información, acerca del sistema Common Rail, en diferentes tipos de documentos como: Libros, revistas, catálogos e internet.

3.1.2 Investigación Tecnológica

Esta investigación ayuda a realizar la simulación de fallas de los sensores en un motor CRDi.

3.2 Métodos

3.2.1 Recolección de información

Este método permite, investigar y recopilar todo tipo de información con respecto a las nuevas tecnologías del automóvil, obteniendo así conocimientos acerca del Sistema Common Rail.

3.2.2 Método Analítico

Permite analizar los parámetros de funcionamiento obtenidos de los sensores y actuadores del sistema Common Rail.

3.2.3 Método Sintético

Con este método se consigue agrupar todos los datos obtenidos y poder tener los resultados de diagnóstico.

3.3 Técnicas e Instrumentación

No se requiere aplicar la encuesta a una determinada población, puesto que es una investigación técnica.

3.3.1 La entrevista

Ayuda a saber los procesos para realizar los diagnósticos requeridos, y las ventajas que presenta los motores diésel CRDi.

3.3.2 La observación

Esta técnica será aplicada durante el desarrollo de la investigación, con el propósito de identificar y conocer el funcionamiento de los sensores y actuadores del motor.

3.3.3 Instrumentos

Mediciones.- Para conocer el estado de los sensores y actuadores obteniendo los valores de parámetros de funcionamiento.

Simulación.- Con los equipos de diagnóstico se podrá observar el comportamiento del motor.

Fotografías.- Conocer la ubicación de los sensores y actuador

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA

4.1 Fundamentación Tecnológica

En la actualidad los vehículos modernos a diésel vienen con el sistema Common Rail (CRDi), este sistema incorpora sensores y actuadores para mejorar la eficiencia, rendimiento y consumo de combustible del motor, además ayuda a reducir las emisiones de gases contaminantes en porcentajes notables.

El diagnóstico de sensores y actuadores se debe realizar con la ayuda de herramientas de diagnóstico automotriz, multímetro, osciloscopio y scanner, además de un conocimiento previo de cada sensor, actuador y funciones de la ECU, motivo por el cual se debe contar con el personal calificado para realizar el mantenimiento

Tabla 1. Datos técnicos del motor CRDi Mazda BT-50

MOTOR	Serie WL-C, diésel,
No CILINDROS	4 cilindros
CILINDRAJE	2.499 cc
RELACIÓN DE COMPRESIÓN	18:1
NÚMERO DE VÁLVULAS	16 válvulas
SISTEMA DE CONTROL	Inyección directa, common rail
SOBREALIMENTACIÓN	Turbocargador
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Bomba de inyección con control electrónico, inyectores electromagnéticos
POTENCIA MÁXIMA	140,9 HP a 3500 rpm
ENFRIADOR	Intercooler
MODELO	2012

4.2 Sensores del sistema Common Rail

4.2.1 Sensor de revoluciones del cigüeñal (CKP).



Figura 15. Sensor CKP

Ubicación

Se encuentra situado en la parte posterior del bloque motor, frente a una rueda dentada movida por el cigüeñal.



Figura 16. Ubicación sensor CKP

Función

Permite determinar el régimen del motor y la posición del pistón en el cilindro y se usa como señal de referencia para detectar el comienzo de la inyección, este sensor consta de un imán que genera un campo magnético, cuando se aplica una corriente de 5 voltios, este campo magnético y esta corriente son interrumpidas, cada vez que un diente del volante pasa cerca del imán del sensor.

Tiene un cable de corriente de 5 voltios, uno derivado a masa, y otro de señal, la señal de 5 voltios es interrumpida varias veces, lo que genera una señal de frecuencia que va de 0 voltios a 5 voltios y la computadora interpreta esta señal como las revoluciones del volante, el volante tiene 60 dientes menos 2 dientes.

Parámetros de funcionamiento

Tabla 2. Parámetros de Funcionamiento del CKP

Elemento	Especificaciones
Resistencia de la bobina (Ω)	200 Ω a 1000 Ω

Fuente: (Pérez E. , 2007)

Pines del sensor



Figura 17. Vista del sensor y conector del CKP

Tabla 3. Información del CKP

Nº terminal	Cable	Características
Terminal 1	Negro/amarillo	Masa
Terminal 2	Azul	Señal
Terminal 3	Verde	Alimentación

Circuito del sensor

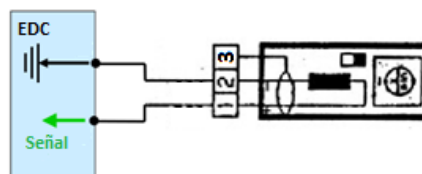


Figura 18. Circuito del sensor CKP

Fuente: (Gallegos, 2010)

Comprobaciones con multímetro

Medición de voltajes en contacto

Con el motor en contacto, se midió la alimentación de la ECU. Para realizar esta medición se colocó el multímetro en la escala voltios. Se pinchó el cable de color verde literal (A) con el positivo del multímetro y el negativo se conecta masa, luego se realizó el mismo procedimiento con el cable azul literal (B) para medir el voltaje de señal del sensor.



Figura 19. Voltaje de alimentación y señal del CKP
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

En la figura 19 literal (A) se obtuvo 2.40 voltios en el cable verde de alimentación, en el literal (B) se tiene 2.39 voltios en el cable azul de señal, estas medidas se realizó con el motor en contacto, los valores obtenidos demuestran que este sensor trabaja con una alimentación de 2.40 voltios y la bobina interna del sensor genera un campo magnético casi del mismo voltaje

Medición de frecuencia

Con el motor encendido, se midió la frecuencia en el cable de señal del sensor. Para realizar esta medición se trabajó en escala KHz.



Figura 20. Señal de frecuencia del CKP
Fuente: (Multímetro TRISCO DA 830)

Análisis

Como se muestra en la figura 20 se obtuvo un frecuencia de 1.84 kHz en el cable de señal color azul, esta medición se realizó con el motor en ralentí, además se tiene una frecuencia de 3.2 KHz a 3000 rpm en donde se llega a la conclusión, cuando aumenta las revoluciones del motor la frecuencia también aumenta.

Tabla 4. Voltajes, frecuencia y resistencia del CKP

Medición en	Unidad	Señal on	Señal start	2000 rpm	3000 rpm
Masa	Voltios	0.01	0.05	0.05	0.05
Señal	Voltios	2.39	2.39	2.39	2.39
Alimentación	Voltios	2.40	2.4	2.4	2.4
Frecuencia	Khertz	0	1.84	2.27	3.2
Resistencia	Ohms	917	969 a 80°		

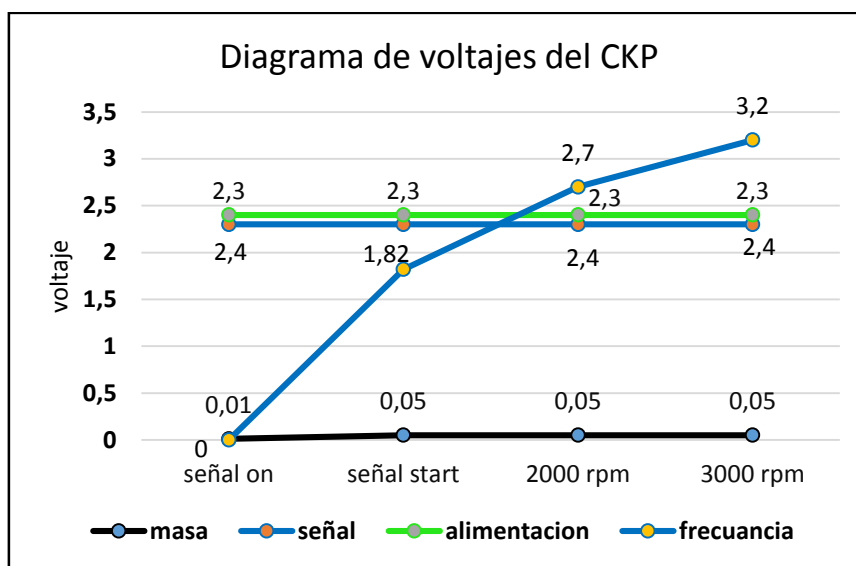


Figura 21. Diagrama de voltajes del sensor CKP

En la figura 21, se observa la curva de voltajes de señal, alimentación y masa del sensor CKP, la tensión en el cable de señal no varía tanto en ralentí como en las diferentes cargas del motor, siendo 2.39 voltios. En el cable de alimentación el voltaje obtenido es constante a diferentes revoluciones del motor siendo su valor de 2.4 voltios, además tiene una frecuencia que va en aumento desde 0 Khertz con el motor apagado hasta los 3.2 Khertz a 3000 rpm y una masa constante de 0.05 voltios.

Medición con osciloscopio

Los datos obtenidos del sensor CKP se los ha tomado con el motor en ralentí. En la figura 22 se puede observar la curva característica del sensor CKP que es una señal senoidal, la cual tiene periodos muy pequeños que se repiten en milisegundos y frecuencias que varían en función del periodo, estableciendo una escala de trabajo de 2 voltios y 10 milisegundos.

Para poder apreciar de mejor manera la gráfica del sensor. Al ser un sensor de tipo inductivo la señal que genera indica el número de dientes q tiene la rueda dentada, en el momento de corte de señal, la ECU interpreta que el cigüeñal ha girado 360°. Con esta medida la unidad de control asume que el pistón número 1 se encuentra en el punto muerto superior, además sirve para poder encender el motor cuando se encuentra en off.

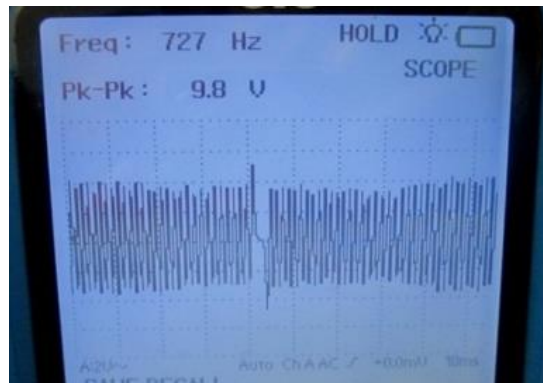


Figura 22. Gráfica del sensor CKP.
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 22 del sensor CKP se puede ver una escala de 2 voltios cada cuadrícula en el eje Y, 10 milisegundos cada cuadrícula en el eje X determinando un voltaje de trabajo de 3 a 4 voltios como se aprecia.

También se observa un aumento en el voltaje de 4.5 voltios interpretando así el diente faltante en la rueda dentada y esta es la señal que sirve a la ECU para determinar que el cigüeñal ha girado una vuelta (360°) e indicando al mismo tiempo que el pistón número uno está en PMS, además el voltaje entre picos es de 9.8 voltios y tiene una duración de alrededor de 0.4 milisegundos. La frecuencia detectada por este sensor es de 727 Hertz es decir q el motor se encuentra en ralentí.

Resultados con scanner

En el diagnóstico realizado con el scanner se observó que el motor en ralentí, dio una lectura de 720 rpm, a medida que se acelera las rpm van en aumento. Luego se procedió a interrumpir la señal de sensor y se pudo obtener el código de falla.

Codigo de falla

Para obtener el código de falla se realizó el corte de señal de voltaje que comunica a la ECU mediante un interruptor, luego se procedió a encender el motor, el mismo que no encendió y se activó la luz de avería, a continuación se conectó el scanner a la interface de datos, para obtener el código de falla del sensor, P0335 sensor posición del cigüeñal circuito defectuoso.

Síntomas de fallas

- El motor no arranca

Cuando el sensor CKP falla, el motor no enciende o se apaga espontáneamente, porque la ECU no recibe señal del mismo y por ende no puede saber la posición del pistón en el cilindro 1, para enviar la señal actuadora hacia los inyectores.

- Detonaciones incorrectas en la cámara de combustión.

Esta sistema se produce por la mala sincronización entre el cigüeñal y árbol de levas, debido a una señal incorrecta enviada desde el sensor hacia la ECU, lo que provoca adelanto o retraso de la inyección.

- Tirones repentinos del motor.

Es generado por un falso contacto en el cableado entre el sensor y la ECU, lo que provoca una interrupción en la señal del sensor.

- Señal de avería.

Esta señal aparece en el tablero de control para indicar al conductor que hay un daño en la parte electrónica del automóvil.

Causas:

- Corto en el circuito por conexión incorrecta.
- Calibración entre diente y el sensor incorrecto (entre 0.05mm y 1.1mm).
- Presencia de elementos ferrosos en el imán del sensor.

Soluciones:

- Limpiar la zona del sensor.
- Comprobar la continuidad.
- Limpiar terminales y realizar el apriete correcto.

4.2.2 Sensor de posición del árbol de levas



Figura 23. Sensor CMP

Ubicación

Está situado en la parte posterior de la correa de distribución, a un lado del piñón del árbol de levas.



Figura 24. Ubicación del CMP

Función

Cuando el motor está en funcionamiento, los pistones realizan los ciclos de trabajo en la cámara de combustión para determinar si los pistones están en PMS y PMI, no es suficiente la lectura del sensor CKP, por lo que se utiliza un sensor que determine el giro del árbol de levas.

Sobre este árbol existe aplicado un diente magnético, que al girar junto al árbol de levas y en contacto con el sensor CMP se produce una breve señal de tensión, que comunica a la ECU que el cilindro 1 se encuentra en PMS, determinando así la secuencia adecuado de la inyección.

Parámetros de funcionamiento

Tabla 5. Parámetros de Funcionamiento del CMP

Medición en	Voltajes
Masa	0.01 V
Señal	0 V a 5 V
Alimentación	12 V

Fuente: (Bustillo, 2010)

Pines del sensor

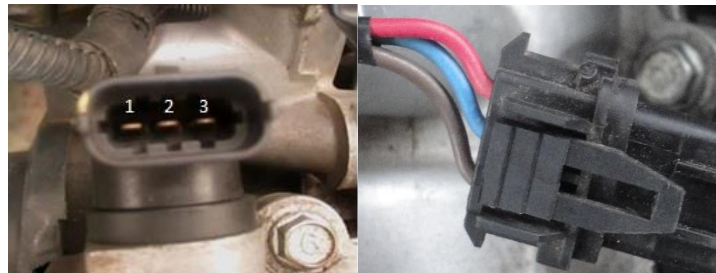


Figura 25. Vista del sensor y conector del CMP.

Tabla 6. Información del CMP

Nº Terminales	Cable	Características
Terminal 1	Rojo	Masa
Terminal 2	Azul	Señal
Terminal 3	Café	Alimentación

Circuito del sensor

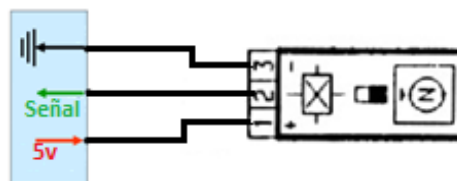


Figura 26. Circuito del sensor CMP

Fuente: (Gallegos, 2010)

Comprobaciones con multímetros

Medición de voltajes en contacto

Con el motor en contacto, se procedió a medir la alimentación de la ECU. Para realizar esta medición se colocó el multímetro en la escala voltios.

Se procedió a pinchar el cable de color café figura (A) con el positivo del multímetro y el negativo se conecta a masa, luego se repite el mismo proceso con el cable azul figura (B) para medir la señal del sensor.



Figura 27. Voltaje de alimentación y señal del CMP
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

Como se muestra en la figura 27 literal (A) se obtuvo un valor de 5 voltios en la alimentación cable café, en el literal (B) se obtuvo 4.98 voltios en el cable de señal color azul, esto se realizó con el motor en contacto.

Las medidas obtenidas demuestran que el sensor funciona con una alimentación de 5 voltios, además la señal de este es la misma porque el motor aún no ha sido encendido y el sensor no tiene contacto con el diente del árbol de levas para realizar la variación de voltaje.

Medición de frecuencia

Con el motor encendido, se midió la señal del sensor en escala KHz y comprobar si genera frecuencia.



Figura 28. Señal de frecuencia del CMP
Fuente: (Multímetro TRISCO DA 830)

Análisis

En la figura 28 se tiene una frecuencia de 4.08 kHz en el cable de señal color azul, este valor indica las veces que el diente del árbol de levas pasa al frente del sensor, la medida se tomó con el motor encendido, verificando el buen estado del sensor.

Tabla 7. Voltajes y frecuencia del sensor CMP.

Medición en	Unidad	Señal on	Señal start	2000 rpm	3000 rpm
Masa	Voltios	0.01	0.05	0.05	0.05
Señal	Voltios	5	5	5	5
Alimentacion	Voltios	5	5	5	5
Frecuencia	Khertz	0	4.08	16.62	28

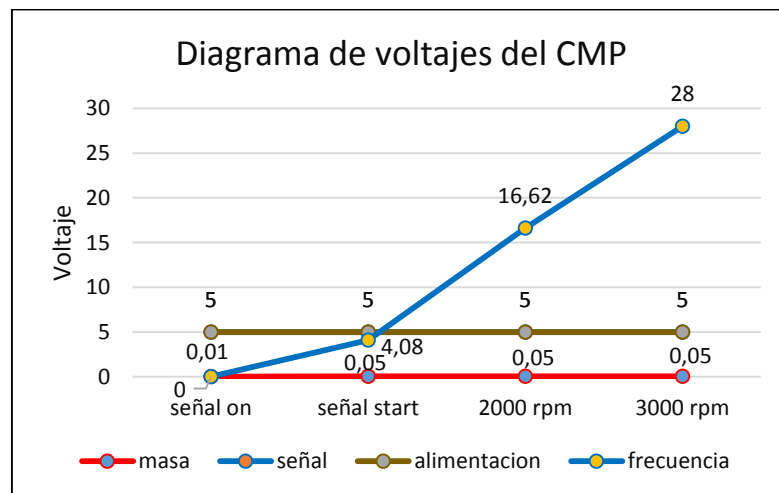


Figura 29. Diagrama de voltajes del sensor CMP

En la figura 29, se observa los voltajes obtenidos en el cable de masa, señal y alimentación del sensor CMP a diferentes cargas del motor. El voltaje en la cable de señal y alimentación es de 5 voltios, este valor es constante tanto con el motor en contacto y a 3000 rpm, también se tiene una frecuencia que va en aumento de 0 Khertz con el motor apagado hasta los 28 Khertz a 3000 rpm y una masa contrastante de 0.05 voltios.

Mediciones con osciloscopio

La medición de esta señal se realizó con el motor en ralentí, se trabajó con una escala de 2 voltios /0.1 segundos para una mejor visualización de la imagen, como se puede apreciar.

En la gráfica del sensor se puede ver una variación del voltaje, indicando que es el momento en que el primer pistón se encuentra en el punto muerto superior.

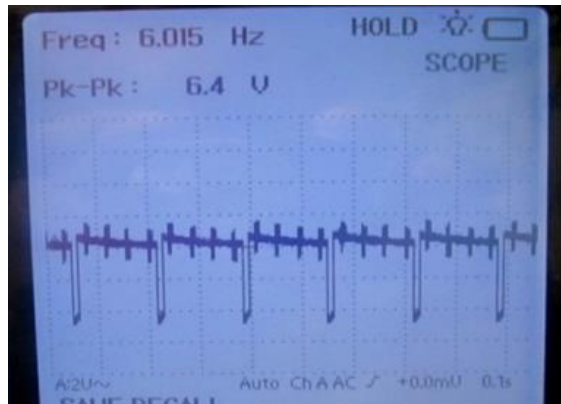


Figura 30. Gráfica del sensor CMP.
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 30, del sensor CMP se puede ver una escala en el eje Y igual a 2 voltios cada cuadrícula, 0.1 segundos cada cuadrícula en el eje X. La curva muestra un aumento de voltaje de 6.4 voltios cada 0.15 segundos aproximadamente, como se aprecia en la figura 28, esta señal es enviada a la ECU para determinar que el primer pistón se encuentra en el PMS.

Código de falla

Para obtener el código de falla se realizó el corte en la señal de voltaje que comunica a la ECU con el sensor mediante un interruptor, a continuación se procedió a encender el motor, el mismo que no encendió y se activó la luz de avería.

Luego se conectó el scanner a la interface de datos, para obtener el código de falla, obteniendo P0340.- Sensor posición del árbol de levas – problemas en el circuito.

Síntomas de fallo

- Pérdida de potencia

Si el motor se encuentra en su funcionamiento y este sensor falla, la ECU pasa a una etapa de emergencia, el motor seguirá en funcionamiento pero no pasará a altas revoluciones.

- Difícil arranque o el motor no arranca

Si el sensor CMP falla en la fase de arranque, no permitirá el encendido del motor, pues la ECU no puede detectar la posición de los pistones y por ende no envía la señal actuadora a los inyectores para su activación en la secuencia correcta.

Causas

- Cable en el circuito conectado a tierra, corto o roto
- Sensor del árbol de levas fallando
- Presencia de elementos ferrosos en el imán del sensor

Soluciones

- Inspeccionar visualmente el circuito de cableado y los conectores.
- Comprobar el voltaje de señal
- Limpiar la zona del sensor para descartar elementos ferrosos

4.2.3 Sensor de posición del pedal del acelerador (APP)



Figura 31. Sensor pedal de aceleración

Ubicación

Situado en el soporte del pedal del acelerador

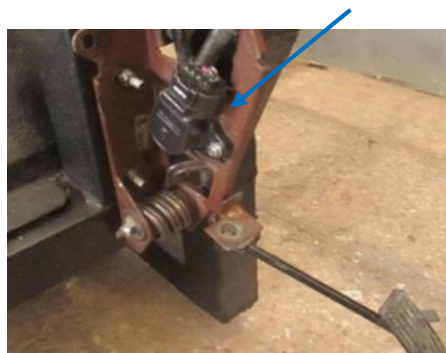


Figura 32. Ubicación del sensor pedal de acelerador

Función

Su información le sirve a la ECU para saber las exigencias del conductor en cada momento y poder determinar el caudal de combustible a inyectar. Se compone de un potenciómetro en el que se ajusta una tensión en función de la posición del acelerador. Tiene cuatro cables 1 de masa, 2 de señal y 1 de alimentación, los dos cables de señal aumentan su voltaje a medida que se acelera el motor.

Parámetros de funcionamiento

Tabla 8. Parámetros de funcionamiento del sensor pedal del acelerador.

Número de terminal	ralentí	Plena carga
Masa	0.01 V	0.01 V
Señal 1	0.5 V	3.35 V
Señal 2	0.28 V	1.6 V
Alimentación	5 V	5 V

Fuente: (Gallegos, 2010)

Pines del sensor



Figura 33. Vista del sensor y conector del APP

Tabla 9. Información del sensor pedal de acelerador

Nº Terminales	Cable	Características
Terminal 1	Café	Masa
Terminal 2	Rosado	Señal
Terminal 3	Rojo/azul	Señal
Terminal 4	Plomo/blanco	Alimentación

Circuito del sensor

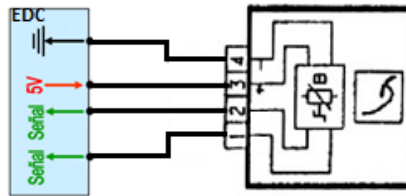


Figura 34. Circuito del sensor pedal del acelerador
Fuente: (Gallegos, 2010)

Comprobaciones con multímetro

Mediciones de voltaje en contacto

Con el motor en contacto, se procedió a medir la alimentación de la ECU hacia el sensor en escala voltios, se procedió a pinchar el cable de color plomo/blanco figura (A) con el positivo del multímetro y el negativo se conectó a masa, luego se realiza el mismo proceso con el cable rosado figura (B) para medir la señal 1 (APP1) del sensor.



Figura 35. Voltajes de alimentación y señal del APP
Fuente: (Multímetro TRISCO DA 830)

Análisis

En la figura 35 literal (A) se midió la alimentación dando 5.03 voltios en el cable plomo/blanco, en el literal (B) se obtuvo un valor de 0.48 voltios en la señal 1 cable rosado, esto se realizó con el motor en contacto. Las medidas indican que el sensor funciona con una alimentación de 5 voltios, además la señal 1 del sensor se interpreta que el pedal del acelerador aún no ha sido accionado y según los parame se encuentra en buen funcionamiento.

Medición de voltaje en ralenti

Se midió la señal 2 (APP2) del sensor. Para realizar esta medición se pinchó el cable rojo/azul con el positivo del multímetro y el negativo a masa.



Figura 36. Voltaje de señal del APP
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

En la figura 36 se muestra un valor de 0.49 voltios en la señal 2 del sensor cable rojo/azul, este valor se obtuvo con el motor encendido. El valor obtenido demuestra un voltaje igual en la señal 1 y en la señal 2 del sensor APP, demostrando que su circuito interno trabaja con dos potenciómetros.

Tabla 10. Voltajes del sensor pedal del acelerador

Medición en	Unidad	Señal on	Señal start	A 2000 rpm	3000 rpm
Masa	Voltios	0.01	0.05	0.05	0,05
Señal 1	Voltios	0.48	0.48	1.33	1.62
Señal 2	Voltios	0.49	0.49	1.33	1,52
Alimentacion	Voltios	5.03	5.03	5.03	5.03

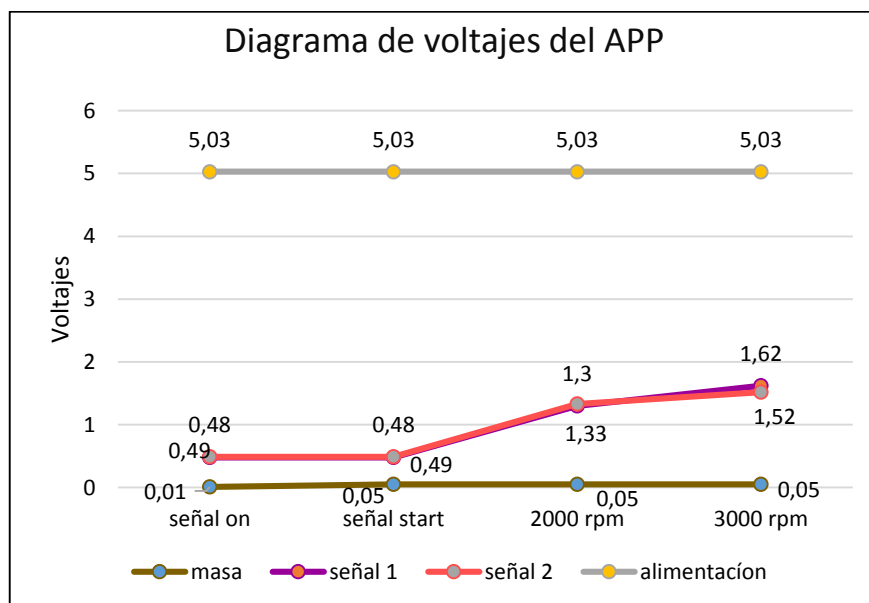


Figura 37. Diagrama de voltajes del sensor APP.

En la figura 37, se observa las curvas de los voltajes del sensor APP, el voltaje del potenciómetro 1 (APP1) es 0.48 voltios en contacto luego a 2000 rpm es 1.3 voltios y a 3000 rpm es 1.62 voltios, el voltaje del potenciómetro 2 (APP2) es 0.48 voltios en contacto mientras que a 2000 rpm es 1.3 voltios y a 3000 rpm es 1.52 voltios, el voltaje de alimentación de este sensor es de 5 voltios y tiene una masa constante de 0.05 voltios.

Mediciones con osciloscopio

En la figura 38 se puede observar la curva característica del sensor de posición del pedal del acelerador, en la cual se estableció una escala de trabajo de 1 voltios/ 0.5 segundos, para una buena visualización de la gráfica. Cuando el pedal del acelerador no es accionado el voltaje no varía, al momento de presionar el pedal del acelerador el voltaje aumenta como se puede ver en la figura. Además con el osciloscopio también se puede ver el voltaje mínimo cuando el motor está en ralentí y el voltaje máximo, cuando el pedal del acelerador esta pisado a fondo.

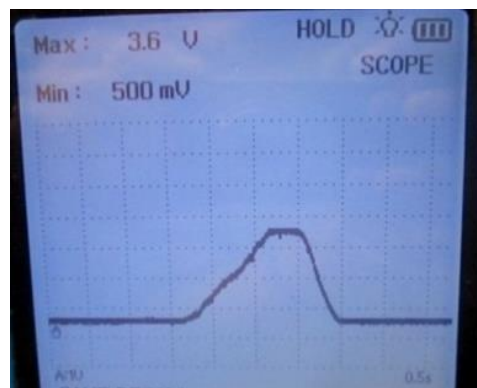


Figura 38. Gráfica del sensor APP
Fuente: (osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 38, se aprecia la curva del sensor del pedal del acelerador, en el eje Y está el voltaje igual a 1 voltio cada cuadrícula, en el eje X está el tiempo igual a 0.5 segundos cada cuadrícula. La gráfica muestra un voltaje mínimo de 0.5 voltios indicando que el pedal no es accionado y un voltaje máximo es de 3.6 voltios es decir que el pedal esta accionado a fondo, este cambio de voltaje es enviado a la ECU para determinar la posición del pedal del acelerador y realizar cambios en la inyección.

Resultados con scanner

En el diagnóstico realizado con el scanner se observó que el motor en ralentí, dio una lectura de 0.5 voltios en la señal 1 del sensor y 0.5 voltios en la señal número 2 del sensor. Además se pudo obtener los siguientes parámetros de funcionamiento del sensor en función de voltaje y porcentaje

Tabla 11. Diagnóstico con scanner del sensor pedal del acelerador

	Ralentí	A 1000 RPM	A 2000 RPM
Señal 1 en (%)	0.00 %	19.61%	39.22 %
Señal 1 en (v.)	0.5 v.	1.3 v.	1.8 v.
Señal 2 en (%)	0.00%	20.39 %	41.18 %
Señal 2 en (v.)	0.5v.	1.3 v.	1.8 v.

Fuente: (Scanner CARMAN)

Código de falla

Mediante un interruptor se realizó el corte de señal de voltaje que comunica a la ECU para obtener el código de falla, luego se procedió a encender el motor, el mismo que no encendió y se activó la luz de avería, a continuación se conectó el scanner a la interface de datos, para leer el código de falla del sensor P0122.- Sensor posición del acelerador – señal de entrada baja

Síntomas de fallas:

- Subidas de aceleración.

Cuando el motor se encuentra en la fase de funcionamiento y este sensor falla, la ECU entra en una etapa de emergencia manteniendo la aceleración a 2500 revoluciones.

- Aumento del consumo de combustible.

Al permanecer a 2500 revoluciones el consumo de combustible va en aumento.

- Señal de avería

Esta señal aparece en el tablero de control para indicar al conductor que hay un daño en la parte electrónica del automóvil.

Causas:

- Cortos en el cableado.
- Sensor en mal estado.
- Voltaje de señal inadecuado.
- Suciedad en los conectores.

Soluciones:

- Comprobar la continuidad en el cableado.
- Limpiar la zona del sensor.
- Revisar el voltaje de alimentación y señal.

4.2.4 Sensor de presión del rail



Figura 39. Sensor presión de rail

Ubicación

Se encuentra ubicado en el riel de combustible (FRP)



Figura 40. Ubicación sensor presión de rail

Función

Es el encargado de informar a la ECU de la presión existente en el rail, tiene una membrana metálica que se deforma con la presión, junto a esta membrana se encuentra un elemento piezoresistivo que varía su resistencia en función de la deformación de dicha membrana.

El cambio de deformación es aproximadamente 1 mm- 1500bar, de este modo la ECU estará siempre informada de la presión existente en el rail. El sensor de presión del rail dispone de tres cables, 1 es de alimentación, 1 de señal y 1 de masa.

Parámetros de funcionamiento

Tabla 12. Parámetros de funcionamiento del sensor presión de rail

Bar	0 bar	300 bar	1500 bar
Voltaje	0.5 V	1.3 V	4.5 V

Fuente: (Pardiñas, 2012)

Pines del sensor

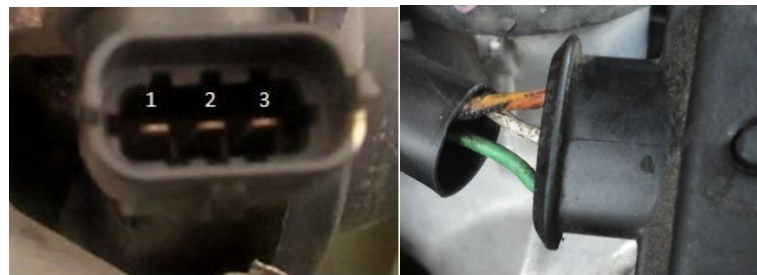


Figura 41. Vista del sensor y conector del FRP

Tabla 13. Información del Sensor de Presión del Rail

Nº Terminales	Cable	Características
Terminal 1	Naranja	Masa
Terminal 2	Blanco	Señal
Terminal 3	Verde	Alimentación

Circuito del sensor

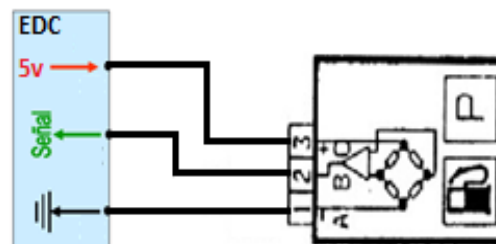


Figura 42. Circuito del sensor presión de rail
Fuente: (Gallegos, 2010)

Comprobaciones con multímetro

Medición de voltajes en contacto

Se midió la alimentación de la ECU. Para esta medición se estableció en escala voltios, se procedió a pinchar el cable de color verde figura (A) con el positivo del multímetro y el negativo se conectó a masa, luego se realizó el mismo proceso con el cable blanco figura (B) para medir la señal del sensor.



Figura 43. Voltajes de alimentación y señal del FRP
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

En la figura 43 literal (A) se puede observar un voltaje de alimentación de 5 voltios en el cable verde, en el literal (B) se tiene una señal de 0.56 voltios en el cable blanco, estas mediciones se obtuvieron con el motor en contacto. Las medidas obtenidas demuestran que este sensor se alimenta con 5 voltios, además la señal enviada por este hacia la ECU indica la presión existente en el rail, en este caso al tener un voltaje bajo se entiende que la presión de combustible es baja porque el motor aún no está en funcionamiento.

Medición de voltaje en ralentí

Con el motor encendido, se midió la señal del sensor, se pinchó el cable blanco con el positivo del multímetro y el negativo a masa.



Figura 44. Voltaje de señal del FRP
Fuente: (Multímetro TRISCO DA 830)

Análisis

En la figura 44, se puede observar una señal del sensor de 1.32 voltios en el cable blanco, la medida se tomó con el motor en ralentí. El aumento de voltaje en la señal determina que la presión de combustible en rail ha aumentado, es decir, entre mayor sea la presión de combustible en el rail mayor será el voltaje de señal de este sensor.

Tabla 14. Voltajes y resistencia del sensor presión de rail

Medición en	Unidades	Señal on	Señal start	A 2000 RPM
Masa	Voltios	0.01	0.05	0.05
Señal	Voltios	0.56	1.32	1.7
Alimentación	Voltios	5	5	5
Resistencia	Ohms	1800		

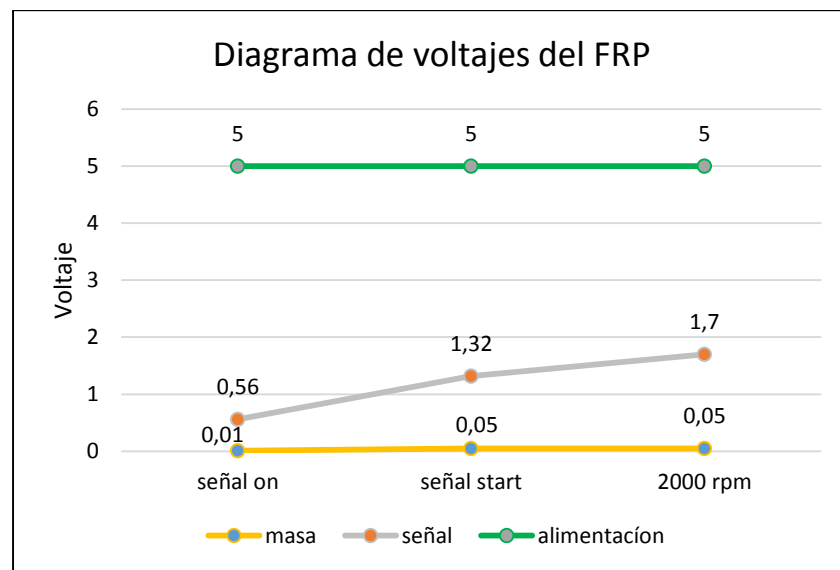


Figura 45. Diagrama voltajes del sensor FRP

En la figura 45, se muestran los voltajes obtenidos del sensor FRP, estos valores de masa, señal y alimentación se obtuvieron a diferentes cargas del motor. En el cable verde la alimentación es constante de 5 voltios con el motor en contacto y a 2000 rpm, mientras el voltaje en el cable plomo de señal es de 0.56 voltios en contacto y 1.7 voltios a 2000 rpm y el cable amarillo de masa tiene un voltaje constante de 0.05 voltios.

Mediciones con osciloscopio

En la figura siguiente se puede ver la gráfica del sensor de presión del rail, en esta señal se puede observar que la variación de voltaje es mínima, lo que determina que la presión en el rail es constante.

La escala de trabajo es de 1 voltios /20 milisegundos para poder apreciar el momento de la inyección. Estos pequeños picos de voltaje que se ven en la figura, indican cada vez que ocurre una inyección la presión en el rail disminuye, pero es mínima.



Figura 46. Gráfica del sensor presión de rail
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 46 se observa la curva del sensor de presión de rail, en el eje Y se tiene 1 voltio cada cuadrícula, en el eje X está el tiempo a 20 milisegundos cada cuadrícula. En la grafica se aprecia un voltaje constante de alrededor de 1.3 voltios demostrando que la presión en el rail no varía, las pequeñas variaciones de voltajes se producen cada 40 milisegundos aproximadamente, estas indica las veces que se produce la inyección de combustible en el motor.

Resultados con scanner

En el diagnóstico realizado con el scanner se observó que el motor en contacto dio una lectura de 0.21 MPa, luego a 2000 RPM la presión subió hasta 57.36 MPa, demostrando que el sensor está funcionando correctamente. Además se procedió a simular una falla interrumpiendo la señal del sensor para poder obtener el código de falla.

Código de falla

Al desconectar la señal de voltaje del sensor con un interruptor, se procedió a dar arranque al motor, el mismo que no enciende, activando la luz de avería y con el scanner se puede leer dicho código que este caso es P0193 sensor presión de rail-señal de entrada alta

Síntomas de fallo

- El motor no arranca
La falla de este sensor, provoca que la ECU no envía la señal actuadora hacia los inyectores.
- Señal de luz de avería encendida.
Esta señal aparece en el tablero de control para indicar al conductor que hay un daño en la parte electrónica del automóvil.

Causas

- Cortos en el cableado del sensor.
- Atascamiento en el mecanismo del diafragma.
- Obstrucción en las cañerías.

Soluciones

- Comprobar la continuidad del cableado
- Revisar el voltaje de señal debe dar 0.5 v. en contacto
- Reemplazar el sensor si esta fuera de estos rangos

4.2.5 Sensor de temperatura del motor (ECT)



Figura 47. Sensor temperatura del motor

Ubicación

Se encuentra en el bloque del motor, por debajo del múltiple de admisión.



Figura 48. Ubicación del sensor de temperatura.

Función

Informa a la ECU de la temperatura de funcionamiento del motor. Este sensor es un termistor, es decir, una resistencia que varía su tensión en función de la temperatura, si el motor está frío la tensión de señal es alta, a medida que el motor se calienta el voltaje va disminuyendo.

Este sensor tiene tres terminales 1 de alimentación 5 voltios. 1 de señal que será de 0.9 voltios a 4.2 voltios dependiendo de la temperatura del motor y 1 de masa.

Parámetros de funcionamiento óptimo

Tabla 15. Parámetros de funcionamiento sensor temperatura del motor.

Temperatura	10°C	20°C	60°C	80°C	100°C
Voltaje	3.8 V	3 V	1.4 V	0.8 V	0.45 V

Fuente: (Gallegos, 2010)

Pines del sensor



Figura 49. Vista del sensor y conector del ECT

Tabla 16. Información sensor temperatura del motor.

Nº Terminales	Cable	Características
Terminal 1	Amarillo	Alimentación
Terminal 2	Azul	Señal
Terminal 3	Café	Masa

Circuito del sensor

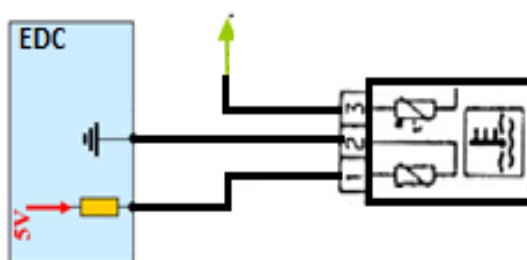


Figura 50. Circuito sensor de temperatura del motor.
Fuente: (Gallegos, 2010)

Comprobaciones con multímetro

Medición de voltajes en contacto

Con el motor en contacto, se procedió a medir el voltaje de alimentación de la ECU hacia el sensor, para ello se pinchó el cable de color amarillo fig. (A) con el positivo del multímetro y el negativo se conectó a masa, luego se efectuó el mismo procedimiento con el cable de color azul fig. (B) para medir la señal del sensor.



Figura 51. Voltaje de alimentación y señal del ECT
Fuente: (Multímetro digital DT 830)

Análisis

En la figura 51 literal (A) se tiene una alimentación de 9.87 voltios en el cable amarillo, en el literal (B) la señal de 3.15 voltios en el cable azul, medidas tomadas con motor en contacto. Los valores obtenidos indican un funcionamiento del sensor con alimentación de 9 voltios y la señal que envía este a la ECU es de 3.15 voltios, es decir, el motor está a una temperatura fría.

Medición de voltaje en ralenti

Con el motor encendido, se midió la señal del sensor, se pinchó el cable azul con el positivo del multímetro y el negativo a masa.



Figura 52. Voltaje de señal del ECT
Fuente: (Multímetro) TRISCO DA 830)

Análisis

En la figura 52, se observa una señal de 0.93 voltios en el cable azul, esta medida se tomó con el motor encendido y a temperatura óptima de trabajo. El valor obtenido demuestra que el funcionamiento de este sensor es de coeficiente de temperatura negativo, a medida que aumenta la temperatura disminuye su voltaje.

Tabla 17. Voltajes del sensor de temperatura del motor.

Medición en	Unidades	Señal on	Señal start
Masa	Voltios	0.01	0.05
Señal	Voltios	3.15 motor frío	0.93 motor a 80°
Alimentacion	Voltios	9.87	9.87

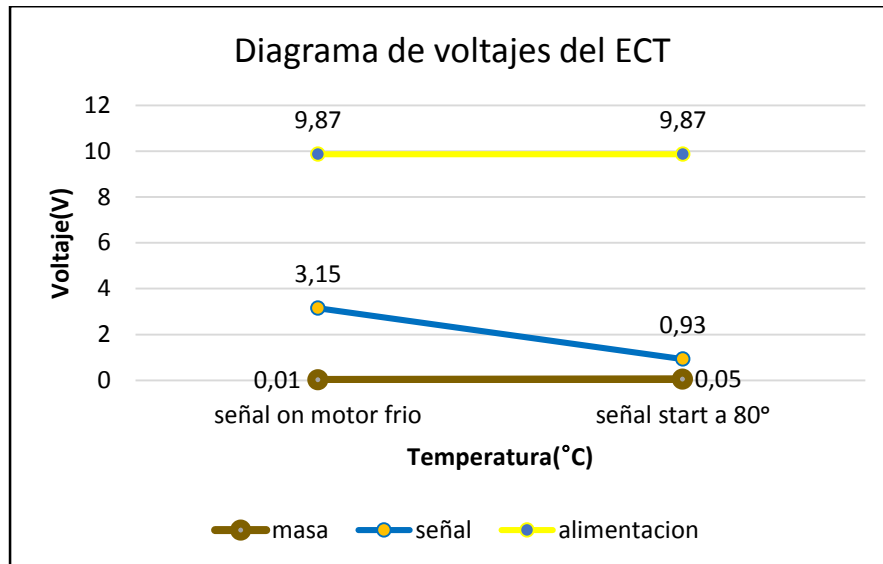


Figura 53. Diagrama de voltajes del sensor ECT

En la figura 53, se observa los voltajes de masa, señal y alimentación del sensor ECT. El voltaje del cable negro de masa es constante de 0.05 voltios mientras en el cable azul de señal el voltaje disminuye de 3.15 voltios con el motor frio a 0.93 voltios con motor caliente a 80°, esto indica que este sensor es de tipo NTC (Coeficiente de temperatura negativo), el cable amarillo de señal tiene un voltaje constante de 9.87 voltios.

Mediciones con osciloscopio

En la figura siguiente se muestra el comportamiento del sensor de temperatura del motor, para realizar esta medición se estableció una escala de 0.5 voltios/0.5 segundos. En la gráfica se puede ver un voltaje constante de 0.8 voltios, esta señal indica que el motor está a una temperatura óptima de trabajo, alrededor de 90°Centigrados a 100°Centigrados.

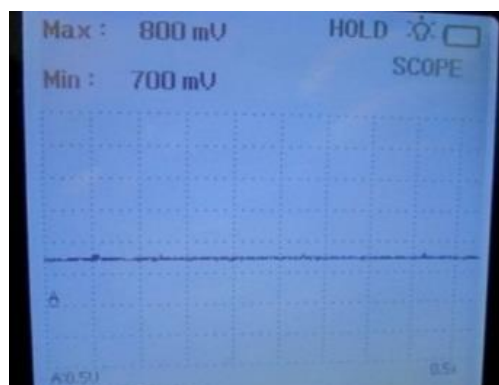


Figura 54. Gráfica del sensor temperatura el motor
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 54 se observa la curva del sensor de temperatura del motor, en el eje Y está el voltaje igual a 0.5 voltios cada cuadrícula, en el eje X está el tiempo igual a 0.5 segundos cada cuadrícula. En la imagen se aprecia una línea recta que expresa un voltaje constante de alrededor de 0.8 voltios a una temperatura óptima de funcionamiento alrededor de 80°Centigrados.

Resultados con scanner

En el diagnóstico se observó que el motor frío y en contacto dio una lectura de 21°Centigrados, con un voltaje de 3.06 voltios. Luego el motor encendido dio una lectura de 50°Centigrados con un valor de 1.74 voltios, comprobando que el sensor está funcionando correctamente e informando a la ECU que la temperatura del motor va en aumento.

Código de falla

Después de desconectar el interruptor del sensor temperatura del motor, se procedió a dar arranque al motor, este al no tener la señal del sensor, no puede encender y se activa un código de fallas que se guarda en la memoria de la ECU, con el scanner se puede leer el código de falla P0118.- Sensor de temperatura – entrada alta de circuito

Síntomas de fallo

- El motor no enciende

Cuando este sensor falla o no envía una señal hacia la ECU en la etapa de arranque, la misma no puede determinar la temperatura a la que se encuentra el motor y no envía señal actuadora hacia los inyectores.

- El motor se apaga

Si el sensor falla cuando el motor se encuentra en funcionamiento, el motor se apaga por que la ECU no puede determinar la temperatura del motor y no enviara la señal actuadora hacia los inyectores.

- Señal de avería

La señal aparece en el tablero de control para indicar al conductor que hay un daño en la parte electronica del automovil.

Causas

- Cortos en el circuito
- Nivel del refrigerante bajo
- Voltaje de alimentación de bajo.

Soluciones

- Comprobar la continuidad de los cables
- Cambiar el termostato
- Revisar el voltaje de alimentación.

4.2.6 Sensor MAF con IAT.



Figura 55.Sensor MAF.

Ubicación

Se encuentra localizado en el parte superior del depurador



Figura 56.Ubicación sensor MAF

Función

Se encarga de medir directamente la masa de aire admitida y la temperatura del aire, su funcionamiento se basa en una resistencia conocida como hilo caliente, esta resistencia se calienta con un voltaje que recibe de la ECU a unos 200°Centigrados.

Cuando el aire aspirado enfría la resistencia esta varía su voltaje, mediante el cual la ECU puede dosificar la cantidad de combustible. Este sensor funciona con una alimentación de 12 voltios la señal del sensor va desde 1.98 voltios en ralentí y a plena carga 3.5 voltios. La señal del sensor IAT es de 2.18 voltios a temperatura ambiente.

Parámetros de funcionamiento óptimo

Tabla 18. Parámetros de funcionamiento sensor MAF

	En contacto	Ralenti	Plena carga
Alimentacion	12 V	12 V	12 V
Señal MAF	5 V	1.5 V a 2.5 V	4 V a 4.5 V
Señal IAT	2.5 V a 4 V	Temperatura	Ambiente

Fuente: (Cueva, 2006)

Pines del sensor

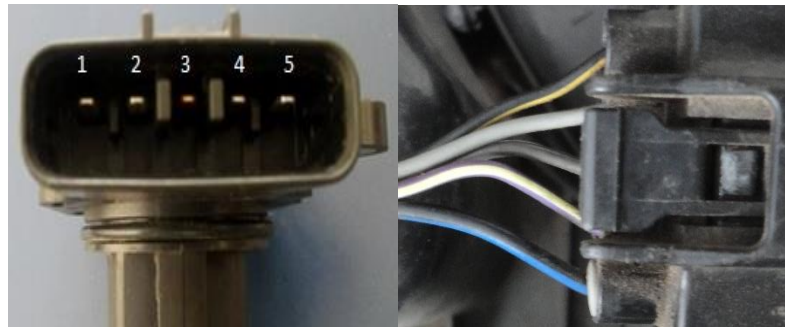


Figura 57. Vista del sensor y conector del MAF

Tabla 19. Información del sensor MAF

Nº Terminales	Cable	Características
Terminal 1	Negro/amarillo	Masa IAT
Terminal 2	Plomo	Señal IAT
Terminal 3	Negro	Señal MAF
Terminal 4	Violeta/amarillo	Masa MAF
Terminal 5	Negro/azul	Alimentación

Circuito del sensor

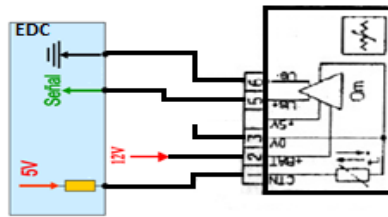


Figura 58. Circuito sensor MAF
Fuente: (Gallegos, 2010)

Comprobaciones con multímetro

Medición de voltajes en contacto

Se midió la alimentación de la ECU en escala voltios, se procedió a pinchar el cable de color negro/azul literal (A) con el positivo del multímetro. Luego el negativo se conecta a masa, se realizó el mismo procedimiento con el cable de color negro literal (B) para medir la señal del sensor.



Figura 59. Voltaje de alimentación y señal del MAF
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

En la figura 59 literal (A) se tiene una alimentación de 12.16 voltios en el cable negro/azul, en el literal (B) se tiene una señal de 0.64 voltios en el cable negro, medidas tomadas con el motor en contacto. Los voltajes obtenidos indican que el sensor funciona con una alimentación directa de la batería, la señal enviada por este sensor hacia la ECU es de 0.64 voltios, este valor es interpretado para indicar que el flujo de aire es cero.

Medición de voltaje en ralenti

Se midió la señal del sensor. Para realizar esta medición se pinchó el cable de color negro con el positivo del multímetro y el negativo a masa.



Figura 60. Voltaje de señal del MAF
Fuente: (Multímetro TRISCO DA 830)

Análisis

En la figura 60 se observa una señal de 2.55 voltios en el cable negro, medida tomada con el motor en ralentí. El aumento de voltaje en la señal indica un incremento en el flujo de aire, es decir; a mayor voltaje mayor flujo de aire en el conducto de admisión, señal que es procesada por la ECU para dosificar la cantidad de combustible.

Tabla 20. Voltajes del sensor MAF

Medición en	Unidades	Señal on	Señal start	2000 rpm	3000 rpm
Señal	Voltios	0.64	2.55	3.34	3.80
Masa	Voltios	0.01	0.05	0.05	0.05
Alimentacion	voltios	12.16	13.8	13.8	13.8

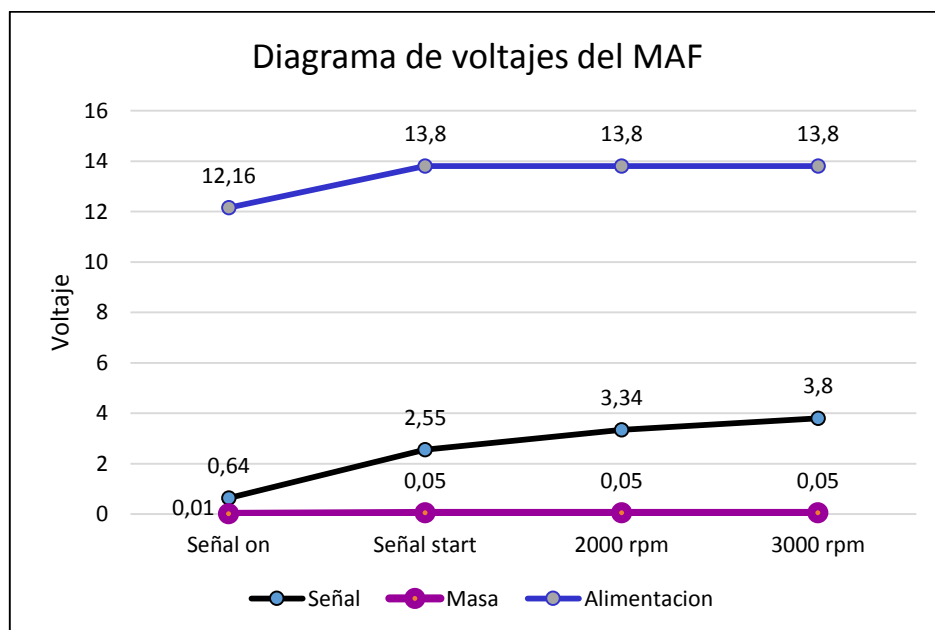


Figura 61. Diagrama de voltajes del sensor MAF.

En la figura 61, de voltajes del sensor MAF se puede observar los valores obtenidos en el cable de señal, alimentación y masa. El cable violeta tiene una masa constante de 0.05 voltios mientras, el cable negro de señal tiene una tensión de 0.64 voltios en contacto y aumenta hasta 3.8 voltios a 3000 rpm este incremento se debe a que ingresa mayor cantidad de aire en el múltiple de admisión, además el cable azul de alimentación tiene un voltaje de 12.16 voltios en contacto y 13.8 voltios a diferentes revoluciones del motor.

Medición de voltajes del IAT en contacto

Con el motor en contacto, se midió la señal del sensor IAT, se procedió a pinchar el cable de color plomo literal (A) con el positivo del multímetro y el negativo se conecta a masa, luego se realizó el mismo procedimiento con el motor en ralentí literal (B) para medir la señal del sensor.

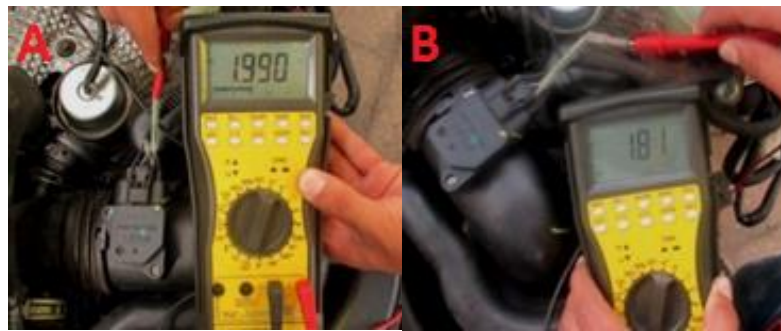


Figura 62. Voltajes de señal del IAT
Fuente: (Multímetro TRISCO DA 830)

Análisis

En la figura 62 literal (A) se muestra una señal de IAT de 1.99 voltios en el cable plomo con el motor en contacto, en el literal (B) se tiene 1.81 voltios en el cable plomo con el motor en ralentí. Las medidas obtenidas indican que el voltaje de este sensor disminuye por ser un sensor tipo NTC.

Tabla 21. Voltajes del IAT

Medición en	Unidades	Señal on	Señal start
Masa	Voltios	0.01	0.05
Señal	Voltios	1.99	1.81

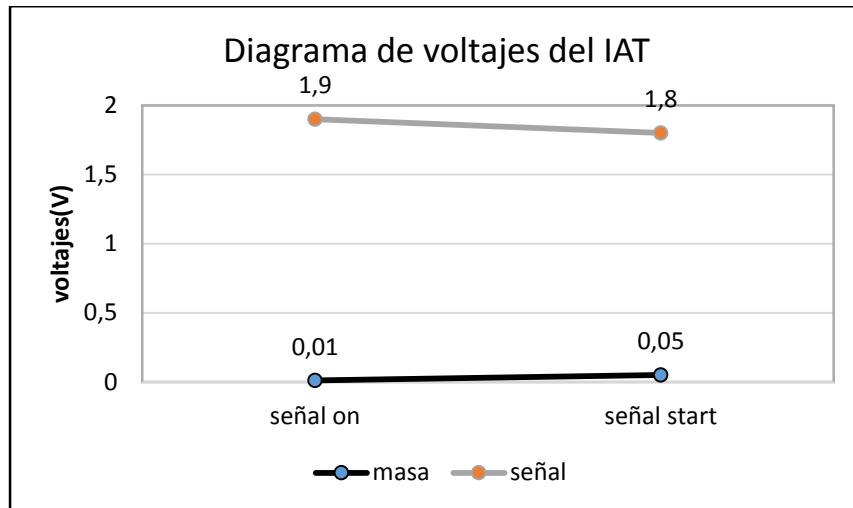


Figura 63. Diagrama de voltajes del sensor IAT

En el diagrama de voltajes del sensor IAT se puede observar los valores obtenidos en el cable de señal y masa. El cable negro tiene una masa constante de 0.05 voltios mientras el cable verde de señal tiene una tensión de 1.9 voltios con el motor en contacto y disminuye a 1.8 voltios con el motor encendido, esta disminución de voltaje es debido por ser un sensor de tipo NTC a mayor temperatura menor voltaje.

Mediciones con osciloscopio

En la figura 64, se puede observar la curva del sensor MAF, que es una señal analógica, la escala de trabajo es 2 voltios/1 segundos, la curva muestra el momento en que se acelera el motor y este aumenta su voltaje, el incremento de voltaje es interpretado por la ECU como aumento de flujo de aire en el conducto de admisión, para dosificar la cantidad de combustible.

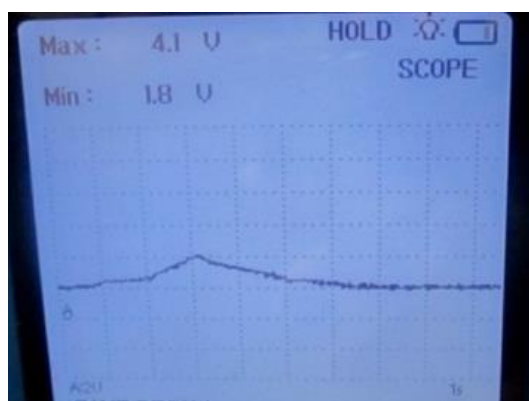


Figura 64. Gráfica del sensor MAF
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 64 se observa la curva del sensor MAF, en el eje Y está el voltaje igual a 2 voltios cada cuadrícula, en el eje X está el tiempo igual a 1 segundo cada cuadrícula. En la imagen se aprecia una curva que empieza con 2 voltios aproximadamente y llega hasta los 4 voltios, esta variación de voltaje ocurre por una aceleración a fondo del pedal del acelerador produciendo un aumento en el flujo de aire en el conducto de admisión, señal que es enviada a la ECU para dosificar la cantidad de combustible.

Medición del IAT

En la figura 65, se puede observar la curva del sensor IAT, la escala de trabajo es 1 voltios en el eje X y 0.1 segundos en el eje Y. La gráfica de este sensor indica una variación de voltaje mínima, porque la temperatura del aire es constante. Además se puede observar el voltaje mínimo de 1.8 voltios y el máximo de 2.1 voltios

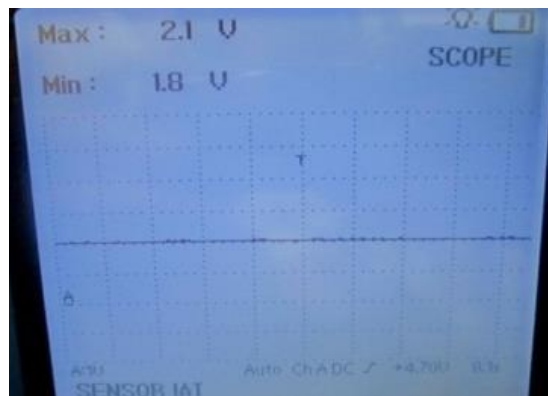


Figura 65. Gráfica del sensor IAT
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Diagnóstico con el scanner

En el diagnóstico realizado con el scanner se observó que el motor frío y en contacto dio una lectura de 22°C de temperatura del aire, con un voltaje de 2.26 voltios, también se pudo medir el flujo de aire aspirado dando como resultado 1 gramo/segundo generando 0,62 voltios.

Luego se procedió a medir con el motor encendido, la lectura fue de 29°C con una tensión de 1.9 voltios y el flujo de aire aspirado fue de 10 gramos/segundo, además se midió a 2000 RPM dando como resultado el flujo de aire aspirado de 33 gramos/segundo con un voltaje de 2.8 voltios.

Código de falla

Después de desconectar el interruptor del sensor MAF, se procedió a dar un arranque al motor, este no encendió por no tener señal hacia la ECU, con la ayuda del scanner se pudo leer el código P0102 y P0113 pertenecientes al sensor MAF, indicando un problema en la señal de entrada del sensor.

Síntomas de fallo

- Consumo de combustible

Si la ECU no recibe señal de este sensor entra en una etapa de emergencia en la cual existe una mezcla rica en la inyección, lo que determina el aumento en el consumo de combustible.

- Presencia de humo negro en el escape

Cuando la ECU esta en la fase de emergencia no puede determinar la cantidad de aire que ingresa al motor, por lo cual hay un aumento de combustible (mezcla rica), la misma que no se combustiona en su totalidad .

- Bajo rendimiento del motor

Se produce cuando el sensor no envía la señal de referencia a la ECU de la cantidad de aire ingresado al motor, debido a esto el motor no operara mas de las 2500 rpm.

Causas

- Cortos en el cableado
- Voltaje de alimentación baja
- Sensor dañado
- Sensor con impurezas.

Soluciones

- Comprobar la continuidad de cables
- Revisar el voltaje de alimentación
- Limpiar la zona del sensor
- Cambiar terminales si es necesario

4.2.7 Sensor de presión absoluta de la admisión (MAP).



Figura 66.Sensor MAP

Ubicación.

Está ubicado en el colector de admisión



Figura 67.Ubicación del sensor MAP.

Función

El sensor MAP es un componente que mide la presión y temperatura de entrada de aire en el múltiple de admisión, enviando una señal a la ECU para que pueda controlar el tiempo de ignición en las diferentes condiciones de carga de motor.

Parámetros de funcionamiento

Tabla 22.Parámetros de funcionamiento óptimo

Presión	1 bar	1.25 bar	1.5 bar	1.75 bar	2 bar
Voltaje	2.3 V	2.7 V	3.2 V	3.5 V	4 V

Fuente: (Gallegos, 2010)

Pines del sensor

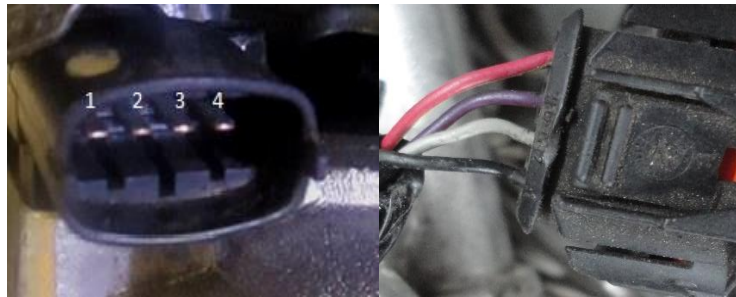


Figura 68. Vista del sensor y conector del MAP

Tabla 23. Información del MAP

Nº terminal	Cable	Características
Terminal 1	Rojo/amarillo	Señal temperatura de aire
Terminal 2	Violeta/rojo	Alimentación
Terminal 3	Plomo/azul	Señal
Terminal 4	Negro/amarillo	Masa

Circuito del sensor

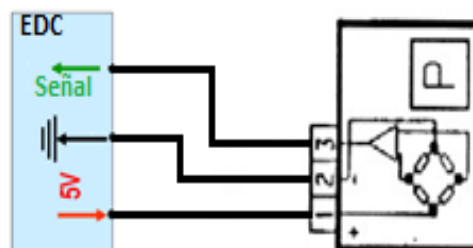


Figura 69. Circuito del sensor MAP
Fuente: (Gallegos, 2010)

Comprobaciones con multímetro

Mediciones de voltajes en contacto

Con el motor en contacto, se midió la alimentación de la ECU en escala voltio, se procedió a pinchar el cable de color morado/rojo figura. (A) con el positivo del multímetro y el negativo a masa, luego se realizó el mismo procedimiento con el cable de color plomo/azul figura. (B) para medir la señal.



Figura 70. Voltajes de alimentación y señal del MAP
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

La figura 70 literal (A) se puede observar una alimentación de 5 voltios en el cable violeta/rojo, en el literal (B) se tiene una señal de 1.60 voltios en el cable plomo/azul, estas mediciones se realizaron con el motor en contacto. Los voltajes indican que el sensor funciona con una alimentación de 5 voltios y la señal enviada hacia la ECU determina la presión existente en el múltiple de admisión.

Medición a 3000 rpm

Se procedió a medir la señal del sensor. Se conectó el cable de color plomo/azul con el positivo del multímetro y el negativo a masa.



Figura 71. Voltaje de señal del MAP
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

En la figura 71, se observa una señal del sensor de 1.76 voltios en el cable plomo/azul, esta medida se obtuvo a 3000 RPM, el aumento de voltaje demuestra un incremento en la presión del aire que ingresa por el múltiple de admisión, es decir, que a mayor presión de aire mayor voltaje.

Tabla 24. Voltajes del MAP

Medición en	Unidades	Señal on	Señal start	3000 rpm
Señal IAT	Voltios	1.5	1.6	1.6
Alimentación	Voltios	5	5	5
Señal MAP	Voltios	1.6	1.6	1.76
Masa	Voltios	0.01	0.05	0.05

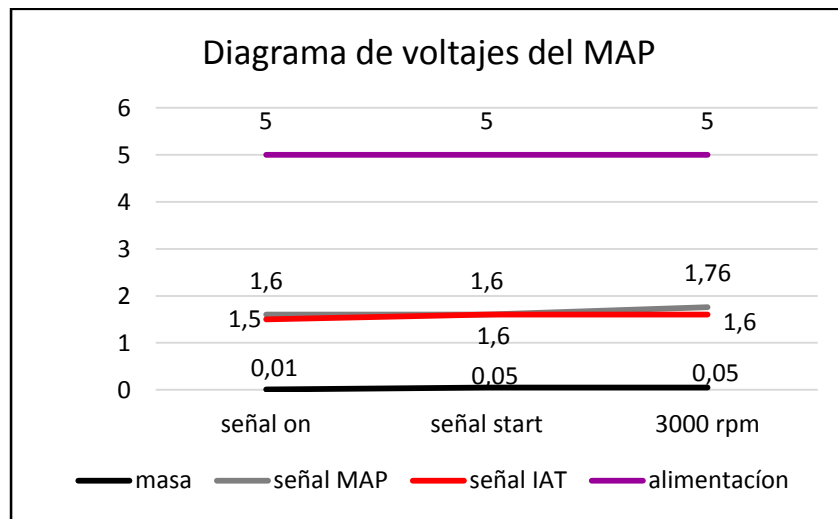


Figura 72. Diagrama de voltajes del sensor MAP

En la figura 72, de voltajes del sensor MAP se puede observar los valores obtenidos en el cable de señal, alimentación y masa. El cable plomo señal del MAP tiene un voltaje de 1.5 voltios en contacto donde la presión del aire es baja, al encender el motor el voltaje aumenta a 1.6 voltios y a 3000 rpm el voltaje es de 1.76, este aumento de voltaje indica el aumento de presión en el múltiple de admisión a mayor rpm mayor presión y por ende mayor voltaje, el cable rojo de señal del IAT tiene un voltaje de 1.5 voltios en contacto y 1.6 voltios a 3000 rpm demostrando que este sensor es de tipo PTC, el cable violeta tiene un voltaje constante de 5 voltios y el cable negro de masa tiene un voltaje constante de 0.05 voltios .

Mediciones con osciloscopio

En la figura siguiente se puede observar la curva del sensor MAP, que es una señal análoga. La escala de trabajo es 2 voltios/1 milisegundos, la curva muestra el momento en que se acelera el motor y este aumenta su voltaje.

El incremento de voltaje es interpretado por la ECU como aumento de presión del aire en el conducto de admisión, para dosificar la cantidad de combustible. Además en la figura se puede ver un voltaje mínimo de 1.5 voltios que indica que el motor está en ralentí y un voltaje máximo de 4.9 voltios indicando la máxima aceleración del motor.

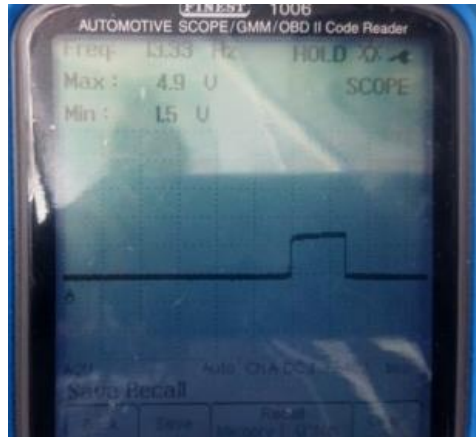


Figura 73. Gráfica del Sensor MAP

Análisis

En la figura 73 se observa la curva del sensor MAP, en el eje Y está el voltaje igual a 2 voltios cada cuadrícula, el eje X mide el tiempo igual a 1 milisegundo cada cuadrícula. La curva inicia con una línea recta expresando un voltaje de 2 voltios aproximadamente, indicando una presión de aire constante, luego se ve un aumento de voltaje en la curva que llega a 5 voltios aproximadamente, se analiza que este incremento de voltaje es producido por la aceleración del motor, por lo cual la presión de aire también aumenta.

Diagnóstico con el scanner

Se observó que el motor en ralentí, la presión de aire es 11 psi, generando un voltaje de 1.26 voltios, al acelerar el motor a 3000 rpm la presión aumenta a 13 psi con un voltaje de 1.5 voltios, determinando el buen estado del sensor.

Código de falla

Después de desconectar el interruptor del sensor MAP, se procedió a dar arranque al motor, este al no tener la señal del sensor, no puede encender, con el scanner se procedió a leer el código de falla P0108.- Señal alta sensor de presión absoluta/presión barométrica

Síntomas de fallo

- Consumo excesivo de combustible

Cuando este sensor falla o no envía señal hacia la ECU, esta entra en un periodo emergente, en el cual el motor funcionara con una mezcla rica y sus revoluciones no sobrepasaran las 2500 rpm.

- Señal de avería.

Esta señal aparece en el tablero de control para indicar al conductor que hay un daño en la parte electronica del automovil.

Causas

- Voltaje de señal inadecuado
- Cortos en el circuito del sensor
- Suciedad en el conector.
- Sensor dañado.

Soluciones

- Revisar el voltaje de señal
- Comprobar la continuidad de los cables
- Limpiar la zona del sensor y sus terminales
- Si es necesario cambiar el sensor

4.2.8 Sensor de temperatura de combustible (EFT)

Ubicación

Se encuentra ubicado en la parte inferior izquierda del motor, sobre la bomba de alta presión de suministro de combustible



Figura 74. Ubicación sensor EFT.

Función

Mide la temperatura del combustible y envía una señal a la ECU para que esta regule el caudal de suministro de combustible y también actúe sobre la válvula reguladora de presión, la forma de trabajo de este sensor pertenece al grupo de los de coeficiente negativo de temperatura, donde se tiene un voltaje y una resistencia que disminuye con el aumento de la temperatura.

Parámetros de funcionamiento

Tabla 25. Parámetros de Funcionamiento del EFT

Temperatura	20°C	40°C	80°C
Voltaje	2.85 V	1.66 V	0.5 V

Fuente: (Gallegos, 2010)

Conector del sensor



Figura 75. Vista del conector EFT

Tabla 26. Información del EFT

Nº terminal	Cable	Características
Terminal 1	Azul/amarillo	Señal
Terminal 2	Blanco	Masa

Circuito del sensor

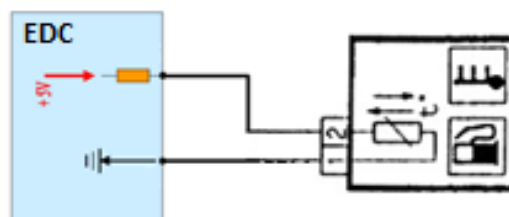


Figura 76. Circuito del sensor EFT

Fuente: (Gallegos, 2010)

Comprobaciones con multímetro

Medición de voltajes en contacto y en ralentí

Con el motor en contacto, se midió la señal del sensor. Para realizar esta medición se colocó el multímetro en la escala voltios, se pinchó el cable de color azul/amarillo literal (A) con el positivo del multímetro y el negativo se conecta a masa, luego con el motor en ralentí se midió el mismo cable de señal, cómo se muestra en el literal (B).



Figura 77.Voltaje de señal del sensor EFT
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

Como se muestra en la figura 77 literal (A) se obtuvo un valor de 3,39 voltios en el cable de señal color azul/amarillo, con el motor en contacto a una temperatura fría del motor, en el literal (B) se tiene 2.96 voltios en el mismo cable de señal del señor, esta medición se realizó con el motor en ralentí a una temperatura de 80°Centigrados. Estas mediciones demuestran que el sensor es de coeficiente negativo porque al aumentar la temperatura de combustible disminuye su voltaje.

Tabla 27. Mediciones de EFT

Medición en	Unidades	Señal on	Señal start
Masa	Voltios	0.01	0.05
Señal	Voltios	3.39	2.96
Resistencia	Ohms	1977 en frío	700 a 80°

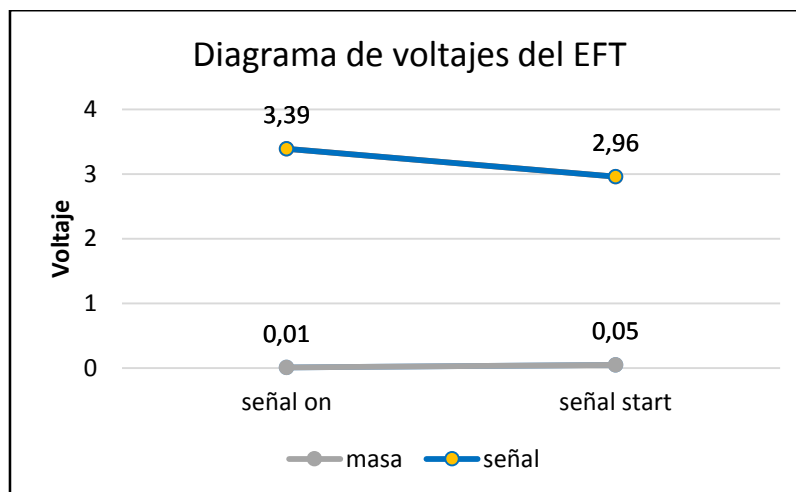


Figura 78. Diagrama de voltajes del sensor EFT

En la figura 78, se puede observar los valores obtenidos en el cable de señal, y masa. El cable azul de señal tiene un voltaje de 3.39 voltios en contacto y un tensión de 2.96 voltios con el motor encendido su voltaje disminuye por ser un sensor NTC (coeficiente de temperatura negativo) a mayor temperatura menor voltaje, el cable verde de masa tiene un voltaje constante de 0.05 voltios.

Mediciones con osciloscopio

En la figura 79 se puede observar la curva característica del sensor EFT, se estableció una escala de trabajo de 1voltio/0,5segundos, al ser un sensor de tipo coeficiente negativo, la resistencia del sensor disminuirá a medida que la temperatura aumenta.

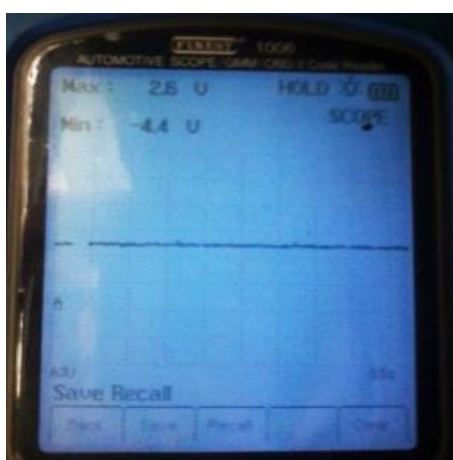


Figura 79. Gráfica del sensor EFT
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 79, se puede ver una escala de 1 voltio cada cuadrícula en el eje Y, 0,5 segundos cada cuadrícula en el eje X determinando un voltaje de trabajo de 2.6 voltios. La curva que se observa en el osciloscopio demuestra un voltaje constante, con unas pequeñas variaciones mínimas, es decir, la temperatura de combustible no aumenta.

Código de falla

Después de desconectar el socket del sensor EFT, se procedió a dar arranque al motor, al no tener la señal del sensor, no puede encender, con la ayuda del scanner se procedió a leer el código de falla P0180.- Sensor de temperatura de combustible – problema en el circuito

Síntomas de fallas

- El motor no enciende
Cuando la ECU no recibe la señal de este sensor, esta no puede saber la temperatura existente en el combustible
- Titubeo en el motor
Se produce por un cortocircuito o contacto a masa en el cableado entre el sensor y la ECU, provocando interrupciones en la señal del sensor.
- Incremento de emisiones
La ausencia de señal de este sensor hacia la ECU, provoca que el caudal de inyección de combustible en los inyectores sea constante independientemente de la carga del motor.

Causas:

- Cortos en el cableado
- Suciedad en el conector
- Voltaje de alimentación bajo
- Sensor averiado

Soluciones:

- Probar la continuidad de los cables
- Revisar el voltaje de alimentación
- Fuera de rangos del sensor, reemplazar

4.3 Actuadores Sistema Common Rail

4.3.1 Electroinyectore

Se encuentra ubicados en la parte superior del motor, alojados en el cabezote.



Figura 80. Electro inyectores

Función

Los electro inyectores son los encargados de pulverizar el combustible dentro de la cámara de combustión, el inyector se activa de forma eléctrica a diferencia de los utilizados en sistemas que inyectan de forma mecánica. Con esto se consigue más inyecciones por minuto y mayor precisión a la hora de inyectar el combustible.

Parámetros de Funcionamiento

Tabla 28. Parámetros de Funcionamiento del inyector

Resistencia del inyector	Voltaje de funcionamiento
0.3 Ω a 0.6 Ω	80 V

Fuente: (Cueva, 2006)

Conector del inyector



Figura 81. conector del inyector

Tabla 29. Información del inyector

Nº Inyector	Nº terminales	Color de cable
1	1	Rosado
	2	Violeta
2	1	Rojo
	2	Blanco
3	1	Verde
	2	Negro
4	1	Plomo
	2	Negro

Comprobaciones con multímetro

Medición de voltajes

Con el motor en ralentí, se midió los voltajes en los pines del inyector. Para realizar esta medición se colocó el multímetro en la escala voltios, se procedió a pinchar en el cable con el positivo del multímetro y el negativo a masa.



Figura 82. Voltaje del inyector
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

Como se puede observar en la figura 82, se obtuvo 4.96 voltios, este valor fue igual en todos los inyectores, las mediciones se realizaron con el motor en ralentí. El valor obtenido indica una alimentación aproximada a 5 voltios enviada desde la ECU que de acuerdo a los parámetros de funcionamiento se encuentra dentro de los rangos establecidos.

Medición de resistencia

Para realizar esta medición se desconectó el socket del inyector, con el multímetro en escala ohmios, se conectó el cable positivo y negativo a los pines del inyector.



Figura 83. Resistencia del inyector
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

En la figura 83, se comprobó una resistencia del inyector dando un valor de 1.2 Ω en todos los inyectores, medida obtenida con el motor frío y de acuerdo a lo establecido por el fabricante, la resistencia del inyector está dentro de los parámetro de funcionamiento.

Tabla 30. Voltajes del inyector

Nº de inyector	1	2	3	4
Voltaje (V)	4.6	4.6	4.6	4.6
Resistencia (Omhs)	1.2	1.2	1.2	1.2

Mediciones con osciloscopio

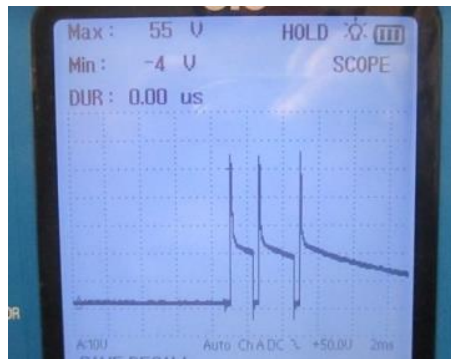


Figura 84. Gráfica del electroinyector
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 84 se puede ver la curva del inyector, con una escala de trabajo de 10 voltios en el eje Y que corresponde a cada cuadrícula y 2 milisegundos en el eje X por cada cuadrícula para visualizar de la mejor manera la curva. La figura muestra el momento que el inyector realiza la inyección, se aprecia tres picos de voltaje que llegan a un máximo de 55 voltios, voltaje necesario para que el inyector sea excitado y pulverice el combustible en la cámara de combustión.

El primer pico de voltaje tiene una apertura de 1 milisegundo para realizar la preinyección, luego la inyección propiamente dicha dura aproximadamente 2 milisegundos y la post inyección dura aproximadamente 1 milisegundos.

Código de fallas

Después de desconectar el socket del inyector, se procedió a dar un arranque al motor, el mismo que se encendió pero con dificultad y usando el scanner se obtuvo el código de fallas del inyector P200.- Inyector – circuito defectuoso

Síntomas de fallas

- Falla en el encendido- tironeo

Si uno de los inyectores no funciona de la manera correcta, el motor tiene dificultades al encender, además al no funcionar uno de los inyectores provoca un desfase en el orden de encendido.

- Aceleración pobre

Una vez encendido el motor, la falta de funcionamiento de un inyector provoca una interrupción en la aceleración.

Causas

- Inyector dañado.
- Corto en el cableado del inyector.
- Computadora dañada

Soluciones

- Con el multímetro comprobar la resistencia del inyector.
- Comprobar el voltaje del inyector.
- Con un comprobador de inyectores, activar el inyector y ver si funciona

4.3.2 Válvula Reguladora de presión del combustible.

Se encuentra ubicado en la bomba de alta presión.



Figura 85. Válvula reguladora de presión.

Función

Tiene la misión de ajustar y mantener la presión en el rail en función de carga del motor. Se abre cuando existe una presión excesiva en el rail, de forma que una parte de combustible del conducto retorna al depósito a través de una tubería de retorno. Se cierra la válvula reguladora cuando no hay suficiente presión en el rail estanqueizando así el lado de alta presión.

Parámetros de Funcionamiento

Tabla 31. Parámetros de funcionamiento de la válvula de presión

Resistencia de la bobina	Voltaje
2 Ω a 3 Ω	12 V

Fuente: (Cueva, 2006)

Conector de la valvula reguladora de presion



Figura 86. Conector de la válvula de presión

Tabla 32. Información de la válvula reguladora de presión.

Nº Terminales	Color de cable	Característica
1	Negro /azul	Alimentación
2	Azul/rojo	Señal

Comprobaciones con multímetro

Medición de voltajes en contacto

Con el motor en contacto se midió los voltajes en el conector de la válvula reguladora de presión, con el multímetro en escala voltios se pinchó el cable de alimentación negro/azul figura (A), con el positivo y el negativo a masa, el mismo proceso se repite con el cable de señal azul/rojo figura (B).



Figura 87. Voltajes de la válvula de presión
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Analisis

En la figura 87 literal (A) se obtuvo una alimentación de 12.15 voltios en el cable negro/azul, en el literal (B) se tiene 12.23 voltios en el cable azul/rojo, estas mediciones se realizó con el motor en contacto.

Las medidas obtenidas demuestran que el voltaje que circula por la válvula es la tensión proveniente de batería, las medidas casi iguales en los dos cables indican que la válvula reguladora de combustible aun no entra en funcionamiento.

Medición de voltaje en ralenti

Con el motor en ralenti y acelerando se midió el voltaje del cable azul/rojo

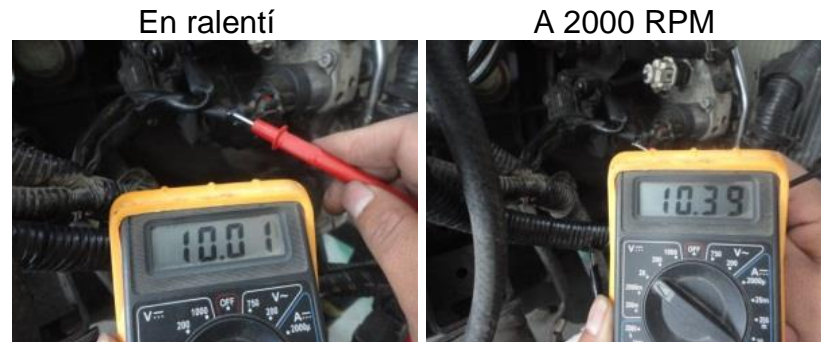


Figura 88. Voltajes de la válvula de presión
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Análisis

En la figura 88 se tiene un valor de 10.01 voltios en el cable de señal actuadora, esta medida se obtuvo con el motor en ralenti y a 2000 RPM midió 10.39 voltios en el mismo color de cable.

Los voltajes demuestran que ha mayor revoluciones de motor, la presión en el rail aumenta, por ende disminuye la resistencia de la válvula y el voltaje de la misma aumenta, al aumentar el voltaje la válvula deja retornar una parte del combustible al depósito para que haya una presión estable.

Tabla 33. Mediciones de la válvula reguladora de presión

Medición en	Unidades	Señal on	Señal start	2000 rpm
Alimentación	Voltios	12.15	14.16	14.16
Señal actuadora	Voltios	12.23	10.01	10.39
Resistencia	Ohms	0.38		

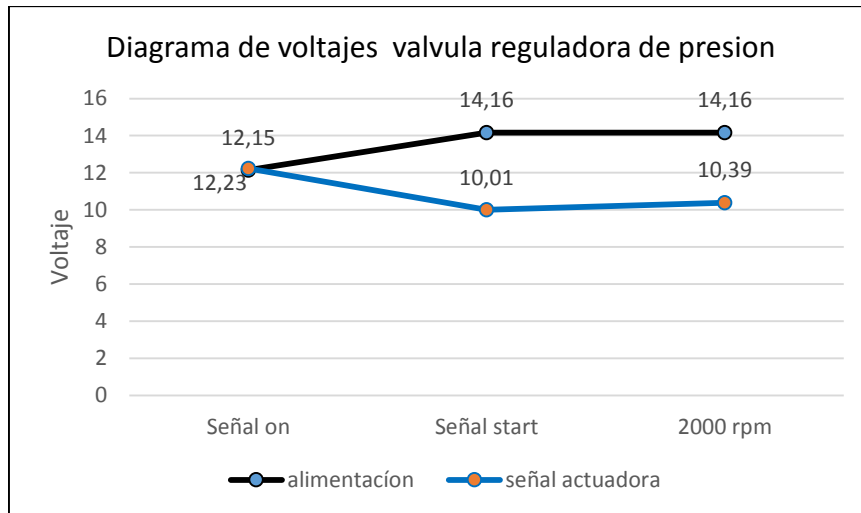


Figura 89. Diagrama de voltajes de la válvula reguladora de presión

En la figura 89, se puede observar los valores obtenidos en el cable de señal y alimentación. El cable azul de señal tiene un voltaje de 12.23 en contacto mientras que con el motor encendido el voltaje es de 10.01 voltios y a 2000 rpm es de 10.39 voltios, el cable negro de alimentación tiene un voltaje de 12.15 voltios en contacto mientras que con el motor encendido tiene 14.16 voltios y a 2000 rpm tiene 14.16 voltios.

Medición con osciloscopio

En la figura se puede observar la curva característica de la válvula reguladora de presión de combustible, para ello se estableció una escala de trabajo de 5 voltio/5 milisegundos, para poder apreciar de mejor manera la gráfica del mismo.

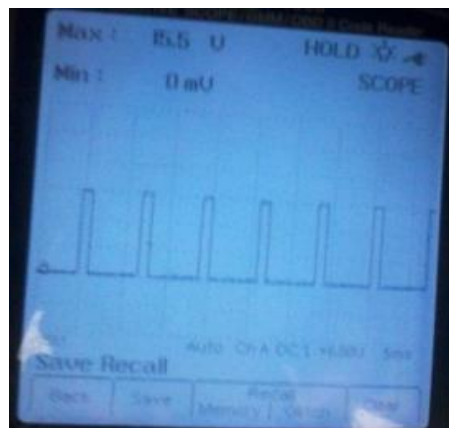


Figura 90. Gráfica de la Válvula reguladora de presión
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 90, se puede apreciar una escala de trabajo de 5 voltio cada cuadrícula en el eje Y, 5mili segundos cada cuadrícula en el eje X. La curva muestra un aumento de voltaje de 15,5 voltios cada 5 milisegundos, este voltaje proveniente de la ECU estimula a la válvula reguladora de presión para disminuir la presión existente en el rail de combustible.

Código de fallas

Una vez desconectado el socket de la válvula reguladora de presión, se procedió a encender el motor, el mismo que no encendió. Con el scanner se obtuvo el código de falla P0627 Bomba de combustible – circuito abierto.

Síntomas de fallo

- Arranque lento o sin arraque
La ausencia de la señal actuadora, provoca que la ECU no regule la presión de combustible en el rail, por ende el motor no enciende.
- Señal de avería.
Cuando existe una anomalía en el sistema electrónico del vehículo se activa la luz mil.

Causas

- Atascamiento de la válvula.
- Exceso de presión por parte de la bomba
- La bomba no genera la suficiente presión.

Soluciones

- Cambiar de válvula.
- Revisar los émbolos de la bomba.
- Revisar los elementos internos.

4.3.3 Válvula solenoide de vacío

Está ubicado en la parte derecha junto al turbo compresor.



Figura 91. Sistema EGR

Función

Para reducir las emisiones de gases de escape Óxido de nitrógeno (Nox), se utiliza el sistema EGR, que reenvía parte de gases de escape al colector de admisión reduciendo así el contenido de oxígeno en el aire de admisión para reducir el Nox. La ECU envía una señal a la electroválvula de control de vacío dependiendo de las revoluciones del motor, el combustible inyectado, aire aspirado y presión de atmosférica, para activar la EGR permitiendo la recirculación de los gases de escape.

Parámetros de Funcionamiento

Tabla 34. Parámetros de Funcionamiento de la válvula de vacío

Resistencia de la bobina	Voltaje
6.5 Ω a 20 Ω	12v

Fuente: (Gallegos, 2010)

Conector de la válvula de vacío

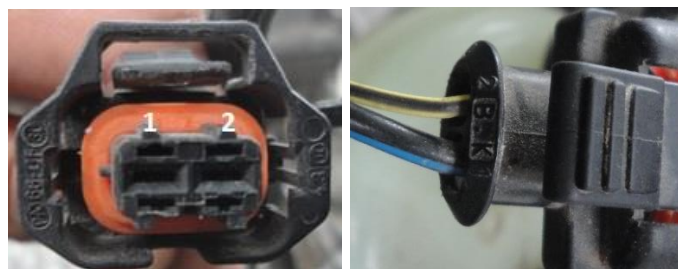


Figura 92. Conector de la válvula de vacío

Tabla 35. Información de la válvula solenoide de vacío

Nº Terminales	Cable	Características
Terminal 1	Negro/azul	Alimentación
Terminal 2	Amarrillo /negro	Señal del actuador

Comprobaciones con multímetro

Medición de voltajes en contacto

Con el motor en contacto se midió el voltaje de alimentación, se pinchó el cable de color negro/azul figura (A), luego se pinchó el cable de señal del actuador color amarillo/negro figura (B).



Figura 93. Voltajes de alimentación y señal actuadora de la válvula de vacío
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Analisis

En la figura 93 literal (A) se puede observar una alimentación de 12.53 voltios en el cable negro/azul, en el literal (B) se tiene una de señal del actuador 12.37 voltios cable amarillo/negro. Estos valores se obtuvo con el motor en contacto, el valor obtenido en la alimentación indica un voltaje directo proveniente de batería.

Medición de voltajes en ralenti

Con el motor en ralenti se procedió a medir el voltaje de señal del actuador cable amarillo/negro figura (A), y también a una aceleración de 2000 RPM para comprobar el funcionamiento de la válvula figura (B).



Figura 94. Voltajes de señal actuadora de la válvula de vacío
Fuente: (Multímetro digital DT 832)

Analisis

En la figura 94 literal (A) se tiene una señal del actuador de 2.96 voltios con el motor en ralenti, en el literal (B) una señal de actuador de 3,38 voltios a 2000 RPM, las medidas obtenidas demuestran que al acelerar el motor el voltaje aumenta, interpretando esto se puede decir que el aumento de tensión en la señal del actuador permite el paso de vacío hacia la válvula EGR y con ello se realiza la recirculación de gases.

Tabla 36. Voltajes de la válvula EGR

Mediciones en	Unidades	Señal on	Señal star	A 2000 RPM
Alimentacion	Voltios	12.53	14.01	14.01
Señal actuadora	Voltios	12.37	2.96	3.38
Resistencia	Ohmios	15 a 20°C	0.15 a 80°C	

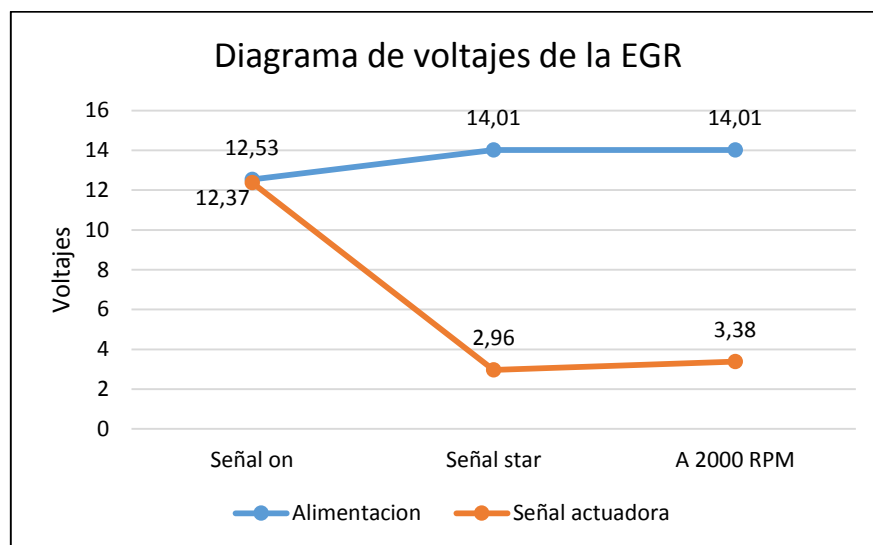


Figura 95. Diagrama de voltajes de la EGR

En la figura 95, se puede observar los valores obtenidos en el cable de señal y alimentación. El cable rojo de señal tiene un voltaje de 12.37 voltios con el motor en contacto mientras que con el motor encendido tiene un voltaje de 2.96 voltios y a 2000 rpm tiene un voltaje de 3.38 voltios, el azul de alimentación tiene un voltaje de 12.53 voltios con el motor en contacto mientras que con el motor encendido tiene un voltaje de 14.01 voltios y a 2000 rpm tiene un voltaje de 14.01 voltios.

Mediciones con osciloscopio

En la figura 96 se puede observar la curva característica de la válvula solenoide de vacío, para ello se estableció una escala de trabajo de 5 voltio/5 milisegundos, para poder apreciar de mejor manera la gráfica de este actuador.

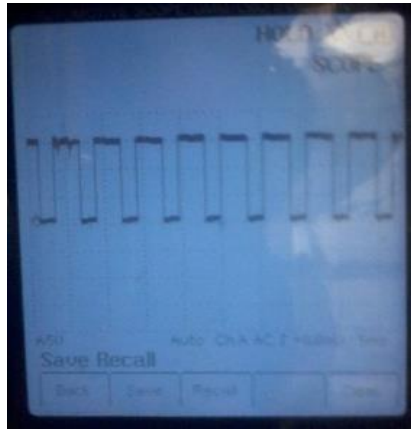


Figura 96. Gráfica de la Válvula solenoide de vacío
Fuente: (Osciloscopio OTC)

Análisis

En la figura 96, se puede observar una escala de trabajo de una cuadrícula equivalente a 5 voltios en el eje Y, 5 milisegundos cada cuadrícula en el eje X. La curva de la válvula solenoide de vacío, indica un aumento de 15 voltios con una duración de 3 milisegundos aproximadamente, este voltaje que proviene de la ECU, sirve para abrir y cerrar la válvula EGR controlando la recirculación de los gases de escape.

Código de fallas

Al desconectar el socket de la válvula solenoide de vacío, se procedió a encender el motor, el mismo que no se encendió, usando el scanner se obtuvo el código de fallas P0045.- Turbo/super cargador, control de refuerzo del solenoide abierto

Síntomas de falla

- Válvula de vacío se queda abierto.

Una conexión incorrecta a masa provocaría que el voltaje de referencia sea muy elevado, provocando que el solenoide de vacío se quede abierto, aumentando los gases en la admisión y provocando una combustión ineficiente

- Señal de avería.

Cuando existe una anomalía en el sistema electrónico del vehículo se activa la luz mil.

Causas

- Cables flojos.
- Atascamiento de válvula.
- Conector defectuoso.

Soluciones

- Revisas las conexiones.
- Cambiar la válvula.
- Chequear el turbo.

4.3.4 Unidad Electrónica de Control (ECU)



Figura 97. ECU

Se encuentra ubicada a un costado del motor



Figura 98. Ubicación de la EC

Función

La Unidad Electrónica de Control (ECU) funciona con un ordenador y un microprocesador, estos reciben señales de distintos sensores, los cuales son comparados con un programa interno grabado en su memoria y como resultado genera señales que son enviadas a distintos actuadores para poner en funcionamiento el motor.

Además tiene distintas ventajas como reducir el consumo de combustible, mantener niveles bajos de gases de escape, mejorar el rendimiento del motor. Las señales que recibe de los sensores siempre están controladas, en el momento que algún sensor envíe una señal errónea la ECU tomará valores sustitutos que estaban grabados en su programa para la operación del motor hasta que se arregle su avería.

Si se presenta alguna avería se registrará en la memoria interna de la ECU y se encenderá la luz de testigo en el tablero de instrumentos para informar al conductor, además se podrá leer el código de fallas con un scanner automotriz y conocer la avería.

Conector de la ECU

La ECU tiene dos conectores, el número 1 con 96 pines y el número 2 con 58 pines en total son 154 pines, de los cuales solo funcionan la mitad.

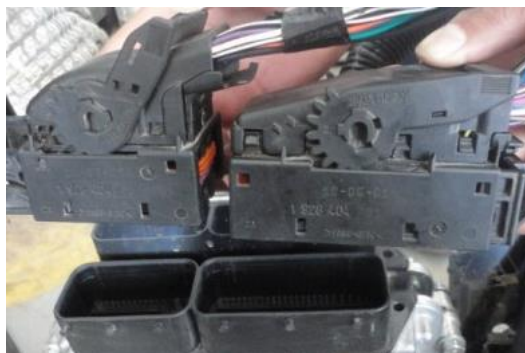


Figura 99. Conectores de la ECU

Pines de la ECU

En el conector 1 tiene 96 pines los cuales son usados para enlazar con la mayoría de sensores y actuadores

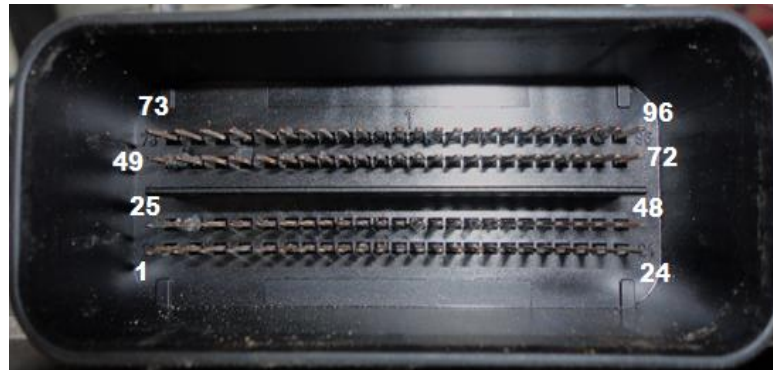


Figura 100. Pines del conector 1 de la ECU

Conector 2

En el conector 2 se tienen 58 pines, es el encargado de alimentar a la ECU

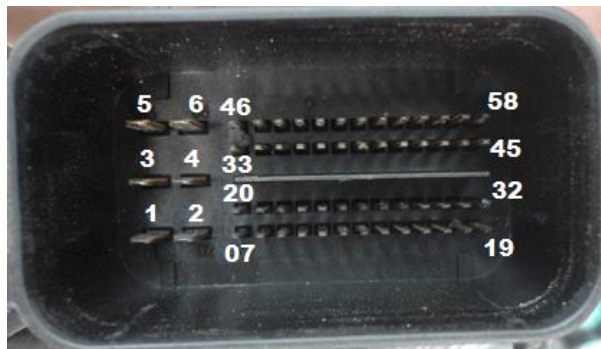


Figura 101. Pines del conector 2 de la ECU

Mediciones de continuidad con el multímetro

Se procedió a comprobar la continuidad entre los pines de la ECU y los terminales de cada sensor y actuador.



Figura 102. Medición de continuidad

Sensores

Tabla 37. Continuidad entre ECU y sensores

Pin ECU	Sensor	Color de cable	Características
94	CKP	Negro/amarillo	Masa
93		Azul	Alimentación
92		Verde	Señal
14	CMP	Rojo	Masa
60		Azul	Señal
13		Café	Alimentación
54	MAF	Negro/amarillo	Masa IAT
87		Plomo	Señal IAT
90		Café blanco	Señal MAF
70		Violeta/amarillo	Masa MAF
03		Negro/azul	Alimentación
67	ECT	Azul/naranja	Señal
56		Café/amarillo	Masa
		Amarillo/negro	Tablero-señal
91	FPR	Naranja	Masa
40		Blanco/azul	Señal
09		Verde/rojo	Alimentación
13	APP	Plomo/blanco	Alimentación
22		Rojo/azul	Señal
12		Café	Masa
09		Rosado	Señal
11	MAP	Negro/amarillo	Masa
41		Rojo/amarillo	Señal IAT
33		Violeta/rojo	Alimentación
41		Plomo/azul	Señal MAP

Actuadores

Tabla 38. Continuidad entre ECU y actuadores

Pin ECU	Actuador	Color de cable
74	Inyector 1	Violeta
25		Rosado
49	Inyector 2	Blanco
02		Rojo
13	Inyector 3	Negro
01		Verde
60	Inyector 4	café
26		Café/blanco
79	Válvula de Combustible	Azul/rojo
05		Negro/azul
78	Válvula de	Amarillo/negro
01	Vacío	Negro/azul

Análisis

Como se muestra en la figura 99 , para medir la continuidad entre los pines de la ECU y los terminales de los sensores y actuadores, se procedió a pinchar con el cable del multímetro el pin de ECU y con el otro cable del multímetro se pinchó el terminal correspondiente del sensor.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El sensor de temperatura ECT es de coeficiente de temperatura negativo, porque la resistencia y el voltaje con el motor frío fueron de 1.75 voltios, a medida que el motor aumenta la temperatura de trabajo óptimo, este valor va descendiendo hasta 0.93 voltios.

Luego de tomar las mediciones con el scanner del sensor presión de rail, la presión en el acumulador es de 0.21MPa con el motor en contacto, a medida que el motor es acelerado la presión irá en aumento, siendo una referencia a 2000 RPM con una presión de 57.36 MPa.

Con los datos obtenidos en las pruebas del sensor APP, se demuestra que el sensor tiene dos potenciómetros, el APP1 midió 0.48 voltios y el APP2 con un valor de 3.7voltios en ralentí, además la medición a 2000RPM el APP1 marco 1.2voltios y el APP2 con 2.6voltios. Demostrando que el APP2 disminuye su voltaje con relación al APP1, esta diferencia de voltaje es la que interpreta la ECU para determinar la posición del pedal.

El presente proyecto puede ser utilizado, para realizar la respectiva medición de análisis de gases de escape, como la opacidad y el contenido de oxidos nitricos.

5.2. Recomendaciones

Hacer una revisión periódica de las conexiones en el interruptor de cada sensor, si estos se encuentran desconectados provocaría síntomas de fallo al momento de encender el motor.

Para realizar la comprobación de continuidad entre la ECU y los sensores – actuadores desconectar los cables de la batería para no provocar daños internos en la ECU.

Utilizar distintos tipos de combustible y realizar mediciones para verificar si el sistema Common Rail tiene algún cambio en el funcionamiento, por ejemplo si el sensor presión de rail detecta mayor o menor presión de trabajo.

Ubicar correctamente las agujas de comprobación, porque puede dar datos erróneos, al momento de realizar la medición con el multímetro y el osciloscopio.

BIBLIOGRAFÍA

- Booster, B. (s.f.). *Encendido Electronico*.
- Bosch, R. (2005). *Manual de la Técnica del Automóvil*. Alemania.
- Bustillo, J. M. (02 de 04 de 2010). *sensorarbolisto sensor arbol de levas (CMP) o (CID)*. Obtenido de Autoexacto: <http://autoexacto.com/descargas/sensorarbolisto.pdf>
- CEAC. (2003). *Manual ceac del automóvil*. España: Grupo editorial ceac, S.A.
- Cueva, I. (27 de 10 de 2006). *inyeccióncommonrailbosch Inyección Electrónica Diésel COMMON RAIL BOSCH*. Obtenido de slideshare: <http://es.slideshare.net/testgrupocomex/inyeccioncommonrailboschpdf>
- Denso. (2014). *Rail/Bomba común*. Obtenido de Denso: <http://www.densoautoparts.com.au/products/diésel-fuel-injectors/commonrail.aspx>
- Font, J. (2004). *Tratado sobre Automoviles*.
- Gallegos, M. (s.f de 01 de 2010). *rac3adl-comc3ban Inyeccion directa diésel EDC 15 C2 Sistema common rail*. Obtenido de AUTO-IES VALCÁRCEL: <https://mgallegosantos.files.wordpress.com/2010/01/rac3adl-comc3ban.pdf>
- Martínez, H. G. (2012). *Manual práctico del Automóvil*. Madrid-España: ANETO-ETAI.
- Meganeboy, D. (30 de 09 de 2004). *curso-de-gestion-electronica-diésel2 GESTIÓN ELECTRÓNICA DIÉSEL*. Obtenido de Automoción Efa Blog: <https://automocioneafa.files.wordpress.com/2012/06/curso-de-gestion-electronica-diésel2.pdf>
- meganeboy, D. (30 de 09 de 2004). *MECANICAVirtual*. Obtenido de http://www.iespana.es/mecanicavirtual/gestion_electronica_diésel1.htm
- Meganeboy, D. (2014). *sensores1-modelos Sensores en el automóvil*. Obtenido de Aficionados a la mecánica: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores1-modelos.htm>

Pardiñas, J. (2012). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid-España: Editex, S.A.

Pérez, E. (2007). *Sensor_CKP Tip Técnico Hella*. Obtenido de Hella Technology with Visión:
[http://www.hella.com/produktion/HellaResources/WebSite/HellaResources/HellaMEX/Garages/\(Mayo\)%20Sensor_CKP.pdf](http://www.hella.com/produktion/HellaResources/WebSite/HellaResources/HellaMEX/Garages/(Mayo)%20Sensor_CKP.pdf)

Pérez, J. M. (2009). *Técnicas del Automóvil*. Madrid-España: Paraninfo, S.A.

Rodríguez, J. (2012). *Mantenimiento de Sistemas Auxiliares del Ciclo Otto*.

Rueda, J. (2011). *Manual Técnico Fuel Injection*. Guayaquil-Ecuador: diseli.

Santander, J. R. (2010). *Mecanica y Electronica Automotriz tomo 3*. En e. R. Santander, *Mecanica y Electronica Automotriz tomo 3*.

ANEXOS

GUÍA DE PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ING. CARLOS MAFLA

e-mail: cnmafla@utn.edu.ec

Noviembre 2015

INFORME DE LABORATORIO			
CARRERA	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz		
ASIGANTURA		CURSO:	
TÍTULO DEL LABORATORIO	Sensor CKP & CMP	LAB # 1	
FECHA DEL LABORATORIO			
INTEGRANTES	NOMBRES	CÓDIGOS	

Resumen

Esta guía de prácticas para estudiante ayudara a realizar las mediciones de voltajes, resistencias, gráficas del sensor CKP y CMP de una forma ordenada y detallada, mediante el uso de los diferentes equipos de diagnóstico automotriz

Objetivos

- Realizar mediciones de los sensores con el multímetro para comprobar su funcionamiento.
- Determinar el tipo de sensor mediante pruebas específicas con el osciloscopio.
- Interrumpir la señal del sensor para obtener código de fallas, con el uso del scanner.

Equipos y herramientas

Los equipos a utilizarse pertenecen a los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

- Llave mixta 10mm, destornillador plano
- Multímetro marca TRISCO
- Osciloscopio marca OTC
- Scanner marca CARMAN

Contenido

Fundamento Teórico

Permite determinar el régimen del motor y la posición del pistón en el cilindro y se usa como señal de referencia para detectar el comienzo de la inyección, tomando como referencia el pistón 1, el sensor avisa cuando este está llegando al PMS en la carrera de compresión.

Un disco de acero gira con el cigüeñal, tiene en su borde dientes, cuando el sensor se alinea con uno de estos, se produce unos pulsos de voltaje que indica a la ECU la velocidad y la posición del cigüeñal.

Sensor Inductivo

El sensor se compone de un disco metálico posicionado en el cigüeñal y un detector que cubre una bobina magnética. El movimiento del disco sobre la bobina provoca una turbación en el campo magnético creando una cadena de impulsos eléctricos que la computadora utiliza como señal de referencia para detectar el comienzo de la inyección.

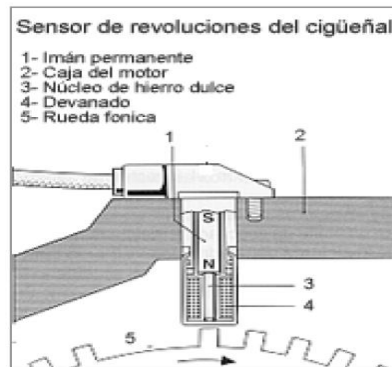


Figura 1. Sensor CKP inductivo
Fuente. (meganeboy, 2004)

Efecto hall

El sensor de tipo Hall genera una sola onda cuadrada con tantas señales como cilindros tenga el motor, monitoreando la posición del cigüeñal. Su funcionamiento se basa en un elemento de hall con un semiconductor, haciendo que el elemento sea activado cuando el flujo magnético cambia, conociéndose así la rotación del eje gracias al efecto hall.

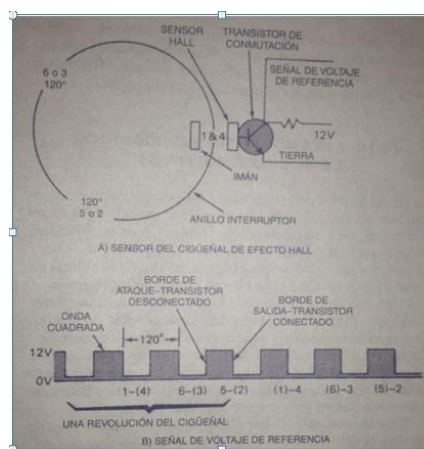


Figura 2. Sensor CKP de efecto Hall
Fuente: (Meganeboy, 2014)

Procedimientos y Resultados

- Primeramente localizar la ubicación del sensor CKP junto al volante de inercia y el CMP junto al árbol de levas.
- Con el multímetro realizar las mediciones para comprobar el funcionamiento y actividad
- Primero se trabaja con el CKP. Este se encuentra ubicado junto al volante de inercia.



Figura 3. Ubicación del sensor CKP.

- Verificar con el multímetro cuales son los cables de señal, masa y alimentación del sensor, determinando el color de los cables, además tomar medidas de voltaje de cada pin.

Tabla 1 valores de CKP



Figura 4. Socket del CKP

	Color del cable	Voltaje
1		
2		
3		

- Tomar medidas de frecuencia (Hertz) vs RPM, para generar la curva de este sensor. Tomar los datos en la siguiente tabla.

Tabla 2. Medidas del CKP

Rpm	1000	2000	3000	4000	5000
Hertz					

- Utilizando el osciloscopio, determinar la curva del sensor. Se conecta el cable positivo del osciloscopio al conector del CKP y el cable negativo a masa o negativo de la batería.
- Para simular una falla en este sensor, se procede a cortar la señal mediante un interruptor, luego se dará un arranque al motor y mediante el scanner se obtiene el código de fallas.
- Ahora realizar las pruebas con el sensor CMP. Ubicar el sensor en el motor.

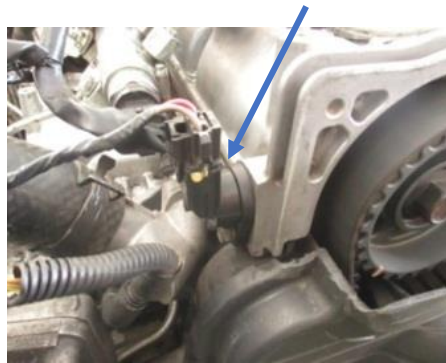


Figura 5. Ubicación del sensor CMP

- Identificar con el multímetro los cables de señal, masa y alimentación, determinando el color de los cables.

Tabla 3 Valores de CMP

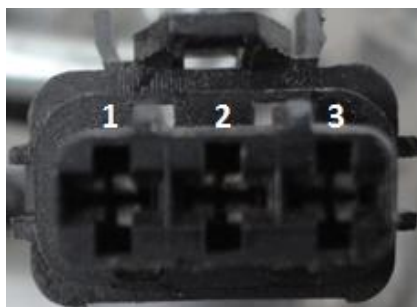


Figura 6. Socket del CMP

Pines	Color del cable	Voltaje
1		
2		
3		

- Tomar medidas de frecuencia (Hertz) vs rpm, para generar la curva de este sensor. Tomar los datos en la siguiente tabla.

Tabla 4. Mediciones del CMP

Rpm	Hertz
1000	
2000	
3000	
4000	

- Utilizando el osciloscopio, determinar la curva del sensor. Se conecta el cable positivo del osciloscopio al conector del CKP y el cable negativo a masa o negativo de la batería.
- Para simular una falla en este sensor, se procede a cortar la señal mediante un interruptor, luego se dará un arranque al motor y mediante el scanner se obtiene el código de fallas.

GUÍA DE PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ING. CARLOS MAFLA

e-mail: cnmafla@utn.edu.ec

Noviembre 2015

INFORME DE LABORATORIO			
CARRERA	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz		
ASIGANTURA		CURSO:	
TÍTULO DEL LABORATORIO	Sensor IAT & ECT	LAB # 2	
FECHA DEL LABORATORIO			
INTEGRANTES	NOMBRES	CÓDIGOS	

Resumen

Esta guía de prácticas para estudiante ayuda a realizar las mediciones de voltajes, resistencias, gráficas del sensor IAT y ECT de una forma ordenada y detallada, mediante el uso de los diferentes equipos de diagnóstico automotriz.

Objetivos

- Comprobar el funcionamiento del sensor de temperatura del motor con el multímetro, para ello se debe realizar mediciones con el motor frío y en contacto, luego con el motor encendido, hasta que alcance la temperatura óptima del trabajo.
- Comprobar el trabajo del sensor IAT, realizando pruebas con el multímetro y osciloscopio.

Equipos y herramientas

Los equipos a utilizarse pertenecen a los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

- Llave mixta 12mm, destornillador plano
- Multímetro marca TRISCO
- Osciloscopio marca OTC
- Scanner marca CARMAN

Fundamento teórico

Sensor ECT

El sensor de temperatura capta la temperatura del líquido refrigerante, transmite a la ECU una señal de voltaje que le permite conocer la temperatura del motor y así poder realizar ajuste en la inyección de combustible. Este sensor es un termistor que varía su tensión en función de la temperatura, si el motor está frío el voltaje es alto y a medida que el motor se calienta disminuye el voltaje.

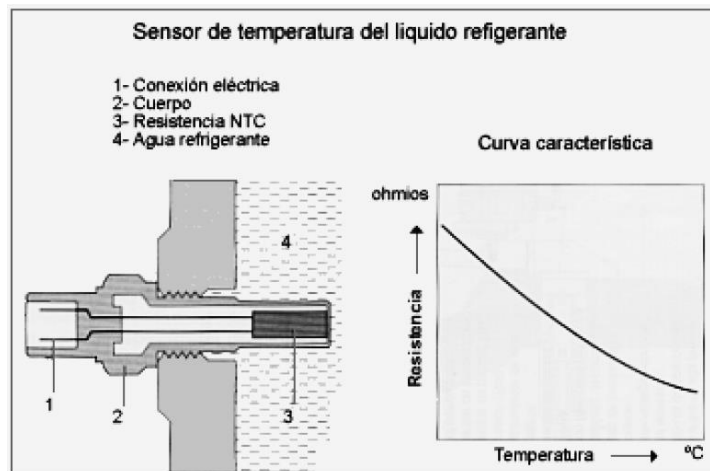


Figura 1. Sensor temperatura del motor
Fuente: (meganeboy, 2004)

Sensor IAT

El sensor IAT detecta la temperatura de aire en el conducto de admisión, en algunos casos viene incorporado con el sensor MAF. Este sensor mide la temperatura promedio del aire de admisión desde que el motor arranca en frío y durante el funcionamiento, informa a la ECU los cambios de temperatura del aire.

Procedimientos y Resultados

- Ubicar el sensor de temperatura del motor, se encuentra ubicado por debajo del múltiple de admisión, en el bloque del motor.



Figura 2. Ubicación del sensor de temperatura del motor

- Desconectar en socket del sensor ECT con el motor en contacto y medir con el multímetro los pines determinando la señal, alimentación y masa del sensor, además anotar los valores en la siguiente tabla con el respectivo color de cable.

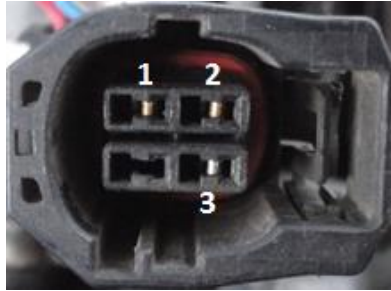


Figura 3. Socket del ECT

Tabla 1. Valores de ECT

Pines	Color de cables	Voltaje
1		
2		
3		

Llenar la siguiente tabla de valores reales utilizando el multímetro, generar a partir de esos valores curvas de funcionamiento del sensor ECT.

Tabla 2. Mediciones del ECT

	Voltaje	Temperatura
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

- Con el osciloscopio ver la curva que genera en sensor ECT, la conexión debe realizarse con el cable positivo del osciloscopio al conector del sensor y en cable negativo conectar a masa o negativo de batería.
- Para simular una falla en este sensor, se procederá a cortar la señal de cable del sensor mediante un interruptor, luego se dará un arranque al motor para obtener el código de fallas mediante el scanner.

- Se ubicará el sensor IAT, este se encuentra ubicado o forma parte del sensor MAF.



Figura 4. Ubicación del IAT

- Desconectar el socket del sensor IAT, para medir la señal, alimentación y masa, además anotar los valores obtenidos en la siguiente tabla, con sus respectivos colores de cable.



Figura 5. Socket del IAT

Pines	Color de cables	Voltaje
1		
2		

- Con el osciloscopio ver la curva que genera en sensor IAT, la conexión debe realizarse con el cable positivo del osciloscopio al conector del sensor y en cable negativo conectar a masa o negativo de batería.
- Para simular una falla y obtener el código de falla de este sensor IAT, se repetirá el mismo procedimiento que en el sensor ECT.

GUÍA DE PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ING. CARLOS MAFLA

e-mail: cnmafla@utn.edu.ec

Noviembre 2015

INFORME DE LABORATORIO			
CARRERA	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz		
ASIGANTURA		CURSO:	
TÍTULO DEL LABORATORIO	Sensor APP& FRP	LAB # 3	
FECHA DEL LABORATORIO			
INTEGRANTES	NOMBRES	CÓDIGOS	

Resumen

Esta guía de prácticas para estudiante ayuda a realizar las mediciones de voltajes, resistencias, gráficas del sensor CKP y CMP de una forma ordenada y detallada, mediante el uso de los diferentes equipos de diagnóstico automotriz.

Objetivos

- Comprobar el funcionamiento del sensor del pedal del acelerador (APP) y el sensor presión de riel (FRT), con la utilización del multímetro.
- Analizar las gráficas del sensor con la utilización del osciloscopio realizando las Mediciones pertinentes en ralentí y a plena carga.
- Simular la falla del sensor interrumpiendo la señal del mismo para obtener código de fallas, con el uso del scanner.

Equipos y herramientas

Los equipos a utilizarse pertenecen a los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

- Llave mixta 10mm, destornillador plano
- Multímetro marca TRISCO
- Osciloscopio marca OTC
- Scanner marca CARMAN

Sensor pedal del acelerador

Los motores diésel con gestión electrónica no llevan cable o articulación que una el pedal del acelerador con la bomba de inyección. En su lugar la bomba recibe información sobre la posición del pedal del acelerador a través de la ECU que interpreta la señal eléctrica que recibe del potenciómetro que se mueve empujado por el pedal del acelerador.

Se compone de un potenciómetro en el que se ajusta a una tensión en función de la posición del acelerador.

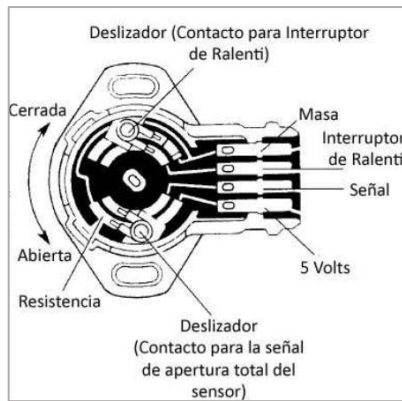


Figura 1. Sensor APP
Fuente. (Booster)

Sensor presión de rail.

Es el encargado de informar a la ECU de la presión existente en el rail, tiene una membrana metálica que se deforma con la presión, junto a esta membrana se encuentra un elemento piezoresistivo que varía su resistencia en función de la deformación de dicha membrana.

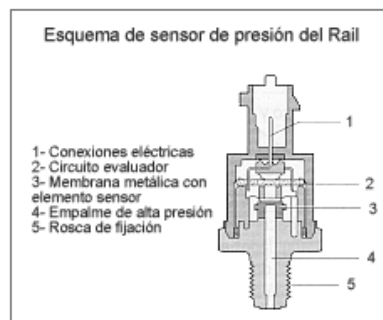


Figura 2. Sensor presión de rail
Fuente. (Meganeboy, 2014)

Procedimientos y resultados

- Ubicar el sensor APP. Se encuentra en el pedal del acelerador

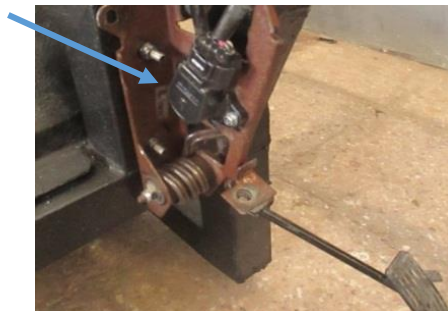


Figura 3. Ubicación del sensor APP

- Desconectar el socket del sensor TPS. con el motor en contacto y medir con el multímetro los pines determinando la señal, alimentación y masa del sensor, además anotar los valores en la siguiente tabla con el respectivo color de cable.



Figura 4 socket de APP

Tabla 1. Valores de APP

Pines	Color de cables	Voltaje
1		
2		
3		
4		

- Utilizando el multímetro tomar mediciones de voltaje vs RPM y anotar en la siguiente tabla, para generar una curva.

Tabla 2. Valores APP

Rpm	Voltaje
800	
1000	
1500	
2000	
3000	
4000	

- Utilizando el osciloscopio analizar la curva del sensor de pedal del acelerador. Colocar el cable positivo del osciloscopio al conector del inyector y el negativo a masa o negativo de batería.
- Para simular una falla en este sensor, cortar el cable de señal mediante un interruptor, posterior mediante con el scanner obtener el código de fallas.
- Se procede a ubicar al sensor de presión de riel FRP. Ubicando en el riel de inyectores.



Figura 5. Ubicación del sensor FRT.

- Desconectar el socket del sensor FRT. Luego medir con el multímetro los voltajes en cada uno de los cables y determinar cuál es el cable de señal, alimentación y masa con sus respectivos colores. Anotar los valores obtenidos en la siguiente tabla.



Figura 6. Socket del sensor FRT.

Tabla 1. Valores de FRT

pin	Color de cables	Voltaje
1		
2		
3		

- Con el osciloscopio interpretar la curva que genera este sensor en ralentí y a plena carga. Colocar el cable positivo del osciloscopio al conector del inyector y el negativo a masa o negativo de batería.
- Simular una falla en este sensor, cortando la señal mediante un interruptor, luego dar un arranque al motor y con el scanner obtener el código de fallas.

GUÍA DE PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ING. CARLOS MAFLA

e-mail: cnmafla@utn.edu.ec

Noviembre 2015

INFORME DE LABORATORIO			
CARRERA	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz		
ASIGANTURA		CURSO:	
TÍTULO DEL LABORATORIO	Sensor MAF&MAP	LAB # 4	
FECHA DEL LABORATORIO			
INTEGRANTES	NOMBRES	CÓDIGOS	

Resumen

Esta guía de prácticas para estudiante ayuda a realizar las mediciones de voltajes, resistencias, gráficas del sensor MAF y MAP de una forma ordenada y detallada, mediante el uso de los diferentes equipos de diagnóstico automotriz.

Objetivos

- Verificar con el multímetro los voltajes de funcionamiento de los sensores MAF y MAP
- Visualizar la curva del sensor con la utilización del osciloscopio.
- Simular la falla del sensor interrumpiendo la señal del mismo para obtener código de fallas, con el uso del scanner.

Equipos y herramientas

Los equipos a utilizarse pertenecen a los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

- Llave mixta 12mm, destornillador plano
- Multímetro marca TRISCO
- Osciloscopio marca OTC
- Scanner marca CARMAN

Contenido

Fundamento Teórico

Sensor MAF

Este sensor mide la masa y la temperatura de aire que ingresa hacia el motor por el conducto de admisión. Su funcionamiento se basa en una resistencia conocida como hilo caliente, esta resistencia se calienta con un voltaje que recibe de la ECU a unos 200°C.

Cuando el aire aspirado enfría la resistencia esta varía su voltaje, mediante el cual la ECU puede dosificar la cantidad de combustible.

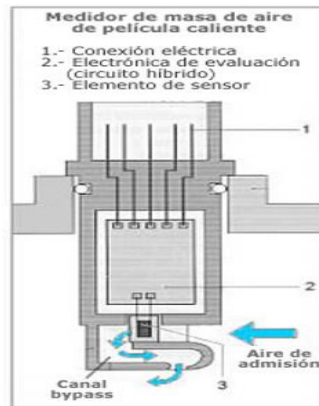


Figura1. Sensor MAF
Fuente. (Meganeboy, 2014)

Sensor MAP

Este sensor es el encargado de medir la presión y la temperatura del aire en el múltiple de admisión, de acuerdo a la deformación de un diafragma que presenta en sus extremos unas conexiones de un material piezoeléctrico.

Al deformarse el diafragma con la conexión del material piezoeléctrico emite un voltaje que es enviado a la ECU para su interpretación.

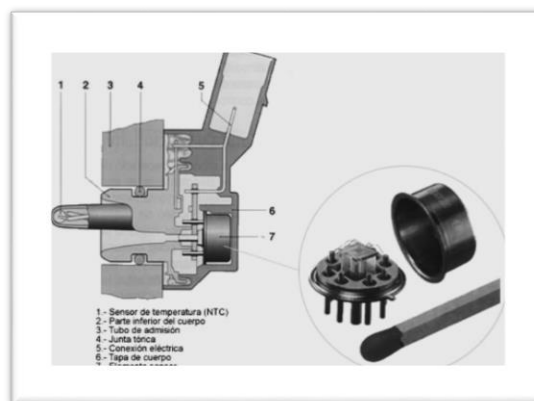


Figura 2. Sensor MAP
Fuente: (Meganeboy, 2014)

Procedimientos y resultados

- Ubicar el sensor MAF. Localizado en el conducto de admisión encima del depurador.



Figura 3. Ubicación del sensor MAF.

- Desconectar el socket del sensor, comprobar con el multímetro los valores de voltaje en cada pin, determinando el cable de señal, alimentación y masa. Anotar los valores obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla 1. Valores de MAF

Pines	Color de cable	Voltaje
1		
2		
3		
4		
5		



Figura 4. Socket del MAF

- Con el multimetro realizar las mediciones de voltaje de señal vs RPM

Tabla 2. Mediciones del MAF

RPM	Voltaje
800	
1000	
1500	
2000	
3000	

- Con el osciloscopio interpretar la curva que genera este sensor. Conectar el cable positivo del osciloscopio al pin de señal del sensor y el negativo a masa.
- Interrumpir la señal del sensor utilizando un interruptor, luego con el scanner obtener el código de fallas que genera.
- Se ubica el sensor MAP. Localizado en el multiple de admisión.



Figura 5. Ubicación del MAP

- Desconectar el socket del sensor, con el multímetro medir los valores de voltaje en cada pin, determinando el cable de señal, alimentación y masa. Anotar en la siguiente tabla.

Tabla 3. Valores de MAP

Pines	Color de cable	Voltaje
1		
2		
3		
4		



Figura 6. Socket del MAP

- Conectar el scanner y tomar el valor de voltaje vs RPM y anotar en la siguiente tabla.

Tabla 4. Mediciones del MAP

Rpm	800	1000	2000	3000	4000
Voltaje					

- Con el osciloscopio analizar la gráfica que genera este sensor, conectar el cable positivo del osciloscopio al pin de señal del sensor, y el negativo a masa.
- Simular la falla del sensor, cortando la señal del mismo mediante un interruptor, y con el scanner obtener el código de fallas.

GUÍA DE PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ING. CARLOS MAFLA

e-mail: cnmafla@utn.edu.ec

Noviembre 2015

INFORME DE LABORATORIO			
CARRERA	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz		
ASIGANTURA		CURSO:	
TÍTULO DEL LABORATORIO	Inyector electrónico diésel & válvula reguladora de presión	LAB # 5	
FECHA DEL LABORATORIO			
INTEGRANTES	NOMBRES	CÓDIGOS	

Resumen

Esta guía de prácticas para estudiante ayuda a realizar las mediciones de voltajes, resistencias, gráficas del inyector electrónico diésel y la válvula reguladora de presión de una forma ordenada y detallada, mediante el uso de los diferentes equipos de diagnóstico automotriz multímetro, osciloscopio y scanner.

Objetivos

- Comprobar el funcionamiento de los inyectores, tomando la medida de la resistencia interna y voltaje de cada uno.
- Medir los voltajes de la válvula reguladora de presión para verificar si están dentro de lo establecido.
- Analizar la curva del inyector con el osciloscopio al momento de realizar la inyección.

Equipos y herramientas

Los equipos de diagnóstico a utilizarse pertenecen a los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

- Destornillador plano
- Multímetro marca TRISCO
- Osciloscopio marca OTC
- Scanner marca CARMAN

Contenido

Fundamento Teórico

Un inyector es un actuador encargado de pulverizar el combustible dentro de la cámara de combustión, el inyector utilizado en los sistemas Common Rail se activan de forma eléctrica a diferencia de los utilizados en sistemas que inyectan de forma mecánica. Con esto se consigue más precisión a la hora de inyectar el combustible.

Partes del inyector

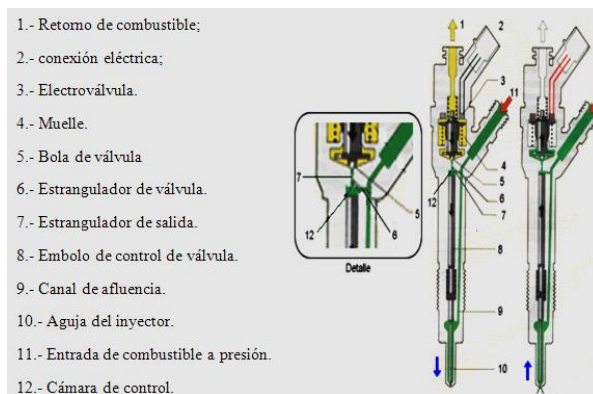


Figura 1. Inyector Diésel
Fuente: (meganeboy, 2004)

Funcionamiento

El combustible a alta presión procedente del rail ingresa por la entrada de combustible al interior del inyector por el canal de afluencia hacia la aguja del inyector, así como a través del estrangulador de entrada hacia la cámara de control. La cámara de control está unida con el retorno de combustible a través del estrangulador de salida y la electroválvula.

Cuando la electroválvula no está activada el combustible que hay en la cámara de control al no poder salir por el estrangulador de salida presiona sobre el émbolo de control que a su vez aprieta la aguja del inyector contra su asiento por lo que no deja salir el combustible y como consecuencia no se produce la inyección.

Válvula Reguladora de Presión

Es la encargada de mantener la presión de combustible en el rail, dependiendo de las exigencias del motor, con el funcionamiento de la bomba de alta presión, la presión de combustible aumenta, esta vence la fuerza de resorte y provoca la abertura del regulador de presión.

Cuando la válvula reguladora de presión está abierta, es decir, el exceso de presión de combustible retorna por una cañería hacia el depósito de combustible.

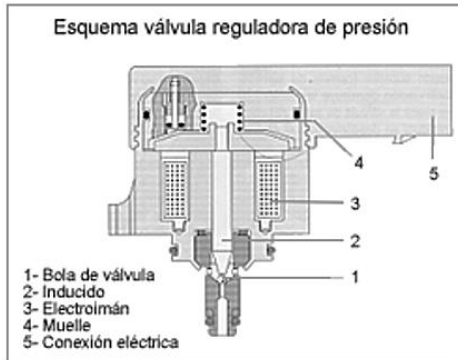


Figura 2. Válvula Reguladora de Presión
Fuente: (Meganeboy, 2014)

Procedimientos y Resultados

- Identificar los inyectores, se encuentran ubicados en la parte superior del motor, alojados en el cabezote.



Figura 3. Ubicación del Inyector

- Desconectar el socket del inyector para realizar mediciones de voltaje y resistencia del inyector, además identificar los colores de los cables y anotarlos en la siguiente

Tabla 1. Valores de los inyectores



Figura 4. Socket del Inyector

Iny.	Color cables	Ω Inyector	Voltaje
1			
2			
3			
4			

- Utilizando el osciloscopio ver e interpretar la curva del inyector. Colocar el cable positivo del osciloscopio al conector del inyector y el negativo a masa o negativo de batería.
- Ubicar la válvula reguladora de presión de combustible. Va instalada en la bomba de alta presión por debajo del múltiple de admisión.

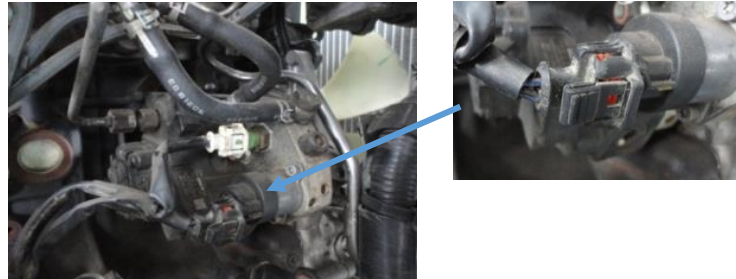


Figura 5. Válvula reguladora de presión

- Desconectar el socket de la válvula reguladora de presión ubicada en la bomba de alta presión. Realizar las mediciones con el multímetro y anotar en la tabla.

Tabla 2. Valores de la válvula



Pines	Color de cable	Voltajes
1		
2		

Figura 6. Socket de la válvula reguladora.

- Con el multímetro realizar Mediciones de rpm vs voltaje.

Tabla 3. Mediciones válvula reguladora de presión.

RPM	voltajes
800	
1500	
2000	
3000	
4000	

GUÍA DE PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ING. CARLOS MAFLA

e-mail: cnmafla@utn.edu.ec

Noviembre 2015

INFORME DE LABORATORIO			
CARRERA	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz		
ASIGANTURA		CURSO:	
TÍTULO DEL LABORATORIO	Sistema EGR	LAB # 6	
FECHA DEL LABORATORIO			
INTEGRANTES	NOMBRES	CÓDIGOS	

Resumen

Esta guía de prácticas para estudiante ayuda a realizar las mediciones de voltajes, resistencias, gráficas del sistema EGR de una forma ordenada y detallada, mediante el uso de los diferentes equipos de diagnóstico automotriz.

Objetivo

- Verificar el voltaje de funcionamiento de la válvula reguladora de vacío.

Equipos y herramientas

Los equipos a utilizarse pertenecen a los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

- Destornillador plano
- Multímetro marca TRISCO
- Scanner marca CARMAN

Contenido

Fundamento Teórico

Para reducir las emisiones de gases de escape Óxido de nitrógeno (Nox), se utiliza el sistema EGR, que reenvía parte de gases de escape al colector de admisión reduciendo así el contenido de oxígeno en el aire de admisión para reducir el Nox.

La ECU envía una señal a la electroválvula de control de vacío dependiendo de las revoluciones del motor, el combustible inyectado, aire aspirado y presión de atmosférica, para activar la EGR permitiendo la recirculación de los gases de escape. El sistema EGR solamente es activado a una carga parcial y temperatura normal del motor.

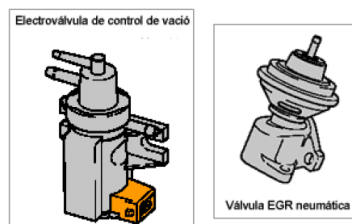


Figura 1. Sistema EGR
Fuente: (meganeboy, 2004)

La Ecu envía una señal a la electroválvula de control de vacío. La electroválvula da paso o cierra la depresión de vacío, de esta forma la EGR abre o cierra permitiendo la recirculación de los gases de escape.

Procedimientos y resultados

- Ubicar la válvula de vacío y la EGR.



Figura 2. Sistema EGR

- Desconectar el socket de la electroválvula, con el multímetro medir los valores de voltaje en cada pin. Anotar en la siguiente tabla.



Figura 3. Socket electroválvula de vacío

Tabla 1. Valores de electroválvula

Pin	Color de cable	Voltaje
1		
2		

- Con el multímetro realizar mediciones con el motor en ralentí y 2000 RPM

Tabla 2. Medidas electroválvula de vacío

Pin	Voltaje relanti	Volatje a 200 RPM
1		
2		

GUÍA DE PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ING. CARLOS MAFLA

e-mail: cnmafla@utn.edu.ec

Noviembre 2015

INFORME DE LABORATORIO			
CARRERA	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz		
ASIGANTURA		CURSO:	
TÍTULO DEL LABORATORIO	Unidad Electrónica de Control (ECU)	LAB # 7	
FECHA DEL LABORATORIO			
INTEGRANTES	NOMBRES	CÓDIGOS	

Resumen

Esta guía de prácticas para estudiante ayuda a realizar las mediciones de voltajes, de la ECU de una forma ordenada y detallada, mediante el uso de los diferentes equipos de diagnóstico automotriz.

Objetivos

- Medir continuidad entre el pin de la ECU y los sensores.
- Comparar los voltajes de salida de la ECU con los voltajes de los sensores y actuadores.

Equipos y herramientas

Los equipos a utilizarse pertenecen a los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

- Desarmador plano
- Multímetro TRISCO

Contenido

Fundamento Teórico

La unidad electrónica de control dispone de dos procesadores que se auto-controlan mutuamente, y un tercero para la gestión entre ellos, para una mejor seguridad del correcto funcionamiento del motor. La ECU está programada con los ajustes de inyección ideales para adaptarse a todo tipo de condiciones operativas. Por medio de la información recibida por diversos sensores, y comparando las condiciones actuales con las programadas con la ECU, se ajusta la inyección de combustible para adecuarse a los valores preestablecidos.

La unidad de control se encuentra ubicada dentro de un cuerpo metálico. Los sensores, los actuadores y la alimentación de corriente, están conectadas a la unidad de control a través de un conector multipolar, tiene 154 pines divididas en dos conectores, de los cuales solo la mitad se utiliza.

Procedimientos y resultados

- Ubicar la ECU.



Figura 1. ECU

- Desconectar los socket de la ECU.

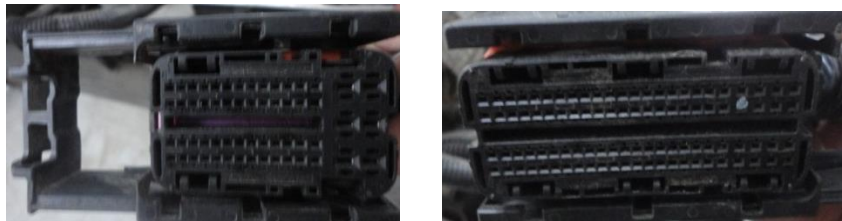


Figura 2. Socket de la ECU

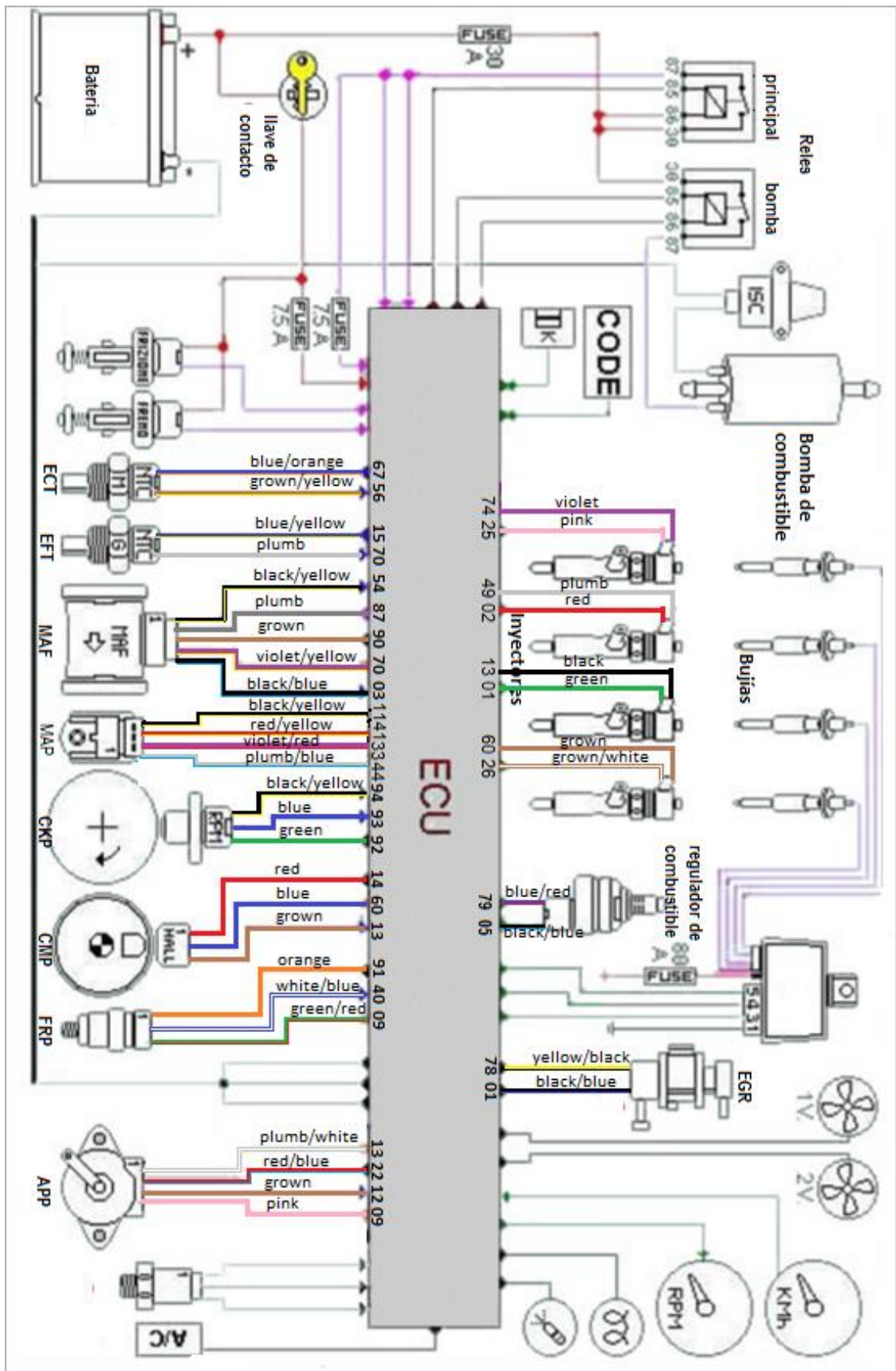
- Desmontar el protector de los socket de la ECU, para visualizar perfectamente los cables.



Figura 3. Cables de la ECU

- Con el multímetro comprobar la continuidad entre los pines de la ECU y los terminales de cada sensor y actuador.
- Luego de realizar las mediciones comparar los voltajes de la ECU con los voltajes de los sensores y actuadores.

Anexo 2 . Circuito eléctrico del sistema common rail



Anexo 3. Evidencias fotográficas





