



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA:

ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE LOS MOTORES CRDi DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK Y MAZDA BT-50.

Plan de trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en
Mantenimiento Automotriz

Autores: Haro Rueda Diego Raúl

Vargas Jarrín Damián Israel

Director: MSC. Carlos Mafla

Ibarra 2015

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

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.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE LOS MOTORES CRDI DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK Y MAZDA BT-50" presentado por los señores Haro Rueda Diego Raúl con número de cédula 100318801-6 y Vargas Jarrín Damián Israel con número de cédula 100298267-4, doy fe de que dicho trabajo, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación privada y evaluación por parte del jurado examinado que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 20 días del mes de julio de 2015

Director:



MSC. Carlos Mafla Yépez

DEDICATORIA

A Dios por poner en mi camino a personas que han sido mi fortaleza y apoyo en este largo periodo.

A mi madre por creer en mí, por jamás darse por vencida y por estar a mi lado siempre, todo lo que soy te lo debo a ti.

A mi padre por enseñarme lo duro de la vida por enseñarme a ser constante y perseverante.

A mi sobrino que partió mucho antes de culminar esta meta, pero sé que tengo un ángel que desde el cielo me cuida.

DIEGO RAÚL HARO RUEDA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, mis hermanos, mi esposa y todos mis ser queridos los cuales nunca dejaron de apoyarme y de creer en mí, incluso porque los defraudé muchas veces, ellos han sabido ser mi fuerza e inspiración para seguir adelante superándome cada día.

DAMIÁN ISRAEL VARGAS JARRIN

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a MI DIOS y a la Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de poder obtener mi título profesional.

Al Ing. Carlos Mafla tutor de mi trabajo de grado y al Sr. Vinicio Palacios ya que sin su ayuda amistad y conocimientos no hubiera sido posible concluir este trabajo.

También quisiera agradecer de una manera especial a todas esas personas que me brindaron sus conocimientos y sabios consejos para poder continuar en mi formación profesional.

DAMIÁN ISRAEL VARGAS JARRIN

A mis padres por ser un pilar fundamental en mi vida y educación, por contar siempre con su apoyo, por guiarme por el camino correcto y por estar junto a mí en los buenos y malos momentos.

A la Universidad Técnica del Norte por darme la oportunidad de obtener mi título profesional.

A mi tutor por guiarme y apoyarme en la culminación de este proyecto tan importante para mí.

A mi compañero de tesis y gran amigo por hacer de este camino recorrido una gran experiencia.

A mi abuelita, a mi hermano, a mis tíos y amigos por estar presentes a lo largo de este sueño y por todos sus consejos y por toda la ayuda brindada.

DIEGO RAÚL HARO RUEDA

ÍNDICE

| | |
|---|--------------------------------------|
| ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR | ¡Error! Marcador no definido. |
| DEDICATORIA..... | ii |
| ÍNDICE | iv |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| INTRODUCCIÓN | xv |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. El problema de investigación..... | 1 |
| 2.1.1 Historia del diagnóstico automotriz | 5 |
| 2.2 Características del sistema OBD-II | 7 |
| 2.3 Herramientas y equipos utilizados para el diagnóstico automotriz. . | 10 |
| 2.3.1 Multímetro Automotriz..... | 11 |
| 2.3.2 Osciloscopio Automotriz. | 11 |
| 2.3.3 Lector de códigos de falla. | 13 |
| 2.3.3 Escáner Automotriz..... | 14 |
| 2.4 Motores Common Rail. | 15 |
| 2.4.1 Descripción de los elementos del sistema Common Rail..... | 16 |
| 2.4.2 Procesamiento de Datos..... | 18 |
| 2.5 Sistema EDC (Electronic Diésel Control) | 23 |
| 2.5.1 Módulo de control del tren de potencia (PCM)..... | 24 |
| 2.5.2 Módulo de control del vehículo (VCM)..... | 24 |
| 2.5.3 Módulo de control de la carrocería (BCM) | 25 |
| 2.5.4 Módulo de control de frenos electrónicos (EBCM)..... | 26 |

| | |
|--|----|
| 2.6 Sensores | 27 |
| 2.6.1 Clasificación de los sensores | 28 |
| 2.6.2 Rangos de funcionamiento según el tipo de sensor. | 32 |
| 2.7 Sistemas de presión | 34 |
| 2.7.1 Sistema de baja presión. | 34 |
| 2.7.2 Sistema de alta presión. | 35 |
| 2.8 Inyectores..... | 35 |
| 2.8.2 Inyectores piezoeléctricos. | 37 |
| 2.9 Componentes del sistema Common Rail | 38 |
| 2.9.1 Bomba de alta presión..... | 38 |
| 2.9.2 Rail o conducto común. | 40 |
| 2.9.3 Cañerías de alta presión. | 40 |
| 2.10 Equipo de diagnóstico KTS-570 DE BOSCH..... | 41 |
| 2.10.1 ESI (TRONIC) El software para diagnóstico técnica, y servicio. | 42 |
| 2.10.2 Osciloscopio de diagnóstico. | 42 |
| 2.10.3 KTS 570 wireless, con bluetooth móvil y flexible. | 44 |
| 2.11 Glosario de términos..... | 44 |
| CAPÍTULO III | 46 |
| 3. Metodología de la investigación. | 46 |
| 3.1 Tipo de investigación..... | 46 |
| 3.1.1 Bibliográfica | 46 |
| 4.1 Métodos..... | 46 |
| 4.1.1 Analítico-Sintético..... | 46 |
| CAPÍTULO IV..... | 47 |
| 4. Propuesta | 47 |
| 4.1 Desarrollo de la Propuesta..... | 47 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| 4.2 | Parámetros de funcionalidad escáner Bosch KTS 570..... | 47 |
| 4.2.1 | Funcionalidad máxima para un diagnóstico práctico | 48 |
| 4.2.2 | Equipamiento completo para mediciones complejas | 48 |
| 4.2.3 | Equipamiento compatible para el uso diario en taller..... | 48 |
| 4.4.3 | Sensor de posición del árbol de levas CMP..... | 66 |
| 4.4.4 | Sensor de temperatura de combustible | 71 |
| 4.4.6 | Sensor de masa de aire MAF..... | 80 |
| 4.4.7 | Sensor de presión del tubo de aspiración MAP | 85 |
| 4.5 | Guía de prácticas motor Mazda BT 50..... | 94 |
| 4.5.2 | Sensor de posición del árbol de levas (CMP). | 100 |
| 4.5.3 | Sensor de presión del riel. | 104 |
| 4.5.4 | Sensor de temperatura del refrigerante (ECT)..... | 108 |
| 4.5.5 | Sensor de caudal de aire (MAF) y sensor de temperatura del aire (IAT)..... | 113 |
| 4.5.6 | Sensor de presión absoluta MAP..... | 120 |
| 4.5.7 | Sensor de temperatura del combustible..... | 125 |
| 4.5.8 | Sensor de posición del pedal del acelerador APP. | 129 |
| CAPITULO V | | 135 |
| 5. | Conclusiones y Recomendaciones | 135 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 135 |
| 5.2 | Recomendaciones | 135 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 137 |

Índice Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Proceso de diagnóstico automotriz..... | 4 |
| Figura 2. VIN (Vehicle Identification Number)..... | 9 |
| Figura 3. Terminales del conector OBD II..... | 10 |
| Figura 4. Multímetro automotriz..... | 11 |
| Figura 5. Osciloscopio automotriz..... | 12 |
| Figura 6. Ejemplos de gráficas tomadas con un osciloscopio..... | 13 |
| Figura 7. Lector de códigos de falla..... | 13 |
| Figura 8. Escáner Automotriz..... | 14 |
| Figura 9. Escáner automotriz basado en computadora..... | 15 |
| Figura 10. Elementos principales del sistema Common Rail..... | 16 |
| Figura 11. Procesamiento de señales en unidad de control..... | 20 |
| Figura 12. Principales entradas y salidas del BCM..... | 25 |
| Figura 13. Señales de entrada y de salida de EBCM..... | 26 |
| Figura 14. Transmisor de régimen de revoluciones..... | 28 |
| Figura 15. Efecto Hall..... | 29 |
| Figura 16. Sensor hall en el distribuidor (izquierda), y en el cigüeñal (derecha)..... | 29 |
| Figura 17. Principio de funcionamiento de la Sonda Lambda..... | 30 |
| Figura 18. Esquema de un potenciómetro..... | 30 |
| Figura 19. Principio de funcionamiento..... | 31 |
| Figura 20. Efecto piezoeléctrico..... | 32 |
| Figura 21. Elementos que conforman el sistema de baja presión..... | 35 |
| Figura 22. Inyector electromagnético..... | 36 |
| Figura 23. Estructura de un inyector..... | 37 |
| Figura 24. Faces en un inyector piezoeléctrico..... | 38 |
| Figura 25. Esquema de una bomba de alta presión..... | 39 |
| Figura 26. Rail o acumulador de presión..... | 40 |
| Figura 27. Circuito de alta presión..... | 41 |
| Figura 28. KTS 570..... | 42 |
| Figura 29. Osciloscopio KTS, onda correspondiente al inyector de la camioneta Mazda BT-50..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Figura 30. Especificaciones del osciloscopio KTS 570. | 43 |
| Figura 31. Adaptador USB Bluetooth e indicador luminoso de la función en el PC. | 44 |
| Figura 32. Conexión de un escáner Bosch KTS..... | 49 |
| Figura 33. Sensores analizados en la camioneta Volkswagen Amarok. .. | 50 |
| Figura 34. Sensores analizados del motor diésel..... | 51 |
| Figura 35. Pantalla de inicio del Software ESI Tronic..... | 52 |
| Figura 36. Conector OBD2 de la camioneta Amarok | 52 |
| Figura 37. Menú principal..... | 53 |
| Figura 38. Configuración del equipo..... | 53 |
| Figura 39. Identificación del vehículo. | 54 |
| Figura 40. Sistemas del Vehículo..... | 55 |
| Figura 41. Componentes del sensor de presión del Rail..... | 56 |
| Figura 42. Ubicación del sensor de presión del Rail. | 56 |
| Figura 43. Voltaje del sensor de presión del Rail. | 57 |
| Figura 44. Señal del sensor de presión del Rail..... | 58 |
| Figura 45. Valores reales del sensor de presión del Rail. | 60 |
| Figura 46. Funcionamiento del sensor de posición del cigüeñal. | 62 |
| Figura 47. Ubicación del sensor de posición del cigüeñal..... | 62 |
| Figura 48. Tensión del sensor de posición del Cigüeñal. | 63 |
| Figura 49. Señal del sensor de posición del cigüeñal. | 64 |
| Figura 50. Valor real del sensor de posición del cigüeñal. | 65 |
| Figura 51. Señal del sensor de posición del árbol de levas. | 67 |
| Figura 52. Ubicación del sensor de posición del árbol de levas CMP..... | 67 |
| Figura 53. Tensión del sensor de posición del árbol de levas. | 68 |
| Figura 54. Señal del sensor de posición del árbol de levas. | 69 |
| Figura 55. Valor real del sensor de posición del árbol de levas. | 70 |
| Figura 56. Valores nominales del sensor de temperatura de combustible. | 72 |
| Figura 57. Ubicación del sensor de temperatura de combustible..... | 72 |
| Figura 58. Tensión del sensor de temperatura de combustible..... | 73 |
| Figura 59. Señal del sensor de temperatura de combustible. | 74 |

| | |
|---|-----|
| Figura 60.Valor real de temperatura de combustible. | 75 |
| Figura 61.Valores sensor de temperatura del refrigerante..... | 76 |
| Figura 62.Ubicación del sensor de temperatura del líquido refrigerante.. | 77 |
| Figura 63. Voltaje del sensor de temperatura de líquido refrigerante | 77 |
| Figura 64.Señal del sensor de temperatura del líquido refrigerante | 78 |
| Figura 65.Valor real del sensor de temperatura del líquido refrigerante. . | 79 |
| Figura 66.Ubicación del sensor de masa de aire | 81 |
| Figura 67.Voltaje del sensor de masa de aire..... | 82 |
| Figura 68.Señal del sensor de masa de aire | 83 |
| Figura 69.Valor real del sensor de masa de aire | 84 |
| Figura 70.Ubicación del sensor de presión del tubo de admisión | 86 |
| Figura 71.Voltaje del sensor de presión del tubo de admisión..... | 87 |
| Figura 72.Señal del sensor de presión del tubo de aspiración | 88 |
| Figura 73.Valor real del sensor de presión del tubo de aspiración | 89 |
| Figura 74.Ubicación del sensor de posición del pedal del acelerador | 91 |
| Figura 75.Voltaje del sensor de posición del pedal del acelerador | 91 |
| Figura 76.Señal del sensor de posición del pedal del acelerador..... | 92 |
| Figura 77.Valor real del sensor de posición del pedal del acelerador..... | 93 |
| Figura 78. Referencias del sensor CKP..... | 95 |
| Figura 79. Ubicación sensor CKP..... | 95 |
| Figura 80. Voltajes de los cables en el sensor CKP. | 97 |
| Figura 81. Onda de señal producida por el sensor CKP..... | 97 |
| Figura 82. Número de revoluciones del motor valor real proporcionado por el escáner. | 99 |
| Figura 83. Ubicación sensor CMP. | 100 |
| Figura 84. Voltajes del sensor CMP..... | 101 |
| Figura 85. Onda producida por la señal del sensor CMP. | 102 |
| Figura 86. Valores reales sensor CMP. | 103 |
| Figura 87.Ubicacion del sensor de presión del riel. | 105 |
| Figura 88. Voltaje del sensor de presión del riel. | 106 |
| Figura 89. Señal del sensor de presión del riel..... | 106 |
| Figura 90. Valores reales del sensor de presión del riel. | 107 |

| | |
|--|-----|
| Figura 91. Ubicación del sensor de temperatura del refrigerante..... | 109 |
| Figura 92. Voltajes en el sensor ECT..... | 110 |
| Figura 93.Onda teórica del sensor de temperatura del refrigerante..... | 110 |
| Figura 94.Onda de la señal del sensor ECT obtenida con el osciloscopio. | 111 |
| Figura 95.Valor real del sensor ECT. | 112 |
| Figura 96. Ubicación del sensor MAF. | 114 |
| Figura 97.Voltajes del caudalímetro. | 115 |
| Figura 98. Onda de la señal del sensor IAT | 116 |
| Figura 99.Valor real del sensor IAT..... | 117 |
| Figura 100.Onda generada por el sensor MAF. | 118 |
| Figura 101. Valores reales sensor MAF. | 119 |
| Figura 102.Ubicación sensor MAP. | 121 |
| Figura 103.Voltajes sensor MAP. | 122 |
| Figura 104. Onda del sensor MAP. | 123 |
| Figura 105. Valor real sensor MAP. | 124 |
| Figura 106. Ubicación del sensor de temperatura del combustible. | 126 |
| Figura 107.Voltajes en el sensor de temperatura de combustible..... | 126 |
| Figura 108. Onda de señal del sensor de temperatura del combustible. | 127 |
| Figura 109. Onda del sensor de temperatura del combustible | 128 |
| Figura 110. Ubicación del sensor del pedal del acelerador..... | 130 |
| Figura 111. Voltajes en el sensor de posición del pedal del acelerador. | 131 |
| Figura 112.señal del sensor de posición del pedal del acelerador. | 132 |
| Figura 113.Valor real del sensor de posición del pedal del acelerador. . | 133 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Regulaciones en el sistema EDC. | 23 |
| Tabla 2. Entradas conectadas a la PCM. | 24 |
| Tabla 3. Funciones que controla el BCM. | 26 |
| Tabla 4.Parámetros de funcionamiento sensores de temperatura. | 33 |
| Tabla 5. Parámetros de funcionamiento sensores magnéticos..... | 33 |
| Tabla 6. Parámetros de funcionamiento sensores de presión..... | 33 |
| Tabla 7. Parámetros de funcionamiento sensores posición angular. | 34 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 8. Funciones especiales equipo KTS 570..... | 42 |
| Tabla 9.Tabla de especificaciones del escáner Bosch KTS 570 | 47 |
| Tabla 10.Tabla de datos técnicos de la camioneta Volkswagen Amarok | 49 |
| Tabla 11.Tabla de datos técnicos Mazda BT-50..... | 50 |
| Tabla 12.Designación de cables sensor de presión del riel. | 57 |
| Tabla 13. Códigos de falla en el sensor de presión del riel..... | 61 |
| Tabla 14. Designación de cables del sensor CKP. | 63 |
| Tabla 15. Códigos de falla en el sensor CKP..... | 66 |
| Tabla 16.Designación de los cables del sensor CKP..... | 67 |
| Tabla 17. Códigos de falla en el sensor CMP..... | 71 |
| Tabla 18.Designación de cables del sensor de temperatura del combustible..... | 73 |
| Tabla 19. Códigos de falla en el sensor de temperatura del combustible. | 75 |
| Tabla 20. Designación de los cables sensor de temperatura del líquido refrigerante..... | 77 |
| Tabla 21. Códigos de falla del sensor de temperatura del líquido refrigerante..... | 80 |
| Tabla 22.Designación de los cables del sensor de masa de aire | 81 |
| Tabla 23. Códigos de falla del sensor de masa de aire | 85 |
| Tabla 24.Designación de cables en el sensor de presión del tubo de admisión | 86 |
| Tabla 25.Códigos de falla del sensor de presión del tubo de aspiración . | 89 |
| Tabla 26.Designación de cables del sensor de posición del pedal del acelerador | 91 |
| Tabla 27.Códigos de falla del sensor de posición del pedal del acelerador. | 94 |
| Tabla 28. Identificación de cables sensor CKP..... | 95 |
| Tabla 29.Posibles códigos de falla sensor CKP..... | 99 |
| Tabla 30. Identificación cables sensor CMP. | 101 |
| Tabla 31. Posibles códigos de falla sensor CMP. | 104 |
| Tabla 32. Identificación de cables del sensor de presión del riel. | 105 |
| Tabla 33. Códigos de falla del sensor presión del riel..... | 108 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 34. Identificación de los cables del sensor ECT. | 109 |
| Tabla 35. Posibles códigos de avería en el sensor ECT. | 112 |
| Tabla 36. Identificación de los cables del caudalímetro. | 114 |
| Tabla 37. Posibles códigos de falla en el sensor IAT. | 117 |
| Tabla 38. Posibles códigos de fallas en el sensor MAF. | 119 |
| Tabla 39. Identificación de los cables en el sensor MAP. | 121 |
| Tabla 40. Posibles códigos de falla en el sensor MAP. | 124 |
| Tabla 41. Identificación cables sensor de temperatura de combustible . | 126 |
| Tabla 42. Posibles códigos de falla en el sensor de temperatura del combustible. | 128 |
| Tabla 43. Identificación cables sensor APP. | 130 |
| Tabla 44. Posibles códigos de falla en el sensor de posición del pedal del acelerador. | 133 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata sobre la elaboración de guías de prácticas de la laboratorio para poder realizar el análisis en los motores tipo CRDI de la camioneta Volkswagen Amarok y Mazda BT-50, al tratarse de motores diésel en los cuales la gestión electrónica es la encargada de regular totalmente su funcionamiento, se debe asegurar mediante la comprobación de sus componentes que dicha gestión se realice de una manera óptima y eficiente. Los componentes principales en el sistema de control electrónico en vehículos diésel son la unidad de control electrónica o ECU, los diferentes sensores y actuadores ubicados alrededor del motor, las diferentes magnitudes como por ejemplo presión de combustible, el flujo de aire aspirado, temperatura de refrigerante son captadas, enviadas como valores de voltaje que están comprendidos entre 0,5 V a 3,5 V por los diferentes tipos de sensores hacia la ECU en la cual son procesados y por medio de los actuadores se logra un correcto desempeño del vehículo. Mediante el uso del multímetro podemos obtener valores de voltaje, osciloscopio y escáner se puede obtener todos los datos procedentes del motor como son valores de voltaje, resistencia, curvas de voltaje y valores de trabajo reales, los cuales se puede analizar e interpretar y en caso de producirse una avería se la puede corregir de una manera rápida y directa. Con este trabajo investigativo se pretende brindar una ayuda didáctica tanto a estudiantes como docentes con lo cual se pueda afianzar los conocimientos adquiridos en las aulas a través de los años de estudio.

ABSTRACT

This research work is on the development of practice guidelines for the laboratory to be able to do the analysis in the IDRC type engines of the Volkswagen van and Amarok Mazda BT-50. In the case of diesel engines in which the electronic management is responsible for regulating its existence completely, you must make sure by checking its components that this management is carried out in an optimal and efficient manner. The main components in the electronic control system for diesel vehicles are the electronic control unit or ECU, the various sensors and actuators located around the engine and the different magnitudes. As an example where fuel pressure, the flow of air sucked up, coolant temperatures are captured and are sent as voltage values that are between 0.5 V to 3.5 V for the different types of sensors to the ECU in which they are processed and by means of the actuators, proper performance of the vehicle is achieved. Through the use of the multimeter we can obtain values of voltage; with the oscilloscope and scanner you can obtain all the data coming from the engine with values such as voltage, resistance, voltage curves and values of real work, which can be analyzed and interpreted, and in the event of a malfunction can be corrected quickly and directly. This research work is intended to provide a teaching aid to both students and teachers to acquire the necessary knowledge in a classroom during years of study.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene por objeto la elaboración de guías para el análisis de los motores CRDI como son los de la camioneta Volkswagen Amarok y Mazda BT-50, las cuales serán de gran ayuda tanto para estudiantes como también para los docentes al momento de realizar el proceso de diagnóstico automotriz.

En el marco teórico se trata sobre el proceso de diagnóstico automotriz, su historia, evolución y herramientas utilizadas en este proceso, el sistema common rail también se explica lo referente al sistema de control electrónico en motores diésel, así como sus principales componentes.

En la metodología de la investigación se describe a este trabajo como una investigación de tipo tecnológica ya que en esta investigación se utilizó un equipo de última generación en lo que respecta al diagnóstico automotriz de motores a diésel tipo common rail.

En la propuesta se procede con la elaboración de las guías en las cuales se realiza un análisis de los sensores encontrados en las camionetas Volkswagen Amarok y Mazda BT-50, en las guías se muestran valores de voltaje, oscilogramas, y parámetros de funcionamiento en tiempo real los sensores

CAPÍTULO I

1. El problema de investigación

1.1 Antecedentes.

La Universidad Técnica del Norte ha ido brindando cada día a sus estudiantes mejores herramientas para el desarrollo de su aprendizaje tal como son la implantación de laboratorios, adquisición de equipos.

En el caso del taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la facultad de Educación Ciencia y Tecnología FECYT desde su creación ha ido creciendo y mejorando, pero al tratarse de una carrera la cual avanza día a día en lo que se refiere a evolución tecnológica, se halla la necesidad de estar en una constante actualización de equipos y herramientas para la formación profesional de sus estudiantes.

Con el pasar del tiempo el proceso de diagnóstico automotriz ha evolucionado, antes se realizaba en base al conocimiento y experiencia del técnico, hoy gracias al avance de la tecnología se cuenta con herramientas y equipos especializados como multímetro, osciloscopio, escáner, los cuales conjuntamente con el conocimiento personal permiten realizar un correcto y eficaz proceso de diagnóstico automotriz.

La tecnología en el área automotriz está evolucionando a pasos agigantados brindando vehículos cada vez más sofisticados, lo cual implica conocer y manejar las herramientas necesarias para su mantenimiento y reparación.

1.2 Planteamiento del problema

Los motores de combustión interna se encuentran en un constante proceso de evolución, esto debido a que siempre se busca conseguir mayor rendimiento, menor consumo de combustible, menores emisiones de gases contaminantes. Con la implementación de la electrónica en el

motor dicha evolución ha crecido a pasos agigantados desde los primeros motores a inyección electrónica a gasolina hasta el sistema de inyección Common Rail de los motores diésel los cuales logran obtener mayor eficiencia del combustible ya que estos poseen presiones muy elevadas de trabajo.

Los motores diésel en nuestro país son comúnmente utilizados en vehículos de carga pesada dedicados al transporte de productos hacia los mercados, es decir, que forman parte esencial en el desarrollo de la economía nacional. Por esta misma razón en el país se cuenta con una gran gama de vehículos los cuales poseen motores diésel, cada vez incorporan nuevos sistemas y nueva tecnología.

Estos motores siempre deben estar en óptimas condiciones de trabajo para ello se debe dar un correcto mantenimiento, para esto es necesario poseer los equipos y herramientas necesarias las cuales junto con el conocimiento adquirido en las aulas ayudaran a realizar un correcto diagnóstico automotriz y posterior solución a los problemas presentados en los vehículos, para de esta manera poder contribuir al desarrollo del país.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo realizar un correcto diagnóstico automotriz en los motores tipo CRDi de la camioneta Volkswagen Amarok y Mazda Bt-50?

1.4 Delimitación

1.4.1 Delimitación espacial.

La investigación se realizará con los catedráticos y estudiantes de la FECYT en las instalaciones del campus Universitario que se encuentra ubicado geográficamente en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

1.4.2 Delimitación temporal.

Esta investigación se realizará en el periodo comprendido entre el mes de junio de 2014 hasta el mes de julio de 2015.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Elaborar una guía de prácticas de laboratorio para el análisis de los motores CRDi de la camioneta Volkswagen Amarok y Mazda BT-50.

1.5.2 Objetivos específicos.

- Realizar un estudio sobre el diagnóstico automotriz.
- Adquirir un escáner automotriz multimarca Bosch.
- Ejecutar las pruebas necesarias en el proceso de diagnóstico automotriz en los motores CRDi de la camioneta Volkswagen Amarok y Mazda BT-50.

1.6 Justificación

La presente investigación será de gran ayuda para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz ya que verán ellos en esta investigación una guía para la realización de un correcto diagnóstico automotriz a través de prácticas de laboratorio, lo cual es de suma importancia para su correcto desempeño como profesionales del campo automotriz, y así poder ser útiles a la comunidad en general siendo esta la más beneficiada.

Una guía para la realización de prácticas de laboratorio será sumamente útil, ya que por medio de la misma tanto docentes como estudiantes podrán optimizar tiempo y recursos lo cual beneficiará el proceso de aprendizaje.

Resulta posible realizar esta investigación ya que se cuenta con los recursos tanto materiales como humanos que esta requiere, así como también es una forma de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de los años de estudio.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Diagnóstico automotriz en el vehículo Diésel

El diagnóstico automotriz es un proceso, el cual consiste en la realización de pruebas mediante las cuales se puede ir analizando componentes particulares de un vehículo, los mismos que forman parte de un sistema el que puede ser el de encendido, combustible.

Mediante un proceso de diagnóstico automotriz se determina cuál componente es el que está causando un problema o avería, en otras palabras proceso de diagnóstico automotriz es un proceso de eliminación mediante el cual se puede ir descartando componente por componente hasta llegar a determinar cuál es el causante del problema.



Figura 1. Proceso de diagnóstico automotriz
Fuente. (mecànica y motores, 2010)

El diagnóstico automotriz es una gran ventaja, porque al ir eliminando componente por componente de un sistema y llegar al causante de la falla de una manera correcta se ahorrará una gran cantidad de tiempo lo cual en el ámbito laboral y profesional significa dinero.

Para poder realizar un correcto proceso de diagnóstico automotriz debemos seguir una serie de pasos:

Interrogar al propietario.- En este paso el técnico o mecánico debe realizar una serie de preguntas al cliente o propietario del vehículo entre las cuales están: ¿Qué falla?, ¿Cómo es la falla?, ¿Cómo empezó?, ¿Al acelerar o al frenar?

Escuchar al propietario.- En este paso es obligación del técnico, se debe escuchar con mucha atención todo lo que el propietario tiene que decir acerca de la falla o avería, el cual expondrá una serie de datos que serán muy útiles para la interpretación del problema.

Comprobar la falla.- Después de escuchar detenidamente todo lo que el cliente dijo es necesario realizar una serie de pruebas para poder comprobar si existe o no la falla, y en base a los conocimientos y experiencia del mismo poder determinar qué sistema es aquel que está fallando y poder determinar que podría estar fallando.

Inspección Visual.- Se realiza una inspección visual sobre el área en la cual se encuentra el problema, en busca de posibles averías como pueden ser: Fugas, cables sueltos, piezas rotas. Para poder realizar este paso se debe tener el conocimiento de cómo funciona el sistema que estamos inspeccionando.

Lectura de códigos de falla.- Para poder realizar este procedimiento se debe contar con el equipo adecuado para este caso como es el escáner, osciloscopio, multímetro. Una vez obtenida toda la información acerca de la avería se procede a interpretar para ello se debe conocer el funcionamiento del sistema en el cual se encuentra ubicada la avería, luego se procede a reparar o sustituir el componente, borrar el código y leer nuevamente para comprobar que el código ha desaparecido.

2.1.1 Historia del diagnóstico automotriz

A partir de la década de los 60 cuando los motores de combustión eran muy rudimentarios, las emisiones de gases empezaron a ser un problema, especialmente en las grandes ciudades en las cuales existía una gran cantidad de vehículos. Fue entonces cuando en 1966 el

gobierno de los Ángeles California empezó a exigir a los fabricantes de vehículos que incorporen un sistema de control de emisiones para los nuevos modelos, hasta el año 1968 esta medida se extendió en todo Estados Unidos.

A medida de que el tiempo transcurría el gobierno de los Estados Unidos fue tomando con mucha más seriedad el asunto de las emisiones de gases contaminantes y fundó en 1970 la EPA (agencia de protección del medio ambiente de acuerdo a sus siglas en inglés) y con esto la publicación de normas y estándares que debían cumplir los automóviles para disminuir la emisión de gases contaminantes, de manera paralela la ciencia de control de emisiones empezaba a surgir dando paso así a los primeros sistemas de diagnóstico automotriz.

El comienzo la implementación de los sistemas de diagnóstico automotriz restaba potencia al motor, afectaban a otros sistemas y era muy costoso, lo que no suponía un buen panorama para los mismos.

Con la llegada del convertidor catalítico se pudo solucionar estos problemas al reducir la emisión de gases contaminantes los componentes del sistema de diagnóstico automotriz fueron modificados excluyéndoles las contrariedades y la mala reputación.

Con el desarrollo de la tecnología cada compañía ideaba sus propios sistemas de diagnóstico automotriz, por lo cual no existía un control, fue en 1988 cuando intervino la EPA y el CARB (organismo encargado de la calidad de aire en California) junto con SAE implementaron estándares para poder describir tanto el Hardware como el Software del primer sistema de diagnóstico automotriz, de esta manera surgió el OBD (On Board Diagnostics) que se implementó en los vehículos último modelo de ese año.

En un comienzo el sistema OBD presentaba muchas contrariedades, no registraba fallas cuando el auto estaba en movimiento, se colocó un

indicador luminoso el cual se podía prender cuando el auto necesitaba una reparación o tan solo un diagnóstico mínimo.

En el año de 1990 Estados Unidos aprobó la ley de aire limpio y todos los defectos del sistema OBD fueron abordados, se comenzó por definir un solo código de fallas compuesto de letras y de números para la fácil interpretación en cualquier marca de automóvil, el Hardware se normalizó, pensando en el uso de herramientas más sofisticadas para el diagnóstico automotriz se reguló el uso de los conectores.

Con la realización de todas estas mejoras el sistema pasó a denominarse OBD-II y entró en marcha en 1996, este sistema todavía en vigencia se encuentra en auge debido a un gran esfuerzo en actualizaciones y renovaciones, así también con herramientas y equipos más sofisticados cada día.

2.2 Características del sistema OBD-II

El sistema de diagnóstico a bordo tiene por finalidad conocer todo lo que ocurre en el interior del vehículo, ya sea las averías o realizar un simple monitoreo, dichos datos se encuentran en forma codificada dentro de la memoria RAM de la PCM.

El software del sistema OBD-II, se orienta en la obtención de datos, para este propósito se crearon nueve modos los cuales utilizan los denominados PIDs (Parameter ID) que son códigos para adquirir información al vehículo, fueron diseñados exclusivamente para la comunicación con el escáner automotriz. Mediante estos códigos se puede acceder a todos los sensores, códigos de falla y números de identificación. A continuación se describen los nueve modos:

2.2.1 Modo 1 obtención de datos actualizados

En este modo se pueden obtener los valores de los sensores en tiempo real los mismos que pueden ser temperatura, voltaje, presión, potencia, dependiendo del sensor que se esté evaluando.

2.2.2 Modo 2 obtención de datos almacenados

El funcionamiento de este modo es similar al modo 1 sólo con la diferencia que los valores o datos obtenidos no son en tiempo real.

2.2.3 Modo 3 obtención de códigos de falla

Este modo no hace uso de ningún PID, al acceder en este modo se obtienen los códigos de falla que corresponden a la lectura de datos fuera de los parámetros de alguno de los sensores. Los códigos están normalizados ya que SAE remite un listado de éstos, también existe una lista de códigos de falla determinados por el fabricante debido a que cada marca o modelo de vehículo incluye otro tipo de sensores y algunas variantes en el sistema de diagnóstico.

2.2.4 Modo 4 borrado de códigos de falla y valores almacenados

Este modo hace que los códigos de falla almacenados y todos los valores almacenados en el modo 2 sean borrados. De esta manera la memoria de la PCM queda en cero y la luz de advertencia se apaga.

2.2.5 Modo 5 resultados de la evaluación del sensor de oxígeno

En este modo se puede acceder al sensor de oxígeno, el cual es uno de los más importantes ya que este interviene en la calidad de aire, se puede obtener valores en tiempo real de este sensor.

2.2.6 Modo 6 resultados de evaluación de otros sensores

Este modo se dedica a la realización de pruebas de cada componente, esto se realiza de un modo no continuo y sobre cada sensor. En este modo intervienen los TIDs y CIDs (Test ID y Component ID) que trabajan de manera conjunta para formar una tabla de resultados, la que permite conocer si el elemento se encuentra dentro de los valores normales.

2.2.7 Modo 7 códigos de falla pendientes

Este modo entrega los códigos de falla que se generan después de un ciclo de conducción, este modo es de gran utilidad cuando se han

realizado trabajos de reparación y se quiere saber el estado de la falla posteriormente de haber ocurrido.

2.2.8 Modo 8 control de funcionamiento de componentes

Este modo permite realizar pruebas en actuadores, el uso de este modo es recomendado solo para personas que cuenten con la experiencia y los conocimientos necesarios para realizar modificaciones las cuales podrían causar averías o malfuncionamiento de los parámetros del vehículo.

2.2.9 Modo 9 información del vehículo.

En este modo se puede tener acceso a toda la información del vehículo así como se muestra en la (figura 2.2) el código VIN (Vehicle Identification Number) es el número que va a identificar el vehículo en cualquier parte del mundo.

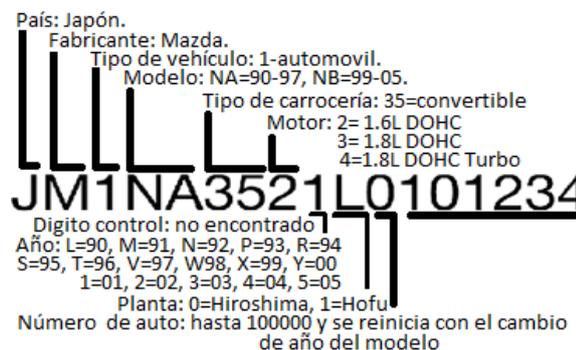


Figura 2. VIN (Vehicle Identification Number)
Fuente: (S/N, 2012)

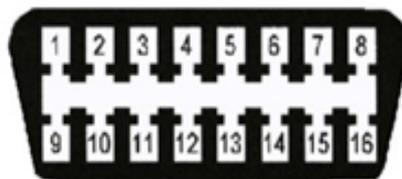
En lo que respecta al hardware el sistema OBD-II está normalizado por el estándar SEA J1962 el cual indica el tipo de conector genérico para todos los fabricantes, el cual es de tipo plástico trapezoidal de 16 pines (como se muestra en la figura 3) los cuales están numerados y cada uno corresponde a un protocolo de diagnóstico.

Existen tres protocolos básicos de OBD-II en uso, cada uno con pequeñas variaciones en el modelo de comunicación entre el equipo de diagnóstico a bordo y el escáner, como regla general, los vehículos Chrysler, los vehículos europeos y asiáticos utilizan el protocolo ISO

9141. Los vehículos GM utilizan el protocolo SAE J1850 VPW (modulación de ancho de pulso variable) y los vehículos Ford utilizan patrones de comunicación SAE J1850 PWM (modulación de ancho de pulso).

También se puede saber que protocolo utiliza un automóvil examinando el conector. Si el conector tiene un pin en la posición número 7 y no tiene pin en la posición número 2 o número 10, entonces el automóvil tiene el protocolo ISO 9141. Si el pin no está presente en la posición número 7, el automóvil utiliza un protocolo SAE. Si hay pines en posiciones número 7, número 2 y número 10, el automóvil puede usar el protocolo ISO.

Terminales del Conector OBDII



- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Sin uso | 9. Sin uso |
| 2. J1850 Bus positivo | 10. J1850 Bus negativo |
| 3. Sin uso | 11. Sin uso |
| 4. Tierra del Vehículo | 12. Sin uso |
| 5. Tierra de la señal | 13. Tierra de la señal |
| 6. CAN High | 14. CAN Low |
| 7. ISO 9141-2 – Línea K | 15. ISO 9141-2 – Línea L |
| 8. Sin uso | 16. Batería positivo |

Figura 3. Terminales del conector OBD II
Fuente: (e-auto, 2012)

2.3 Herramientas y equipos utilizados para el diagnóstico automotriz.

El protocolo que utiliza el vehículo, existen herramientas para el diagnóstico automotriz las cuales se ajustan a las necesidades y posibilidades del usuario. En el mercado existen una gran variedad de equipos destinados al proceso de diagnóstico los mismos van desde los más simples hasta los más completos equipos computarizados.

2.3.1 Multímetro Automotriz.

Es una herramienta de prueba y de diagnóstico imprescindible en cualquier taller automotriz, es también conocido como tester. Su nombre se debe a que mediante esta herramienta se pueden realizar mediciones en diferentes escalas.

Dependiendo del modelo y la tecnología incorporada en un multímetro automotriz se puede medir:

- Tensión de alimentación (voltaje alterno, continuo en voltios)
- Resistencia de componentes (ohm)
- Revoluciones del motor
- Temperatura
- Frecuencias.



Figura 4. Multímetro automotriz
Fuente: (S/N, 2013)

En el multímetro se pueden distinguir dos partes principales que son la llave de selección y el display, además lleva impreso las mediciones y rangos que se puede realizar con el mismo.

2.3.2 Osciloscopio Automotriz.

Es una herramienta de medición electrónica, en el cual se representan graficas de señales eléctricas las misma que pueden ir variando en un determinado lapso de tiempo.

El osciloscopio es la herramienta más eficaz para el análisis de señales electrónicas en aplicaciones automotrices, posee una escala de tensión variable que hace posible observar tensiones bajas generalmente de 0-5V o de 0-12V a diferencia del multímetro o tester el cual mide valores estáticos en los circuitos, el osciloscopio es utilizado para las comprobaciones dinámicas de averías intermitentes.



Figura 5. Osciloscopio automotriz
Fuente: (S/N, Patio tuerca, 2013)

En un osciloscopio automotriz se puede visualizar los diferentes parámetros que conforman una señal eléctrica como son:

- Frecuencia
- Periodo
- Amplitud
- Valores máximos y mínimos

En este se puede observar gráficamente como las señales cambian ya que consta con un eje vertical, Y, en el cual está representado el voltaje y un eje horizontal, X, en el que se representa al tiempo.

El osciloscopio automotriz permite almacenar las formas de cualquier onda analizada, por poseer una memoria para luego descargarlos en un ordenador o imprimirlos y de esta manera poder realizar un estudio de la misma de una forma más detenida y sistemática.

A diferencia de un multímetro o un escáner automotriz el osciloscopio muestra la cantidad y la calidad de señal, toma una mayor cantidad de

muestras por segundo, se conecta de forma muy sencilla, la velocidad con la que se obtiene la muestra, es mucho mejor y permite interpretar gráficamente lo que está sucediendo con el componente analizado. Además se utiliza para revisar el estado general de un sistema de gestión del motor con catalizador gracias a la prueba del funcionamiento del sensor de oxígeno.

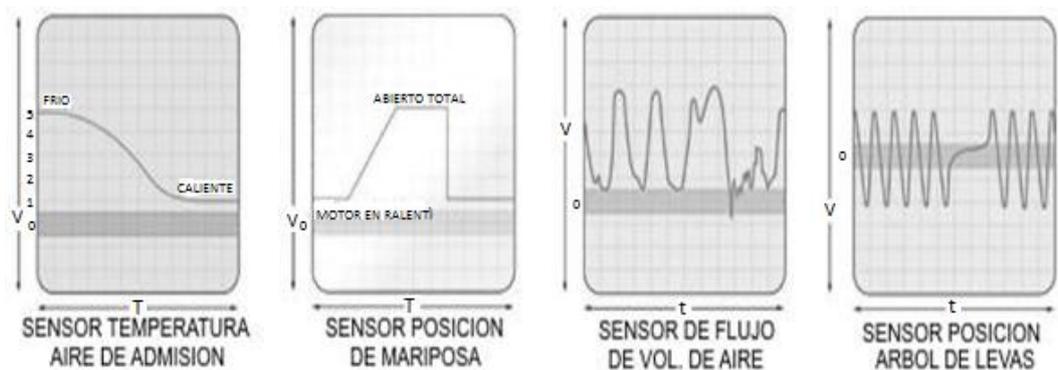


Figura 6. Ejemplos de gráficas tomadas con un osciloscopio
Fuente: (mecanica fácil, 2013)

2.3.3 Lector de códigos de falla.

Los lectores de códigos de falla son equipos electrónicos que solo funcionan en los cuatro primeros modos del software del sistema OBD-II, utilizan los dos primeros para conocer cuántos códigos de falla se presentan, el tercer modo permite tener acceso a la base de datos de la PCM permitiendo conocer el valor del código y por último utilizan el modo número cuatro para eliminar dicho código de la memoria de la PCM.



Figura 7. Lector de códigos de falla
Fuente: (Vargas, 2009)

El lector de códigos de falla es portátil debido a que su tamaño es pequeño, su sencillez y su precio representan sus principales ventajas. Su principal desventaja radica en que con un lector de códigos de falla no se puede conocer el estado de los sensores para de esta forma poder identificar donde se originó la falla o avería ya que no se observa ningún otro dato que no sea el código.

2.3.3 Escáner Automotriz

El escáner automotriz es la herramienta electrónica más sofisticada y confiable para la realización del proceso de diagnóstico automotriz, el escáner automotriz es capaz de operar en todos los 9 modos del sistema OBD-II, es decir, no sólo actúa como un lector de códigos de falla sino que también puede cambiar los valores de información, ajustar los sensores y acceder a los valores de cada fabricante, estos valores pueden ser instrumentación del tablero, condición de frenado, y algunas aplicaciones adicionales que se encuentren dentro de la computadora del vehículo y estas se pueden cambiar hasta el punto que el fabricante lo permita. Por medio de un escáner automotriz se puede realizar un autodiagnóstico global del vehículo.



Figura 8. Escáner Automotriz
Fuente: (scanner bosch, 2013)

En la actualidad existen muchas marcas y modelos de escáner automotriz, esto depende del precio y las prestaciones que brinden los mismos, existen algunos modelos los cuales aparte de ser escáner también son un completo multímetro y osciloscopio.

Se tiene también el escáner automotriz basado en computadora el cual consiste en un intérprete de protocolos OBD-II el que codifica datos para luego transmitirlos a un puerto de la computadora ya sea USB o de forma inalámbrica. Dichos datos son procesados por un software que tiene las mismas aplicaciones de un escáner automotriz pero con una interfaz gráfica mucho más mejorada.

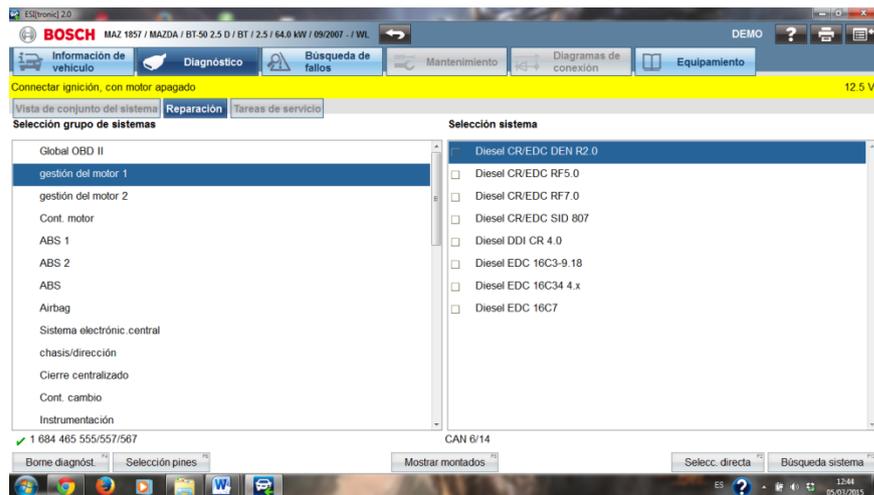


Figura 9. Escáner automotriz basado en computadora.
Fuente. (Escáner Bosch KTS 550)

2.4 Motores Common Rail.

Se los denomina así por el sistema de inyección que poseen también conocido como sistema CRDi, dicho sistema genera una mayor adaptación al funcionamiento del motor en comparación con los sistemas accionados por levas.

La generación de presión es totalmente independiente de la velocidad del motor y de la cantidad de combustible inyectado, ya que el combustible se encuentra a presión constante dentro del acumulador siendo utilizado posteriormente en el momento exacto con la cantidad y presión adecuada de acuerdo a los requerimientos del motor.

En la unidad de control se registra y procesa los parámetros emitidos por los sensores y son transmitidos mediante señales de salida, con esta información influye en el control del motor corrigiendo y regulando su

funcionamiento, mediante la unidad de control se ajusta los parámetros de funcionamiento y los valores teóricos en el control de la inyección de combustible y entre otras funciones adicionales.

Dichas funciones adicionales están orientadas a la disminución de consumo de combustible, recirculación de gases (sistema EGR) reducción de agentes contaminantes o bien para amplificar la comodidad y seguridad.

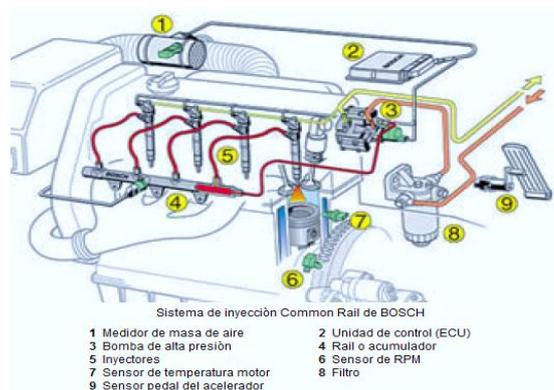


Figura 10. Elementos principales del sistema Common Rail.
Fuente: (R.Bosch, 2007)

2.4.1 Descripción de los elementos del sistema Common Rail.

Unidad de control electrónico (ECU)

La ECU o unidad de control electrónico representa la máxima expresión de la electrónica aplicada a los vehículos, es un dispositivo electrónico que lee la señales eléctricas provenientes de los sensores que se encuentran ubicados en el vehículo, la unidad de control recibe las señales, las evalúa y calcula las señales de activación para los diferentes elementos actuadores.

La unidad de control electrónico debe trabajar en tiempo real, ya que los sistemas que controlan el motor y la seguridad del vehículo exigen una respuesta rápida de regulación, es decir, la regulación electrónica debe realizarse en el mismo tiempo en el cual sucede el proceso físico. Para

esto la unidad de control electrónico debe tener un alto rendimiento de cálculo.

Las unidades de control deben cumplir con altas exigencias como son:

La unidad de control electrónico debe resistir temperaturas de entre -40°C a 125 °C según su aplicación.

La unidad de control no debe interferir con los demás sistemas electrónicos como los reguladores electromecánicos, es decir, debe poseer compatibilidad electromagnética.

La ECU debe ser resistente a ataques producidos por sustancias las cuales pueden dañar su estructura y que son empleadas en el servicio como aceite, combustible, refrigerante.

Debe tener resistencia a esfuerzos mecánicos producidos por el motor. Para poder garantizar una seguridad de servicio la ECU realiza procesos de cálculo redundantes adicionales, los cuales se realizan de manera simultánea en otros circuitos de programa.

Estructura de la ECU

La unidad de control electrónico está constituida por un conjunto de componentes electrónicos que se encuentran en placas de circuito impresos las cuales están dentro de una caja de aluminio con aletas para su refrigeración. Se utiliza un enchufe multipolar para conectar los sensores, actuadores y la alimentación de la corriente a la unidad de control. Los componentes de alta potencia encargados de la activación de los actuadores se encuentran ubicados de forma que se pueda obtener una buena disipación de calor hacia la carcasa.

La unidad de control puede estar montada adosada directa o indirectamente al motor, en el primer caso se utilizan unidades de control compactas de técnica híbrida las cuales son capaces de soportar una carga térmica mayor, en el segundo caso el calor de la caja se disipa a

través de una placa integrada de refrigeración integrada en la unidad de control, este método de refrigeración es empleado solo en vehículos industriales.

Debido a que el espacio y el peso desempeñan una gran importancia en el vehículo, la unidad de control electrónico debe ser tan pequeña y ligera como sea posible, para poder lograr esto se aplican técnicas como:

Técnica multicapa.- Esta técnica consiste en colocar una sobre otra las capas que poseen redes de conductores impresos las cuales tienen un grosor de 0,035 y 0,07 milímetros.

Componentes SMD.- (Surface Mounted Devices, componentes montados en superficie) esta técnica consiste en colocar pequeñísimos componentes soldados o pegados de forma plana, sin conexiones de paso ni taladros, directamente a la placa de circuitos impresos, esta forma de ubicar los componentes permite ahorrar espacio y peso.

2.4.2 Procesamiento de Datos

Señales de entrada

Para que exista una comunicación entre el vehículo y la unidad de control debe existir una serie de periféricos estos son los sensores y los actuadores. Las señales eléctricas procedentes de los sensores son conducidas a través de un conjunto de cables y un enchufe de conexión hacia la unidad de control, dichas señales pueden ser de diferentes tipos:

Analógicas.- Este tipo de señales pueden tomar cualquier valor de tensión dentro de un rango determinado, existen varias magnitudes físicas las cuales son valores de medición analógicas como la masa de aire aspirado, la tensión de la batería, la temperatura del líquido refrigerante. En el microprocesador de la unidad de control existe una serie de convertidores analógico-digitales (A/D) los cuales convierten estas señales en valores digitales.

Digitales.- Las señales de entrada digitales poseen dos estados: “alto” (lógico 1) y “bajo (lógico 0)”. Las señales de conmutación son un ejemplo de señales de entrada digitales así también los impulsos de revoluciones de un sensor de efecto Hall, este tipo de señales el microcontrolador las puede procesar de forma directa.

Señales de entrada en forma de impulsos.- Este tipo de señales son enviadas por sensores de tipo inductivo, se regeneran en una parte propia de la unidad de control la cual elimina las señales de impulsos parásitos, y las transforma en señales digitales rectangulares para que puedan ser procesadas por el microcontrolador.

Preparación de las señales

Las señales de entrada obtenidas a través de los sensores tienen primero que ser preparadas, es decir, se limitan mediante circuitos de protección hasta que alcancen valores de tensión admisibles. La señal útil se libera de señales parásitos mediante filtración y se adapta a la entrada de tensión admisible para el microcontrolador la cual va desde 0 hasta 5V. Según el tipo de sensor la preparación de señales se puede efectuar de manera total o parcial en el mismo sensor, este proceso también es conocido como regeneración de señales.

Procesamiento de señales

Dentro de la unidad de control electrónico se encuentra un microcontrolador el cual se encarga de ejecutar una serie de algoritmos de mando y de regulación, para realizar estos algoritmos es necesario las señales de entrada las cuales se obtienen a través de los sensores, sus

valores se examinan en el procesador, y por último se utiliza un software o programa para calcular las señales de salida.

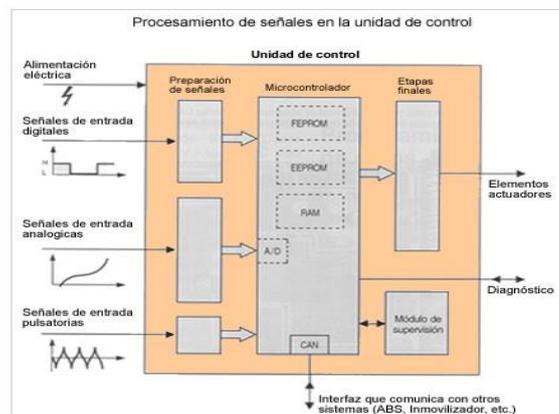


Figura 11. Procesamiento de señales en unidad de control.
Fuente. (meganeboy, 2013)

A continuación se procederá a detallar las partes más importantes que intervienen en el procesamiento de información:

Microcontrolador.- Este es la parte más importante de la unidad de control, es decir, la parte central, el microcontrolador es sincronizado mediante un cuarzo, dentro de este microcontrolador se encuentra un microchip en el cual están integrados canales de entrada y de salida, unidades de temporización, memorias de tipo RAM y ROM, entre otros componentes periféricos.

Memoria de programa y de datos.- Para que el microcontrolador pueda realizar el cálculo de los diferentes algoritmos es necesario de un software o programa el mismo que se encuentra almacenado dentro de la memoria en forma de valores binarios divididos en conjuntos de datos que luego de ser leídos e interpretados como órdenes son ejecutados en orden establecido.

Este programa se encuentra almacenado en una memoria de valores fijos (ROM, EPROM o Flash-EPROM) dentro de esta memoria también se encuentran almacenados los datos específicos de cada variables como curvas y diagramas característicos, los datos almacenados dentro de esta

memoria no podrán ser modificados durante el periodo de servicio del vehículo ya que influyen directamente en el proceso de control y regulación del programa.

La memoria de programa también puede ser ampliada por medio de un componente separado como una EPROM esto dependerá según la aplicación.

Memoria ROM (Read Only Memory).- Se trata de una memoria solo de lectura en la cual pueden estar ejecutadas las memorias del programa, el contenido de este tipo de memoria se fija durante su elaboración y no puede ser modificado.

La capacidad de la memoria que posee el microcontrolador de la unidad de control es limitada y para realizar aplicaciones complejas se necesita de una memoria complementaria.

Memoria EPROM (Erasable Programmable ROM).- En este tipo de memorias los datos grabados pueden ser borrados mediante la irradiación de rayos UV para luego ser escritos de nuevo por medio de un programador, esta memoria se ejecuta de forma separada y está conectada a través de un bus de datos.

Memoria Flash-EPROM (FEPRM).- La memoria Flash puede ser borrado eléctricamente, de esta manera una unidad de control puede ser reprogramada sin tener que ser abierta, debido a las ventajas que poseen las memorias Flash-EPROM están sustituyendo a las memorias EPROM convencionales.

Memoria RAM (Random Access Memory).- Esta es un tipo de memoria de escritura/lectura, en la cual van a ser almacenados los valores generados en ese momento, en algunas ocasiones una sola memoria RAM no es suficiente por lo que se necesita de un componente RAM adicional, el cual va conectado al microcontrolador a través de un bus de datos. La memoria RAM se la puede catalogar como una memoria

volátil, ya que una vez que se desconecta la unidad de control, todos los datos existentes en la misma son borrados.

Memoria EEPROM.- Existen datos que no se deben perder como por ejemplo los códigos del inmovilizador los cuales son almacenados en una memoria no volátil de lectura y escritura como lo es la memoria EEPROM, este tipo de memoria también se la puede borrar eléctricamente pero con la diferencia de que cada célula se borra de manera independiente y también posee mayor cantidad de ciclos de escritura.

Componentes ASIC (Application Specific Integrated Circuit).- Este tipo de componentes se diseñaron para realizar funciones más complejas las cuales no pueden ser realizadas por los microcontroladores normales, se diseñan y fabrican según los requerimientos del diseñador de la unidad de control, estos pueden contener por ejemplo una memoria RAM adicional.

Módulo de supervisión.- El módulo de supervisión de la unidad de control electrónica trabaja conjuntamente con el microcontrolador controlándose mutuamente, si se detecta algún error ambos pueden trabajar por separado para corregirlo.

Señales de salida

El microcontrolador utiliza las señales de salida para activar unos pasos finales los cuales suministran la potencia necesaria para la conexión directa de los diferentes elementos actuadores, así como también estos pasos finales pueden ser capaces de activar relés. Los pasos finales están protegidos contra cortocircuitos y averías a causa de sobrecarga eléctrica o térmica esto se debe a que el circuito de pasos finales identifica estas condiciones y las transmite al microcontrolador para que este tome las medidas necesarias.

Existen diferentes tipos de señales de salida como las de conmutación mediante las cuales se puede conectar y desconectar los diferentes elementos actuadores, las señales de salida también pueden emitirse

como señales MID (Modulación por Impulsos de Duración) por medio de las cuales se pueden llevar a los actuadores a posiciones de funcionamiento libres, como ejemplo está: La calefacción, el ventilador, válvula de retroalimentación de gases de escape.

Comunicación dentro de la unidad de control

El microcontrolador se encuentra en comunicación constante con los demás componentes periféricos para poder ejecutar sus funciones mediante un bus de datos, la comunicación de datos dentro de las primeras unidades de control se realizaba mediante una estructura de 8 bits con los cuales se podía transmitir 256 valores, hoy en día las unidades de control trabajan con una estructura de 16 bits o hasta 32 bits para aplicaciones más complejas, con el propósito de ahorrar espacio dentro de la unidad de control la transmisión de datos se realiza mediante la técnica multiplex, lo cual permite transmitir varios datos por las mismas líneas, pero los datos que no se transmiten rápidamente siguen siendo transferidos mediante una sola línea, como los de la memoria de defectos.

2.5 Sistema EDC (Electronic Diésel Control)

El sistema de regulación electrónica diésel fue creado con la finalidad de optimizar el consumo de combustible, mejorar la potencia del motor y reducir la emisión de gases contaminantes. En este tipo de sistema la unidad de control electrónico es la encargada de supervisar completamente todo el proceso de inyección regulando todos los estados de servicio.

Tabla 1. Regulaciones en el sistema EDC.

| |
|---------------------------------------|
| Caudal de arranque. |
| Servicio de marcha. |
| Regulación de ralentí. |
| Regulación de suavidad de marcha. |
| Regulación de la velocidad de marcha. |
| Regulación del caudal de referencia. |
| Amortiguación activa de tirones. |
| Desconexión del cilindro. |
| Parada del motor. |

En el vehículo existen otras unidades de control o así también llamados módulos de control principalmente en vehículos más modernos que poseen sistemas adicionales como dirección asistida eléctricamente, las cuales se comunican directamente con la unidad de control electrónico del motor mediante el sistema CAN Bus (Controller Area Network).

2.5.1 Módulo de control del tren de potencia (PCM)

El PCM es un dispositivo electrónico ubicado en una carcasa resistente a altas temperaturas que administra la manera en que se combinan el aire y el combustible en cooperación con el convertidor catalítico, esta comunicación se realiza a través de una serie de sensores mediante los cuales también examina el árbol de levas, temperatura del líquido refrigerante.

Tabla 2. Entradas conectadas a la PCM.

| |
|---|
| Sensor de posición del acelerador. |
| Sensor de velocidad de flecha de transmisión. |
| Sensor de velocidad del vehículo. |
| Sensor de velocidad del motor (CKP). |
| Interruptor de freno. |
| Interruptores de control de velocidad. |
| Encendido. |
| Interruptor de overdrive. |
| Sensor de gobernador de presión. |

El PCM decide cómo ajustar las operaciones del motor. Esto es así especialmente en lo que respecta a la temperatura, porque el motor debe calentarse adecuadamente para que la computadora tome el control del funcionamiento.

2.5.2 Módulo de control del vehículo (VCM)

El VCM es una muy resistente, es la unidad de control la cual es utilizada para la comunicación en serie de alto rendimiento, está ubicada dentro de una caja de magnesio con una resistente cubierta plástica de protección en la mitad del vehículo entre el asiento del pasajero y el motor.

El VCM controla muchos sistemas del automóvil:

- Sistema de dirección asistida eléctricamente (EPS)
- Sistemas de control de velocidad inteligente (ACC)
- Sistema de control de bolsa de aire (ACS)
- Sistema de control electrónico de estabilidad (ESC)

Para poder realizar este control al VCM se encuentran conectados varios tipos de sensores, toma las señales de los sensores de impacto y de los que detectan el peso del ocupante, posición de asientos, cinturón de seguridad y de esta manera determina la velocidad con lo cual despliega los airbags. Así como también el VCM toma la señal de los sensores de velocidad de la llanta, sensores de ángulo de dirección, dirección de viraje para poder determinar las condiciones adecuadas de funcionamiento y de esta manera brindar total seguridad de manejo mediante el control electrónico de estabilidad (ESC)

2.5.3 Módulo de control de la carrocería (BCM)

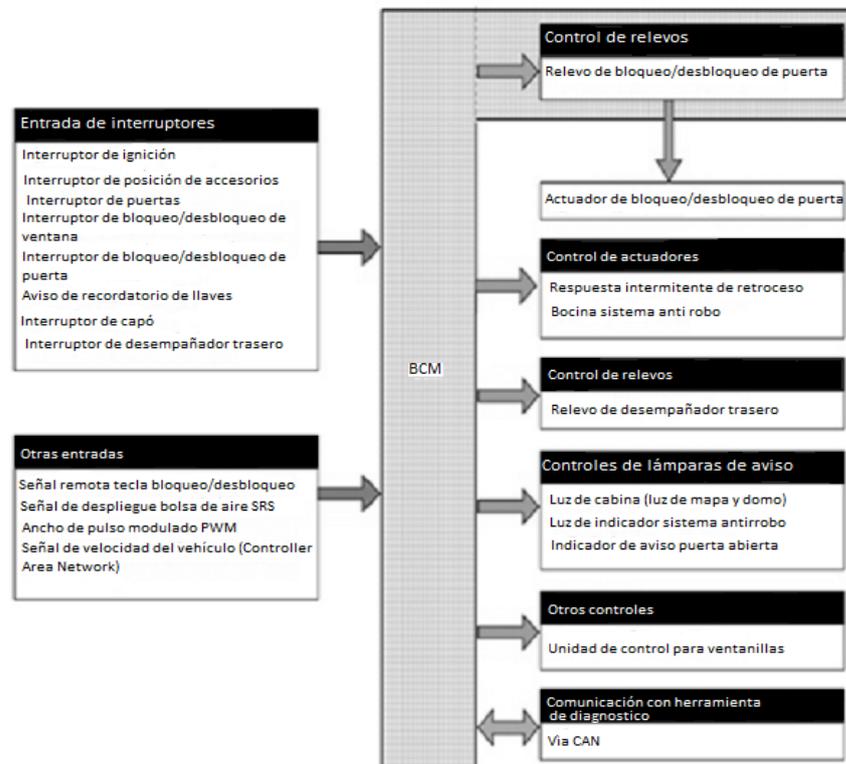


Figura 12.Principales entradas y salidas del BCM.
Fuente: (S/N, Modulo BCM, 2012)

Esta es una unidad de control electrónico encargada de regular los elementos de la carrocería del vehículo, en algunos vehículos el BCM está instalado en el salpicadero del panel lateral del lado del conductor. El BCM se comunica con la unidad de diagnóstico del vehículo por medio de un enlace vía CAN.

Tabla 3. Funciones que controla el BCM.

| |
|--|
| Bloqueo de puertas. |
| Entrada sin llaves con el mando a distancia. |
| Control función anti robo. |
| Iluminación de la cabina. |
| Temporizador para ventanas eléctricas. |
| Temporizador para desempañó de la ventana trasera. |
| Apertura y cierre de toldos en vehículos convertibles. |
| Información de diagnóstico del BCM. |

2.5.4 Módulo de control de frenos electrónicos (EBCM)

El módulo de control de frenos electrónicos fue utilizado por primera vez en la industria automotriz en el año de 1970, con el propósito de mejorar el frenado en cualquier tipo de condición ya sea del camino o del ambiente. Esta unidad de control es utilizada en el sistema ABS (sistema de frenado antibloqueo).

A continuación se encuentra un diagrama en el cual se pueden observar todas las señales de entrada y las de salida que posee esta unidad de control y una descripción de las mismas.

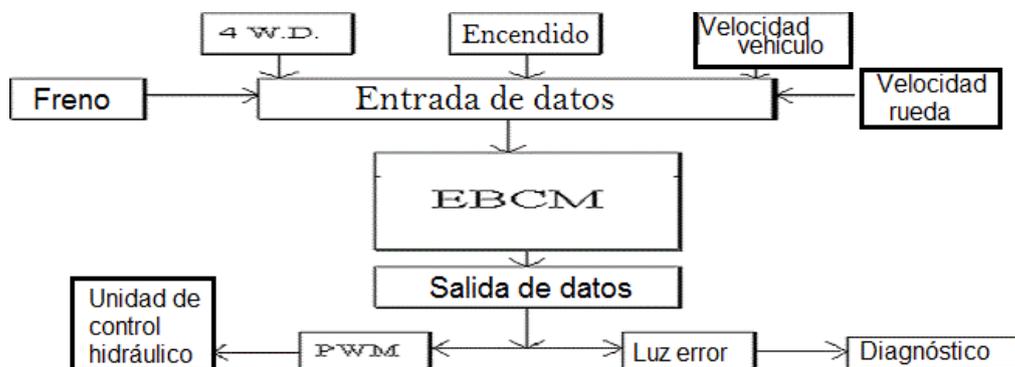


Figura 13. Señales de entrada y de salida de EBCM.

Fuente: (Devzone, 2013)

Señal del freno.- Esta señal puede ser de tipo analógico o digital, esta indica la posición del pedal del freno.

Señal del 4 W.D.- Esta señal indica a la unidad de control si el vehículo se encuentra en el modo de manejo 4x4 o cuatro ruedas, es una señal de tipo digital.

Señal del encendido.- Esta señal indica si la llave de encendido está en su lugar y si el motor está funcionando o no.

Señal de velocidad del vehículo.- Esta señal es de tipo digital, indica a la unidad de control la velocidad del vehículo.

Señal de velocidad de las llantas.- Es un conjunto de 4 señales de entrada diferentes cada una obtenida de cada llanta del vehículo brindan la información necesaria para que la ECU realice los algoritmos de control.

2.6 Sensores

Son elementos electrónicos encargados de la obtención de información, también llamados transductores capaces de transformar cualquier magnitud física o química en una magnitud eléctrica, y proporcionar la señal de entrada a la unidad de control para que esta pueda procesar la información y determinar la unidad o tipo de señal de salida. La señal de salida se convertirá en eléctrica y mediante la unidad de control es enviada a un actuador que transformara esta señal de salida eléctrica en una acción mecánica.

La transducción se puede dar de dos formas diferentes las cuales se detallará a continuación:

Activo: Detecta los parámetros físicos que proporcionan la energía necesaria para que la señal eléctrica sea generada. Por ejemplo piezoeléctricos o magnéticos.

Pasivo: Los parámetros detectados modifican algunas de las características eléctricas del sensor, ejemplo resistencias o reluctancias.

2.6.1 Clasificación de los sensores

La clasificación depende de los parámetros físicos que este detecta y genera la respuesta mediante una señal eléctrica, y el principio eléctrico en el que se base. Según estas especificaciones y su funcionamiento se clasifican de la siguiente manera:

- Magnético
- Efecto hall
- Conductividad eléctrica
- Termoeléctricos
- Fotoeléctricos
- Piezoeléctricos

Sensores magnéticos

Estos sensores operan gracias al electromagnetismo, es decir, cuando una bobina es sometida a la variación de un campo magnético, se produce en ella una corriente eléctrica alterna producida por efecto de la inducción magnética.

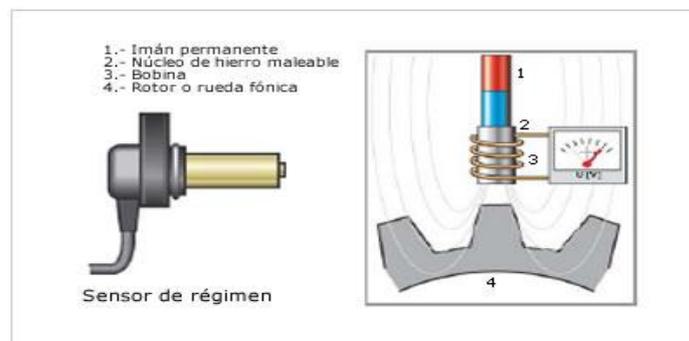


Figura 14. Transmisor de régimen de revoluciones.
Fuente: (Guarella, 2011)

Sensores de efecto hall

Este efecto se produce cuando un cuerpo con cierta carga eléctrica pasa por un campo magnético, generando así una pequeña señal eléctrica, la misma que después de pasar por un circuito rectificador genera una señal de lectura.

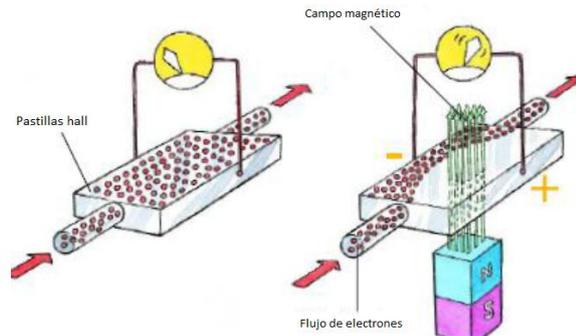


Figura 15. Efecto Hall.
Fuente: (R.Bosch, 2012)

Se utiliza como detector de revoluciones y de posición angular del cigüeñal. La diferencia respecto al transmisor de regímenes de revoluciones magnético radica en que la señal emitida es cuadrada, y por lo tanto, es más fácil de interpretar por la Unidad de Control.

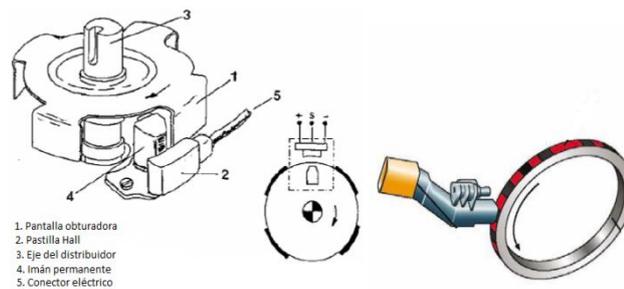


Figura 16. Sensor hall en el distribuidor (izquierda), y en el cigüeñal (derecha).
Fuente: (Slideshare, 2008)

Sensores por conductividad eléctrica

Conductividad es la facilidad con la que circula una determinada corriente por una sustancia cuando está sometida a determinados parámetros físicos.

Se los utiliza principalmente en las siguientes aplicaciones:

Sonda Lambda (sensor de oxígeno) Se encuentra situado en el tubo de escape justo antes del catalizador, de tal forma que pueda medir la concentración de oxígeno en los gases que provienen de la combustión sin que sufran alteraciones, la medida de oxígeno depende del grado de

riqueza de la mezcla, estos parámetros son transformados por la sonda y enviados a la unidad de control.

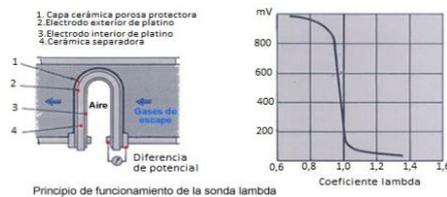


Figura 17. Principio de funcionamiento de la Sonda Lambda.
Fuente: (aficionados a la mecànica, 2012)

Potenciómetro de la mariposa. - Se encarga de detectar el ángulo de la mariposa en un cuerpo de aceleración de un motor a gasolina, genera una señal gracias al deslizamiento del cursor sobre una resistencia la misma que es enviada a la unidad de control la cual reconoce la posición y la velocidad en que varía dicha posición.

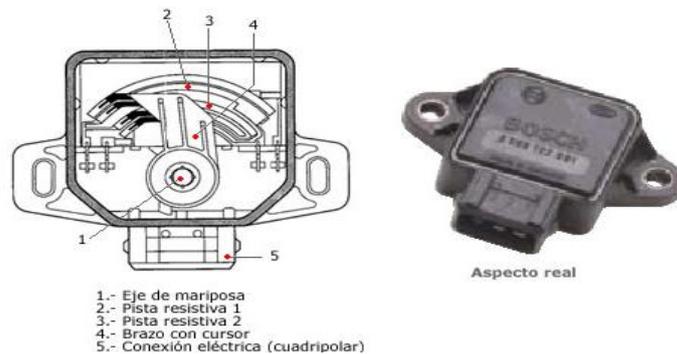


Figura 18. Esquema de un potenciómetro.
Fuente: (aficionados a la mecànica, 2012)

Las siguientes también son algunas aplicaciones de este tipo de sensores:

- Testigo del nivel del refrigerante
- Testigo del nivel del limpiaparabrisas
- Medidor del nivel de combustible.

Sensores termoeléctricos

Su funcionamiento se basa en la dilatación de cuerpos gracias al aumento o disminución de temperatura, en el caso de ser metálicos altera la resistencia eléctrica de estos elementos.

Algunos de estos elementos o sensores son fabricados para conseguir un coeficiente de temperatura ya sea positivo o negativo, originándose así los llamados PTC (positive temperature coefficient) o NTC (Negative Temperature Coefficient).

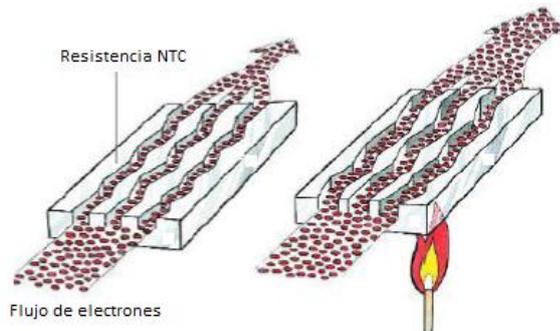


Figura 19. Principio de funcionamiento.
Fuente. (Guarella, 2011)

Sensores de temperatura.

Estos sensores son de vital importancia en el motor ya que gracias a su funcionamiento la unidad de control puede formar o modificar los parámetros en el sistema de inyección de combustible reduciendo o controlando emisiones contaminantes y consumo de combustible.

En los motores de combustión la temperatura se mide mediante sensores concebidos con materiales resistivos con coeficiente de temperatura positivo (PTC) o negativa (NTC), a estos elementos sensibles se los conoce como termistores que generan una respuesta en forma de resistencia, la cual funciona de acuerdo al coeficiente de temperatura que tenga ya sea como una PTC o NTC. La de coeficiente de temperatura positivo (PTC) mientras su temperatura aumenta, la resistencia se incrementa, al contrario la de coeficiente de temperatura negativa (NTC) a más temperatura, menos resistencia.

Se puede clasificar de la siguiente manera:

- Sensor de temperatura de líquido refrigerante y aceite lubricante
- Sensor de temperatura del aire de admisión.

Sensores piezoeléctricos

Su principio está basado en la fuerza o presión aplicada a una sustancia compuesta por cristales polarizados (piezo significa presión en griego).

Al ejercer presión sobre el cristal, éste se deforma produciendo una descarga eléctrica, lo que hace surgir una diferencia de tensión entre una cara y otra del cristal, esto permite la creación de dispositivos capaces de medir fuerzas de compresión, vibración y aceleración.

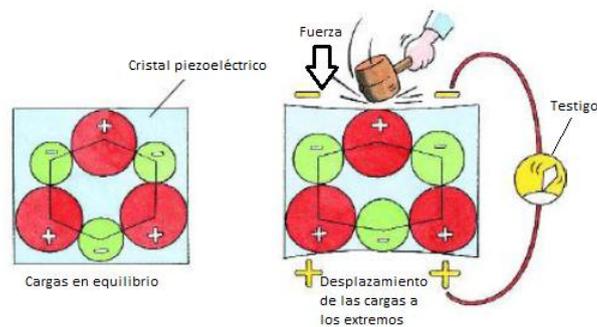


Figura 20. Efecto piezoeléctrico.
Fuente: (Guarella, 2011)

En los automóviles se les puede dar las siguientes aplicaciones:

- Sensor de detonación, pistoneo o cascabeleo (KS).
- Transmisor de presión del colector.
- Transmisor de revoluciones y de carga en motores diésel.

2.6.2 Rangos de funcionamiento según el tipo de sensor.

Sensores termoeléctricos o sensores de temperatura.

Dichos sensores operan en un rango comprendido entre los -20°C hasta los 130°C . Debido a su construcción poseen una punta de acero la cual puede estar en contacto con materiales sólidos o de naturaleza ácida, el contacto del sensor con la fuente de calor se realiza mediante el contacto de la pasta térmica que va incorporada en el interior del sensor.

Tabla 4. Parámetros de funcionamiento sensores de temperatura.

| | |
|----------------------|---------------|
| Sensibilidad | 18 mV/°C |
| Salida de voltaje | 0 a 2.5V |
| Rango de temperatura | -20°C a 130°C |

Sensores magnéticos efecto Hall.

Los sensores magnéticos incorporan un material sensible al efecto Hall el cual está montado en la punta del mismo si se coloca perpendicular al área de trabajo el voltaje que genera el sensor será de un valor máximo.

Tabla 5. Parámetros de funcionamiento sensores magnéticos.

| | |
|---------------------|--|
| Sensibilidad al 5% | 5.00 mV/mT ($\pm 5\%$) |
| Sensibilidad al 50% | 50.0 mV/mT ($\pm 5\%$) |
| Salida de voltaje | 0 a 3V |
| Rango 5% | -100 a + 500 mT |
| Resolución | 1 mT |
| Rango 50% | -10 a + 50 mT |
| Amplificación | En ausencia de campo magnético el voltaje de salida es de 0.5V |

Sensores de presión.

Estos sensores tienen un rango de medición de 0 a 1.1 bar, el sensor genera un voltaje de acuerdo con la variación de presión y minimiza los errores a causa de la temperatura gracias a un circuito que lleva incorporado, cuenta con dos niveles de sensibilidad los cuales son de 12.5 mV/mbar y 1.2mV/mbar, están programados para medir la presión entre 0 a 1800 bar.

Tabla 6. Parámetros de funcionamiento sensores de presión.

| | |
|-------------------------|--------------|
| Sensibilidad | 12,5 mV |
| Salida de voltaje | 0 a 3.6 V |
| Rango de presión | 0 a 1800 bar |
| Máxima presión sin daño | 2.200 bar |

Sensores posición angular (potenciómetros)

Estos sensores miden variaciones de ángulos y desplazamientos cortos, al ser detectados se produce una salida de voltaje, cuentan con dos calibraciones entre -120°C a 120°C y entre 0 y 360 grados, pueden ser rotado 300 grados en cualquier dirección con una tolerancia de 30 grados.

Tabla 7. Parámetros de funcionamiento sensores posición angular.

| | |
|-------------------|-------------------|
| Sensibilidad | 21 mV/grado |
| Salida de voltaje | 0 a 5 V |
| Rango angular | 0 a 240° |
| Resolución | 0 a 24° (0.14 mm) |

El sistema Common Rail está constituido por dos sistemas esenciales, el sistema encargado de abastecer el combustible a baja presión y el sistema que abastece el combustible a alta presión a continuación se detalla los sistemas antes mencionados de manera individual.

2.7 Sistemas de presión

2.7.1 Sistema de baja presión.

Es el encargado de succionar el combustible desde el depósito mediante una bomba de engranajes accionada mecánicamente la cual está incorporada en la bomba de alta presión, dicha bomba abastece de combustible suficiente al circuito de alta presión.

Para evitar el ingreso de impurezas o contaminantes que puedan ingresar con el combustible causando mal funcionamiento o averías en la bomba o en los inyectores dispone de un filtro evitando así el desgaste en los elementos de alta presión.

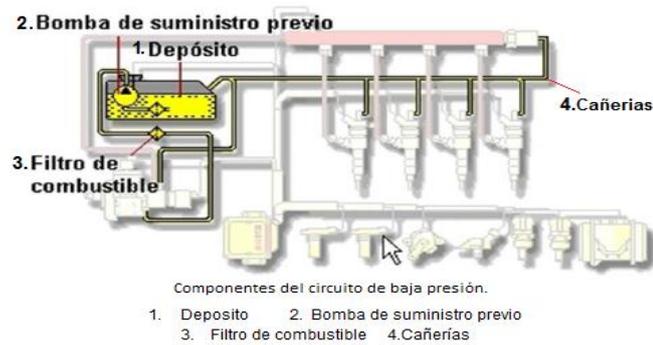


Figura 21. Elementos que conforman el sistema de baja presión.
Fuente: (Bosch, 2009)

2.7.2 Sistema de alta presión.

Es el sistema más importante ya que en este se genera la presión de funcionamiento, el combustible ingresa a través del filtro hacia la bomba de alta presión la cual lo introduce dentro del acumulador de alta presión (rail) aumentando su presión máxima en unos 1.350 bares aproximadamente.

El circuito de alta presión depende de seis elementos esenciales, los cuales por separado no son un mecanismo muy novedoso, pero su funcionamiento en conjunto genera enormes ventajas y márgenes de servicio en el funcionamiento del motor, y estos elementos o partes son la unidad de control, los sensores, los inyectores, los actuadores, el Rail común y la bomba de alta presión.

2.8 Inyectores.

Los inyectores utilizados en el sistema estudiado son activados mediante un campo eléctrico a comparación con los utilizados en el sistema con bomba rotativa los cuales son activados de forma mecánica, consiguiendo de esta manera una presión de inyección mayor y a la vez se hace más sencillo todo el conjunto de inyección.

Actualmente existen dos tipos de inyectores aplicados al sistema de inyección Common Rail los inyectores electromagnéticos los cuales son utilizados desde el comienzo de la investigación de esta tecnología, y los nuevos inyectores piezoeléctricos.

2.8.1 Inyectores electromagnéticos

Los inyectores electromagnéticos están estructurados por tres mecanismos de función: el inyector de orificios, el sistema hidráulico y la electroválvula.

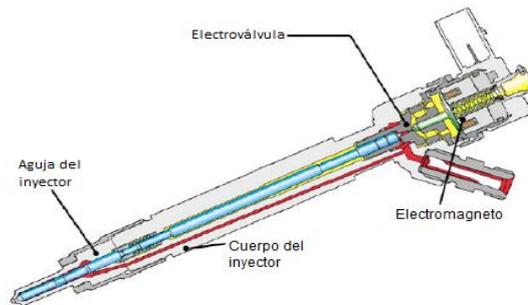


Figura 22. Inyector electromagnético.
Fuente: (R. Bosch, 2007)

El inicio y caudal de inyección se controlan mediante la activación electrónica del inyector, mediante una electroválvula controlada se libera el flujo de combustible directamente en las cámaras de combustión del motor.

Mientras el motor y la bomba de alta presión se encuentran en actividad el funcionamiento del inyector electromagnético puede fraccionarse en cuatro ciclos de trabajo:

Inyector cerrado (no hay inyección).- La electroválvula y el estrangulamiento de salida están desactivados, esto ocasiona que la presión de combustible en la cámara de control y en la cámara de la tobera sean idénticas, por lo tanto mediante la acción del muelle la aguja del inyector es ajustada manteniéndola fija en su lugar dentro de la tobera.

Se abre el inyector (inicio de inyección).- Al aplicar corriente de excitación a la electroválvula esta se abre rápidamente superado así la fuerza ejercida por el muelle, y el inducido abre el estrangulador de salida.

Inyector abierto.- El volumen de la cámara de control se amplifica debido a que el diámetro del estrangulador de entrada es menor que el de

salida, provocando así una expansión del combustible y la presión en la parte superior del émbolo disminuye, esta diferencia de presiones entre el combustible de la tobera de inyección y la cámara de control es muy significativa lo que causa que la aguja del inyector se abra.

Inyector cerrado (corte de inyección).- Se suprime la señal de excitación en la electroválvula la fuerza ejercida por el muelle oprime y sella la cámara de control por medio de la bola y cierra el estrangulador de salida de salida.

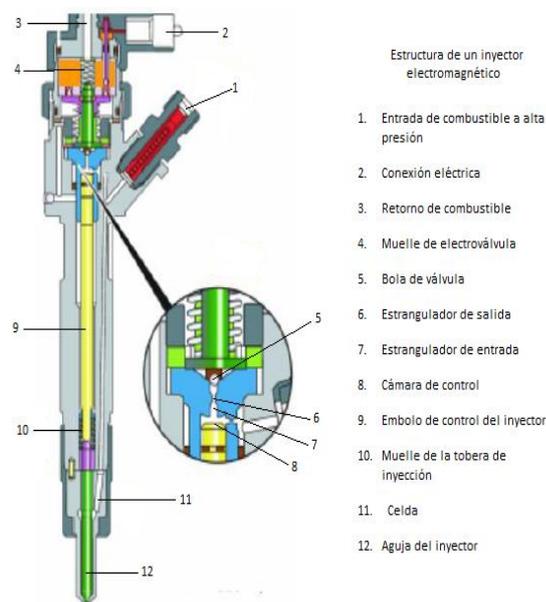


Figura 23. Estructura de un inyector.
Fuente: (Bosch, inyectores Common-rail, 2009)

2.8.2 Inyectores piezoeléctricos.

Los inyectores piezoeléctricos son creados gracias a la constante investigación con respecto a los sistemas de inyección, debido a la utilización de estos inyectores se ha logrado mejorar la velocidad de respuesta lo que permite inyecciones en lapsos de tiempo menores e inyectar menor cantidad de combustible con cada inyección.

Estos inyectores actúan gracias a un fenómeno llamado piezoeléctrico el cual se crea mediante la variación de tamaño en un cristal de cuarzo cuando este recibe un impulso eléctrico, contrariamente entrega un impulso eléctrico si se lo fuerza o se lo deforma.

En estos inyectores se ha reemplazado por un elemento piezoeléctrico el solenoide que abría y cerraba la válvula que permitía el drenaje al retorno del combustible sobre el émbolo, el mecanismo en el interior del inyector el cual controla las variaciones de presiones y el accionamiento mecánico es controlado por la unidad de control.

(Electrónica, 2009) La unidad de control envía al elemento piezoeléctrico una tensión inicial de 70V por un tiempo de 0,2mseg, en el interior los cristales logran elevar este voltaje a unos 140V, eso toma otros 0,2mseg con lo cual se logra una corriente de 7 amperios aproximadamente. A este proceso se lo denomina tensión de carga y corriente de carga. Para terminar el proceso de inyección es necesario colocar otro impulso de tensión final llamado tiempo de descarga esto toma alrededor de otros 0,2mseg.

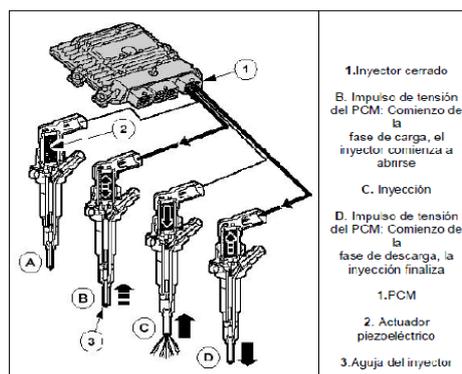


Figura 24. Fases en un inyector piezoeléctrico.
 Fuente: (Electrónica, 2009).

2.9 Componentes del sistema Common Rail

2.9.1 Bomba de alta presión.

Es la encargada de generar la presión suficiente en todas las situaciones de carga del motor, también mantiene una reserva de combustible presurizado que normalmente se utiliza para un arranque rápido y un veloz aumento de presión en el riel, generalmente se las coloca en el mismo sitio que las bombas de inyección tradicionales, de la impulsión de la bomba se encarga el cigüeñal por medio de una correa dentada cadena o engranajes.

La generación de alta presión se realiza por medio de tres émbolos distribuidos entre sí a 120 grados, el eje de la bomba al girar obliga a los émbolos a mantener un movimiento de ascenso y descenso. En el momento de descenso el combustible enviado desde la bomba previa es introducido en la zona de compresión, cuando el émbolo alcanza el punto muerto inferior se cierra la válvula de admisión debido a la diferencia de presiones que existe en los dos lados con lo que impide la salida del combustible comprimiéndolo y superando su presión anterior, cuando el émbolo asciende genera una presión la cual si vence a la presión actual en el rail introduce el combustible en el conducto repartidor venciendo a la válvula de salida.

Al ser diseñada para controlar grandes caudales de combustible genera un exceso de este en las fases de ralentí y carga parcial razón por la cual lleva incorporado un dispositivo electrónico que regula la presión del caudal.

Existen dispositivos que inhabilitan uno de los émbolos, obliga a la válvula de admisión de uno de los émbolos a permanecer siempre abierta con lo cual la generación de presión es anulada, siendo este método el más utilizado.

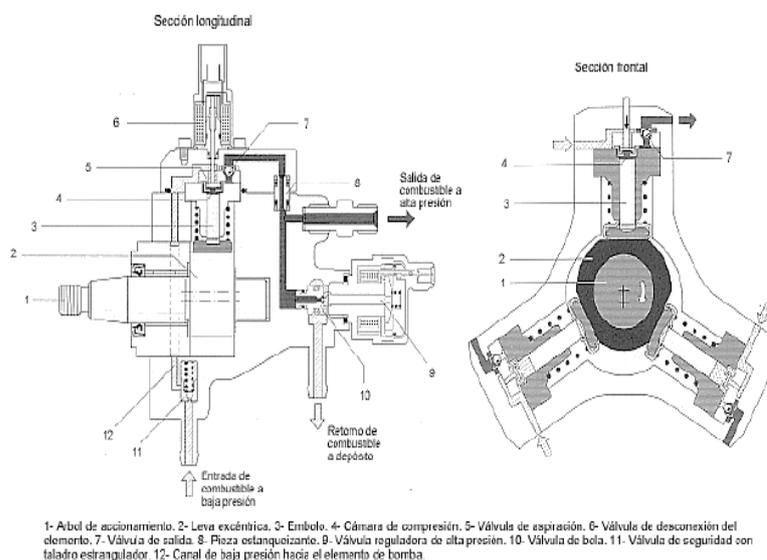


Figura 25. Esquema de una bomba de alta presión.
Fuente: (R.Bosch, 2007)

2.9.2 Rail o conducto común.

Almacena y distribuye hacia los inyectores el combustible presurizado, también amortigua las oscilaciones generadas por el ingreso del combustible desde la bomba y durante la entrega del combustible por parte de los inyectores, el acumulador debe mantener la presión de distribución constante para todos los cilindros incluso al extraer grandes cantidades de combustible asegurando así una presión constante mientras el inyector se abre.

El acumulador también incorpora un sensor de presión y un regulador de presión del mismo, en los conductos de salida posee limitadores de flujo, los cuales se encargan de cortar el suministro de combustible de los inyectores en un caso especial y poco probable de quedar uno completamente abierto.

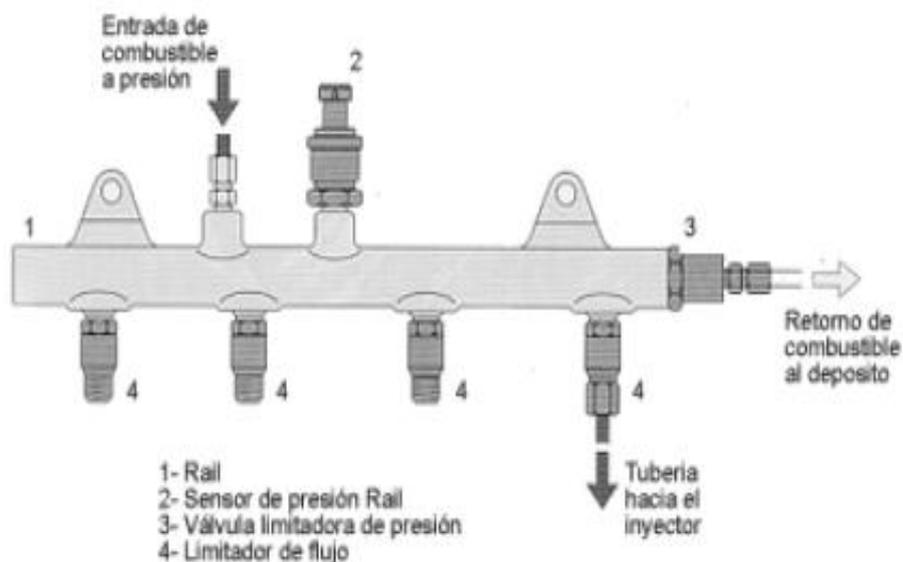


Figura 26. Rail o acumulador de presión.
Fuente: (R.Bosch, 2007)

2.9.3 Cañerías de alta presión.

Se encargan de transportar el combustible desde el acumulador hacia los inyectores también deben soportar constantemente la máxima presión del sistema y las oscilaciones que se generan entre cada inyección son de acero y deben ser lo más cortas posibles.



Figura 27. Circuito de alta presión.
Fuente: (Bosch, Sistema CRDi, 2009)

2.10 Equipo de diagnóstico KTS-570 DE BOSCH

Dentro del diagnóstico de los modernos vehículos diésel es muy importante utilizar el mejor criterio para diagnosticar, evaluar y planear alternativas de solución a una falla o problema en el sistema de control electrónico del motor, es por tal motivo muy importante reconocer dichos componentes y analizar su función dentro de su respectivo sistema los cuales se pueden clasificar como dispositivos de entrada (sensores e interruptores) y dispositivos de salida (solenoides del inyector, electroválvula.). De esta manera se puede mejorar la calidad de servicio y el ciclo de vida de dichos componentes con la cual se evitará paradas debido a fallas en el sistema eléctrico.

Bosch ha lanzado al mercado distintos equipos de punta para el diagnóstico electrónico en los motores a diésel siendo estos los denominados KTS.

El modelo 570 es el más avanzado en la familia de los KTS, puede esperar diagnósticos de unidad de control de la más alta calidad, tanto si está revisando un vehículo de motor diésel o de gasolina, realiza sus revisiones con un sistema wireless, de forma conveniente y con todas las funcionalidades.

En combinación con el amplio software ESI (tronic) se reconocen las unidades de control automáticamente, se leen los valores reales y se comparan con los valores teóricos.

Tabla 8. Funciones especiales equipo KTS 570.

| Funciones del equipo KTS 570 |
|--|
| Lectura de la memoria de averías. |
| Direccionamiento de actuadores. |
| Utilización de otras funciones específicas del aparato de control. |
| Visualización de valores reales. |
| Mediciones de multímetro. |
| Medición de tensión. |
| Medición de resistencias. |
| Medición de la corriente (con accesorios especiales: Pinzas de medición de corriente o cambiador de medición de corriente) |
| Osciloscopio de diagnóstico de dos canales. |
| Estudiar la interfaz de diagnóstico de los aparatos de control. |
| Adaptadores para la comunicación con todos los vehículos europeos, asiáticos y Mercosur. |

Fuente. Escáner Bosch KTS 570



Figura 28. KTS 570.

Fuente: (R.Bosch, 2012)

2.10.1 ESI (TRONIC) El software para diagnóstico técnica, y servicio.

Está perfectamente adaptado a las técnicas de comprobación Bosch que permite el acceso al diagnóstico de unidades de control con un PC o Laptop.

El software consta de módulos que pueden ser adaptados de acuerdo a las necesidades específicas del usuario, el desarrollo continuo de los KTS los ha llevado a integrar ventajas adicionales con adaptadores, sistemas de radio frecuencia y funciones de osciloscopio y medición.

2.10.2 Osciloscopio de diagnóstico.

Se pueden diagnosticar de forma paralela a cada paso de prueba las señales de los cables de diagnóstico como las líneas k y l, SAE Y CAN a través del osciloscopio de diagnóstico bicanal.

- Análisis de las señales en los cables de diagnóstico.
- Adaptación a través del cable de diagnóstico OBD.
- En esta aplicación los dos cables son iguales y referidos a masa.

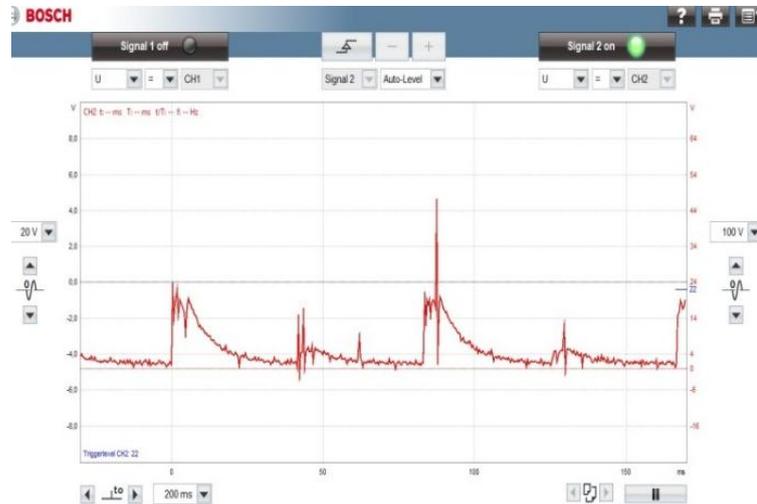


Figura 29. Osciloscopio KTS, onda correspondiente al inyector de la camioneta Mazda BT-50.

Fuente. Escáner Bosch KTS 570

2.10.3 Osciloscopio de 2 canales.

Si la comunicación con una unidad de control no presenta ninguna interrupción, se consigue una rápida y clara comprobación de los componentes mediante osciloscopio en la figura 30, se muestra la acción del osciloscopio de dos canales en color negro la onda perteneciente al inyector número 1 y en color rojo la onda que genera el inyector número 2 pertenecientes al motor de la camioneta Amarok del grupo Volkswagen.

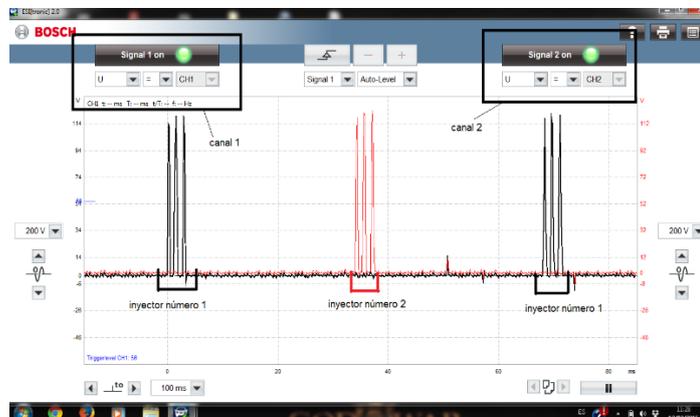


Figura 30. Especificaciones del osciloscopio KTS 570.

Fuente. Escáner Bosch KTS 570

2.10.3 KTS 570 wireless, con bluetooth móvil y flexible.

El adaptador USB Bluetooth con su propio software para una sencilla instalación. Tan solo con seleccionar la función inalámbrica, el funcionamiento estará listo, incluso con los comprobadores que se posea.



Figura 31. Adaptador USB Bluetooth e indicador luminoso de la función en el PC.

Fuente: Folleto KTS570-670

2.11 Glosario de términos

SAE: Society of Automotive Engineers por sus siglas en inglés, Sociedad de Ingenieros Automotrices entidad americana encargada de desarrollar estándares de calidad para todo tipo de vehículo a motor.

OBD I – II:(On Board Diagnostics) Sistemas de diagnóstico a bordo

PCM: Powertrain Control Module (Módulo de Control del Tren de Potencia) es el módulo electrónico que controla la transmisión automática electrónica.

PIDs: Parámetros de operación del fabricante, son las mediciones que realizan los sensores ubicados en el motor.

TIDs: Identificación de prueba (Test Identification) que indica el módulo del sistema involucrado.

CIDs: Identificación de componente (Component Identification) prueba cada componente y sus parámetros de trabajo.

VPW: Modulación de ancho de pulso variable (Variable Pulse Width)

PWM: Modulación de ancho de pulso, (Pulse-width Modulation)

Periféricos: Aparatos o dispositivos auxiliares independientes conectados a la unidad de control electrónico.

Microcontrolador: Circuito integrado programable, que ejecuta órdenes grabadas en su memoria.

Memoria RAM: Random Access Memory (Memoria de acceso aleatorio) según se lo requiera se puede escribir o leer en esta memoria, en ella se almacenan datos temporales como temperaturas o señales de presión.

Memoria ROM: Read Only Memory (Memoria solo de lectura) medio de almacenamiento electrónico, que permite solo leer la información acumulada mas no su escritura.

Frecuencia: Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico

Período: Término que se utiliza regularmente para designar el intervalo de tiempo necesario para completar un ciclo repetitivo, o simplemente el espacio de tiempo que dura algo.

Amplitud: Es la distancia entre el punto más alejado de una onda y el punto de equilibrio o medio.

CAPÍTULO III

3. Metodología de la investigación.

3.1 Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo tecnológica, ya que es necesario implementar los avances tecnológicos, que a la vez con los conocimientos adquiridos en las aulas de clases son el principal motivo que nos ha llevado a elaborar este proyecto.

Con la llegada del control electrónico en vehículos con motor diésel se dio paso a equipos de diagnóstico de última generación, mediante los cuales se puede diagnosticar y dar solución a las averías que se presenten en los diversos sistemas y componentes de los motores diésel modernos.

3.1.1 Bibliográfica

La investigación del siguiente tema será estrictamente bibliográfica debido a que la información se recopilará de libros, folletos, manuales para que de esta manera el proyecto sea fundamentalmente bibliográfico.

4.1 Métodos

4.1.1 Analítico-Sintético

Este método será de mucha importancia ya que esta investigación permitirá valorar e interpretar prácticamente la información encontrada ya sea en material escrito (Bibliográfica) o en los sistemas electrónicos del motor antes mencionado (Tecnológica).

CAPÍTULO IV

4. Propuesta

4.1 Desarrollo de la Propuesta

Para la realización de la propuesta, se ha elegido la camioneta Volkswagen Amarok y el motor de la camioneta Mazda BT-50, las cuales poseen el sistema CRDi y se encuentran en los talleres de la Universidad

4.2 Parámetros de funcionalidad escáner Bosch KTS 570

El equipo para la realización de un correcto diagnóstico automotriz debe cumplir con especificaciones técnicas que brinden confianza y exactitud al momento de realizar cada uno de los procedimientos de comprobación. El escáner automotriz Bosch KTS 570 ha sido el elegido para poder realizar todas las pruebas deseadas ya que posee las siguientes características:

Tabla 9. Tabla de especificaciones del escáner Bosch KTS 570

| Modelo | KTS 570 |
|-------------------------------|---|
| Pc Board | Sistema operativo Windows XP 1 GB de memoria, 40 GB disco duro |
| Indicador de estado | Vía 2 LED's, encendido-apagado, operación, carga de batería, acceso a disco duro |
| Operación | A través de una laptop o un PC |
| Batería de Litio-ion | Vida útil dependiendo del estado de carga y aplicación, aprox. 1 a 2 horas |
| Carcasa | Plástico con protección de impacto |
| Temperatura de funcionamiento | 0 a 40° C |
| Peso | 1 Kg. Aprox. |
| Protocolos de Diagnóstico: | ISO 9141-2, K/L , Código de flasheo SAE-J1850 VPW (GM, etc.), SAE-J1850 PWM (Ford), ambos correspondientes a ISO 11 519-4 CAN ISO 11898 ISO 15765-4 (OBD) Alta , media y baja velocidad, cable CAN |
| Multímetro de 2 Canales: | Precisión de 1% del voltaje medido, resolución de 0.1mV, rango máximo de 200V, resolución mínima de corriente 0.1mA, rango máximo de medición 1000 A, (accesorios especiales), resolución mínima de resistencia 100 mohm, rango máximo de medición 1 mohm |

| | |
|----------------------------|---|
| Osciloscopio de 2 canales: | Con un canal de operación: 10 mega-muestras/segundo, con dos canales de operación: 2 x 5 mega muestras/segundo |
| Conexiones: | Cable OBD, Adaptador Easy connect, adaptador Uni 4, conexiones de multímetro: Canal 1 amarillo +, azul-, canal 2 rojo +, negro (tierra), 2 x 2.0 USB, LAN, cargador, PS/2, VGA, PCMCIA 2 x tipo 2 o 1 x tipo 3, micro in, line out, audífonos |

4.2.1 Funcionalidad máxima para un diagnóstico práctico

El KTS 570 soporta los siguientes protocolos:

- Sistemas ISO para vehículos Europeos.
- Sistemas SAE para vehículos americanos y japoneses.
- Protocolos OBD-CAN para comprobación de vehículos modernos con sistemas de última tecnología bus CAN.
- Alta, Media y Baja velocidad así como CAN de un solo cable.
- Software controlado, adaptador intercambiable integrado OBD (box 01) Que permite diagnosticar a los protocolos CAN que están fuera de la norma OBD.
- El sistema automáticamente detecta la unidad de control, lee los valores actuales, memoria de fallas y datos específicos de la ECU.

4.2.2 Equipamiento completo para mediciones complejas

- El KTS 570 integra un osciloscopio de dos canales que permiten ver y evaluar, por ejemplo las señales de ambos sensores de oxígeno en una pantalla.
- El probador viene con un multímetro de dos canales para mediciones de voltaje, corriente y resistencia.
- Osciloscopio de diagnóstico: En el diagnóstico de ECU, se puede medir en forma paralela a cada paso, las señales de los cables de diagnóstico como las líneas K y L, CAN y J 1850.

4.2.3 Equipamiento compatible para el uso diario en taller

- Protección efectiva contra impactos y salpicaduras de agua.

- Manejo práctico y movilidad mediante batería recargable durante las pruebas de diagnóstico.



Figura 32. Conexión de un escáner Bosch KTS
Fuente: Folleto KTS570-670

- Conexión sencilla y operación en el vehículo
- Conectividad de PC o laptop a través de cable USB o Bluetooth

Tabla 10. Tabla de datos técnicos de la camioneta Volkswagen Amarok

| Modelo | AMAROK |
|--------------------------|--|
| Modelo (Continuación) | 2,0 BiTDI CR |
| Montaje de Bomba Reglada | Mínimum Level |
| Año | 2010 |
| Motor | Código CDCA |
| Número de Cilindros | Tipo 4/DOHC |
| Cilindrada | cc 1968 |
| Potencia | KW (DIN cv) RPM/ 120 (163) 4000 400 Nm / 1.500 - 2.000 r.p.m |
| Relación de Compresión | 1/16,5 |
| Sistema de combustible | Marca Bosch |
| Sistema de combustible | Tipo EDC 17 |

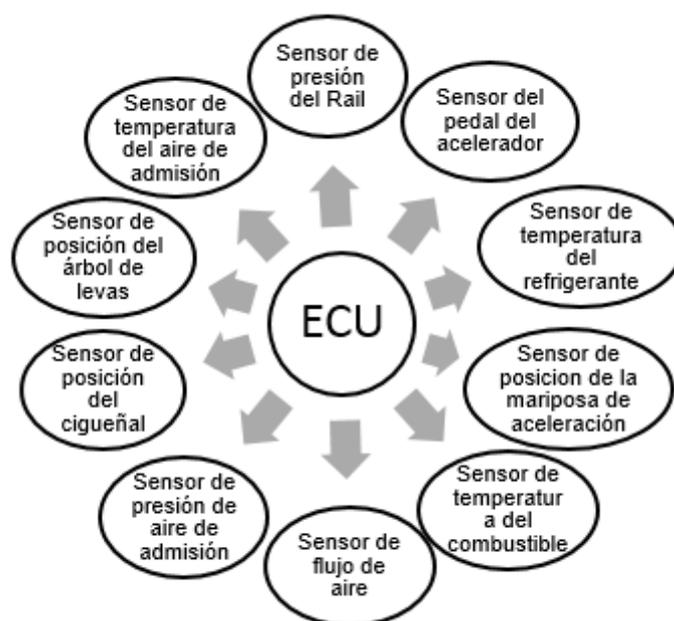


Figura 33. Sensores analizados en la camioneta Volkswagen Amarok.

Tabla 11. Tabla de datos técnicos Mazda BT-50.

| Referencia | Especificaciones |
|------------------------------------|---|
| Componentes mecánicos | |
| Tipo | Diésel, 4 ciclos |
| Disposición y número de cilindros | En línea, 4 cilindros |
| Cámara de combustión | Inyección directa |
| Sistema de válvulas | DOHC, engranaje de distribución y accionamiento por correa, 16 válvulas |
| Sistema de admisión de aire | |
| Tipo turbocompresor | Turbocompresor de geometría variable |
| Cartucho del filtro de aire | Tipo seco |
| Bujía de incandescencia | Tipo de acero inoxidable |
| Sistema de alimentación | |
| Bomba de suministro | Control electrónico, sistema Common Rail |
| Inyector | Control electromagnético |
| Sistema de emisiones | |
| Tipo de válvula EGR | Vacuum (vacío) |
| Tipo de convertidor catalítico | Catalizador por oxidación |
| Detalles del vehículo | |
| Fabricante | MAZDA |
| Identificación del motor | WLC |
| Año de fabricación | 2009 |
| Relación de compresión | 1/17,5 |
| Potencia / Torque | 105 kW/ 143 PS @ 4500 rpm 330nm / 1800rpm |
| Cilindrada | 2.5 l (2.499 l) |

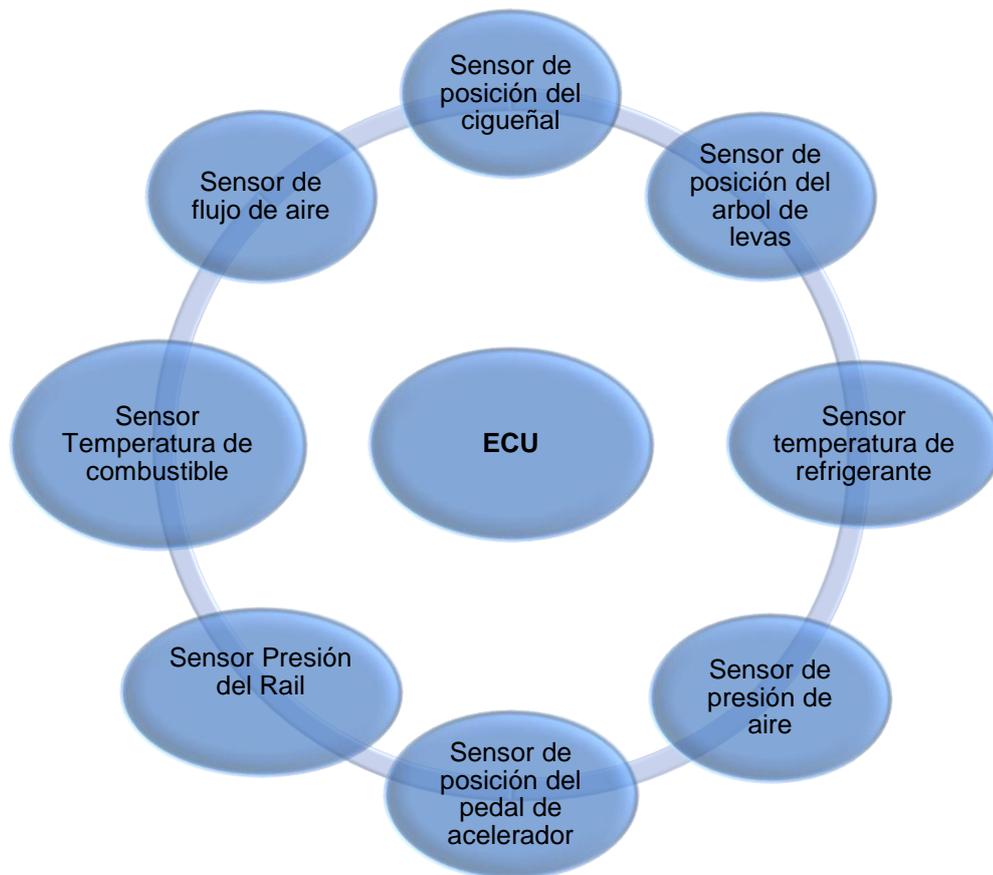


Figura 34. Sensores analizados del motor diésel
Fuente: Manual Mazda

4.3 Guías de prácticas de laboratorio

Guía de prácticas uso del escáner

Tema: Ingreso al sistema de gestión electrónica de los motores Common Rail

Objetivo: Establecer comunicación con el sistema electrónico del vehículo.

Materiales. Los materiales a utilizarse en esta guía son los siguientes:

- Motores con sistema Common Rail
- Escáner automotriz Bosch KTS 570
- Laptop

Desarrollo.

Para poder iniciar con el proceso de diagnóstico automotriz se debe contar con el equipo adecuado, en este caso como se ha mencionado antes se utilizará el escáner automotriz Bosch KTS 570, ya que este es un equipo completo que posee todas las características necesarias para poder hacer un trabajo adecuado.

Una vez que se obtenga todos los materiales se realizará los siguientes pasos:

1. **Iniciar el programa.-** El escáner Bosch KTS 570 cuenta con un software completo y actualizado el cual es el ESI Tronic 2.0 en el cual se tiene una infinidad de opciones e información la cual es de mucha utilidad para estudiantes y docentes.



Figura 35. Pantalla de inicio del Software ESI Tronic

2. **Conexión del equipo.-** Se debe conectar el escáner al puerto OBD II de cualquier vehículo en este caso se toma como ejemplo el de la camioneta Volkswagen Amarok, el cual se encuentra ubicado bajo el volante al lado izquierdo.



Figura 36. Conector OBD2 de la camioneta Amarok

Luego se procede a conectar el escáner a la laptop, esto se puede hacer mediante el cable USB o a través del bluetooth.

3. Configuración del equipo.- Una vez conectado el escáner al vehículo y a la laptop se procede a la configuración del equipo:

- Se selecciona la opción ajustes de hardware en el menú principal

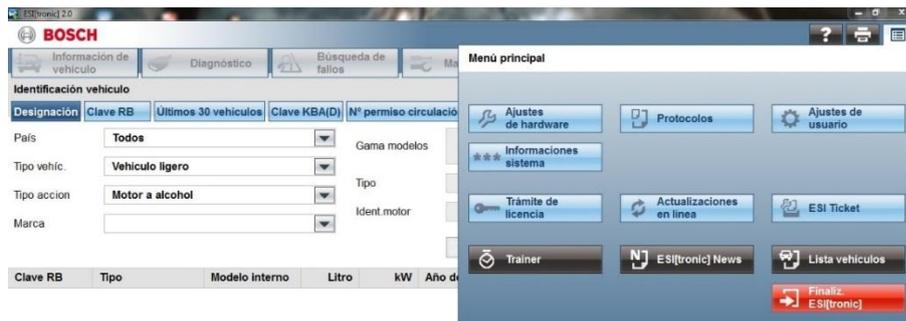


Figura 37. Menú principal

- Se despliega una pantalla en la que se selecciona OK
- Proceder a seleccionar nuevo
- Elegir el tipo de conexión
- Seleccionar el dispositivo
- Dar clic en OK

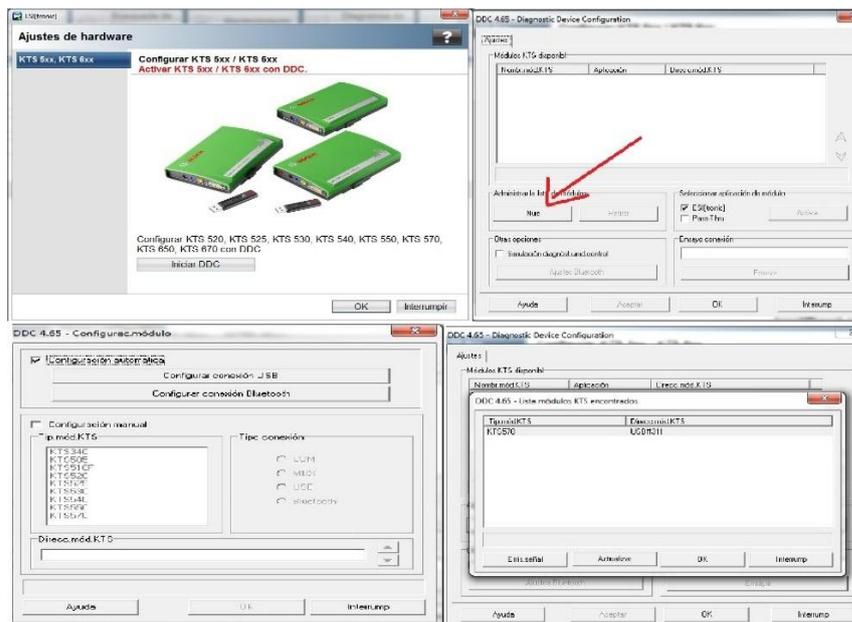
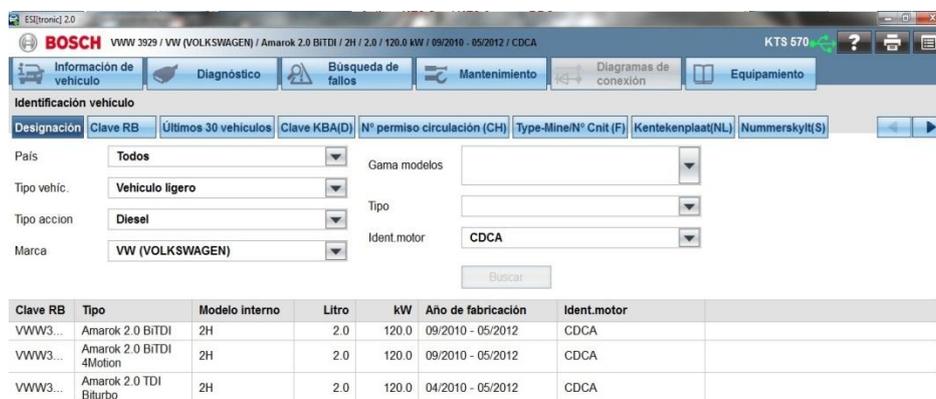


Figura 38. Configuración del equipo.

4. Selección del vehículo.-

Una vez configurado el equipo el siguiente paso es la selección del vehículo, para esto se debe tomar en cuenta el modelo, año de fabricación, identificación del motor.

Como recomendación se dirá que la mejor forma de ingresar al vehículo es a través de la identificación de motor para esto se tomará en cuenta los datos que se encuentran en la matricula, en caso de no disponer de la misma se puede revisar los números de motor, o también la identificación de la ECU.



| Clave RB | Tipo | Modelo interno | Litro | kW | Año de fabricación | Ident.motor |
|----------|--------------------------|----------------|-------|-------|--------------------|-------------|
| VWW3... | Amarok 2.0 BITDI | 2H | 2.0 | 120.0 | 09/2010 - 05/2012 | CDCA |
| VWW3... | Amarok 2.0 BITDI 4Motion | 2H | 2.0 | 120.0 | 09/2010 - 05/2012 | CDCA |
| VWW3... | Amarok 2.0 TDI Biturbo | 2H | 2.0 | 120.0 | 04/2010 - 05/2012 | CDCA |

Figura 39. Identificación del vehículo.

Una vez seleccionado el vehículo, se procede a la búsqueda de sistemas los cuales se puede ingresar y analizar, la cantidad de sistemas que se pueda analizar dependerá del modelo del vehículo y la actualización del programa.

Dentro de estos sistemas se puede realizar las siguientes opciones:

- Leer memoria de averías.
- Borrar memoria de averías.
- Valores reales.
- Elementos de ajuste.

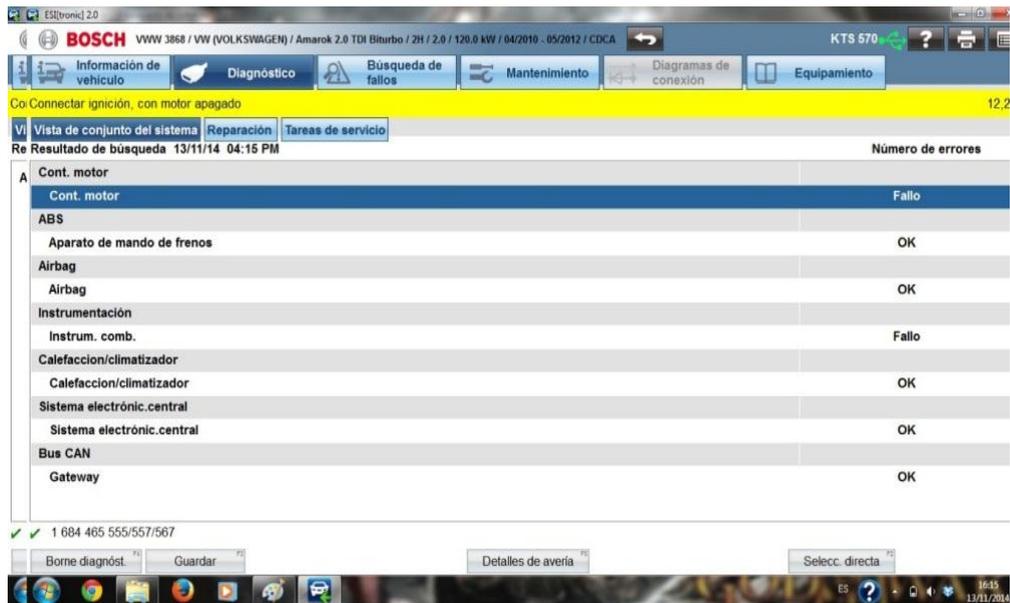


Figura 40. Sistemas del Vehículo.

Las opciones que se obtiene con el escáner Bosch KTS 570 y dentro del software del mismo son extremadamente útiles, así como también muy didácticas, van desde lectura de códigos de fallas, tareas de mantenimiento, datos y especificaciones técnicas del vehículo hasta diagramas de embornamiento.

A continuación se procede a realizar el análisis de cada uno de los sensores encontrados dentro del vehículo.

4.4 Guía de prácticas 2: Camioneta Volkswagen Amarok

4.4.1 Sensor de presión del Rail

Objetivo: Conocer función, ubicación parámetros de funcionamiento y valores reales al sensor de presión del Rail encontrado en la camioneta Volkswagen Amarok

Materiales.- Los materiales a utilizarse en esta guía son los siguientes:

- Escáner automotriz Bosch KTS 570.
- Laptop.
- Puntas del multímetro y osciloscopio del escáner Bosch KTS 570.
- EPP adecuado

Descripción y Funcionamiento.- El sensor de presión del rail es el encargado de detectar la presión del combustible en el componente o Rail, la señal se transmite a la unidad de control del motor.

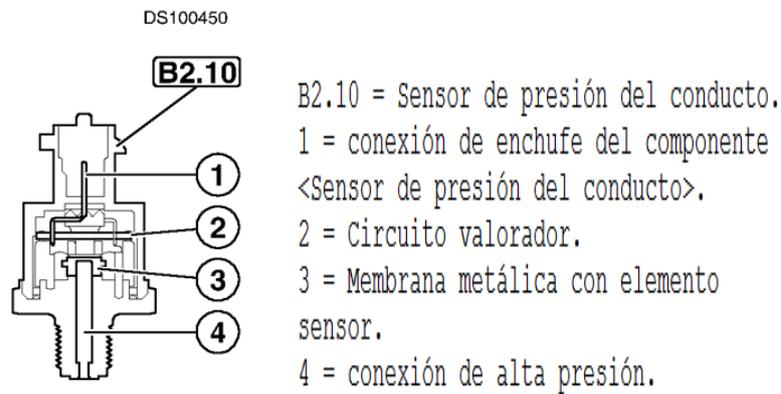


Figura 41. Componentes del sensor de presión del Rail.
Fuente: (ESI[tronic]2.0, 2015)

El sensor posee una membrana de metal, la cual sirve para convertir la presión ejercida por el combustible en una señal eléctrica, dicha señal se encuentra en un margen de 0 a 70 mV y es amplificada en el circuito valorador en un margen de 0,5 a 4,5 Voltios.

Ubicación.- El sensor de presión del Rail se encuentra ubicado en la parte superior frontal del motor.

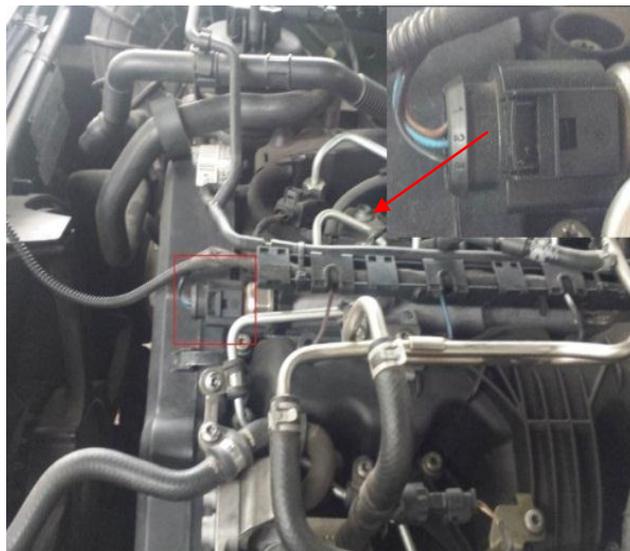


Figura 42. Ubicación del sensor de presión del Rail.

El sensor de presión del Rail consta de tres cables:

Tabla 12.Designación de cables sensor de presión del riel.

| Color | Descripción |
|-------|---|
| Café | Voltaje masa |
| Azul | Voltaje de señal hacia la ECU |
| Negro | Voltaje de referencia o alimentación del sensor |

Análisis a través del Multímetro

El escáner automotriz Bosch KTS 570 posee un multímetro de dos canales, para poder acceder a él se debe dirigir al menú principal y seleccionar la opción multímetro, el cual permite realizar las mediciones de voltaje, resistencia.

Para esto se debe conectar las puntas de medición al escáner en los conectores indicados de acuerdo a los colores de los mismos, una vez conectados se procede a colocar el cable de color oscuro en un lugar adecuado para que sea la masa, lo más recomendable es en el borne negativo de la batería del vehículo.

Luego de esto se inserta la otra punta en cada uno de los cables del sensor para poder obtener sus respectivos valores de voltaje.



Figura 43.Voltaje del sensor de presión del Rail.

En esta figura se encuentra representado el tiempo (ms) en eje X y el voltaje (V) en eje Y. Como se puede observar se encuentra trabajando en el canal 2 del osciloscopio por lo cual se debe tomar de referencia los valores de voltaje de la parte derecha los cuales se presentan con color rojo, se tiene en el punto (A) que el motor se encuentra en estado de aceleración a 2500 RPM lo cual produce un pico de señal de 3V, luego se produce una desaceleración comprendida en un periodo de tiempo de 340 ms en el cual se tiene variaciones bruscas en la forma de la señal producidas por el retorno del combustible hasta llegar al punto (B) en el cual el motor se encuentra en un estado de ralentí a 900 RPM y se observa como los picos de voltaje alcanzan un valor máximo de 1,6V de lo cual se puede deducir que el valor de voltaje que el sensor envía hacia la ECU es directamente proporcional a la presión que existe en el rail.

Valores reales obtenidos por medio del escáner

Los valores o parámetros reales de funcionamiento se pueden obtener ingresando al vehículo. Al encontrarse dentro del sistema de gestión del motor se tiene acceso a toda la información referente a los sensores, así como también de otros componentes más los cuales indican cómo está trabajando el motor con todos sus datos en tiempo real.

El escáner presenta la opción de mostrar estos datos en una sección de tiempo para poder facilitar su interpretación, lo cual resulta de gran ayuda para los estudiantes, docentes y personas las cuales utilicen esta guía.



Figura 45. Valores reales del sensor de presión del Rail.

En la figura se encuentra representado la presión del combustible en color rojo y el número de revoluciones del motor en color azul, el escáner muestra una relación entre el número de revoluciones del motor (RPM) y la presión (bar) generada en el conducto o rail en un determinado periodo de tiempo, de 10(s). Se observa que en el punto (A) el motor se encuentra en estado de ralentí 900 RPM por lo cual se puede dar cuenta que la presión del combustible es de 232,5 bar, a medida que aumenta el número de revoluciones del motor la presión dentro del rail también aumenta, hasta llegar al punto (B) en el cual el motor se encuentra a 2500 RPM y el valor de la presión es de 623,0 bar, este aumento en la presión se produce debido a que el motor necesita entregar más combustible para obtener una mayor potencia.

Tabla de averías del sensor de presión del Rail

En caso de presentarse una falla en el sensor de presión del Rail, se genera un registro con un código dentro de la memoria de averías, la unidad de gestión electrónica arranca el programa de marcha de emergencia para esto la válvula reguladora de presión es controlada con valores sustitutivos memorizados en la unidad de gestión electrónica.

A continuación se presenta una tabla con los códigos de falla más comunes referentes a este sensor:

Tabla 13. Códigos de falla en el sensor de presión del riel.

| Código | Descripción |
|------------------------|--|
| P008700 | Presión combustible Rail demasiado bajo |
| P008800 | Presión combustible Rail demasiado alto |
| P019100 | Sensor a presión señal no plausible |
| P019200 | Sensor a presión conexión a masa |
| P019300 | Sensor a presión para el combustible cierre a dispositivo |
| Otras posibles averías | Cables con interrupción corto circuito a positivo o masa, conexión de enchufe sin o con mala conductividad, conexiones a masa sueltas o corroídas, |

Dentro del software ESI Tronic 2.0 se puede acceder a información sobre los códigos de falla obtenidos y también instrucciones para poder dar solución a estos problemas, todo esto de una manera muy didáctica.

4.4.2 Sensor de posición del cigüeñal CKP

Objetivo: Conocer función, ubicación parámetros de funcionamiento y valores reales al sensor de posición del cigüeñal encontrado en la camioneta Volkswagen Amarok

Materiales.- Los materiales a utilizarse en esta guía son los siguientes:

- Escáner automotriz Bosch KTS 570.
- Laptop.
- Puntas del multímetro y osciloscopio del escáner Bosch KTS 570.
- EPP adecuado

Descripción y Funcionamiento.- El sensor de posición de cigüeñal es el encargado de suministrar las señales de número de revoluciones del motor y marca de referencias, el número de revoluciones de motor es una

de las magnitudes principales que influyen para el tiempo de inyección y momento de encendido.

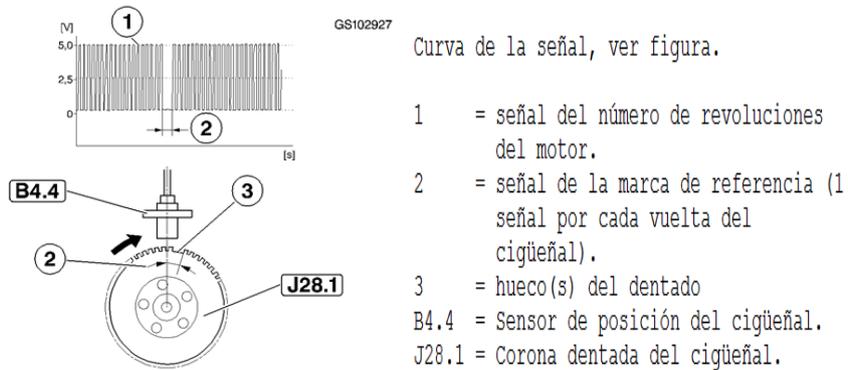


Figura 46. Funcionamiento del sensor de posición del cigüeñal.
Fuente: (ESI[tronic]2.0, 2015)

La señal indica la posición del cigüeñal antes del PMS del cilindro 1, a partir de esta señal se calcula el ángulo de encendido. Este sensor trabaja bajo el principio de efecto Hall, el valor de tensión para su funcionamiento es de 0,5 a 5 voltios.

Ubicación.- El sensor de posición del cigüeñal de la camioneta Volkswagen Amarok se encuentra ubicado en la parte posterior izquierda del motor a la altura del volante de inercia.



Figura 47. Ubicación del sensor de posición del cigüeñal.

El sensor de posición del cigüeñal posee tres:

Tabla 14. Designación de cables del sensor CKP.

| Color | Descripción |
|-------|---|
| Negro | Voltaje de referencia o alimentación del sensor |
| Verde | Voltaje de señal hacia la ECU |
| Café | Voltaje de masa |

Análisis con el multímetro

Para poder realizar este análisis se procede hacer las conexiones de la manera antes indicada y se obtiene la siguiente gráfica:



Figura 48. Tensión del sensor de posición del Cigüeñal.

En la figura se muestran los valores de voltaje obtenidos por medio del multímetro primero se observa el valor de voltaje de referencia es de 5,01V este voltaje es generado en la ECU la cual lo transmite al sensor para su funcionamiento, el valor de voltaje de la señal es de 2,495V este voltaje es producido en el sensor al y enviado a la ECU para calcular el ángulo de encendido, luego se tiene el valor de voltaje de masa que es de 0,013V este valor de voltaje es generado por una conexión a tierra ya sea en el chasis o en cualquier otra parte del vehículo, es utilizado para poder cerrar el circuito, analizando estos datos se puede dar cuenta que el

sensor está trabajando de manera correcta debido a que el valor de voltaje de la señal se encuentra comprendido en el rango de 0,5 a 5 Voltios

Análisis con osciloscopio

Al realizar la conexión del osciloscopio en el sensor de posición del cigüeñal se obtiene la siguiente gráfica:

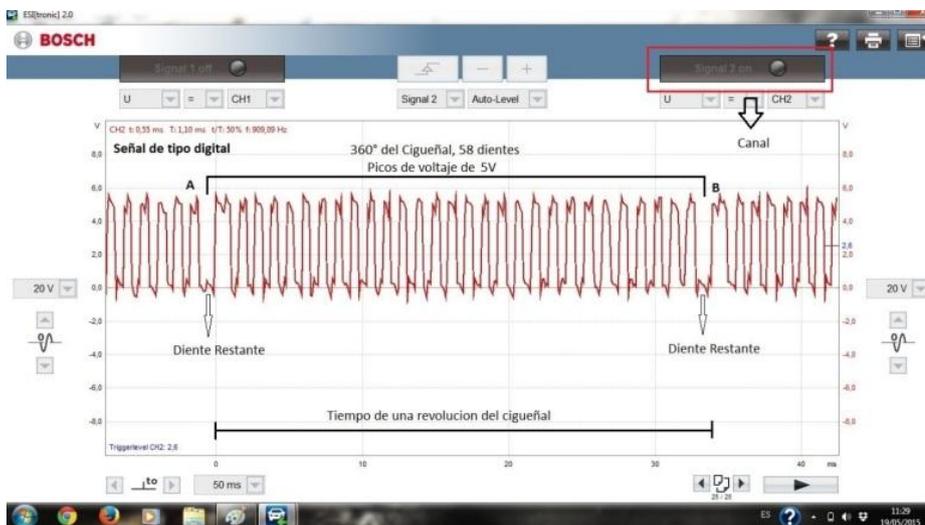


Figura 49. Señal del sensor de posición del cigüeñal.

En la figura se encuentra representado el voltaje (V) en el eje Y, el tiempo (ms) en el eje X. Se puede observar que se encuentra trabajando en el canal 2 del osciloscopio razón por la cual se toma como referencia los valores de voltaje ubicados en la parte derecha con color rojo. En esta figura se encuentra representada una revolución del cigüeñal tomando como referencia los puntos (A) y (B), el tiempo que se tarda en dar esta revolución es de 33ms, este parámetro es utilizado por la ECU para calcular el PMS del primer cilindro, y el avance de la inyección para realizar correcciones y poder encender el motor cuando este se encuentre apagado. La señal obtenida en la figura es una señal de tipo digital lo cual indica que se trata de un sensor de tipo efecto Hall. Se observa que los

picos de voltaje varían entre 5 voltios a 0 voltios, cada pico representa un diente de la rueda fónica del motor, los espacios más grandes de la gráfica representa los dientes faltantes en la rueda, si se procede a contar cada pico de voltaje se obtiene que son 58 dientes que sumados a los 2 restantes nos dicen que la rueda fónica posee 60 dientes.

Valores reales obtenidos con el escáner

A través del escáner ingresando al sistema se obtiene:

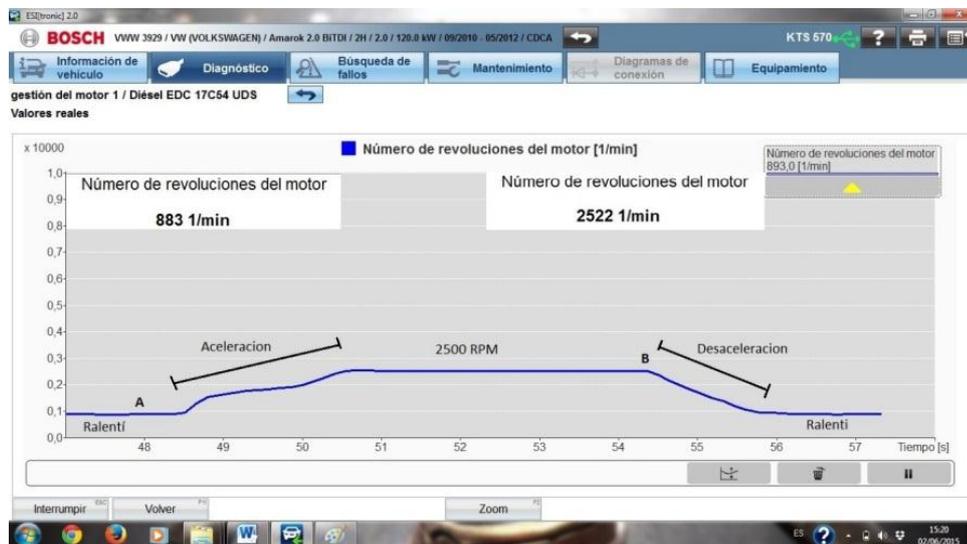


Figura 50. Valor real del sensor de posición del cigüeñal.

En la figura se encuentra representado el número de revoluciones del motor en un periodo de tiempo de 10 (s) el cual es medido a través del sensor de posición del cigüeñal CKP, en este periodo de tiempo se toma como referencia el punto (A) en el cual el motor se encuentra en un estado de ralentí el sensor indica que el número de revoluciones es de 883 RPM, luego se produce una aceleración hasta las 2500 RPM en las cuales se mantiene hasta el punto (B) en el cual se tiene una desaceleración con lo que el motor entra nuevamente en estado de ralentí, de todo esto se puede concluir que el sensor de posición del cigüeñal trabaja de manera correcta, ya que este indica el número de revoluciones del motor con sus variaciones que son producidas por aceleraciones y desaceleraciones las que coinciden con el número de revoluciones presentadas en el tablero de instrumentos.

Tabla de códigos de averías

En el sensor de posición de cigüeñal se obtiene los siguientes códigos de averías:

Tabla 15. Códigos de falla en el sensor CKP.

| Código | Descripción |
|------------------------|--|
| P032100 | Sensor posición del cigüeñal señal no plausible |
| P032200 | Sensor posición del cigüeñal no hay señal |
| Otras posibles averías | Cables con interrupción cortocircuito a positivo o masa, conexiones de enchufe sin o con mala conectividad, rueda generadora de impulsos dañada sucia o suelta |

4.4.3 Sensor de posición del árbol de levas CMP

Objetivo: Conocer función, ubicación parámetros de funcionamiento y valores reales al sensor de posición del árbol de levas encontrado en la camioneta Volkswagen Amarok

Materiales.- Los materiales a utilizarse en esta guía son los siguientes:

- Escáner automotriz Bosch KTS 570.
- Laptop.
- Puntas del multímetro y osciloscopio del escáner Bosch KTS 570.
- EPP adecuado

Descripción y Funcionamiento.- El sensor de posición del árbol de levas se trata de un sensor de tipo efecto Hall, en el piñón de accionamiento del árbol de levas se encuentra un segmento, el cual es registrado por un elemento Hall.

Al conectar el encendido se detecta la posición del árbol y el motor arranca inmediatamente, en cada ciclo de trabajo del cilindro 1 se genera un salto de señal. La unidad de mando del motor sincronizando con la señal del sensor de posición del cigüeñal calcula en que momento los

restantes cilindros se encuentran en ciclo de trabajo, los valores de tensión de este sensor van de 0,5 a 5 voltios.

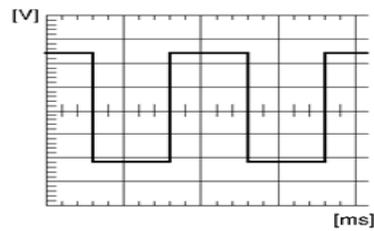


Figura 51. Señal del sensor de posición del árbol de levas.
Fuente: (ESI[tronic]2.0, 2015)

Ubicación.- El sensor de posición del árbol de levas CMP de la camioneta Volkswagen Amarok se encuentra ubicado en la parte superior frontal del cabezote del motor entre las poleas que acciona la banda de distribución.



Figura 52. Ubicación del sensor de posición del árbol de levas CMP.

El sensor de posición del árbol de levas consta de tres cables:

Tabla 16. Designación de los cables del sensor CKP.

| Color | Descripción |
|-------|---|
| Negro | Voltaje de referencia o alimentación del sensor |
| Plomo | Voltaje de señal hacia la ECU |
| Café | Voltaje de masa |

Análisis con el multímetro

Al realizar la comprobación del sensor de posición del árbol de levas a través del multímetro se obtiene los siguientes valores de tensión:

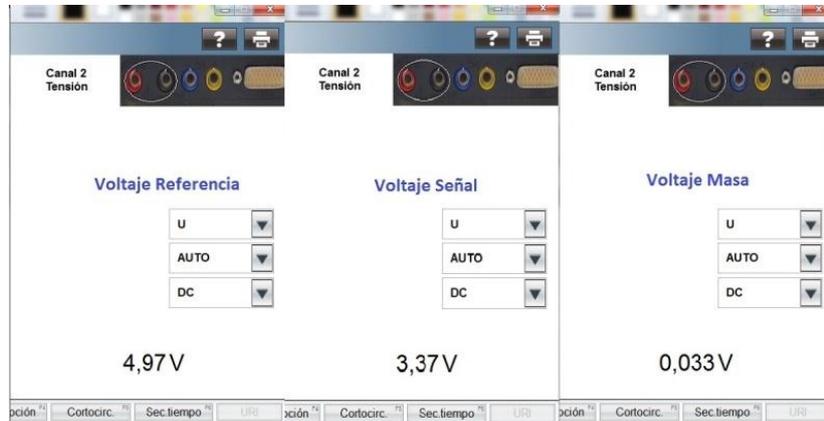


Figura 53. Tensión del sensor de posición del árbol de levas.

En la figura anterior se encuentran representados los valores de voltaje obtenidos de cada uno de los cables del sensor de posición del árbol de levas, el voltaje de referencia o alimentación del sensor es de 4,97V este valor de voltaje es suministrado por la ECU para el funcionamiento del sensor, el voltaje de señal enviada por el sensor hacia la ECU es de 3,37V este voltaje se genera cuando el elemento Hall ubicado en el árbol de levas pasa a través del sensor y el voltaje de masa es de 0,03V el cual es requerido para cerrar el circuito y se obtiene de una conexión a tierra. Analizando los valores se puede determinar que el sensor se encuentra funcionando correctamente ya que el valor de voltaje de la señal se encuentra dentro de los parámetros adecuados de funcionamiento que están comprendidos de entre 0,5 y 5 Voltios.

Análisis con el osciloscopio

Al realizar la conexión del osciloscopio para obtener la onda de la señal del sensor de posición del árbol de levas se obtiene:

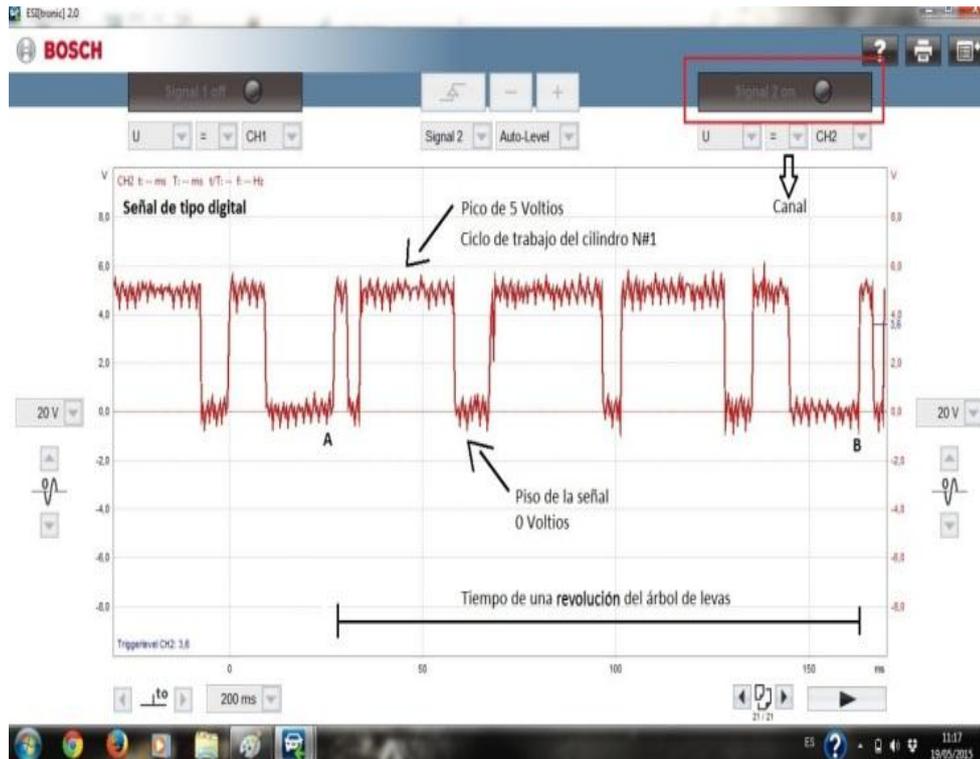


Figura 54. Señal del sensor de posición del árbol de levas.

En la figura anterior se encuentra representado el voltaje (V) en eje Y, el tiempo (ms) en el eje X. Se puede observar que estamos trabajando en el canal 2 del osciloscopio, por lo que se toma de referencia los valores del voltaje ubicados al lado derecho de color rojo. La forma de la señal obtenida mediante el osciloscopio es de tipo digital de la cual se puede determinar que se trata de una señal emitida por un sensor de tipo efecto Hall, los saltos de la señal, es decir, los picos de voltaje que van de 0V a 5V representan un ciclo de trabajo del cilindro uno.

En la forma de la señal también se puede analizar que desde el punto (A) al punto (B) se efectúa una revolución del árbol de levas la misma que se produce en un periodo de tiempo de 130 ms, la señal emitida por el sensor de posición del árbol de levas es utilizada por la ECU para poder determinar la secuencia adecuada de inyección.

Valores reales obtenidos por medio del escáner

A través del escáner, ingresando al sistema se obtiene:

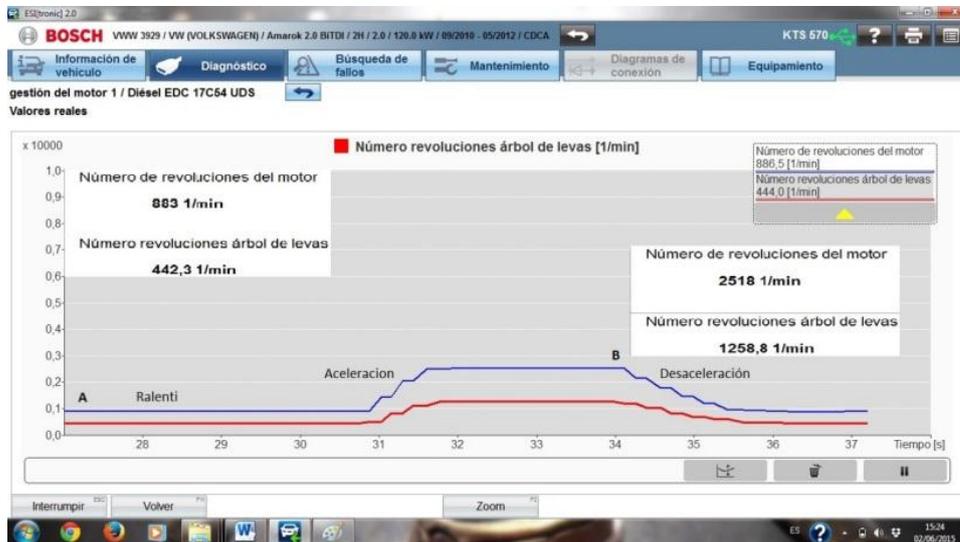


Figura 55. Valor real del sensor de posición del árbol de levas.

En la figura se muestran el número de revoluciones del motor en color azul y el número de revoluciones del árbol de levas en color rojo en un periodo de tiempo de 10s, en el punto (A) el motor se encuentra en un estado de ralentí a 883 RPM , se puede observar que el árbol de levas presenta un valor de 442,3 RPM, luego se observa que se produce una aceleración hasta el punto (B) donde el motor se encuentra a 2518 RPM y el árbol de levas a 1258,8 RPM para después desacelerar y entrar de nuevo en estado de ralentí; de las condiciones presentadas en los puntos A y B se puede concluir que el número de revoluciones del árbol de levas es igual a la mitad del número de revoluciones del motor, es decir, las revoluciones del cigüeñal por lo tanto un ciclo de trabajo del motor se realiza en dos revoluciones del cigüeñal y en una revolución del árbol de levas.

Tabla de códigos de averías

En el sensor de posición del árbol de levas se puede obtener los siguientes códigos de averías:

Tabla 17. Códigos de falla en el sensor CMP.

| Código | Descripción |
|------------------------|--|
| P001600 | Variación de avance del árbol de levas (bancada 1) asignación defectuosa |
| P034100 | Sensor de posición del árbol de levas señal no plausible |
| P300700 | Sensor de posición del árbol de levas no hay señal |
| Otras posibles averías | Cables con interrupción cortocircuito a positivo o masa, conexiones de enchufe sin o con mala conectividad, rueda generadora de impulsos dañada sucia o suelta, interferencias perturbadoras como consecuencia de apantallados |

4.4.4 Sensor de temperatura de combustible

Objetivo: Conocer función, ubicación parámetros de funcionamiento y valores reales al sensor de temperatura de combustible encontrado en la camioneta Volkswagen Amarok

Materiales: Los materiales a utilizarse en esta guía son los siguientes:

- Escáner automotriz Bosch KTS 570.
- Laptop.
- Puntas del multímetro y osciloscopio del escáner Bosch KTS 570.
- EPP adecuado

Descripción y Funcionamiento.- El sensor de temperatura de combustible no es más que una resistencia dependiente de la temperatura, o sensor de temperatura NTC (Negative Temperature Coefficient) o termistor el cual disminuye muy marcadamente su resistencia al elevarse su temperatura.

La resistencia del sensor es parte de un circuito divisor de tensión es decir que la tensión medida por el sensor depende de la temperatura, la ECU evalúa la caída de tensión en el sensor y calcula a partir de ella la temperatura del combustible.

Cuando falla el sensor de temperatura de combustible se utiliza la señal del sensor de temperatura del líquido refrigerante, en caso de fallar los dos sensores se utilizan valores sustitutos guardados en la ECU, este sensor trabaja con un valor de tensión comprendido de 0,5 a 5 Voltios.

Valor(es) nominal(es):

| | |
|--|--|
| * Resistencia / tensión a -10 °C: 8,5...10,3 kOhm Real: kOhm 3,6...3,8 V Real: V | * Resistencia / tensión a 50 °C: 700...900 Ohm Real: Ohm 0,9...1,1 V Real: V |
| * Resistencia / tensión a 0 °C: 5,5...5,9 kOhm Real: kOhm 3,2...3,4 V Real: V | * Resistencia / tensión a 60 °C: 550...650 Ohm Real: Ohm 0,7...0,9 V Real: V |
| * Resistencia / tensión a 10 °C: 3,7...3,9 kOhm Real: kOhm 2,7...2,9 V Real: V | * Resistencia / tensión a 70 °C: 400...500 Ohm Real: Ohm 0,6...0,8 V Real: V |
| * Resistencia / tensión a 20 °C: 2,2...2,5 kOhm Real: kOhm 2,1...2,3 V Real: V | * Resistencia / tensión a 80 °C: 200...450 Ohm Real: Ohm 0,3...0,5 V Real: V |
| * Resistencia / tensión a 30 °C: 1,7...1,9 kOhm Real: kOhm 1,7...1,8 V Real: V | |
| * Resistencia / tensión a 40 °C: 1,1...1,3 kOhm Real: kOhm 1,2...1,4 V Real: V | |

Figura 56. Valores nominales del sensor de temperatura de combustible.
Fuente: (ESI[tronic]2.0, 2015)

Ubicación: El sensor de temperatura de combustible se encuentra ubicado en la parte superior derecha del motor en la parte superior de la bomba de alta presión.



Figura 57. Ubicación del sensor de temperatura de combustible.

El sensor de temperatura de combustible consta de dos cables debido a que no necesita un voltaje de alimentación para funcionar se activa a medida que aumenta la temperatura del combustible:

Tabla 18.Designación de cables del sensor de temperatura del combustible.

| Color | Descripción |
|--------|-------------------------------|
| Blanco | Voltaje de señal hacia la ECU |
| Café | Voltaje de masa |

Análisis con el multímetro

Al realizar la conexión del multímetro para comprobar el funcionamiento del sensor de temperatura de combustible se obtiene:



Figura 58.Tensión del sensor de temperatura de combustible.

En la figura se encuentran representados los valores de voltaje obtenidos por medio del multímetro el valor del voltaje de la señal hacia la ECU es de 1,495V este voltaje es producido por una variación en la temperatura del combustible, el valor del voltaje de la masa es de 0,021V este valor es utilizado para cerrar el circuito se obtiene de una conexión a tierra. Estos valores indican que el sensor de temperatura de combustible se encuentra en correcto funcionamiento ya que el valor de señal se halla comprendido entre 0,5 y 5 Voltios.

Análisis con el osciloscopio

Al realizar la conexión con el osciloscopio para comprobar la señal del sensor de temperatura de combustible se obtiene:

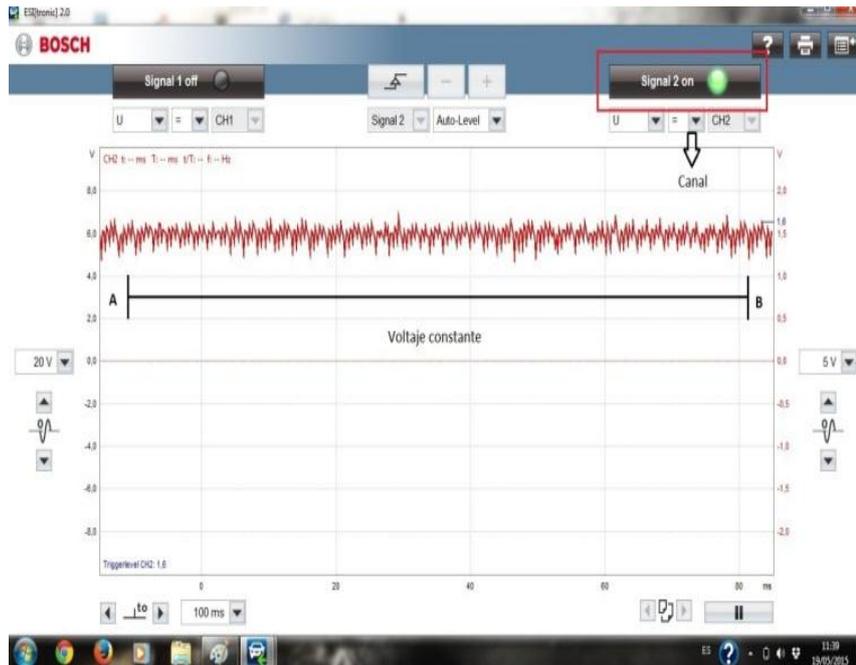


Figura 59. Señal del sensor de temperatura de combustible.

En la figura de la señal del sensor de temperatura de combustible obtenida por medio del osciloscopio se encuentra representado el tiempo (ms) en el eje X y el voltaje (V) en el eje Y, se encuentra trabajando en el canal 2 del osciloscopio por lo que se utiliza los valores de voltaje ubicados al lado derecho, de color rojo; se toma como referencia los puntos A y B que están comprendidos en un periodo de tiempo de 100ms y se puede observar que no existen variaciones en la señal ya que el voltaje se mantiene casi constante dentro de un valor de 1,6V lo cual representa que la temperatura del combustible se halla entre 30°C y 40° C según la tabla de valores nominales para este sensor. El hecho de que no existan variaciones significativas en la forma de la señal indica que la temperatura del combustible no presenta cambios bruscos en cortos periodos de tiempo.

Valores reales obtenidos por el escáner

Ingresando al sistema del vehículo a través del escáner se obtiene:

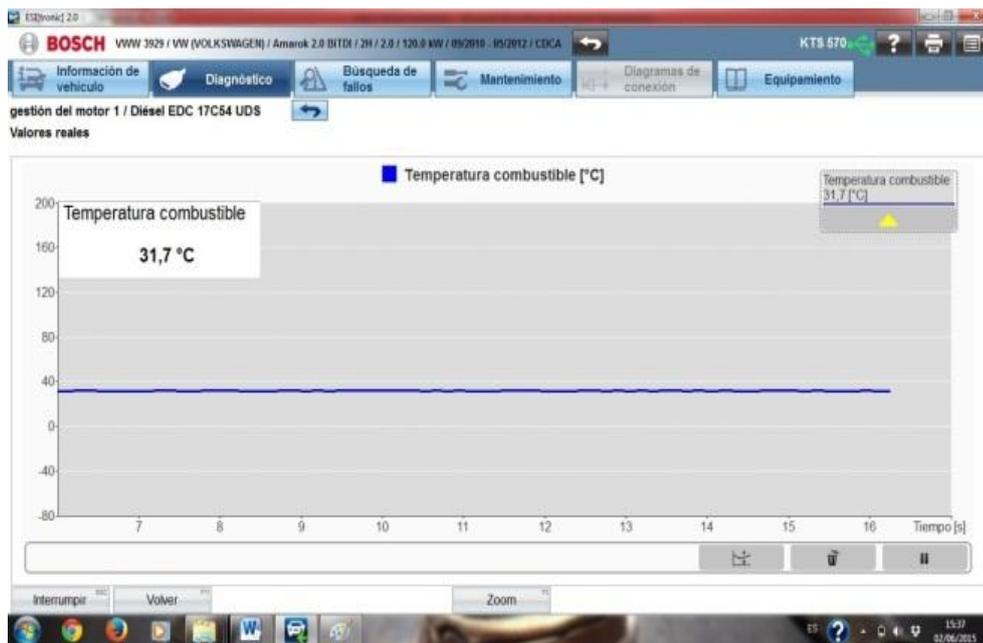


Figura 60. Valor real de temperatura de combustible.

En la figura se muestra el valor de la temperatura del combustible (°C) en un periodo de tiempo de 10s, como se puede observar la temperatura de combustible es de 31,7°C y se mantiene durante todo el periodo de tiempo de medición, el valor de la temperatura concuerda con el valor de voltaje de la señal de acuerdo a la tabla de valores nominales.

Tabla de códigos de averías

En lo referente al sensor de temperatura de refrigerante se tiene los siguientes códigos de averías:

Tabla 19. Códigos de falla en el sensor de temperatura del combustible.

| Código | Descripción |
|------------------------|---|
| P018100 | Sensor temperatura de combustible señal no plausible |
| P018200 | Sensor térmico combustible conexión a masa |
| P018300 | Sensor térmico combustible Interrupción/cortocircuito positivo |
| Otras posibles averías | Cables con interrupción cortocircuito a positivo o masa, conexiones de enchufe sin o con mala conductividad |

4.4.5 Sensor de temperatura del líquido refrigerante ECT

Objetivo: Conocer función, ubicación parámetros de funcionamiento y valores reales al sensor de temperatura del líquido refrigerante encontrado en la camioneta Volkswagen Amarok

Materiales: Los materiales a utilizarse en esta guía son los siguientes:

- Escáner automotriz Bosch KTS 570.
- Laptop.
- Puntas del multímetro y osciloscopio del escáner Bosch KTS 570.
- EPP adecuado

Descripción y Funcionamiento.- El sensor de temperatura del líquido refrigerante trabaja bajo el mismo principio del sensor de temperatura de combustible, es decir, se trata una resistencia dependiente de la temperatura, o termistor el cual disminuye marcadamente su resistencia eléctrica al incrementarse su temperatura.

La señal de este sensor es utilizada por los siguientes componentes o sistemas: Regulación del caudal de combustible, regulación del comienzo de inyección, retro alimentación de gases de escape, unida de mando tiempo de incandescencia, calefacción adicional y la ECU.

Valor(es) nominal(es):

| | |
|---|--|
| * Resistencia / tensión a -20 °C: 14,0...16,0 kOhm Real: kOhm 3,0...3,2 V Real: V | * Resistencia / tensión a 40 °C: 1,1...1,3 kOhm Real: kOhm 1,7...1,8 V Real: V |
| * Resistencia / tensión a -10 °C: 8,5...10,3 kOhm Real: kOhm 2,8...3,0 V Real: V | * Resistencia / tensión a 50 °C: 720...880 Ohm Real: Ohm 1,4...1,6 V Real: V |
| * Resistencia / tensión a 0 °C: 5,8...6,2 kOhm Real: kOhm 2,8...3,0 V Real: V | * Resistencia / tensión a 60 °C: 550...650 Ohm Real: Ohm 1,1...1,3 V Real: V |
| * Resistencia / tensión a 10 °C: 3,7...3,9 kOhm Real: kOhm 2,5...2,7 V Real: V | * Resistencia / tensión a 70 °C: 400...500 Ohm Real: Ohm 0,9...1,1 V Real: V |
| * Resistencia / tensión a 20 °C: 2,4...2,6 kOhm Real: kOhm 2,2...2,4 V Real: V | * Resistencia / tensión a 80 °C: 300...400 Ohm Real: Ohm 0,7...0,9 V Real: V |
| * Resistencia / tensión a 30 °C: 1,6...1,8 kOhm Real: kOhm 1,9...2,1 V Real: V | |

Figura 61. Valores sensor de temperatura del refrigerante.

Fuente: (ESI[tronic]2.0, 2015)

Ubicación: El sensor de temperatura del líquido refrigerante se encuentra ubicado en la parte frontal del motor entre el cabezote y el ventilador.



Figura 62. Ubicación del sensor de temperatura del líquido refrigerante.

El sensor de temperatura del líquido refrigerante consta de dos cables ya que de igual manera que el sensor de temperatura de combustible no recibe alimentación de la ECU y se activa por variaciones de temperatura:

Tabla 20. Designación de los cables sensor de temperatura del líquido refrigerante.

| Color | Descripción |
|-------|-------------------------------|
| Verde | Voltaje de señal hacia la ECU |
| Negro | Voltaje de masa |

Análisis con el multímetro.- Al realizar la conexión del multímetro para comprobar el funcionamiento del sensor de temperatura del líquido refrigerante se obtiene:



Figura 63. Voltaje del sensor de temperatura de líquido refrigerante

En la figura se muestran los valores de voltaje obtenidos mediante el multímetro el valor de voltaje de señal hacia la ECU es de 1,252V este voltaje se genera por las variaciones de temperatura del líquido refrigerante, el valor de voltaje de masa es de 0,012V este valor es utilizado para cerrar el circuito es producido por una conexión a tierra, el valor de voltaje de la señal se encuentra dentro del rango de 0,5 a 5 Voltios de lo que se puede determinar que el sensor de temperatura de líquido refrigerante se encuentra funcionando correctamente y no presenta ninguna avería.

Análisis con el osciloscopio

Al realizar la conexión del osciloscopio para comprobar la señal del sensor se obtiene:

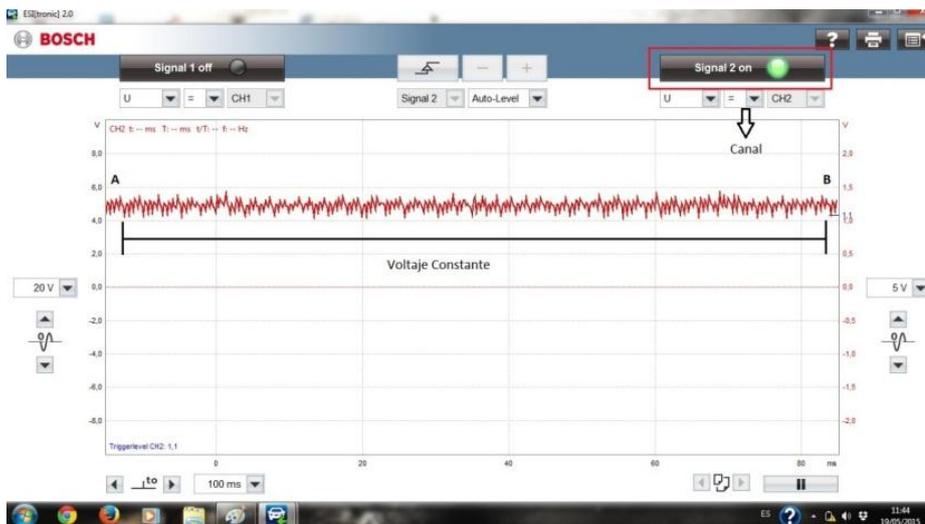


Figura 64. Señal del sensor de temperatura del líquido refrigerante

En la figura se muestra la señal del sensor de temperatura del refrigerante obtenida a través del osciloscopio se encuentra representado el tiempo (ms) en el eje X y el voltaje (V) en el eje, se encuentra trabajando en el canal 2 del osciloscopio con los valores representados en la parte derecha, de color rojo. Se toma como referencia los puntos A y B, se puede dar cuenta que la señal obtenida en este sensor es idéntica a la del sensor de temperatura de combustible, tampoco se pueden observar

variaciones significativas en la forma de la señal debido a que no se producen cambios bruscos de temperatura en cortos intervalos de tiempo, presentando un valor de medio de voltaje de 1,1 Voltios que de acuerdo a los valores nominales del sensor esto equivaldría a temperatura de más de 70°C.

Valores reales obtenidos por el escáner

Ingresando al sistema del vehículo a través del escáner se obtiene.

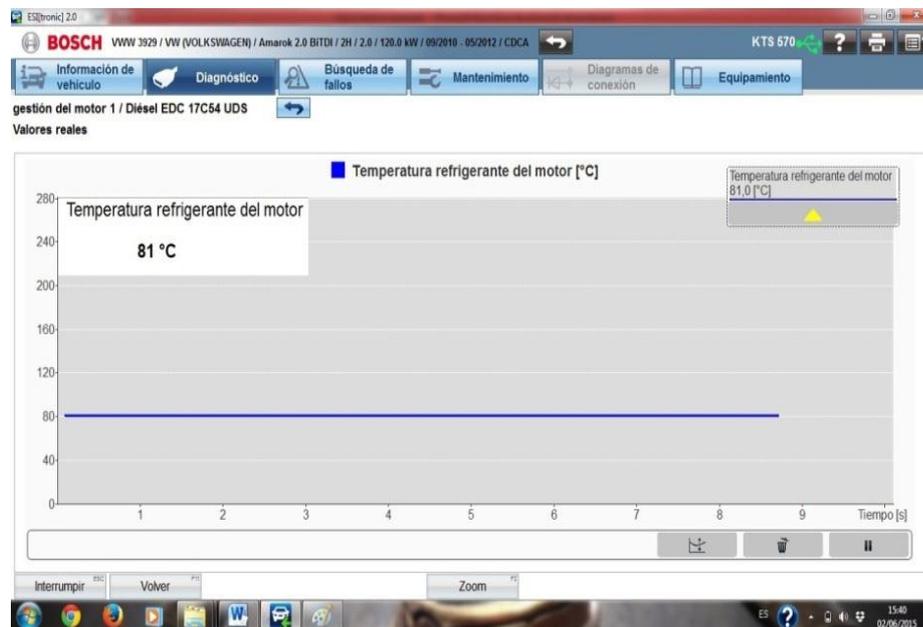


Figura 65. Valor real del sensor de temperatura del líquido refrigerante.

En la figura anterior se encuentra representado el valor de temperatura del refrigerante en un periodo de tiempo de 10s. Como se ha dicho anteriormente se puede observar que no existen variaciones bruscas de temperatura y que el valor real de temperatura del líquido refrigerante que es de 81°C coincide con el valor de voltaje de la señal del sensor de acuerdo a la tabla de valores nominales.

Tabla de códigos de averías

En lo referente al sensor de temperatura del líquido refrigerante se tiene los siguientes códigos de averías:

Tabla 21. Códigos de falla del sensor de temperatura del líquido refrigerante

| Código | Descripción |
|---------------|--|
| P011600 | Sensor térmico del refrigerante señal no plausible |
| P011700 | Sensor térmico del refrigerante señal demasiado baja |
| P011800 | Sensor térmico del refrigerante señal demasiado alta |

4.4.6 Sensor de masa de aire MAF

Objetivo: Conocer función, ubicación parámetros de funcionamiento y valores reales al sensor de masa de aire encontrado en la camioneta Volkswagen Amarok.

Materiales: Los materiales a utilizarse en esta guía son los siguientes:

- Escáner automotriz Bosch KTS 570.
- Laptop.
- Puntas del multímetro y osciloscopio del escáner Bosch KTS 570.
- EPP adecuado

Descripción y Funcionamiento.- El sensor de masa de aire como su nombre lo indica es el encargado de registrar la masa del aire aspirado, capta también la dirección de flujo y reflujos en corrientes de aire marcadamente intermitentes.

El aire que pasa por un canal de medición refrigera una membrana calefaccionada, para mantener constante la temperatura debe pasar por la membrana una fuerza de corriente predefinida. La tensión tiene un comportamiento proporcional al flujo de masa de aire, con la ayuda de una curva característica del sensor memorizada en la ECU se asigna un valor en kg/h para la masa de aire a la tensión medida.

Para su funcionamiento frente y tras la membrana se ha colocado una resistencia dependiente de la temperatura o termistor, según la dirección de flujo del aire se refrigera más la correspondiente resistencia. El valor de alimentación de tensión de este sensor se encuentra de 0,5 a 12 Voltios y el valor de tensión de su señal es de entre 0,5 a 5 Voltios.

Ubicación: El sensor de masa de aire se encuentra ubicado en la parte superior izquierda del motor, a la salida del filtro de aire.

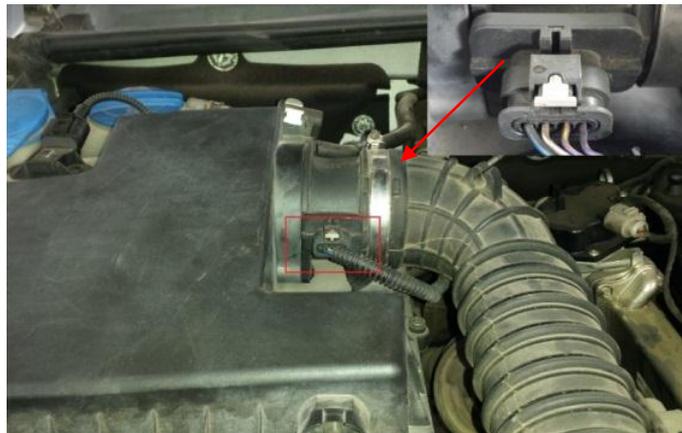


Figura 66. Ubicación del sensor de masa de aire

El sensor de masa de aire consta de cuatro cables debido a que incorporado en este sensor se encuentra el sensor de temperatura de aire aspirado:

Tabla 22. Designación de los cables del sensor de masa de aire

| Color | Descripción |
|-----------------|---|
| Morado/Negro | Voltaje de señal del sensor MAF hacia la ECU |
| Morado/Amarillo | Voltaje de señal del sensor IAT hacia la ECU |
| Café/Blanco | Voltaje de masa |
| Azul/Negro | Voltaje de referencia o alimentación del sensor |

Análisis con el multímetro

Al realizar la conexión del multímetro al sensor de masa de aire se obtiene:



Figura 67. Voltaje del sensor de masa de aire

En la figura anterior se muestran los valores de voltaje de cada cable del sensor MAF, se puede observar que el valor de voltaje de referencia es de 14,06V debido a que este sensor toma el voltaje directo de la batería para poder funcionar, el voltaje de la señal procedente del sensor hacia la ECU es de 2,99V este voltaje es generado por masa de aire que pasa a través del sensor, como mencionamos anteriormente de este sensor también se obtiene el voltaje de señal para poder determinar la temperatura del aire aspirado el cual es de 0,814V este voltaje es producido por un termistor que se encuentra en el sensor MAF por lo que presenta un voltaje relativamente bajo, y el voltaje de masa es de 0,022V necesario para cerrar el circuito procedente de una conexión a tierra. De estos valores se puede concluir que el sensor se encuentra funcionando adecuadamente y sin averías, ya que se encuentran dentro de los parámetros descritos al inicio de este tema.

Análisis con el osciloscopio

Al conectar el osciloscopio para obtener la señal del sensor de masa de aire se tiene:

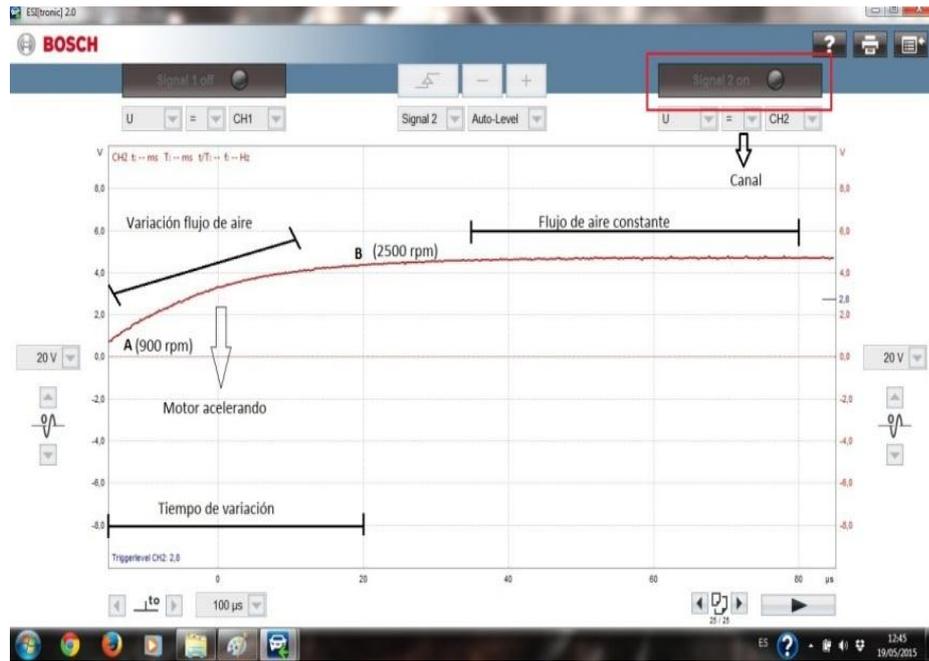


Figura 68. Señal del sensor de masa de aire

En la figura se muestra la señal del sensor de masa de aire obtenida por el osciloscopio se encuentra representado el tiempo (us) en el eje X, y el voltaje(V) en el eje Y, se encuentra trabajando en el canal 2 del osciloscopio por lo que se utiliza los valores de voltaje del lado derecho mostrados en color rojo. En la forma de la señal se puede observar claramente como se presenta un incremento de voltaje desde el punto (A) en el que el motor se encontraba en ralentí a 900 RPM, en un periodo de tiempo de aproximadamente de 20us hasta el punto (B) con el motor a 2500 RPM, este incremento en el voltaje desde 0,8V a 4,5V es producido por un aumento en el flujo de aire requerido por el motor, esto se debe a que el motor se encuentra acelerando, de lo cual se deduce que mientras mayor sea el flujo de aire, mayor será el valor de la señal de voltaje enviada por el sensor hacia la ECU y a medida que se mantiene en un número determinado de revoluciones el voltaje se estabiliza lo que quiere decir que el flujo de aire también es el mismo.

Valores reales obtenidos con el escáner

Ingresando al sistema del vehículo a través del escáner se obtiene.

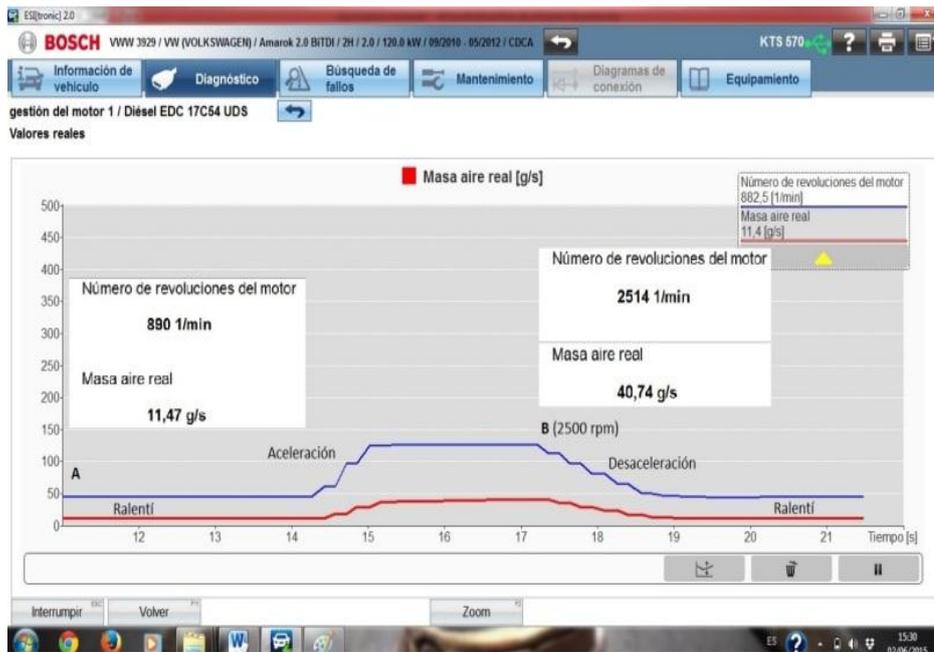


Figura 69. Valor real del sensor de masa de aire

En la figura se encuentra representado en color rojo el valor de la masa de aire real en g/s y en color azul el número de revoluciones del motor en RPM dentro de un periodo de tiempo comprendido en 10s y se observa que existe una relación directamente proporcional entre la cantidad de masa de aire con el número de revoluciones del motor. Se tomamos de referencia el punto (A) en cual el motor se encuentra en un estado de ralentí a 890 RPM y se tiene un valor de masa de aire de 11,47 g/s, se observa claramente que cuando las revoluciones del motor aumentan debido a una aceleración hasta el punto (B) en el cual se encuentra a 2500 RPM la masa de aire también lo hace hasta 40,47 g/s ya que el motor necesita mayor cantidad de aire para poder entregar más potencia, después se produce una desaceleración en el motor hasta encontrarse nuevamente en estado de ralentí con la misma cantidad de masa de aire anteriormente descrita.

Tabla de códigos de averías

En lo referente al sensor de masa de aire se tiene los siguientes códigos de averías:

Tabla 23. Códigos de falla del sensor de masa de aire

| Código | Descripción |
|------------------------|--|
| P010100 | Medidor de masa de aire señal no plausible |
| P010200 | Medidor de masa de aire señal demasiado baja |
| P010300 | Medidor de masa de aire señal demasiado alta |
| P010400 | Medidor de masa de aire no hay señal |
| Otras posibles averías | Cables con interrupción cortocircuito a positivo o masa, conexiones de enchufe sin conexión conductora o con resistencia de contacto ej. Por corrosión, fusible defectuoso |

4.4.7 Sensor de presión del tubo de aspiración MAP

Objetivo: Conocer función, ubicación parámetros de funcionamiento y valores reales al sensor de presión del tubo de aspiración encontrado en la camioneta Volkswagen Amarok.

Materiales: Los materiales a utilizarse en esta guía son los siguientes:

- Escáner automotriz Bosch KTS 570.
- Laptop.
- Puntas del multímetro y osciloscopio del escáner Bosch KTS 570.
- EPP adecuado

Descripción y Funcionamiento.- El sensor de presión del tubo de aspiración es el encargado de detectar la presión absoluta existente en el conducto de admisión. Este sensor consta de una membrana de cerámica en la cual se aplica un circuito divisor de tensión (puente de medición de wheastone) mediante un proceso de serigrafía.

En un lado de la membrana de cerámica existe una depresión de referencia fija, en el otro lado la presión absoluta del tubo de aspiración. Debido a la diferencia de presión se deforma la membrana de cerámica generando una débil señal eléctrica la cual se amplifica mediante un circuito eléctrico en el sensor y puede ser captada por la ECU.

La tensión de la señal varía en función de la presión en el conducto de admisión, esta señal junto con la señal de revoluciones del motor es la magnitud principal para la detección de carga del motor. La señal de presión del conducto de admisión influye decisivamente sobre el tiempo de inyección y el ángulo de encendido.

En caso de que el sistema de admisión no se encuentre en estanquidad baja la depresión en el conducto de admisión (aumenta la presión absoluta en el conducto de admisión). Esta variación de presión se mide y es interpretada por la ECU como variación de carga, de esta manera la mezcla tiene tendencia a enriquecer.

Ubicación: El sensor de presión del tubo de aspiración se encuentra ubicado en el múltiple de admisión del vehículo después de la mariposa de aceleración.



Figura 70. Ubicación del sensor de presión del tubo de admisión

Este sensor de presión del tubo de admisión consta de cuatro cables ya que este sensor también cuenta con una señal de temperatura de aire en el tubo de admisión:

Tabla 24. Designación de cables en el sensor de presión del tubo de admisión

| Color | Descripción |
|-----------------|---|
| Verde/Negro | Voltaje de referencia o alimentación del sensor. |
| Amarillo/Blanco | Voltaje de masa. |
| Verde/Amarillo | Voltaje de señal del sensor MAP hacia la ECU. |
| Blanco/Negro | Voltaje de señal de temperatura de aire en el tubo de admisión. |

Análisis con el multímetro

Al realizar la conexión del multímetro se obtiene:



Figura 71. Voltaje del sensor de presión del tubo de admisión

En la figura se muestran los valores de voltaje de cada uno de los cables del sensor MAP, se puede observar que, el voltaje de referencia o alimentación del sensor es de 5V este valor de voltaje es enviado desde la ECU para que el sensor funcione, el voltaje de la señal es de 1,69V el voltaje se genera por la presión del aire en el sensor, el voltaje de señal de temperatura de aire en el tubo de admisión es de 0,814V, el cual es el mismo del sensor IAT el cual indica que la temperatura del aire en los dos sensores es la misma y por último se tiene que el voltaje de masa es de 0,005V producido por una conexión a tierra necesario para poder cerrar el circuito.

De estos valores de voltaje obtenidos por el multímetro se puede concluir que el sensor se encuentra en un correcto estado de funcionamiento y sin averías ya que el valor de la señal de MAP se encuentra dentro del rango de 0,5V a 5V.

Análisis con el osciloscopio

Mediante la conexión del osciloscopio se obtiene:

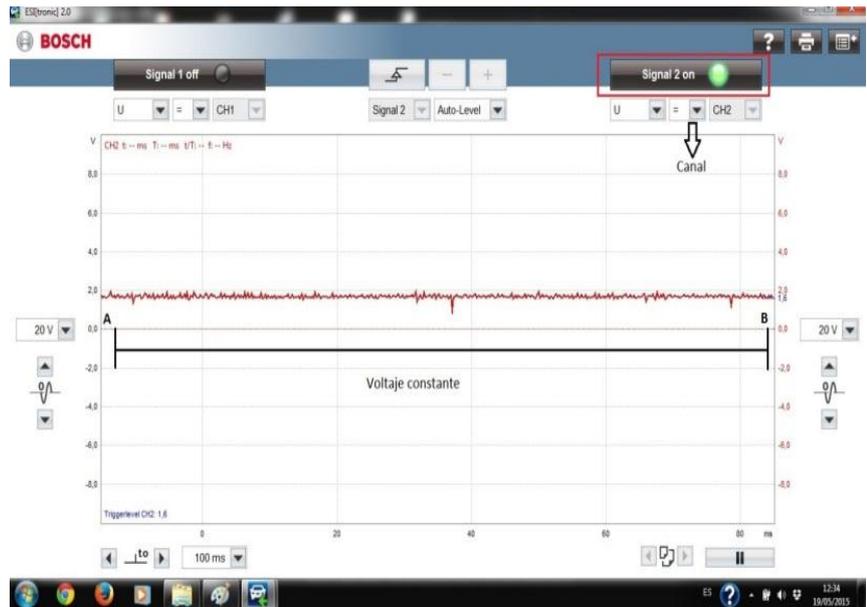


Figura 72. Señal del sensor de presión del tubo de aspiración

La figura anterior muestra la señal del sensor MAP, en esta se encuentra representado el tiempo (ms) en el eje X y el voltaje (V) en el eje Y, se encuentra trabajando en el canal 2 del osciloscopio por lo que se utiliza los valores de voltaje del lado derecho mostrados con color rojo; analizando la forma de la señal obtenida por medio del osciloscopio tomando como referencia los puntos (A) y (B) se puede observar que el voltaje se encuentra en un valor constante de 1.69 voltios en un periodo de tiempo de 100ms el mismo que va a variar de manera no relevante si el motor aumenta o disminuye el número de revoluciones lo cual produce que el aire que se encuentra en el colector de admisión es aspirado por los pistones, ya que el vehículo posee un sistema de control electrónico encargado de mantener la presión y temperatura del aire casi constante dentro del tubo de admisión.

Valores reales obtenidos por el escáner

Ingresando al sistema del vehículo a través del escáner se obtiene.

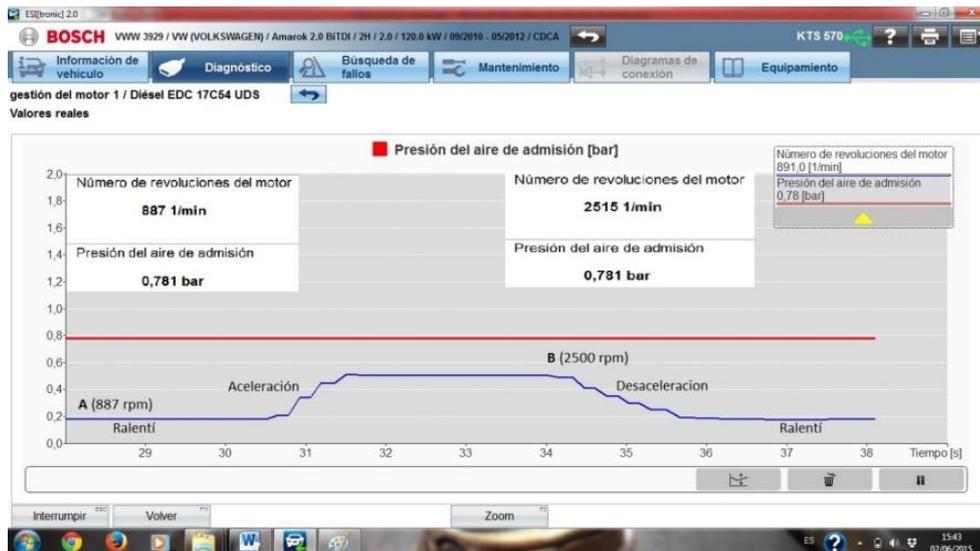


Figura 73. Valor real del sensor de presión del tubo de aspiración

En la figura se hallan representados en color rojo la presión absoluta en bares y en color azul el número de revoluciones del motor en un periodo de tiempo de 10s, analizando la figura se puede observar que en el punto (A) cuando el motor se encuentra en estado de ralenti a 887 RPM la presión del aire de aspiración es de 0,781 bar posteriormente se produce una aceleración en la cual el motor alcanza los 2515 RPM hasta llegar al punto (B) en el cual se observa que la presión del aire continua siendo la misma 0,781 bar y después de producirse una desaceleración del motor para quedar nuevamente en estado de ralenti la presión del aire no presenta ninguna variación lo cual indica que la presión del aire de admisión siempre será la misma como se explicó en el análisis de la señal del MAP obtenida por el osciloscopio.

Tabla de códigos de averías. - En lo referente al sensor de presión del tubo de aspiración tenemos los siguientes códigos de averías.

Tabla 25. Códigos de falla del sensor de presión del tubo de aspiración

| Código | Descripción |
|---------|---|
| P010500 | Sensor de presión de tubo de aspiración alimentación tensión |
| P010600 | Presión conducto aspiración / presión aire señal no plausible |
| P010700 | Presión conducto aspiración / presión aire señal demasiado baja |
| P159200 | Sensor de altitud / sensor de presión del tubo de |

| | |
|------------------------|---|
| | aspiración. Relación no plausible |
| Otras posibles averías | Cables con interrupción cortocircuito a positivo o masa, conexión a masa suelta o corroída, conexiones de enchufe sin o con mala conductividad, ECU defectuosa. |

4.4.8 Sensor de posición del pedal del acelerador

Objetivo: Conocer función, ubicación parámetros de funcionamiento y valores reales al sensor de posición del pedal del acelerador encontrado en la camioneta Volkswagen Amarok.

Materiales: Los materiales a utilizarse en esta guía son los siguientes:

- Escáner automotriz Bosch KTS 570.
- Laptop.
- Puntas del multímetro y osciloscopio del escáner Bosch KTS 570.
- EPP adecuado

Descripción y Funcionamiento.- El sensor de posición del pedal de acelerador fue creado con la finalidad de sustituir la conexión mecánica, la cual se realizaba a través de un cable entre el pedal del acelerador la mariposa del colector de admisión, este sensor es de tipo potenciómetro.

A medida que cambia la posición del pedal del acelerador el valor de tensión en el sensor aumenta o disminuye según sea el caso esta señal es enviada a la ECU a través de un circuito electrónico, la ECU es la encargada de determinar el grado de apertura de la mariposa de aceleración de una manera más exacta y precisa en relación a una apertura de tipo mecánica, ofreciendo una infinidad de posiciones lo cual significa una respuesta más efectiva del motor en cualquier régimen de revoluciones.

El valor de tensión de alimentación de este sensor es de 5 Voltios y el valor nominal de tensión de señal va de 0,2 a 3,5 Voltios dependiendo la posición del pedal del acelerador

Ubicación: Este sensor se encuentra ubicado en la parte superior del pedal del acelerador.



Figura 74. Ubicación del sensor de posición del pedal del acelerador

El sensor de posición del pedal del acelerador consta de seis cables ya que tiene incorporado un interruptor de ralentí:

Tabla 26. Designación de cables del sensor de posición del pedal del acelerador

| Color | Descripción |
|-------------|--|
| Negro | Voltaje de referencia o alimentación del sensor |
| Blanco | Voltaje de referencia o alimentación del interruptor |
| Café oscuro | Voltaje de masa del interruptor |
| Amarillo | Voltaje de masa del sensor |
| Café | Voltaje de señal del interruptor hacia la ECU |
| Plomo | Voltaje de señal del sensor hacia la ECU |

Análisis con el multímetro

Al realizar la conexión con el multímetro se obtiene:

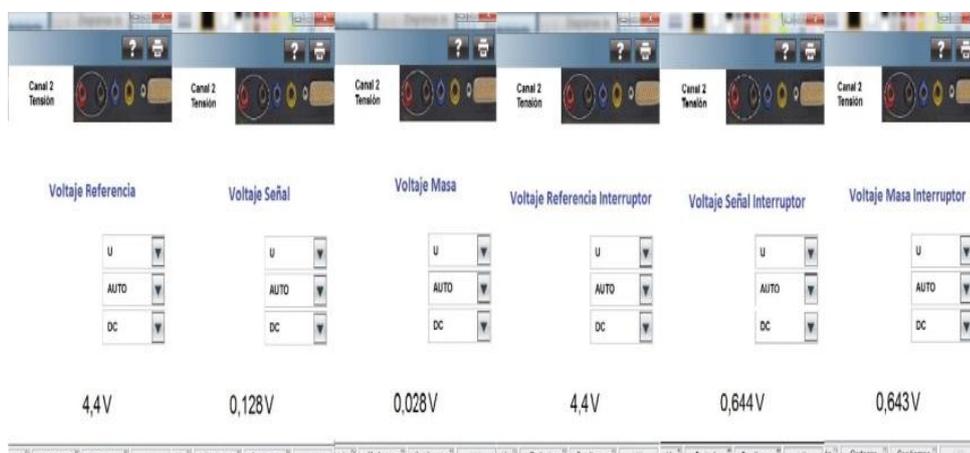


Figura 75. Voltaje del sensor de posición del pedal del acelerador

En la figura anterior se puede observar los diferentes valores de voltaje obtenidos a través del multímetro en el sensor de posición del pedal del acelerador se tiene un valor de voltaje de referencia de 4,4V el cual es entregado por la ECU para el funcionamiento del sensor, un voltaje de señal de 0,128V el que es enviado desde el sensor hacia la ECU, este valor va a aumentar o disminuir de acuerdo a la posición en la cual se encuentre el pedal del acelerador, el valor de voltaje de masa del sensor es de 0,028V el cual es necesario para cerrar el circuito. Luego se tiene los valores de voltaje del interruptor de ralentí el cual posee un valor de alimentación o referencia de 4,4V el cual es suministrado por la ECU, el valor del voltaje de la señal es de 0,644V este valor a diferencia con el del sensor de posición del pedal no va a variar porque es utilizado por la ECU para mantener al motor en un número determinado de revoluciones cuando este se encuentre en estado de ralentí, y por último se tiene un valor de voltaje de masa de 0,643V el cual es utilizado para cerrar el circuito. De estos valores se puede deducir que tanto el sensor como el interruptor se encuentran en correcto estado de funcionamiento y no presentan ninguna avería, ya que sus valores tanto de señal, alimentación y masa se encuentran comprendidos entre los rangos adecuados

Análisis con el osciloscopio.- Al conectar el osciloscopio al sensor de posición del pedal se obtiene lo siguiente:

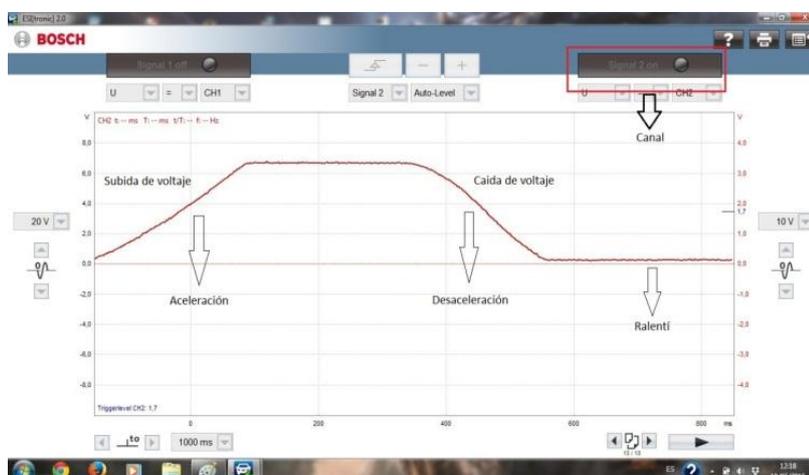


Figura 76. Señal del sensor de posición del pedal del acelerador

En la figura anterior se encuentra representado el tiempo en el eje X y el voltaje en el eje Y, como se indica se encuentra trabajando en el canal 2, por lo cual se toma como referencia los valores de voltaje del lado izquierdo representados con color rojo. Analizando la figura se puede observar como el voltaje del sensor se eleva desde 0,2 voltios hasta 3,5 voltios sin sobrepasar este valor, debido a que el motor se encuentra acelerando, permanece estable por un corto periodo de tiempo hasta presentarse una caída de voltaje producida por una desaceleración para luego mantenerse en un valor de voltaje de 0,2 voltios, el cual representa al motor en ralentí.

Valores reales obtenidos por el escáner

Ingresando al sistema del vehículo a través del escáner se obtiene:



Figura 77. Valor real del sensor de posición del pedal del acelerador.

En la figura se tiene los valores reales del sensor de pedal del acelerador obtenidos mediante el escáner se encuentran representados el % del recorrido del pedal del acelerador con color rojo y el número de revoluciones del motor con color azul en un tiempo de 10s tomando como referencia los puntos (A) y (B). En el punto (A) se observa que el motor se encuentra en un estado de ralentí a 889 RPM con un recorrido del pedal de 0,0% luego se presenta una aceleración del motor en la cual se puede observar como el número de revoluciones del motor aumentan a medida que aumenta el porcentaje del recorrido del pedal de acelerador hasta llegar al punto (B) en el cual el motor se encuentra a 2506 RPM y se

muestra un recorrido del pedal del 31,2% y por último se produce una desaceleración hasta que el motor entra en estado de ralentí nuevamente. La señal del sensor de posición del pedal del acelerador es utilizada por la ECU para poder determinar la posición de la mariposa de aceleración y poder entregar la cantidad necesaria de combustible para poder satisfacer todos los requerimientos del motor.

Tabla de códigos de averías.- En lo que se refiere al sensor de posición del pedal del acelerador se presentan los siguientes códigos de averías:

Tabla 27. Códigos de falla del sensor de posición del pedal del acelerador.

| Código | Descripción |
|------------------------|---|
| P212700 | Sensor posición pedal acelerador señal demasiado baja |
| P212800 | Sensor posición pedal acelerador señal demasiado alta |
| Otras posibles averías | Cables con interrupción cortocircuito a positivo o masa, conexiones de enchufe sin o con mala conductividad, mando del motor defectuoso |

4.5 Guía de prácticas motor Mazda BT 50

4.5.1 Sensor CKP (sensor de posición del cigüeñal).

Objetivo: Determinar todos los parámetros de funcionamiento, así como sus funciones, la ubicación y los valores reales correspondientes al sensor antes mencionado.

Materiales: Se tendrá en cuenta los siguientes elementos para el desarrollo de las prácticas:

- Maqueta del motor Mazda BT-50 existente en los talleres de la institución.
- Equipo de diagnóstico (ordenador portátil, equipo KTS 570)
- Equipo de protección personal.

Descripción del elemento: En el caso del sensor CKP se trata de un elemento que trabaja bajo el efecto inductivo, el cual es el encargado de generar la señal de número de revoluciones del motor y marcas de

referencia, es decir, que detecta el número de revoluciones y la posición del cigüeñal.

La señal generada por este sensor es una de las magnitudes fundamentales que influye para determinar el tiempo de inyección y momento de encendido, esta señal indica la posición del cigüeñal antes del punto muerto superior (PMS) en el primer cilindro con cada giro del cigüeñal emite una señal de la marca de referencia y a partir de esta se calcula el ángulo de encendido. El sensor genera un voltaje de entre 0,05 a 5,2 voltios.

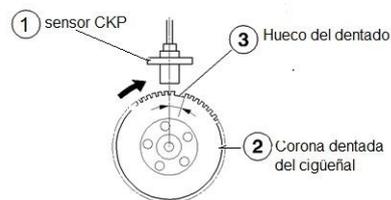


Figura 78. Referencias del sensor CKP.
Fuente: scanner KTS 570

Ubicación: En la maqueta existente este sensor se encuentra situado en la parte posterior del motor sobre la rueda dentada del volante de inercia.



Figura 79. Ubicación sensor CKP.

El sensor CKP en su constitución consta de tres cables:

Tabla 28. Identificación de cables sensor CKP.

| Número | Color | Identificación |
|--------|---------------|----------------|
| 1 | Verde | Señal |
| 2 | Azul | Alimentación |
| 3 | Café/Amarillo | Masa |

Generalmente en todos los sensores el cable de color más oscuro es el de masa, y el de color más claro es el de señal del sensor, con esta información se procede al análisis del elemento por medio del multímetro incorporado en el equipo KTS 570.

Análisis con multímetro.

Se procede al análisis del sensor mediante el multímetro el cual posee dos canales, el cual está incorporado en el equipo de diagnóstico KTS 570, para acceder a este se selecciona directamente en el menú principal del programa ESI [tronic].

Para realizar se debe conectar los cable en el equipo de acuerdo al canal q se vaya a utilizar canal 1 amarillo positivo y azul negativo o el canal 2 rojo positivo y negro negativo.

Se conecta las puntas de pruebas independientemente del canal que se escoja, se procederá a colocar la de color oscuro que será la de masa en un lugar adecuado lo más recomendable es que sea directamente en el borne negativo de la batería y la de color claro se introduce en el cable de color verde que sería el de señal del sensor el cual da un voltaje de 2 voltios este voltaje es el que produce el sensor y lo envía hacia la unidad de control para calcular el ángulo de encendido, se introduce la punta en el cable de color azul el cual es el de alimentación del sensor, el cual genera un voltaje de 4.93 voltios este voltaje es enviado desde la unidad de control para el funcionamiento del sensor, finalmente se introduce la punta en el cable de masa de colores café y amarillo el cual genera un voltaje de 0.066 voltios este voltaje es generado por una conexión a tierra el cual es utilizado para cerrar el circuito eléctrico dentro del sensor .



Figura 80. Voltajes de los cables en el sensor CKP.

De acuerdo a la figura el sensor CKP genera un voltaje de 2 voltios lo que indica que se encuentra funcionando perfectamente ya que este voltaje está dentro del correcto rango de funcionamiento en cual va desde los 0,05V hasta los 5,2V. El voltaje de alimentación es entregado por la unidad de control para el funcionamiento del sensor y los milivoltios del valor de masa se producen por la conexión a tierra.

Análisis con osciloscopio.

Se debe dirigir al menú principal del programa ESI [tronic] y se selecciona la opción osciloscopio, las punta de masa quedará en el mismo lugar mientras que la de color claro se colocará en el cable de color verde que es el de señal del sensor.

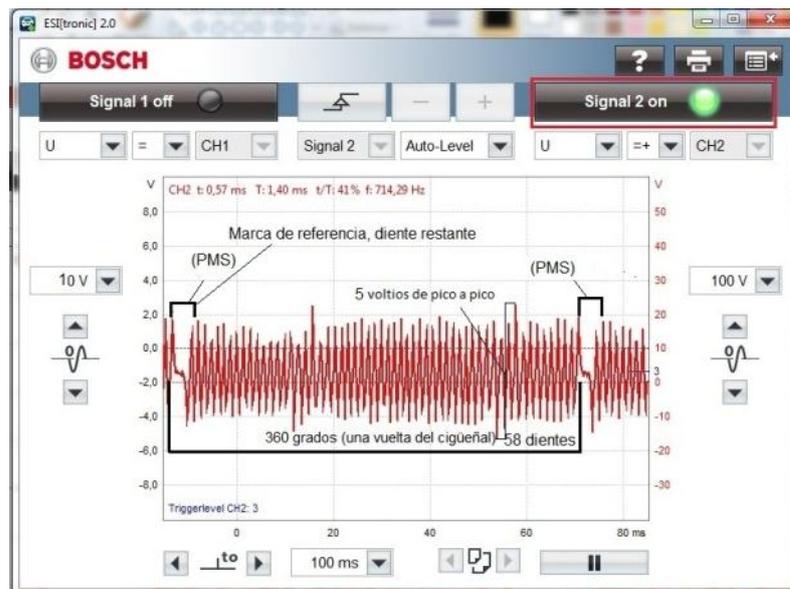


Figura 81. Onda de señal producida por el sensor CKP.

Analizando la onda de la señal se puede ver representado el voltaje (V) en el eje Y, el tiempo (ms) en el eje X, se está utilizando el canal número 2 del osciloscopio así que se tendrá en cuenta los valores de color rojo al lado derecho de la pantalla. Se puede observar los picos de voltaje generados por el sensor el cual está en los 2 voltios coincidiendo con el voltaje de señal de la figura 78, y se puede visualizar la distorsión de la señal al instante en el que el diente faltante de la corona dentada número 3 de la figura 32, hace contacto con el campo electromagnético de este sensor la cual la unidad de control toma como referencia para saber que determinado pistón está en el punto muerto superior y la inyección sea sincronizada, el tiempo que se tarda en dar un giro el cigüeñal es de aproximadamente 80 milisegundos. Los picos de voltaje ascienden y descienden desde menos 4 voltios aproximadamente hasta los 2 voltios siendo los picos más pequeños representan cada uno de los dientes de la rueda fónica del volante en este caso 58 dientes y las 2 marcas más notorias pertenecen a los 2 dientes restantes de dicha rueda, con lo que se puede decir que es una rueda de 60 menos 2 dientes.

Valor real obtenido mediante el escáner.

Para obtener los valores reales a los que el motor está siendo sometido, se ingresa al sistema de control de motor tal como se detalla en la guía de prácticas número 1.

Al desplegarse el contenido de los equipos montados en el vehículo se selecciona gestión del motor, se debe dirigir a la opción valores reales y se selecciona número de revoluciones del motor.

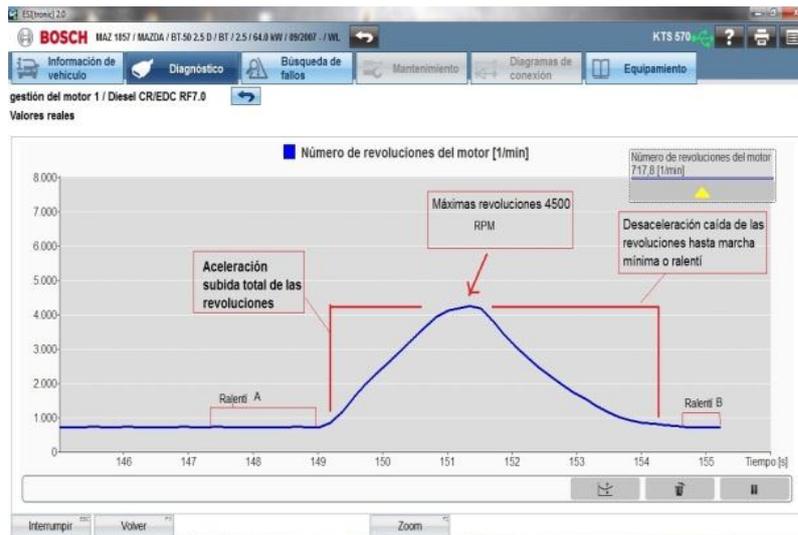


Figura 82. Número de revoluciones del motor valor real proporcionado por el escáner.

En la figura 82 se puede apreciar el aumento y disminución de las revoluciones del motor en un tiempo de 10 segundos, teniendo un número estable de revoluciones en ralentí de 717 RPM en el punto A, al apretar bruscamente el acelerador generamos una subida de revoluciones las cuales aumentan hasta alcanzar su máximo de 4500 RPM en un tiempo de 2,5 segundos aproximadamente, soltando el pedal del acelerador se genera una desaceleración progresiva generando la disminución de las revoluciones en un tiempo aproximado de 2,5 segundos y se observa la estabilidad en ralentí la cual mantiene las revoluciones a un número de 717 RPM.

Tabla 29. Posibles códigos de falla sensor CKP.

| Código de falla. | Causa. | Solución. |
|----------------------------|---|---|
| P0335 Falla en el circuito | Sensor mal conectado. Cableado defectuoso. | Revisar todo el cableado del circuito. |
| | Conector en mal estado. | Sustituir los conectores. |
| P0339 Señal cortada. | Corto en el cableado. Mal conectado. | Comprobar continuidad del circuito. Verificar estado de los conectores y estado de terminales. |
| | Volante de inercia con vibraciones. | Verificar el estado y el apriete de los tornillos del volante |

4.5.2 Sensor de posición del árbol de levas (CMP).

Objetivo: Describir y analizar el funcionamiento de este sensor así como sus valores reales y su onda de señal.

Materiales: Se tendrá en cuenta los siguientes elementos para el desarrollo de las prácticas:

- Maqueta del motor Mazda BT-50 existente en los talleres de la institución.
- Equipo de diagnóstico (ordenador portátil, equipo KTS 570)
- Equipo de protección personal.

Descripción del elemento: El árbol de levas es de tipo inductivo y da la mitad de revoluciones que el cigüeñal, y emite un impulso hacia la unidad de control, y se encarga de abrir y cerrar las válvulas de admisión y escape, el sensor CMP transmite la posición del árbol de levas hacia la unidad de control y comprueba el momento en el que el primer pistón está próximo al punto muerto superior, su rango de funcionamiento este entre los 0,5 a 5 voltios.

Ubicación: En la maqueta existente el sensor CMP está ubicado en la parte superior frontal derecha del motor sobre el piñón del árbol de levas.



Figura 83. Ubicación sensor CMP.

Este sensor cuenta con tres cables los cuales se detallan a continuación:

Tabla 30. Identificación cables sensor CMP.

| Número | Color | Identificación |
|--------|------------------|----------------|
| 1 | Amarillo | Masa |
| 2 | Verde – Amarillo | Alimentación |
| 3 | Negro - Blanco | Señal |

Análisis con multímetro.

Se elige la opción multímetro en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a la conexión de las puntas de prueba la punta de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el conector exactamente donde está ubicado el cable de colores negro y blanco, el cual es el cable de señal del sensor el cual da 4.79 voltios este voltaje es enviado desde el sensor hacia la unidad de control dicho voltaje se genera cuando la marca de referencia del árbol de levas pasa por el campo electromagnético del sensor , se introduce la punta en el cable de colores verde con amarillo el cual consta con un voltaje de 5.04 dicho cable es el de alimentación del sensor, este voltaje es proporcionado por la unidad de control para el funcionamiento del sensor, se procede a introducir la punta en el cable de color amarillo da un valor de 0.036 voltios este cable es el de masa del sensor dicho voltaje es utilizado para cerrar el circuito dentro del sensor.

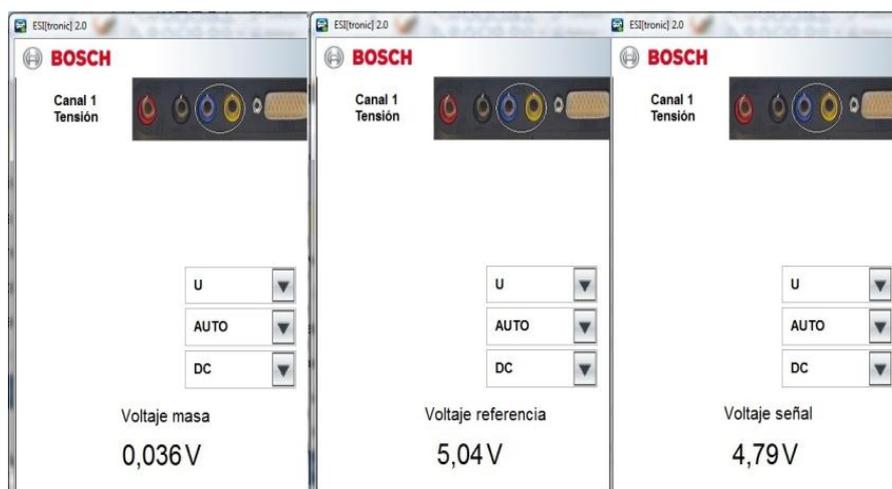


Figura 84. Voltajes del sensor CMP.

El voltaje de la señal del sensor se encuentra en 4,79 voltios lo que significa que está dentro de sus parámetros normales de funcionamiento y dentro del voltaje normal que va desde 0 a 5 voltios.

Análisis con osciloscopio.

Se cambia la función de multímetro a osciloscopio en el menú principal, la punta de masa queda exactamente en el mismo lugar donde se realizó la prueba anterior, la punta roja la se introduce en el cable de señal del sensor lo cual no produce la siguiente gráfica.

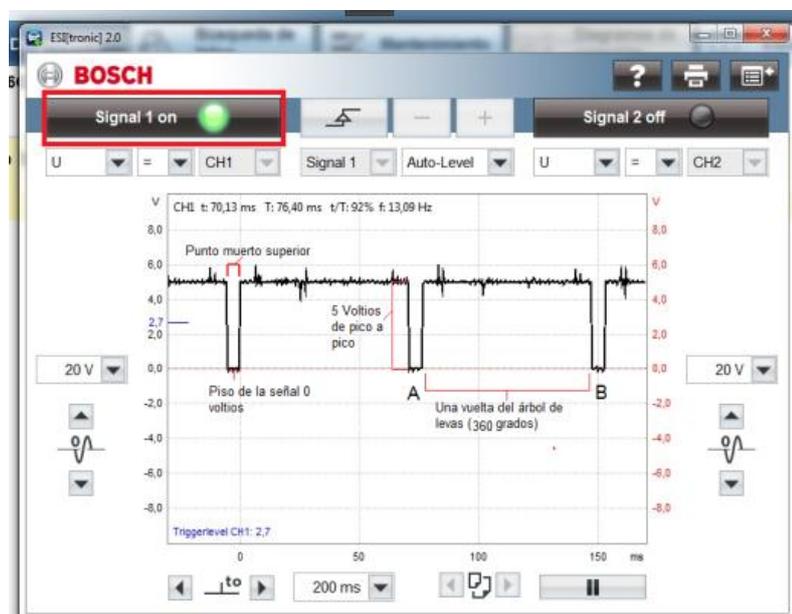


Figura 85. Onda producida por la señal del sensor CMP.

En la figura anterior se encuentra representado el voltaje (V) en eje Y, el tiempo (ms) en el eje X. Se puede observar que se está trabajando en el canal 1 del osciloscopio, por lo que se toma de referencia los valores del voltaje ubicados al lado izquierdo de color negro. En este caso se tiene el avance angular del árbol de levas como señal de entrada y la señal de salida sería analógica con un valor comprendido entre 0 a 5 voltios considerando señal baja si el voltaje llega a medir menos de 2 voltios y señal alta si el voltaje sobre pasa los 5 voltios.

Analizando la onda se puede ver que el voltaje se mantiene en los 4,79 voltios además se diferencia la caída de tensión hasta los 0 voltios

cuando la marca de referencia pasa por el sensor, el tipo de onda generada es de forma cuadrada lo importante de este tipo de onda es que el llamado piso de la señal llegue a 0 voltios, 0.5 permisibles y que el pico máximo no llegue a más de 5 voltios. También se puede ver q del punto A hasta el punto B se producen 1 vuelta del árbol de levas en un tiempo estimado de 75 milisegundos.

Valor real obtenido mediante el escáner.

Se ingresa al escáner ver guía número 1 dirigirse a la opción gestión del motor, se escoge valores reales y se selecciona la opción número de revoluciones del árbol de levas y se da click en sección tiempo.

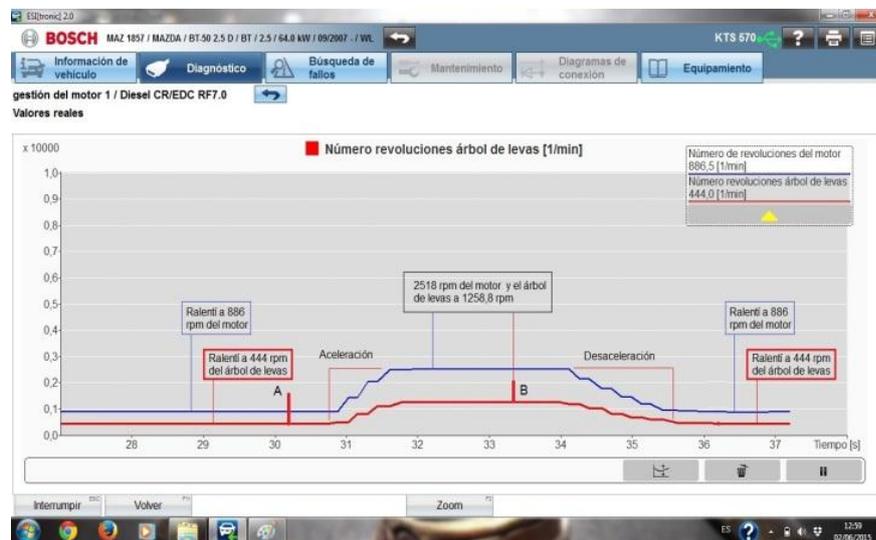


Figura 86. Valores reales sensor CMP.

En la figura 84 se puede visualizar de color azul el número de revoluciones del motor y en color rojo el número de revoluciones del árbol de levas en un tiempo estimado de 10s, en el punto (A) el motor se encuentra a ralentí a 886,5 RPM , se observa que el árbol de levas gira a la mitad del valor, es decir, a 444 RPM, al presionar el acelerador las revoluciones aumentan alcanzando el punto (B) donde el motor tiene un valor de 2518 RPM y el árbol de levas se encuentra a la mitad con un valor de 1258,8 RPM seguidamente se produce una desaceleración hasta mantenerse en ralentí, el árbol de levas da la mitad de las revoluciones

del cigüeñal por lo tanto un ciclo de trabajo del motor se realiza en dos revoluciones del cigüeñal y en una revolución del árbol de levas.

Tabla 31. Posibles códigos de falla sensor CMP.

| Código de falla | Causa | Solución |
|---|--|---|
| P0335 sin comunicación al sensor CKP. | Conector suelto o cables en mal estado | Limpiar terminales y comprobar continuidad en los cables. |
| P1390 Salto de dientes de la de la correa del árbol de levas | Correa de distribución floja o en deterioro. | Sustituir banda. |
| P1391 Señal cortada del sensor del eje del cigüeñal o árbol de levas. | Terminales o cables en mal estado. | Limpiar terminales, revisar los cables y comprobar continuidad. |
| P0340 el sensor no envía referencia a la unidad de control. | Sensor defectuoso, sucio o inservible. | Limpiar sensor o sustituirlo. |

4.5.3 Sensor de presión del riel.

Objetivo: Determinar la ubicación, entender el funcionamiento, y realizar las pruebas pertinentes para determinar el correcto funcionamiento del sensor antes mencionado.

Materiales: Se tendrá en cuenta los siguientes elementos para el desarrollo de las prácticas:

- Maqueta del motor Mazda BT-50 existente en los talleres de la institución.
- Equipo de diagnóstico (ordenador portátil, equipo KTS 570)
- Equipo de protección personal.

Descripción del elemento: Se encarga de medir la presión a la que se encuentra el combustible dentro del riel de la forma más rápida y precisa, la alta presión del combustible actúa sobre el sensor lo cual ocasiona que la presión se convierta en magnitud eléctrica y dicha información la transmite a la unidad de control consta con un rango que va desde 0,5 a 5 voltios.

Ubicación: En la maqueta este sensor está situado en la parte superior derecha del motor, en la punta frontal del riel común o acumulador de combustible.



Figura 87. Ubicación del sensor de presión del riel.

En este sensor se puede encontrar tres cables de los que se detalla a continuación:

Tabla 32. Identificación de cables del sensor de presión del riel.

| Número | Color | Identificación |
|--------|------------|----------------|
| 1 | Tomate | Masa |
| 2 | Blanco | Señal |
| 3 | Verde-Café | Alimentación |

Análisis con multímetro.

Se elige la opción multímetro en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a la conexión de las puntas de prueba la punta de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el conector exactamente donde está ubicado el cable de color tomate el cual es de masa y dará un voltaje de 0.021 voltios este valor no debe pasar los 0 voltios ya que solo es utilizado para cerrar el circuito eléctrico dentro del sensor , se cambia la punta al cable de color blanco el cual da un voltaje de 1.331 voltios el cual es generado por la presión que ejerce el combustible dentro del riel y este será el de señal del sensor, finalmente se coloca la punta en el cable de colores verde y café el cual es de voltaje de referencia obteniendo un voltaje de 4.79 voltios este voltaje es enviado desde la unidad de control para la alimentación del sensor.

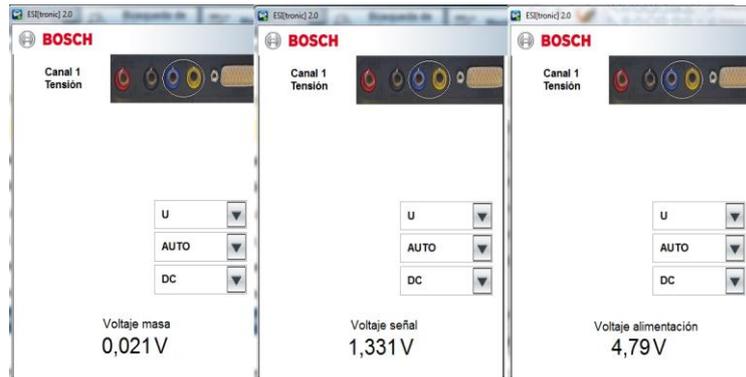


Figura 88. Voltaje del sensor de presión del riel.

Todos los datos demuestran que el sensor está en funcionamiento óptimo ya que el voltaje en el cable de señal está en el rango de 0 a 5 voltios el cual varía con el aumento o disminución de la presión dentro del riel. También se puede saber a la presión a la que se encuentra el riel gracias al voltaje que genera.

Análisis con osciloscopio.

Se cambia a la función osciloscopio en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a colocar las puntas de pruebas la de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el cable de color blanco el cual es el de señal con lo cual se obtendrá la siguiente gráfica.



Figura 89. Señal del sensor de presión del riel.

En esta figura se encuentra representado el tiempo (ms) en eje X y el voltaje (V) en eje Y. Como se puede observar se encuentra trabajando en el canal uno del osciloscopio por lo cual se debe tomar de referencia los valores de voltaje del lado izquierdo los cuales se presentan con color negro, analizando la onda generada por este sensor se observa que el sensor arranca con un voltaje de 1.33 voltios en ralentí al acelerar hasta las 2500 RPM se puede ver que el voltaje aumenta hasta los 2,9 voltios en un tiempo de 300 milisegundos se observa una subida de tensión que está ligada directamente a la subida de presión en el riel de combustible, es decir, que a mayor carga se encuentra el motor mayor será el voltaje que este sensor entregue, al desacelerar se producen variaciones notables en la onda de la señal producidas por el retorno del combustible.

Valor real obtenido mediante el escáner.

Al ingresar al escáner ver guía número 1 se debe dirigir a la opción gestión del motor, se escoge valores reales, se selecciona la opción presión combustible riel y se selecciona la opción sección tiempo lo cual dará la siguiente imagen.

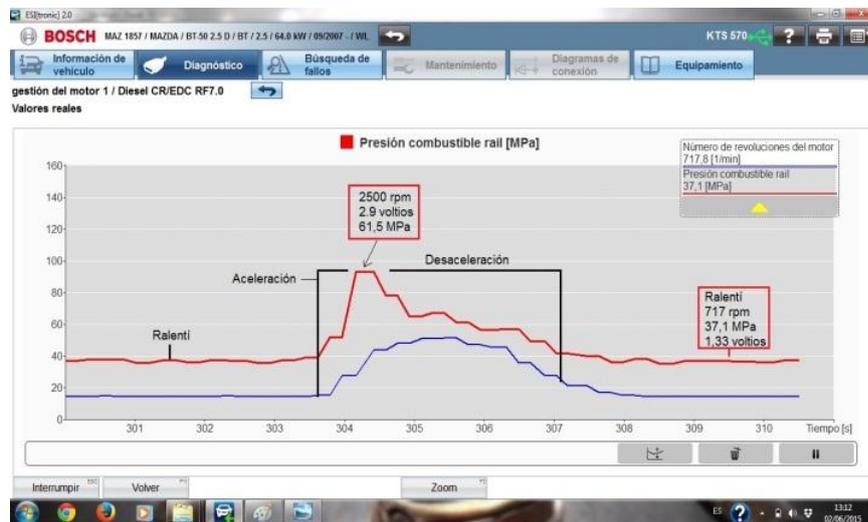


Figura 90. Valores reales del sensor de presión del riel.

En la figura se muestra la presión del riel en rojo y las revoluciones del motor en azul, se ve que la presión del riel aumenta y disminuye conjuntamente con la carga a la que está sometido el motor. Mientras las

revoluciones aumentan también aumenta la presión del combustible y por lo tanto también aumenta el voltaje de este sensor.

Tabla 33. Códigos de falla del sensor presión del riel

| Código de falla | Causa | Solución |
|--|--|---|
| P0190 falla el circuito en el sensor de la rampa de combustible. | Conector del sensor en mal estado. Terminales desgastados o sucios. | Reemplazar el conector, verificar cableado. Limpiar los terminales con un limpia contactos. |
| P0191 rango y rendimiento del sensor. | Bajo voltaje de alimentación. Voltaje de señal inadecuado. | Fuera de rangos de funcionamiento reemplazar sensor. Revisar voltajes de señal y alimentación. |
| P0192 señal de entrada baja. | Cable de señal en mal estado. | Verificar voltaje de alimentación. |

4.5.4 Sensor de temperatura del refrigerante (ECT).

Objetivo: Determinar la ubicación, función y analizar los distintos voltajes existentes en todos y cada uno de los cables incorporados en este sensor

Materiales: Se tendrá en cuenta los siguientes elementos para el desarrollo de las prácticas:

- Maqueta del motor Mazda BT-50 existente en los talleres de la institución.
- Equipo de diagnóstico (ordenador portátil, equipo KTS 570)
- Equipo de protección personal.

Descripción del elemento: Es un termistor de coeficiente negativo de temperatura (NTC) el cual disminuye la resistencia eléctrica conforme al aumento de la temperatura, este sensor se encarga de enviar a la unidad de control la información de las temperaturas del motor la cual es utilizada para modificar la mezcla aire-combustible, esta señal influye directamente en el caudal de combustible, el comienzo de la inyección, el tiempo de

activación de las bujías de incandescencia y la retroalimentación de gases de escape.

Ubicación: El sensor de temperatura de refrigerante está ubicado en el cabezote o culata del motor, en la parte izquierda media por debajo del múltiple de admisión.



Figura 91. Ubicación del sensor de temperatura del refrigerante.

Este sensor consta de tres cables los cuales se detallan a continuación:

Tabla 34. Identificación de los cables del sensor ECT.

| Número | Color | Identificación |
|--------|----------------|----------------|
| 1 | Amarillo-Negro | Señal |
| 2 | Café-Amarillo | Masa |
| 3 | Azul-Rojo | Alimentación |

Análisis con multímetro.

Se elige la opción multímetro en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a la conexión de las puntas de prueba, la punta de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el conector exactamente donde está ubicado el cable de colores amarillo-negro el cual es de señal del sensor y dará un voltaje de 1,91 voltios este voltaje es generado por las variaciones de temperatura en el refrigerante , se cambia la punta al cable de colores café-amarillo el cual da un voltaje de 0,007 voltios este será el de masa del sensor este voltaje es para cerrar el circuito dentro del sensor, finalmente se coloca la punta en el cable de colores azul-rojo el cual es de voltaje de referencia obteniendo

un voltaje de 7,84 voltios este valor es proporcionado por la unidad de control para el funcionamiento del sensor.

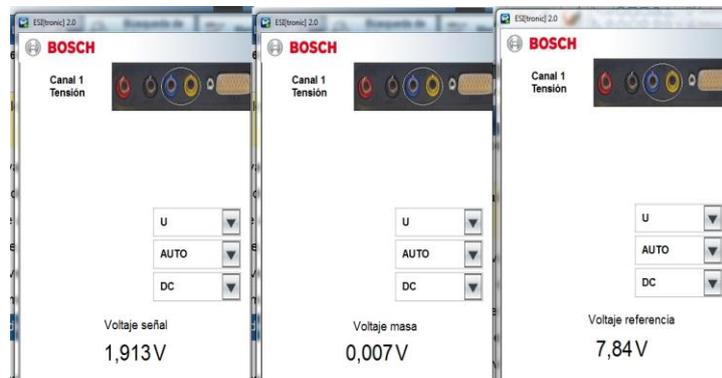


Figura 92. Voltajes en el sensor ECT.

En la figura 92 se muestra el voltaje de la señal del sensor ECT el cual se encuentra en 1.91 voltios los cuales están dentro del rango correcto de funcionamiento de 0.5 a 5 voltios, esto se da ya que el motor al momento de la medición se encuentra en la temperatura ideal de trabajo la cual bordea los 80°C, lo cual comprueba que es un sensor tipo NTC el cual disminuye la tensión al aumentar la temperatura.

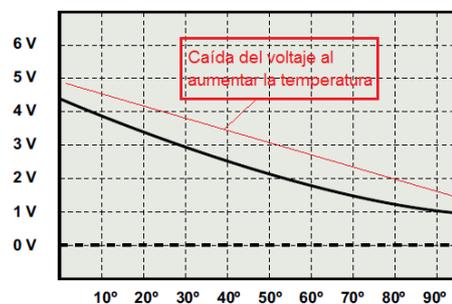


Figura 93. Onda teórica del sensor de temperatura del refrigerante.

Con la temperatura del sensor y motor baja o en frío, la resistencia y por lo tanto el voltaje de señal es alto, conforme el motor aumenta su temperatura disminuyen gradualmente la resistencia y el voltaje de la señal.

Análisis con osciloscopio.

Se cambia a la función osciloscopio en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a colocar las puntas de pruebas la de color

oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el cable de colores amarillo-negro el cual es el de señal con lo cual se obtendrá la siguiente gráfica.



Figura 94. Onda de la señal del sensor ECT obtenida con el osciloscopio.

La figura 94 se encuentra representada el tiempo (ms) en el eje X y el voltaje (V) en el eje Y, se encuentra trabajando en el canal 1 del osciloscopio con los valores representados en la parte izquierda, de color negro. Genera una onda sin cortes ni deformaciones desde el punto A al punto B y que se mantiene en un rango de 1.8 a 2 voltios debido a que la temperatura del motor está en la temperatura óptima de trabajo y se mantiene casi estable con variaciones de temperatura muy pequeñas las cuales no modifican el voltaje ampliamente la forma de la onda.

Valor real obtenido mediante el escáner.

Se ingresa al escáner ver guía número 1 se debe dirigir a la opción gestión del motor, se escoge valores reales, se selecciona la opción sensor térmico del refrigerante y se selecciona la opción sección tiempo lo cual dará la siguiente imagen.

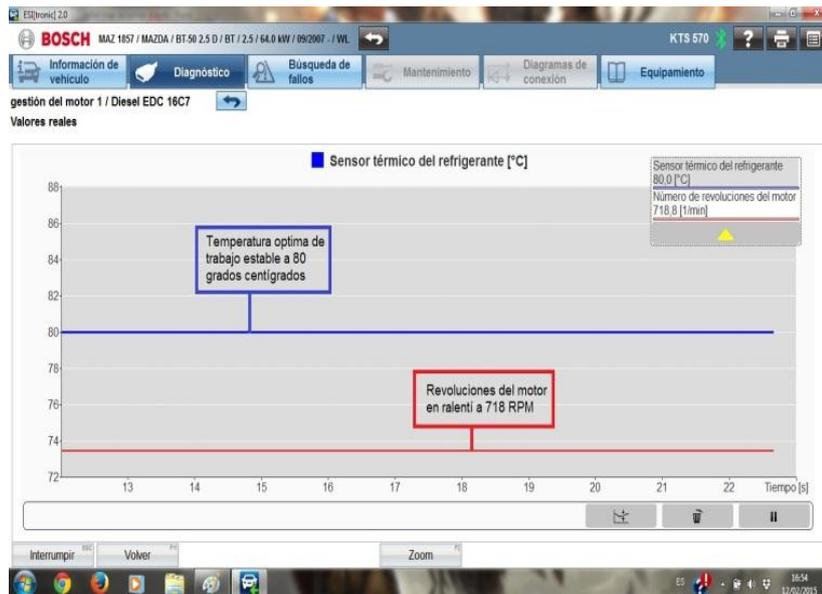


Figura 95. Valor real del sensor ECT.

En la figura anterior se encuentra representado el valor de temperatura del refrigerante en un periodo de tiempo de 10s, se puede notar que la temperatura está en el valor óptimo de trabajo y se mantiene a 80°C, con el motor en marcha mínima a 718 RPM ya que no existen variaciones bruscas de temperatura.

Tabla 35. Posibles códigos de avería en el sensor ECT.

| Código de falla | Causa | Solución |
|--|---|---|
| P0115 falla en el circuito | Cortos ocasionados por cables en mal estado | Comprobar continuidad, sustituir cable y o terminales de ser necesario |
| P0116 problema en rangos de funcionamiento | Voltajes de señal incorrecto Voltajes de alimentación inadecuado | Revisar voltajes de señal y alimentación, reemplazar el sensor de ser necesario |
| P0117 circuito de entrada bajo | Suciedad en el conector Conector defectuoso | Limpiar conector y terminales. Sustituir conector de ser necesario |
| P018 circuito de entrada alto | Suciedad en la punta del sensor lo que ocasiona una mala señal. | Limpiar o reemplazar el sensor, comprobar voltajes de alimentación y señal |

4.5.5 Sensor de caudal de aire (MAF) y sensor de temperatura del aire (IAT).

Objetivo: Determinar la ubicación, función y analizar los sensores que existen dentro de este caudalímetro así como los voltajes de todos y cada uno de los cables incorporados en este sensor.

Materiales: Se tendrá en cuenta los siguientes elementos para el desarrollo de las prácticas:

- Maqueta del motor Mazda BT-50 existente en los talleres de la institución.
- Equipo de diagnóstico (ordenador portátil, equipo KTS 570)
- Equipo de protección personal.

Descripción del elemento: El caudalímetro generalmente está compuesto de los sensores de masa de aire, este sensor se encarga de medir la cantidad de aire mediante una membrana caliente, y el sensor de temperatura de aire el cual es una resistencia NTC.

La resistencia mide la temperatura del aire que ingresa a la admisión del motor, la lámina caliente se mantiene a temperatura constante en relación a la temperatura de la resistencia la cual es controlada por la unidad de control, cuando el flujo de aire se incrementa la lámina pierde calor y disminuye la temperatura la unidad de control se encarga de enviar más corriente a la lámina para compensar la pérdida de temperatura esto quiere decir que mientras mayor sea la cantidad de aire que ingresa al motor mayor será el voltaje de señal.

Con esta información la unidad de control limita la cantidad de gases en la fase de aceleración y desaceleración mediante la corrección del caudal de combustible, también controla la cantidad de gases de escape que recircularan a través de la válvula EGR. El valor de alimentación de

este sensor tiene un rango de entre 0,5 a 15 voltios y el rango de tensión de la señal está comprendido entre 0,5 a 5 voltios.

Ubicación: En la maqueta existente este sensor está ubicado en la parte posterior al lado derecho del motor sobre el alojamiento del filtro de aire.



Figura 96. Ubicación del sensor MAF.

Este sensor consta de cinco cables ya que incorpora un sensor IAT, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 36. Identificación de los cables del caudalímetro.

| Número | Color | Identificación |
|--------|---------------|----------------|
| 1 | Negro-Azul | Alimentación |
| 2 | Morado | Señal IAT |
| 3 | Blanco-Marrón | Masa IAT |
| 4 | Gris | Señal MAF |
| 5 | Negro-Tomate | Masa MAF |

Análisis con multímetro.

Se elige la opción multímetro en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a la conexión de las puntas de prueba la punta de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el conector exactamente donde está ubicado el cable de colores negro-azul el cual es de alimentación la misma que comparten los dos sensores y dará un voltaje de 14,26 voltios, se cambia la punta al cable de color morado el cual da un voltaje de 1,71 voltios este voltaje se produce por la temperatura del aire que ingresa y es enviado desde el sensor IAT hacia la unidad de control, se coloca la punta en el cable de colores blanco-

marrón el cual es de masa del sensor IAT obteniendo un voltaje de 0,005 voltios el cual es para cerrar el circuito dentro del sensor IAT, se cambia la punta al cable de color gris el cual es la señal del sensor MAF da un valor de 1,92 voltios este valor se genera por la cantidad o masa de aire que ingresa y es enviado a la unidad de control, finalmente se introduce la punta en el cable de colores negro-tomate el cual genera un voltaje de 0,012 voltios lo que indica que es la masa del sensor MAF.

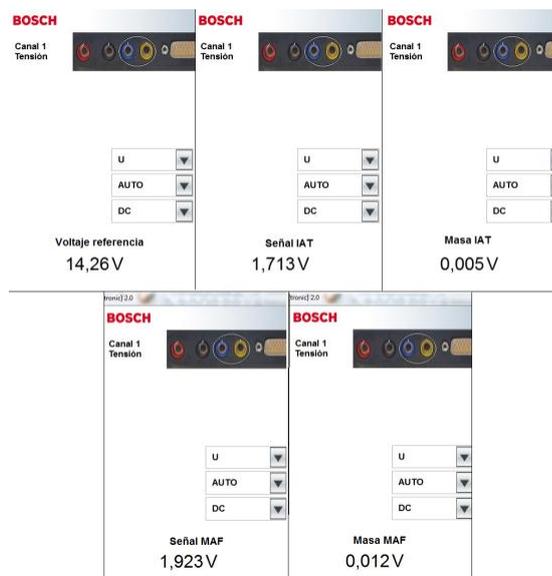


Figura 97. Voltajes del caudalímetro.

De acuerdo con los valores obtenidos se concluye q el sensor está en un perfecto funcionamiento ya que los valores de los dos sensores están dentro de sus rangos correctos de funcionamiento los cuales se describe al inicio de este tema. Su voltaje de referencia el de 14.26 voltios debido a que es un sensor digital y para su funcionamiento recibe voltaje de algún fusible o probablemente de la batería.

Análisis con osciloscopio sensor de temperatura de aire.

Se cambia a la función osciloscopio en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a colocar las puntas de pruebas la de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el cable de color morado el cual es el de señal del sensor de temperatura de aire con lo cual se obtendrá la siguiente gráfica.



Figura 98. Onda de la señal del sensor IAT

Se puede observar en el eje X el tiempo en (ms) y en el eje Y el voltaje (V) se tomará en cuenta que se está trabajando en el canal uno del osciloscopio y se tomará en cuenta los valores del lado izquierdo que se encuentran en color negro. Genera una onda sin cortes ni deformaciones y que se mantiene en 1,7 voltios el cual coincide con el voltaje obtenido con el multímetro en la figura 51. Debido a que la temperatura del aire se mantiene a 42°C estable con variaciones de temperatura muy pequeñas las cuales no modifican el voltaje ampliamente.

Valor real obtenido mediante el escáner sensor IAT.

Se ingresa al escáner ver guía número 1 se debe dirigir a la opción gestión del motor, se escoge valores reales y se selecciona la opción temperatura del aire de aspiración y se selecciona la opción sección tiempo lo cual nos dará la siguiente imagen.

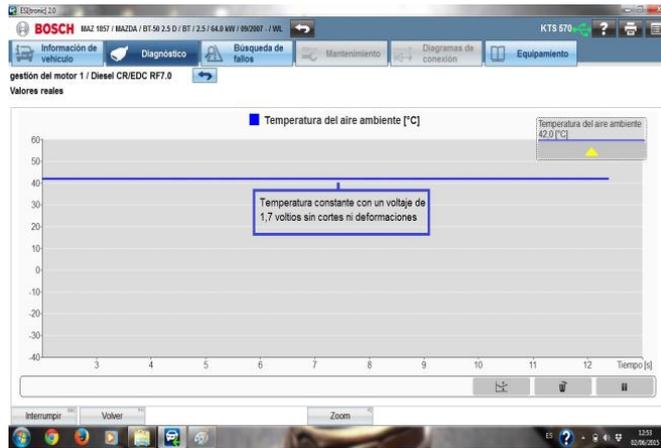


Figura 99. Valor real del sensor IAT.

En la anterior figura está representado el valor real del sensor de temperatura de aire en un tiempo de 10 segundos, se puede notar que el valor se mantiene la temperatura y el voltaje ya que no existen elevaciones ni caídas bruscas en la temperatura del aire.

Tabla 37. Posibles códigos de falla en el sensor IAT.

| Código de falla | Causa | Solución |
|------------------------------|--|---|
| P0095 circuito defectuoso | Cortos ocasionados por cables en mal estado | Comprobar continuidad, sustituir cable y o terminales de ser necesario |
| P0097 señal baja | Voltajes de señal incorrecto Voltajes de alimentación inadecuado | Revisar voltajes de señal y alimentación, reemplazar el sensor de ser necesario |
| P0098 señal alta | Suciedad en el conector Conector defectuoso Tensión de alimentación alta | Limpiar conector y terminales. Sustituir conector de ser necesario |

Análisis con osciloscopio sensor de masa de aire.

Se procede a colocar las puntas de pruebas la de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el cable de color gris el cual es el de señal del sensor de masa de aire pisar el acelerado bruscamente para pasar del ralentí a la aceleración máxima, con lo cual se obtendrá la siguiente gráfica.

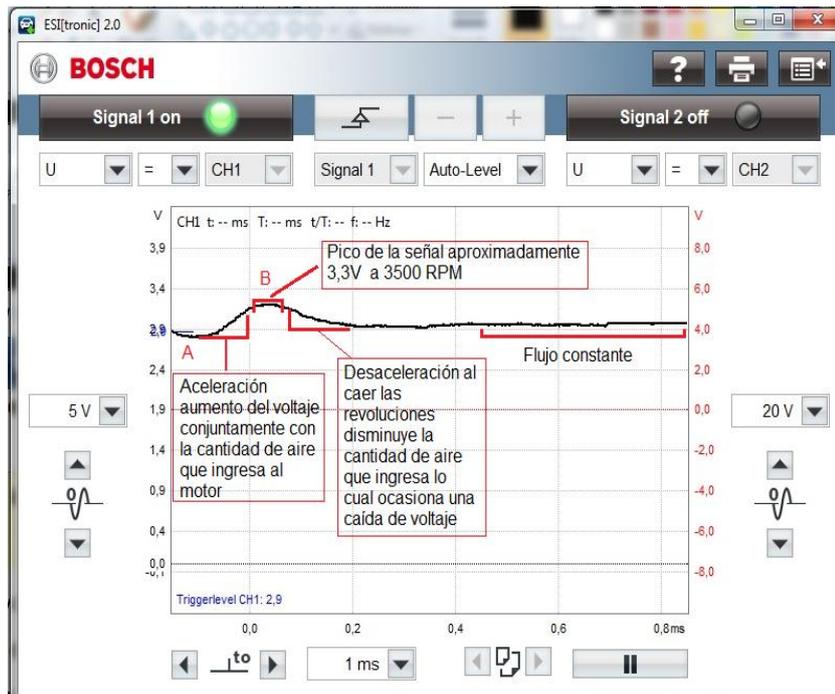


Figura 100. Onda generada por el sensor MAF.

Se puede observar en el eje X el tiempo en (ms) y en el eje Y el voltaje (V) se tomará en cuenta que se está trabajando en el canal uno del osciloscopio y se tomará en cuenta los valores del lado izquierdo que se encuentran en color negro. La onda generada es lineal respecto al flujo de aire, con la aceleración en el punto A que parte desde las 717 revoluciones y con el aumento del caudal de aire aumentará la tensión lo que producirá un pico o distorsión en la onda la tensión del pico será proporcional a la aceleración del motor, es decir, que se alcanza el punto B a 3500 revoluciones con un voltaje de 3,3 voltios en un tiempo aproximado de 0,2 milisegundos, al desacelerar el voltaje caerá rápidamente reduciendo el flujo de aire y el motor regresará a la fase de marcha mínima o ralentí.

Valor real obtenido mediante el escáner sensor MAF.

Se ingresa al escáner ver guía número 1 se debe dirigir a la opción gestión del motor, se escoge valores reales, se selecciona la opción masa de aire y se selecciona la opción sección tiempo lo cual dará la siguiente imagen.

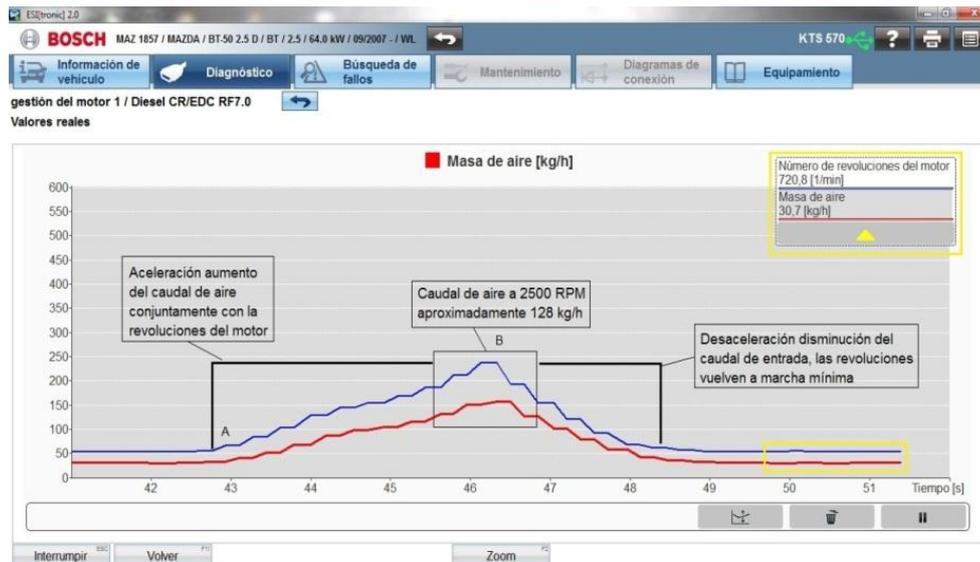


Figura 101. Valores reales sensor MAF.

En la figura se encuentra representado en color rojo el valor de la masa de aire real en kg/h y en color azul el número de revoluciones del motor en RPM dentro de un periodo de tiempo comprendido en 10s. Al presionar bruscamente el acelerador en el punto A se puede ver como aumenta la cantidad de aire aspirado conjuntamente con las revoluciones del motor al mantenerlas en 2500 aproximadamente punto B, da un valor de masa de aire de 128 kg/h, al soltar el pedal del acelerador la cantidad de revoluciones cae conjuntamente con la cantidad de aire hasta llegar al valor de revoluciones en marcha mínima que son 720 RPM aproximadamente y la cantidad de aire se encuentra en 30,7 kg/h como muestra el cuadro amarillo en la figura 99.

Tabla 38. Posibles códigos de fallas en el sensor MAF.

| Código de falla | Causa | Solución |
|---------------------------|--|---|
| P0100 circuito defectuoso | Cables rotos o en mal estado Entradas de aire Circuito abierto de la alimentación. | Comprobar continuidad, sustituir cable y o terminales de ser necesario Comprobar que no existan entradas de aire |
| P0102 señal baja | Voltajes de señal incorrecto Sensor desconectado o conector defectuoso Voltajes de | Revisar voltajes de señal y alimentación, reemplazar el sensor de ser necesario Cambiar conector |

| | | |
|------------------|--|--|
| | alimentación inadecuado | |
| P0103 señal alta | Suciedad en el conector Conector defectuoso Tensión de alimentación alta | Limpiar conector y terminales. Sustituir conector de ser necesario |

4.5.6 Sensor de presión absoluta MAP.

Objetivo: determinar la ubicación, función y analizar los distintos voltajes existentes en todos y cada uno de los cables incorporados en este sensor.

Materiales: Se tendrá en cuenta los siguientes elementos para el desarrollo de las prácticas:

- Maqueta del motor Mazda BT-50 existente en los talleres de la institución.
- Equipo de diagnóstico (ordenador portátil, equipo KTS 570)
- Equipo de protección personal.

Descripción del elemento: Se encarga de medir la presión en el múltiple de admisión, también lleva integrado un sensor IAT el cual registra la temperatura del aire que proviene del intercooler.

En su interior se encuentra un chip de silicón el cual está expuesto a un vacío perfecto de uno de sus lados, el cual utiliza como presión de referencia, del lado sobrante se expone a la presión del múltiple la cual debe medir, este chip se flexiona conforme al aumento de presión lo que significa que alterará el voltaje la unidad de control interpreta este voltaje como presión así que cualquier cambio en el voltaje significa que hay un cambio de presión en el múltiple.

La señal del sensor MAP conjuntamente con la señal de revoluciones influyen directamente para detectar la carga sometida al motor, cualquier variación de presión es interpretada como variación de carga por la unidad de control, la cual tiende a enriquecer la mezcla, la señal de este

sensor influye directamente sobre el tiempo y caudal de inyección así como en el ángulo de encendido.

Ubicación: En la maqueta existente el sensor de presión absoluta está ubicado en la parte superior izquierda sobre el múltiple de admisión del motor.



Figura 102.Ubicación sensor MAP.

Este sensor consta de cuatro cables los cuales se detallan a continuación:

Tabla 39. Identificación de los cables en el sensor MAP.

| Número | Color | Identificación |
|--------|----------------|----------------|
| 1 | Negro-Amarillo | Masa |
| 2 | Azul-Plomo | Señal IAT |
| 3 | Morado-Rojo | Alimentación |
| 4 | Rojo-Amarillo | Señal MAP |

Análisis con multímetro.

Se elige la opción multímetro en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a la conexión de las puntas de prueba la punta de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el conector exactamente donde está ubicado el cable de colores negro-amarillo el cual es de masa del sensor y dará un voltaje de 0,017 voltios producido por la conexión a tierra el cual sirve para cerrar el circuito en el sensor , se cambia la punta al cable de colores azul-plomo el cual da un voltaje de 1,26 voltios y este será el de señal del sensor IAT el cual es enviado hacia la unidad de control y es producido por la temperatura del

aire q sale del intercooler, se coloca la punta en el cable de colores morado-rojo el cual es de voltaje de referencia obteniendo un voltaje de 5,2 voltios el cual es proporcionado por la unidad de control, finalmente se introduce la punta en el cable de colores rojo-amarillo el cual es de señal del sensor MAP y da un voltaje de 1,46 voltios producido por la presión que se encuentra dentro del múltiple de admisión.

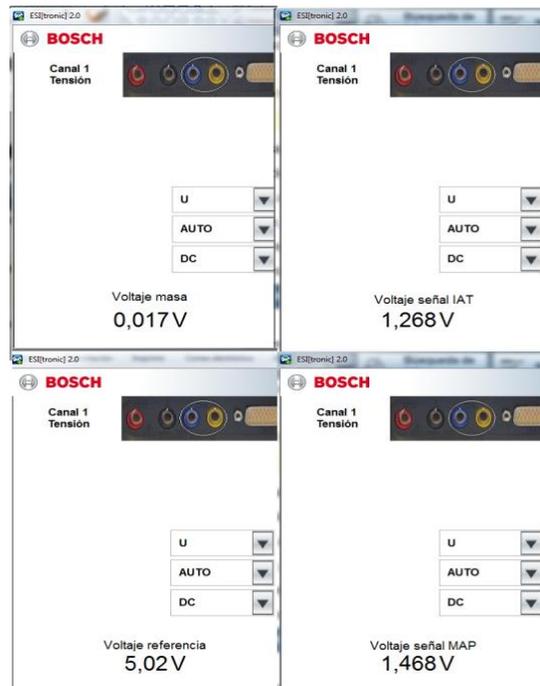


Figura 103. Voltajes sensor MAP.

En la figura anterior se muestra el voltaje de la señal del sensor MAP el cual se encuentra en 1.46 voltios esto se da ya que el motor está en marcha mínima y no está sometido a carga lo que indica que no hay incremento de voltaje ya que la presión en el múltiple no aumenta y está dentro de sus rangos de funcionamiento que van de 0,5 a 5 voltios.

Análisis con osciloscopio.

Se cambia a la función osciloscopio en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a colocar las puntas de pruebas la de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el cable de colores rojo-amarillo, el cual es el de señal del sensor MAP y se presiona el acelerador, con lo cual se obtendrá la siguiente gráfica.

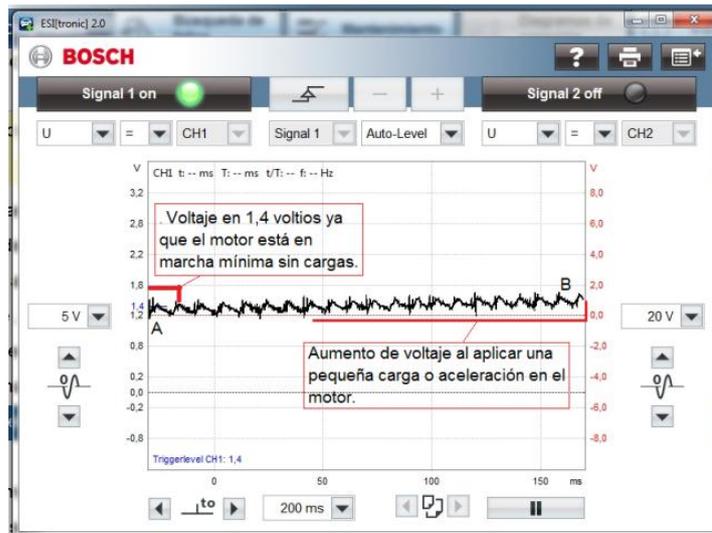


Figura 104. Onda del sensor MAP.

La figura anterior muestra la señal del sensor MAP, en esta se encuentra representado el tiempo (ms) en el eje X y el voltaje (V) en el eje Y, se está trabajando en el canal 1 del osciloscopio por lo que se utiliza los valores de voltaje del lado izquierdo mostrados en color negro; analizando la forma de la señal obtenida por medio del osciloscopio tomando como referencia el punto A se puede observar que el voltaje se encuentra en un valor de 1.4 voltios en un periodo de tiempo de 75 milisegundos al aplicar aceleración se puede notar un pequeño aumento en el voltaje aproximadamente de 0,3 voltios como se muestra en el punto B.

El voltaje llegará a su máximo valor cuando la presión en el múltiple sea la máxima alcanzada, esto se conseguirá con el motor apagado y la llave en posición ON o si se proporciona un acelerón brusco, por el contrario llegará a su voltaje más bajo cuando la presión en el múltiple sea igual de baja.

Valor real obtenido mediante el escáner.

Se ingresa al escáner ver guía número 1 se debe dirigir a la opción gestión del motor, se escoge valores reales, se selecciona la opción presión del aire de admisión y se selecciona la opción sección tiempo lo cual dará la siguiente imagen.



Figura 105. Valor real sensor MAP.

En la figura se distinguen en color rojo la presión absoluta en bares y en color azul el número de revoluciones del motor en un periodo de tiempo de 10s, analizando la figura se puede observar que en el punto A cuando el motor se encuentra a ralentí a 887 RPM la presión del aire de aspiración es de 0,78 bar al acelerar hasta las 2515 RPM al punto B en el cual la presión varía en un 0,02 bar alcanzando así los 0,80 bar debido al pequeño aumento del voltaje como se ve en la figura 58 y después se produce una desaceleración del motor para quedar nuevamente en estado de ralentí la presión del aire no presenta ninguna variación en los valores reales ya que este pequeño incremento de voltaje solo es detectado por el osciloscopio.

Tabla 40. Posibles códigos de falla en el sensor MAP.

| Código de falla | Causa | Solución |
|--|---|---|
| P0115 falla en el circuito | Cortos ocasionados por cables en mal estado | Comprobar continuidad, sustituir cable y o terminales de ser necesario |
| P0116 problema en rangos de funcionamiento | Voltajes de señal incorrecto Voltajes de alimentación inadecuado | Revisar voltajes de señal y alimentación, reemplazar el sensor de ser necesario |
| P0117 circuito de entrada bajo | Suciedad en el conector Conector defectuoso | Limpiar conector y terminales. Sustituir conector de ser necesario |

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| P018 circuito de entrada alto | Suciedad en la punta del sensor lo que ocasiona una mala señal. | Limpiar o reemplazar el sensor, comprobar voltajes de alimentación y señal |
|-------------------------------|---|--|

4.5.7 Sensor de temperatura del combustible.

Objetivo: Determinar la ubicación, función y analizar los distintos voltajes existentes en todos y cada uno de los cables incorporados en este sensor.

Materiales: Se tendrá en cuenta los siguientes elementos para el desarrollo de las prácticas:

- Maqueta del motor Mazda BT-50 existente en los talleres de la institución.
- Equipo de diagnóstico (ordenador portátil, equipo KTS 570)
- Equipo de protección personal.

Descripción del elemento: Es un termistor de coeficiente negativo de temperatura (NTC) el cual disminuye la resistencia eléctrica conforme al aumento de la temperatura, este sensor registra la temperatura del combustible en la bomba de inyección e informa a la unidad de control dichos parámetros, según estos valores la unidad de control corrige o modifica la cantidad de combustible inyectado ya que según la temperatura varía la densidad y por lo tanto la masa de combustible a inyectarse. La unidad de control manda una tensión de referencia al sensor de temperatura de combustible, en el cual se crea una caída de tensión proporcional a su resistencia interna, es decir, a la temperatura del combustible, este sensor trabaja con un valor de tensión comprendido de 0,5 a 5 Voltios.

Ubicación: El sensor de temperatura de combustible está ubicado en la parte derecha media del motor, está incrustado en la parte superior trasera de la bomba de alta presión.



Figura 106. Ubicación del sensor de temperatura del combustible.

Este sensor consta de dos cables los cuales se detallan a continuación:

Tabla 41. Identificación cables sensor de temperatura de combustible

| Número | Color | Identificación |
|--------|---------------|----------------|
| 1 | Azul-Amarillo | Señal |
| 2 | Blanco | Masa |

Análisis con multímetro.

Se elige la opción multímetro en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede la conexión de las puntas de prueba la punta de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el conector exactamente donde está ubicado el cable de colores azul-amarillo el cual es de señal del sensor y dará un voltaje de 1,41 voltios este voltaje es proporcional a la temperatura a la que se encuentra el combustible, se cambia la punta al cable de color blanco el cual da un voltaje de 0,023 voltios y este será el de masa del sensor, este voltaje se utiliza para cerrar el circuito dentro del sensor.



Figura 107. Voltajes en el sensor de temperatura de combustible.

En la figura anterior se muestra el voltaje de la señal del sensor de temperatura del combustible el cual es enviado hacia la unidad de control y se encuentra en 1.46 voltios esto se da ya que el combustible al momento de la medición se encuentra en la temperatura ideal de trabajo la cual bordea los 42°C y está en su rango correcto de funcionamiento el cual va desde 0,5 a 5 voltios.

Análisis con osciloscopio.

Se cambia a la función osciloscopio en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a colocar las puntas de pruebas la de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el cable de colores azul-amarillo el cual es el de señal con lo cual se obtendrá la siguiente gráfica.

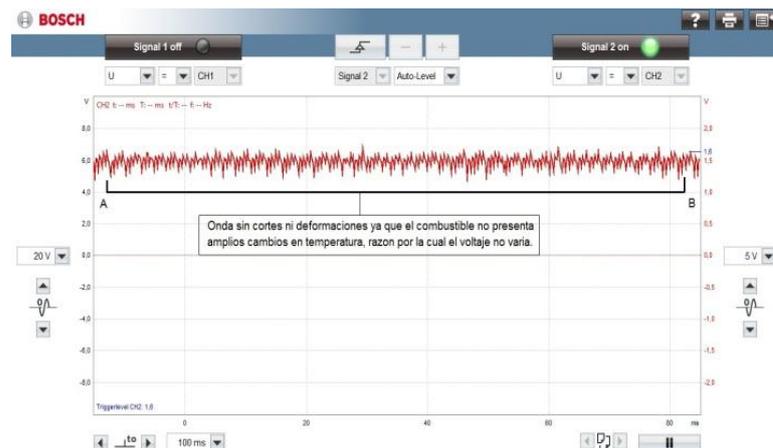


Figura 108. Onda de señal del sensor de temperatura del combustible.

En la figura de la señal del sensor de temperatura de combustible obtenida por medio del osciloscopio se encuentra representado el tiempo (ms) en el eje X y el voltaje (V) en el eje Y, se está trabajando en el canal 2 del osciloscopio por lo que se utiliza los valores de voltaje ubicados al lado derecho, de color rojo. Desde el punto A hasta el punto B se observa una onda sin cortes ni deformaciones y que se mantiene en un rango de 1.4 a 1.6 voltios debido a que la temperatura del combustible está en la temperatura óptima de trabajo alrededor de 42°C y se mantiene casi

estable con variaciones de temperatura muy pequeñas las cuales no modifican el voltaje ampliamente.

Valor real obtenido mediante el escáner.

Se ingresa al escáner ver guía número 1 dirigirse a la opción gestión del motor, se escoge valores reales, se selecciona la opción temperatura combustible y se selecciona la opción sección tiempo lo cual dará la siguiente imagen.

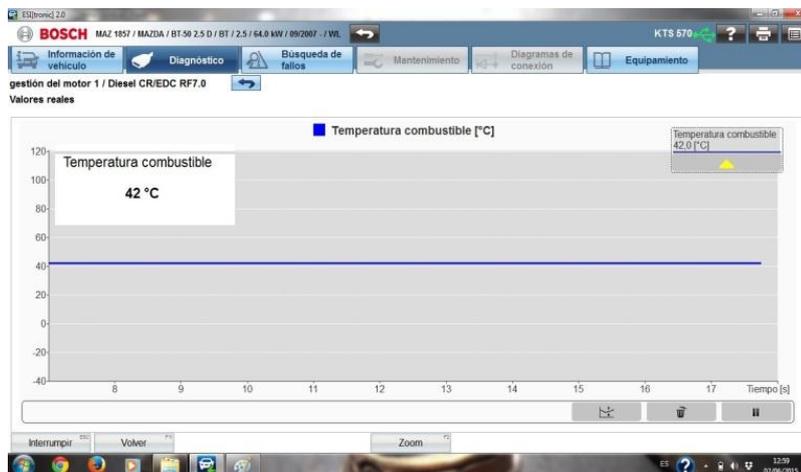


Figura 109. Onda del sensor de temperatura del combustible

Se puede notar en la figura que la temperatura del combustible (°C) en un periodo de tiempo de 10s, está en el valor óptimo de trabajo y se mantiene a 42°C dicha temperatura se mantiene estable durante todo el periodo de tiempo ya que no presenta subidas ni caídas bruscas de temperatura.

Tabla 42. Posibles códigos de falla en el sensor de temperatura del combustible.

| Código de falla | Causa | Solución |
|--|---|---|
| P0168 temperatura del combustible alta | Líneas de combustible cercanas a fuentes de calor. | Comprobar circuito de combustible aislar térmicamente las cañerías |
| P0180 circuito defectuoso | Voltajes de señal incorrecto Voltajes de alimentación inadecuado | Revisar voltajes de señal y alimentación, reemplazar el sensor de ser necesario |

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| P0182 circuito de entrada bajo | Suciedad en el conector Conector defectuoso | Limpiar conector y terminales. Sustituir conector de ser necesario |
| P0183 circuito de entrada alto | Suciedad en el sensor lo que ocasiona una mala señal. | Limpiar o reemplazar el sensor, comprobar voltajes de alimentación y señal |

4.5.8 Sensor de posición del pedal del acelerador APP.

Objetivo: Determinar la ubicación, función y analizar los distintos voltajes existentes en todos y cada uno de los cables incorporados en este sensor.

Materiales: Se tendrá en cuenta los siguientes elementos para el desarrollo de las prácticas:

- Maqueta del motor Mazda BT-50 existente en los talleres de la institución.
- Equipo de diagnóstico (ordenador portátil, equipo KTS 570)
- Equipo de protección personal.

Descripción del elemento: Es un sensor tipo potenciómetro el cual se encarga de transmitir la posición del pedal del acelerador hacia la unidad de control, al ejercer una aceleración el sensor envía una señal eléctrica correspondiente al ángulo de apertura dentro del potenciómetro en el pedal hacia la unidad de control, la cual ordena al cuerpo de aceleración la apertura o cierre de la mariposa siendo más segura y precisa, este sensor puede generar un sin número de posiciones haciendo que la respuesta a la aceleración sea más precisa en cualquier estado de funcionamiento del motor.

Este sensor funciona con una tensión de referencia de 5 voltios, y tiene un rango de funcionamiento que va desde los 0,77 voltios con una aceleración del 0% y de 3,77 voltios acelerado a un 100%, este voltaje varía de acuerdo con la posición del pedal del acelerador.

Ubicación: En la maqueta existente este sensor está ubicado en la parte trasera del motor y está montado en el parante derecho de la estructura de soporte.

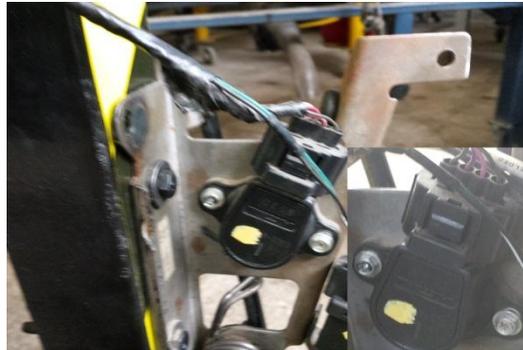


Figura 110. Ubicación del sensor del pedal del acelerador.

Este sensor consta de cuatro cables ya que incorpora un interruptor de ralentí, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 43. Identificación cables sensor APP

| Número | Color | Identificación |
|--------|-------------|-------------------|
| 1 | Café-Blanco | Alimentación |
| 2 | Rojo | Señal interruptor |
| 3 | Azul-Rosado | Señal APP |
| 4 | Café-Negro | Masa |

Análisis con multímetro.

Se elige la opción multímetro en el menú principal del programa ESI [tronic] y se proceda a la conexión de las puntas de prueba la punta de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el conector exactamente donde está ubicado el cable de colores café-blanco el cual es de alimentación del sensor y dará un voltaje de 4.49 voltios este voltaje es enviado desde la unidad de control para el funcionamiento del sensor, se cambia la punta al cable de color rojo el cual nos da un voltaje de 0,59 voltios el cual es enviado hacia la unidad de control y este será el de señal del interruptor de ralentí del sensor este voltaje no varía ya que sirve a la unidad de control para determinar que el pedal está en posición de ralentí, se coloca la punta en el cable de colores azul-rosado el cual es el de señal del sensor de posición del pedal del acelerador obteniendo un

voltaje de 0.77 voltios este voltaje es enviado hacia la unidad de control y va a cambiar de acuerdo a la posición a la que se encuentre el pedal, finalmente se introduce la punta en el cable de colores café-negro el cual es el de masa y genera un voltaje de 0,007 voltios el cual es generado por la conexión a tierra y es utilizado para cerrar el circuito dentro del sensor.

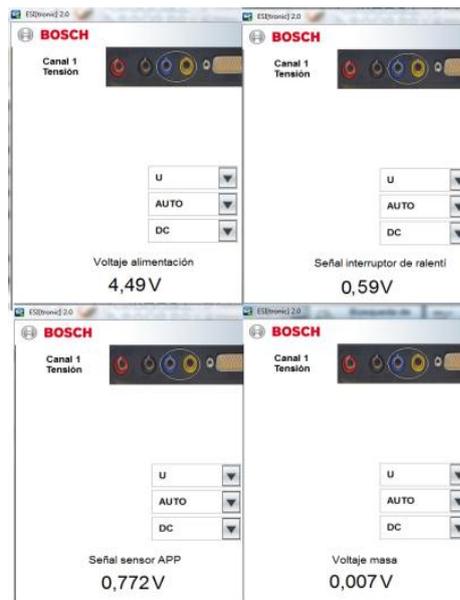


Figura 111. Voltajes en el sensor de posición del pedal del acelerador.

En la figura anterior se muestran los valores que están presentes en el sensor APP dichos valores corresponden a los voltajes con el motor en ralentí y se puede decir que tanto el interruptor y el sensor están funcionando correctamente ya que los voltajes de señal más y alimentación están dentro de sus rangos correctos de funcionamiento.

Análisis con osciloscopio.

Se cambia a la función osciloscopio en el menú principal del programa ESI [tronic] y se procede a colocar las puntas de pruebas la de color oscuro será la de masa y la de color claro se introduce en el cable de colores azul-rosado el cual es el de señal del sensor APP con lo cual se obtendrá la siguiente gráfica

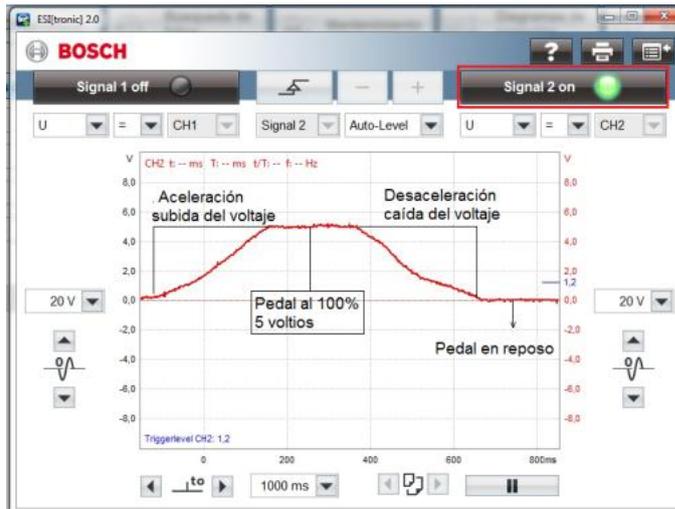


Figura 112. señal del sensor de posición del pedal del acelerador.

En la figura anterior se encuentra representado el tiempo en el eje X y el voltaje en el eje Y, como se indica se está trabajando en el canal 2, por lo cual se toma como referencia los valores de voltaje del lado izquierdo representados con color rojo. Analizando la onda se puede observar la subida de voltaje que parte desde los 0,2 voltios cuando el acelerador es presionado sube hasta los 5 voltios ya que el motor se encuentra apagado y con la llave en posición ON y por tal razón el sensor nos entrega su máximo voltaje, al soltar el pedal del acelerador o desacelerar el voltaje cae hasta mantenerse en 0,2 voltios lo que representa al pedal y al sensor en posición de reposo.

Valor real obtenido mediante el escáner.

Se ingresa al escáner ver guía número 1 se debe dirigir a la opción gestión del motor, se escoge valores reales, se selecciona la opción recorrido de pedal acelerador y se selecciona la opción sección tiempo lo cual dará la siguiente imagen.



Figura 113. Valor real del sensor de posición del pedal del acelerador.

En la figura se observa el valor real del pedal del acelerador representado con % y en color rojo, las revoluciones del motor están representadas de color azul en un tiempo de 10 segundos, se toma de referencia el punto A el cual muestra que el motor está en estado de ralentí a 882 PRM y con un porcentaje de recorrido del pedal a un 0.0%, luego se produce una aceleración y se alcanza el punto B en un tiempo de 4,5 segundos donde muestra que el porcentaje de recorrido del pedal está a 31.2% y a 2500 RPM, seguidamente se produce una desaceleración hasta que el motor regresa a su marcha mínima o ralentí. La señal de este sensor es utilizada por la unidad de control para determinar la posición de la mariposa de aceleración y así modificar la mezcla aire combustible o regular el caudal de inyección según el requerimiento y la carga del motor.

Tabla 44. Posibles códigos de falla en el sensor de posición del pedal del acelerador.

| Código de falla | Causa | Solución |
|--|---|---|
| P0120 mal funcionamiento en el circuito | Corrosión en el conector Muelle de retorno pegado al pedal Conector dañado | Comprobar continuidad, sustituir cable y o terminales de ser necesario limpiar el sensor |
| P0121 problema en rangos de funcionamiento | Conector dañado causa un circuito abierto o corto en el cableado Mala conexión en el | Revisar continuidad en los cables, comprobar la correcta conexión en los arnés, reemplazar el sensor de ser |

| | | |
|---|--|---|
| | terminal de la mariposa de aceleración Agua o corrosión dentro del sensor | necesario |
| P0122 circuito de entrada bajo | Cortocircuito a tierra Sensor defectuoso | Revisar cuidadosamente el cableado y el conector del sensor Reemplace el sensor de ser necesario |
| P0123 circuito de entrada alto | Cortocircuito Sensor defectuoso Equipo mal instalado | Verificar cableado y conectores Comprobar voltajes y continuidad |
| P0124 interrupción intermitente en el pedal | Mecanismo atascado Corrosión en el sensor Mala conexión en el arnés del sensor | Comprobar mecanismo Limpiar el sensor Comprobar todas las conexiones y cableado |

CAPITULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El sensor de presión de combustible en el rail nos arroja un valor de voltaje de 1,6 voltios con el motor en estado de ralenti es decir a 900 RPM, a medida que se aumenta el número de revoluciones del motor hasta llegar a las 2500 RPM el valor de voltaje en el sensor es de 3,3 voltios, este aumento de tensión se debe a que para alcanzar un mayor número de revoluciones el motor necesita más combustible por lo cual la presión en el rail varía de 232,5 bar en estado de ralenti a 623 bar a 2500 RPM, esta variación es captada por el sensor y enviada hacia la ECU.

Los sensores que nos indican la temperatura tanto del líquido refrigerante, combustible y aire son de tipo termistor que trabajan bajo el principio de NTC (Negative Temperature Coefficient), al analizar este tipo de sensores a través del osciloscopio no se presentan variaciones en las formas de las ondas debido a que no existen variaciones significativas de temperatura en breves periodos de tiempo.

El voltaje de la señal enviada hacia la ECU por todos los sensores analizados mediante el uso del multímetro se encuentra dentro de un rango comprendido entre 0,5 V a 3,5 V. aunque observando los valores de voltaje en los oscilogramas de los sensores CMP y CKP se presentan picos de voltaje de 5 V, de lo que concluimos que el valor de voltaje de señal es regulada antes de ser enviada hacia la ECU para que esta pueda trabajar de una manera adecuada.

5.2 Recomendaciones

Para poder obtener una correcta forma de onda mediante el osciloscopio se debe tener mucho cuidado de escoger una correcta escala tanto de tiempo como de voltaje lo que facilitara la interpretación del oscilograma y permite realizar un correcto diagnóstico automotriz.

Se debe tener mucho cuidado al momento de picar los cables de los sensores para obtener los oscilogramas, esto se debe realizar con el equipo correcto, ya que se corre el riesgo de romperlos o dañarlos lo cual producirá un mal funcionamiento de los mismos

Para realizar el proceso de diagnóstico automotriz en motores de tipo CRDI tanto al momento de proceder con un desmontaje o efectuar una medición, se debe realizar con mucho cuidado ya que se trata de componentes muy delicados los cuales trabajan con altos valores de tensión, así como también presiones sumamente altas las cuales presenta mucho riesgo para la integridad de la persona.

El diagnóstico automotriz se debe realizar con un equipo completo y actualizado como es el escáner automotriz Bosch Kts-570 el mismo que permite obtener todos los parámetros necesarios con los cuales se podrá resolver los problemas presentados en el vehículo.

BIBLIOGRAFÍA

aficionados a la mecánica. (2012). Recuperado el 2014, de <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRAjpW42fZQd4Pm9Kexx-qxYIQGxZ5ifZTOaAlwmh4cYmFm9cCZrA>.

Aficionados a la mecánica. (2013). Obtenido de http://www.aficionadosalamecanica.net/gestion_electronica_diésel3.htm

Bosch. (2009). *inyectores Common-rail.*

Bosch. (2009). *Sistema CRDi.*

Devzone. (2013). *Módulo EBCM.* Obtenido de <http://www.ni.com/cms/images/devzone/tut/a/d412be30474.gif>

e-auto. (2012). *terminales conector obdii.* Obtenido de electrónica automotriz: www.e-auto.com.mx/imagenes/manuales/electrónica/otros/terminales-conector-obdii.jpg

Electrónica, C. (2009). *Inyectores Diésel Piezoeléctricos.* Buenos Aires.

ESI[tronic]2.0, S. (2015).

Guarella, J. (2011). *sensores y actuadores en motores.* Buenos Aires.

Haro-Vargas. (2015). *Patente nº 1.* Ecuador.

mecánica fácil. (2013). Obtenido de <http://www.mecanicafacil.info/imagenes/osciloscopio.jpg>

mecánica y motores. (2010). Obtenido de www.mecanicaymotores.com/imagenes/contenido/originales/software-diagnóstico-automotriz.jpg

meganeboy. (2013). *aficionados a la mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/imagesDiésel/UIS-esquema-centralita.jpg>

R.Bosch. (2007). *MEMORIA CRDi*.

R.Bosch. (2012). *catalogobosch*. Recuperado el 18 de febrero de 2013, de http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Diésel/Sistemas_de_Inyeccion_diésel.pdf

S/N. (2012). Obtenido de <http://www.floridanofaultinsurance.info/wp-content/uploads/2012/02/vin.gif>

S/N. (2012). *Módulo BCM*. Obtenido de [DMax-SPA-5-BCM_Training-ESPANOL_1.1-REVOK-01-Modo-de-compatibilidad.pdf](http://www.dmaxspa.com/Training/ESPANOL_1.1-REVOK-01-Modo-de-compatibilidad.pdf)

S/N. (2013). Obtenido de www.ignistraining.net/uploads/4/7/4/3/4743599/s384238288513587836_p66_i1_w960.jpeg

S/N. (2013). *DR.Tool*. Obtenido de <http://www.drtoolweb.com/Scanner%20Automotriz%20Profesional%20PowerScan%201.jpg>

S/N. (2013). *Patio tuerca*. Obtenido de [http://patiotuerca.com/ecuador/accesorios.nsf/autosxcat/4278893D19354CF5052576D500086D32/\\$FILE/aa.jpg](http://patiotuerca.com/ecuador/accesorios.nsf/autosxcat/4278893D19354CF5052576D500086D32/$FILE/aa.jpg)

samimagu08. (2009). *Sistema de regulación electrónica diésel*. México.

scanner bosch. (2013). Obtenido de <http://www.automotriz.net/online/bosch-scanner.jpg>

Vargas. (2009). *diagnóstico automotriz*. Obtenido de <http://diagnosticautomotriz.com/wp-content/uploads/2011/01/cr803-main-unit1-300x197.jpg>

ANEXOS

Anexo 1. Evidencias fotográficas



Local de Bosch en la ciudad de Quito.-Lugar de capacitación sobre el uso del escáner



Pruebas realizadas en la maqueta del motor Mazda BT-50 3.0 CRDI

Anexo 2. Socialización



Socialización del trabajo en el aula



Demostración del equipo en los talleres

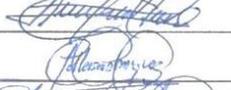
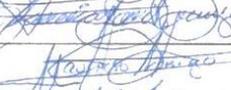
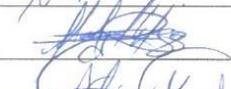
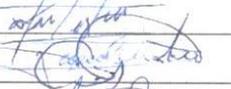
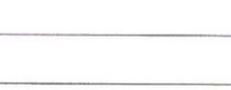
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACION CIENCIA Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

Socialización de trabajo de grado: Elaboración de guías de prácticas de laboratorio para el análisis de los motores crdi de la camioneta volkswagen amarok y mazda bt-50.

Nómina de estudiantes del décimo semestre

| N | Nombre y Apellido | Cedula | Firma |
|----|--------------------|-------------|---|
| 1 | Robinson Ayala | 100354489-5 |  |
| 2 | Andrés Moreno | 100323317-6 |  |
| 3 | Tobías Enríquez | 100365336-3 |  |
| 4 | Francisco Omeza | 1003483896 |  |
| 5 | Guillermo Arcelega | 100297973-8 |  |
| 6 | Yonny Chicaiza | 100302263-7 |  |
| 7 | César Morales | 100351001-1 |  |
| 8 | Andrés Arévalo | 100352440-0 |  |
| 9 | Jefferson Pérez | 040161602-4 |  |
| 10 | FRANCISCA QUITAMA | 040178216-4 |  |
| 11 | Andrés Torres | 100348784-8 |  |
| 12 | Daniel Villaneal | 100369609-1 |  |
| 13 | Hugo Tulcán | 040177131-6 |  |
| 14 | Pablo Copin | 100391319-9 |  |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |



**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 textos completos en formato 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: | 100318801-6 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Haro Rueda Diego Raúl | | |
| DIRECCIÓN: | Cotacachi | | |
| EMAIL: | dgo020290@gmail.com | | |
| TELÉFONO FIJO: | | TELÉFONO MÓVIL: | 0984817655 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-----------------------------|--|
| TÍTULO: | "ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE LOS MOTORES CRDi DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK Y MAZDA BT-50." |
| AUTOR (ES): | Haro Rueda Diego Raúl Vargas Jarrín Damián Israel |
| FECHA: AAAAMMDD | 2015-07-22 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniería en Mantenimiento Automotriz |
| ASESOR /DIRECTOR: | Msc. Carlos Mafla |

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Diego Raúl Haro Rueda con cédula de identidad Nro. 100318801-6 en calidad de autor y titular 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

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio del 2015

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:

(Firma).....
Nombre: Diego Raúl Haro Rueda
C.I.: 100318801-6

Facultado por resolución de Consejo Universitario



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Diego Raúl Haro Rueda, con cédula de identidad Nro. 100318801-6 pongo en manifiesto mi 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 "ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE LOS MOTORES CRDI DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK Y MAZDA BT-50", 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 nuestra condición de autores reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

TELÉFONO: 0991117102
MÓVIL: 0991117102

DATOS DE LA OTRA

TÍTULO: ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE LOS MOTORES CRDI DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK Y MAZDA BT-50.

(Firma) 
Nombre: Diego Raúl Haro Rueda
C.I.: 100318801-6

Haro Rueda Diego Raúl
Calle Jorge Quiroga Gallo
C. 100100

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio del 2015

PREGRADO PREGRADO POSGRADO

TÍTULO POR EL QUE OPTA: Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

ASESOR / DIRECTOR: MSc Carlos María



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato 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 IDENTIDAD: | DE | 100298267-4 | |
| APELLIDOS NOMBRES: | Y | Vargas Jarrín Damián Israel | |
| DIRECCIÓN: | | Pimampiro | |
| EMAIL: | | 7dmyan@gmail.com | |
| TELÉFONO FIJO: | 062937024 | TELÉFONO MÓVIL: | 0991117102 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-----------------------------|--|
| TÍTULO: | "ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE LOS MOTORES CRDi DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK Y MAZDA BT-50." |
| AUTOR (ES): | Haro Rueda Diego Raúl Vargas Jarrín Damián Israel |
| FECHA: AAAAMMDD | 2015-07-22 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniería en Mantenimiento Automotriz |
| ASESOR /DIRECTOR: | Msc. Carlos Mafla |



5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Vargas Jarrín Damián Israel, con cédula de identidad Nro. 100298267-4 ; y, en calidad de autor y titular 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.

6. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que son titulares del derecho patrimonial, 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 22 días del mes de Julio del 2015

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:

(Firma).....
Nombre: Vargas Jarrín Damián Israel
C.I.: 100298267-4

Facultado por resolución de Consejo Universitario



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Vargas Jarrín Damián Israel, con cédula de identidad Nro. 100298267-4; pongo en manifiesto mi 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 (es) de la obra o trabajo de grado denominado: "ELABORACIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA EL ANÁLISIS DE LOS MOTORES CRDi DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK Y MAZDA BT-50", 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 nuestra 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).....
Nombre: Vargas Jarrín Damián Israel
C.I.: 100298267-4

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio del 2015