



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL
DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DE UN MOTOR AVEO PARA LA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE**

AUTORES:

ÁVILA TAPIA, NELSON ANDRÉS

GUACHAMIN COQUE, NELSON PATRICIO

DIRECTOR: ING. VÉLEZ SALAZAR, JONATHAN SAMUEL

LATACUNGA

2020



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que la Monografía, ***“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DE UN MOTOR AVEO PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE”*** fue realizado por los señores ***Ávila Tapia, Nelson Andrés*** y ***Guachamin Coque, Nelson Patricio***, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos ,técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 04 de febrero del 2020

.....
ING. VÉLEZ SALAZAR, JONATHAN SAMUEL.

C.C.:05021559551



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, *Ávila Tapia, Nelson Andrés y Guachamin Coque, Nelson Patricio*, declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía: ***“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DE UN MOTOR AVEO PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE”*** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 04 de febrero del 2020

**ÁVILA TAPIA
NELSON ANDRÉS
C.C.: 0503659534**

**GUACHAMIN COQUE
NELSON PATRICIO
C.C.: 0504551607**



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, *Ávila Tapia, Nelson Andrés y Guachamin Coque, Nelson Patricio*, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: ***“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DE UN MOTOR AVEO PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE”*** en el repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 04 de febrero del 2020

ÁVILA TAPIA
NELSON ANDRÉS
C.C.: 0503659534

GUACHAMIN COQUE
NELSON PATRICIO
C.C.: 0504551607

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico principalmente a Dios, por permitirme obtener uno de los anhelos más deseados en vida estudiantil, como lo es la culminación de una carrera profesional.

A mis padres, por el apoyo incondicional en esta etapa de formación académica, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí, quienes han sido parte fundamental para escribir este libro, ellos son quienes me dieron grandes enseñanzas y los principales protagonistas de este “sueño alcanzado”.

GUACHAMIN COQUE, NELSON PATRICIO

DEDICATORIA

Agradecemos a Dios por ser mi fortaleza en aquellos momentos de dificultad y además por permitirme formarme profesionalmente en la carrera universitaria que más me apasiona. Gracias a mis padres por ser las personas que han velado por mis sueños, y cada uno de mis propósitos que me e impuesto en mi persona, además de sus valores éticos y sabios consejos que me han brindado.

A mis hermanos por su apoyo incondicional, durante todo este tiempo, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

ÁVILA TAPIA, NELSON ANDRÉS

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE por ser parte del eje fundamental en nuestra enseñanza siendo ella quien impartió su conocimiento, además de grandes enseñanzas humanas, y de esta manera brindarnos una oportunidad para surgir como profesionales.

De igual manera al personal docente de tan prestigiosa universidad, quienes no dudaron en compartir sus conocimientos con nosotros, en especial al Ingeniero Jonathan Vélez Salazar, director de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, quien a su vez es nuestro tutor académico del proyecto técnico de grado por aarnos brindado su ayuda, guiando y revisando periódicamente nuestro trabajo para que cumpla con las normas técnicas que requiere la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

GUACHAMIN COQUE, NELSON PATRICIO

AGRADECIMIENTO

Gracias a dios por ser tan generoso, por consagrar cada día de mi carrera, dándome la posibilidad de concluir una meta profesional además de conseguir mi título universitario.

Agradezco de todo corazón a mis padres por el empeño que realizaron para que pueda finalizar mi carrera, a toda mi familia que estuvieron apoyándome en el lapso de mis estudios.

Además, como no estar agradecido a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por acogerme y otorgarme la oportunidad de prepararme y poder culminar mi carrera, de la misma forma a todo el personal docente que día a día estuvieron ayudándome y compartiendo sus conocimientos para poderme organizar de la mejor forma y ser un formidable profesional.

Y por último además reconocer a cada uno de mis amigos que estuvieron compartiendo clases en cada uno de los semestres de la carrera puesto que, debido a su hermandad, su compañerismo y ayuda logramos culminar una meta profesional.

ÁVILA TAPIA, NELSON ANDRÉS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEM.....	xvii
ABSTRACT	xviii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 General	5
1.4.2 Específicos	5

1.5 Alcance.....	6
------------------	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de inyección electrónica	7
2.1.1 Tipos de Sistemas de inyección electrónica.....	8
2.2 Unidad de control electrónica (ECU).....	11
2.3 OBD (On Board Diagnostics)	12
2.3.1 DTC (Diagnostic Trouble Code).....	13
a. Protocolos de comunicación.....	14
2.4 Introducción a los sensores del automóvil	16
2.4.1 Sensor de posición del cigüeñal (CKP).....	16
2.4.2 Sensor de posición del árbol de levas (CMP)	17
2.4.3 Sensor Lambda o de Oxígeno (EGO)	18
2.4.5 Sensor de posición de la mariposa (TPS).....	19
2.4.6 Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)	20
2.4.7 Sensor de presión absoluta de colector (MAP)	20
2.4.8 Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)	21
2.4.9 Sensor de golpeteo (KS).....	22
2.4.10 Sensor de velocidad del vehículo (VSS).....	23
2.4.11 Válvula de recirculación de gases de escape (EGR)	24
2.4.12 Sensor de posición del pedal de aceleración	25
2.5 Introducción a los actuadores del automóvil.....	26
2.5.1 Inyectores de combustible.....	26

2.5.2	Bobinas de ignición	27
2.5.3	Bomba de combustible	28

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1.	Especificaciones y requisitos de banco de pruebas	29
3.1.1.	Estructura	29
3.1.2.	Construcción.....	30
3.1.3.	Montaje de elementos mecánicos y eléctricos	31
a.	Motor	31
b.	Sistemas auxiliares	32
c.	Sistema eléctrico.....	33
d.	Cuadro de instrumento para simulación de averías.....	34
3.1.4.	Criterios de funcionamiento	34
3.2.	Abreviaturas de colores del cableado automotriz	35
3.3.	Diagnóstico electrónico.....	37
3.3.1	Sensor de posición del cigüeñal (CKP).....	37
a.	Circuito eléctrico	39
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	39
3.3.2	Sensor de posición del árbol de levas (CMP)	40
a.	Circuito eléctrico	41
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	42
3.3.3.	Sensor Lambda o de Oxígeno (EGO)	43
a.	Circuito eléctrico	44

b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	45
3.3.4.	Sensor de posición de la mariposa (TPS).....	47
a.	Circuito eléctrico	48
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	50
3.3.5.	Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)	52
a.	Circuito eléctrico	52
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	53
3.3.6.	Sensor de presión absoluta de colector (MAP)	55
a.	Circuito eléctrico	56
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	57
3.3.7.	Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)	58
a.	Circuito eléctrico	59
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	60
3.3.8.	Sensor de golpeteo (KS).....	61
a.	Circuito eléctrico	62
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	63
3.3.9.	Sensor de velocidad del vehículo (VSS)	64
a.	Circuito eléctrico	65
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	66
3.3.10.	Válvula de recirculación de gases de escape (EGR)	67
a.	Circuito eléctrico	68
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	69
3.3.11.	Inyectores de combustible	70
a.	Circuito eléctrico	71

b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	73
3.3.12.	Bobinas de ignición	74
a.	Circuito eléctrico	74
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	75
3.3.13.	Sensor de posición de pedal del acelerador (APP).....	77
a.	Circuito eléctrico	78
b.	Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)	79
3.4.	Mantenimiento	80
3.4.1.	Mantenimiento predictivo	81
3.4.2.	Mantenimiento preventivo	81
3.4.3.	Mantenimiento correctivo	82
3.4.4.	Precauciones.....	83
3.5.	Propuesta de implementación.....	85
3.5.1.	Introducción	85
3.5.2.	Objetivo de la propuesta.....	85
3.5.3.	Equipos e insumos necesarios para la implementación	86
3.5.4.	Consideraciones previas para la implementación	87
3.5.5.	Consideraciones después de cada actividad.....	87

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones	89
4.2	Recomendaciones.....	91
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

ANEXOS.....94

ANEXO A: Diseño y construcción del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico.

ANEXO B: Guías de prácticas.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Abreviaturas de los colores para cableado automotriz.</i>	36
Tabla 2 <i>Resultados de diagnóstico del sensor CKP.</i>	39
Tabla 3 <i>Interpretación de DTC del sensor CKP.</i>	40
Tabla 4 <i>Resultados de diagnóstico del sensor CMP.</i>	42
Tabla 5 <i>Interpretación de DTC del sensor CMP.</i>	43
Tabla 6 <i>Resultados de diagnóstico del sensor de oxígeno.</i>	46
Tabla 7 <i>Interpretación de DTC del sensor de oxígeno.</i>	47
Tabla 8 <i>Resultados de diagnóstico del sensor TP.</i>	50
Tabla 9 <i>Interpretación de DTC del sensor TPS.</i>	51
Tabla 10 <i>Resultados de diagnóstico del sensor ECT.</i>	54
Tabla 11 <i>Interpretación de DTC del sensor TPS.</i>	54
Tabla 12 <i>Resultados de diagnóstico del sensor MAP.</i>	57
Tabla 13 <i>Interpretación de DTC del sensor MAP.</i>	58
Tabla 14 <i>Resultados de diagnóstico del sensor IAT.</i>	60
Tabla 15 <i>Interpretación de DTC del sensor IAT.</i>	61
Tabla 16 <i>Resultados de diagnóstico del sensor KS.</i>	63
Tabla 17 <i>Interpretación de DTC del sensor KS.</i>	64
Tabla 18 <i>Resultados de diagnóstico del sensor VSS.</i>	66
Tabla 19 <i>Interpretación de DTC del sensor VSS.</i>	66
Tabla 20 <i>Resultados de diagnóstico de la válvula EGR</i>	69
Tabla 21 <i>Interpretación de DTC de la válvula EGR.</i>	70
Tabla 22 <i>Resultados de diagnóstico de los inyectores de combustible.</i>	73
Tabla 23 <i>Interpretación de DTC por parte de los inyectores de combustible.</i>	73
Tabla 24 <i>Resultados de diagnóstico en las bobinas de ignición.</i>	76
Tabla 25 <i>Interpretación de DTC por parte de las bobinas de ignición.</i>	76
Tabla 26 <i>Resultados de diagnóstico del sensor APP.</i>	79
Tabla 27 <i>Interpretación de DTC del sensor APP.</i>	80
Tabla 28 <i>Actividades de mantenimiento según el kilometraje.</i>	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de inyección multipunto y mono punto.....	9
Figura 2. Clasificación por el tipo de inyección	10
Figura 3. Unidad de control electrónico (ECU).....	12
Figura 4. Significado de código de falla (DTC).....	14
Figura 5. Tipos de protocolos y marcas relacionadas	15
Figura 6. Designación de terminales utilizados por los protocolos de comunicación	15
Figura 7. Diagrama de flujo de señales de salida.....	16
Figura 8. Sensor CKP.....	17
Figura 9. Sensor CMP	18
Figura 10. Sensor de Oxígeno.....	19
Figura 11. Sensor TPS.....	19
Figura 12. Sensor ECT.....	20
Figura 13. Sensor MAP.....	21
Figura 14. Sensor IAT	22
Figura 15. Sensor KS	22
Figura 16. Sensor VSS	23
Figura 17. Válvula EGR.....	25
Figura 18. Sensor de posición del pedal de aceleración.....	26
Figura 19. Inyectores de combustible	27
Figura 20. Bobina de ignición	27
Figura 21. Bomba de combustible	28
Figura 22. Diseño de la estructura para el banco de pruebas	30
Figura 23. Construcción de la estructura para el banco de pruebas	31
Figura 24. Montaje del motor y sistemas auxiliares	33
Figura 25. Funcionamiento del sensor CKP sobre el disco Fónico	38
Figura 26. Señal del sensor efecto Hall.....	38
Figura 27. Circuito eléctrico del sensor CKP.....	39
Figura 28. Circuito eléctrico del sensor CMP.....	42

Figura 29. Circuito eléctrico del sensor de oxígeno.....	45
Figura 30. Circuito eléctrico del sensor TPS.	49
Figura 31. Factores de trabajo del sensor ECT	52
Figura 32. Circuito eléctrico del sensor ECT.....	53
Figura 33. Diagrama representativo de presión vs. Voltaje del sensor MAP	55
Figura 34. Circuito eléctrico del sensor MAP.....	56
Figura 35. Curva característica de una resistencia con coeficiente de temperatura negativo	59
Figura 36. Circuito eléctrico del sensor IAT.....	60
Figura 37. Circuito eléctrico del sensor KS.	62
Figura 38. Circuito eléctrico del sensor VSS.....	65
Figura 39. Circuito eléctrico de la válvula EGR.....	68
Figura 40. Oscilograma de funcionamiento del inyector.	71
Figura 41. Circuito eléctrico de los inyectores de combustible.	72
Figura 42. Circuito eléctrico de las bobinas de ignición.....	75
Figura 43. Circuito eléctrico del sensor APP.....	78

RESUMEN

La presente monografía trata de la implementación de un banco de pruebas para el diagnóstico electrónico, y simulación de averías, que beneficiará a los estudiantes de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE. En el presente trabajo encontraremos información relevante sobre sistemas inyección electrónica, así como el funcionamiento de diversos sensores y actuadores que hacen posible el funcionamiento del motor. El presente escrito detalla en el capítulo I la necesidad de contar con un banco de pruebas para el diagnóstico electrónico y simulación de averías carente para las ejecuciones prácticas de laboratorio de sistemas de inyección electrónica, que se realizan conforme a la enseñanza teórica-práctica de los alumnos de la carrera. En el capítulo II encontraremos información relevante de los diversos componentes mecánicos y electrónicos de los sistemas de inyección, así como su funcionamiento e importancia. El capítulo III cita el diseño y construcción del banco de pruebas, además de las comprobaciones de funcionamiento e igualmente la simulación de averías de sensores y actuadores, también se detalla el plan de mantenimiento asimismo la propuesta de implementación del banco de pruebas. Por último, se menciona citas bibliográficas que favorecieron en la realización de la investigación, así como también cuenta con guías de práctica de sensores y actuadores.

PALABRAS CLAVE:

- **AUTOMÓVILES - DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO**
- **SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA**
- **AUTOMÓVILES - SENSORES Y ACTUADORES**

ABSTRACT

The objective of the present degree work prior to obtaining the degree of Automotive Mechanics Technologist is the implementation of a test bench for electronic diagnosis and failure simulation, which will benefit the students of the Higher Technology Degree in Automotive Mechanics of the Technology Management Unit - ESPE. In this work, we will find relevant information about electronic injection systems, as well as the operation of various sensors and actuators that make possible the operation of the engine. This paper details in chapter I the need for a test bench for electronic diagnosis and fault simulation lacking for the practical execution of electronic injection systems laboratory, which are performed according to the theoretical and practical teaching of the students of the career. In chapter II, we will find relevant information about the different mechanical and electronic components of the injection systems, as well as their operation and importance. Chapter III covers the design and construction of the test bench, as well as the functional checks and failure simulation of sensors and actuators. The maintenance plan is also detailed, as well as the proposal for the implementation of the test bench. Finally, it mentions bibliographic references that helped in the realization of the research, as well as practice guides for sensors and actuators.

KEY WORDS:

- **ELECTRONIC DIAGNOSIS**
- **ELECTRONIC INJECTION SYSTEMS**
- **SENSORS AND ACTUATORS**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

Los motores de combustión interna, hoy en día constituyen la mayor fuerza mecánica que moviliza a las grandes industrias las cuales dependen de muchos factores principalmente del transporte y en muchos de los casos trabajos que demandan una fuerza mayor, haciendo de este tipo de motor unos de los más cotizados, por el desempeño y ahorro de combustible que estos representan.

De tal manera que la implementación de un banco de pruebas para el diagnóstico electrónico permitirá el interaprendizaje teórico- práctico de los estudiantes de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

De acuerdo a (Alcocer & Salazar, 2012) quienes efectuaron el “Diseño y construcción de un banco de pruebas del sistema de red y multiplexado integral del motor del Peugeot 407” Menciona que la implementación de un banco de pruebas del sistema de red y multiplexado integral del motor del Peugeot 407 permitió satisfacer la necesidad específica de montar, desmontar, reconocer y analizar el funcionamiento de cada una de las partes y piezas del motor, influenciando notablemente para la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas de cada uno de los estudiantes, constituyendo un apoyo fundamental para la enseñanza-aprendizaje por lo cual permitirá desarrollar destrezas y conocimientos en los sistemas de red y multiplexado integral del motor del Peugeot 407.

Además de acuerdo a (Rosero Gavidia, 2014) cuyo trabajo se basa en la “Implementación de un banco de pruebas automatizado para el diagnóstico del motor Optra 1.8 del laboratorio de Autotrónica” se pudo determinar que la implementación de un banco de pruebas automatizado para el diagnóstico del motor Optra 1.8 del laboratorio de Autotrónica, constituye una herramienta fundamental para la capacitación e igualmente de la enseñanza de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz, por lo cual permitió mejorar el nivel de conocimiento por parte de los estudiantes.

El presente trabajo busca desempeñar actividades correlacionadas a la detección de averías y reparación de los sistemas electrónicos que dispone el vehículo, conllevando con esto a un gran beneficio tanto para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz como para sus estudiantes los cuales desarrollaran destrezas tales como rapidez y eficiencia oportuna, al localizar averías e inmediatamente proponer posibles soluciones, siendo así una gran ayuda en la enseñanza teórica-práctica como tecnólogos automotrices.

1.2 Planteamiento del problema

La Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE, sitúa el problema referente a la carencia de contar con un banco de pruebas para el diagnóstico electrónico y simulación de fallas, por ende, la enseñanza de los estudiantes que conforman la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz no se efectúa en su totalidad, en lo que corresponde al estudio del funcionamiento de partes y sistemas electrónicos que conforman dichos motores.

Debido a la inexistencia de un banco de pruebas para el diagnóstico electrónico en los laboratorios de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE, el presente trabajo busca suplantar esa necesidad presente, además de ello también busca el fortalecimiento práctico de cada uno de sus estudiantes con una guía didáctica específica del motor que gracias a sus funciones sirva como herramienta fundamental para la capacitación de los estudiantes, con el fin de mejorar el nivel de conocimiento teórico - práctico.

Por consiguiente, si no se suplanta la necesidad de contar con un banco de pruebas para el diagnóstico electrónico principalmente en los sensores, no se podrá satisfacer la necesidad específica de reconocer y analizar el funcionamiento de cada una de las partes y componentes electrónicos del motor, siendo los motores que cuentan con sistemas electrónicos uno de los más complejos en el campo automotor, y viéndose reflejado como una carencia de conocimientos en la detección de DTC, disminuyendo así la eficacia y la eficiencia esperada al realizar esta tarea por parte de los estudiantes

1.3 Justificación

El presente proyecto está encaminado a buscar una solución al problema que presenta la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, en la carencia de contar con un banco de pruebas para el diagnóstico, simulación de fallas y funcionamiento electrónico de un motor de combustión interna además que permita reconocer y analizar el funcionamiento de cada uno de sus componentes eléctricos y electrónicos.

Este trabajo tendrá como fin aportar conocimientos específicos con respecto al funcionamiento e instalación de sensores y sistemas electrónicos cuyo fin será indispensable para conllevar la enseñanza teórica-práctica de los estudiantes de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, siendo capacitados para diagnosticar eficaz y oportunamente las distintas fallas, así como también poder brindar un correcto mantenimiento preventivo a estos motores.

Por tal razón este proyecto abarca un sin número de habilidades conocimiento destrezas y aptitudes que se ha podido adquirir en el proceso de enseñanza y formación, y es por esta razón que el proyecto será una forma de demostrar la competencia profesional que se ha adquirido.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- Implementar un banco de pruebas de un motor Aveo mediante la adaptación de circuitos de control de sensores y actuadores para realizar el diagnóstico y la simulación del funcionamiento de los sistemas electrónicos del motor, para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE

1.4.2 Específicos

- Investigar y recolectar información acerca del mantenimiento, reparación y funcionamiento de sistemas eléctricos y electrónicos.
- Construir una estructura de soporte para el banco de pruebas y simulación de fallas de los sistemas eléctricos y electrónicos, así como también de los sistemas de control del motor.
- Simular pruebas de funcionamiento influenciando el comportamiento y forma de trabajo de los sistemas eléctricos y electrónicos.
- Recolectar datos técnicos que permitan garantizar el funcionamiento del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico y simulación de averías.
- Elaborar una guía de práctica y plan de mantenimiento del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico que facilite las prácticas de laboratorio.

1.5 Alcance

El presente proyecto tiene como alcance la implementación de un banco de diagnóstico electrónico de un motor a inyección electrónica en el cual se podrá simular el funcionamiento neto de los sistemas electrónicos que dispone el motor, además se podrá simular averías mediante la interrupción de señal generada por cada uno de los sensores, adicionalmente contara con un dispositivo electrónico en el cual se podrá visualizar datos el funcionamiento en tiempo real, así como curvas representativas de los sensores ya sea cuando estos se encuentren trabajado correctamente así como en el momento que genere un DTC para simular una avería en el sistema así como la manera en la que influye cada DTC, en el comportamiento del motor.

En el desarrollo de este proyecto se realizará una evaluación técnica del motor, y la recolección de datos técnicos como el número de DTC que podremos generar con la simulación de fallas por consiguiente las posibles causas, averías y soluciones que se presenta en el banco de pruebas, así como también en el automóvil.

Posteriormente se procederá a realizar una propuesta de una guía de práctica y plan de mantenimiento del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico. Una vez implementado este banco de pruebas, los estudiantes tendrán la facilidad de realizar futuros proyectos, adaptando dispositivos tecnológicos que permitan profundizar el estudio de otros sistemas que constituye una parte fundamental para el funcionamiento del motor.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de inyección electrónica

Los sistemas de inyección electrónica representan un avance tecnológico sumamente importante para la industria automotriz. El sistema se crea a partir de una necesidad primordial de reducir la contaminación ambiental, mejorar la potencia y además la aceleración de los vehículos, conllevando a generar un gran ahorro económico en consumo de combustibles fósiles, siendo estas las principales causas de la creación de estos tipos de sistemas de inyección electrónica.

El sistema de inyección electrónica permite regular y controlar de manera minuciosa la cantidad exacta de combustible que deben ingresar a los cilindros, de tal manera que la combustión del combustible sea la más eficiente posible, el combustible que será suministrado será el apropiado para cumplir con las demandas del motor, las cuales deben variar dependiendo los diversos regímenes de conducción, todos estos factores son analizados de manera rigurosa por el sistema de inyección electrónica.

El sistema se basa básicamente en la interpretación de datos a través de señales eléctricas, que son proporcionados por dispositivos electrónicos (sensores) los cuales monitorean y registran variables que son enviadas a la unidad de control electrónico, donde se procesa la información y se efectúan los cálculos necesarios para determinar las cantidades exactas de mezcla estequiométrica, la cual debe ser administrada a los cilindros, dicho proceso se lo efectúa en cuestión de milisegundos. En los vehículos la forma de trabajo varia pero el fin es el mismo

2.1.1 Tipos de Sistemas de inyección electrónica

- **Por el lugar en el que inyectan:**

- **Inyección directa:** Es un sistema que actualmente lo encontramos en todos los vehículos de alta gama. La electrobomba suministra el combustible bajo una presión que oscila entre valores de 200-250bar. Mejorando de esta forma la evaporación del combustible, que lo inyecta directamente en la cámara de combustión.
- **Inyección indirecta:** Considerados todos los sistemas de inyección electrónica en la cual el combustible previamente ajustado a la mezcla estequiométrica requerida, se lo suministra en el colector de admisión.

- **Por el número de inyectores:**

- **Mono punto:** Esta inyección la efectúa un solo inyector que lo realiza en un lugar determinado, generalmente en el múltiple de admisión de ahí su nombre (mono punto), la inyección que se produce abastece para cada uno de los cilindros generalmente se la encuentra en motores de baja cilindrada
- **Multipunto:** Este sistema a diferencia del mono punto utiliza un inyector en cada cilindro para administrar el combustible, para esto se ayuda de la ECU (Unidad de control electrónico) encargada de controlar el tiempo en que se realiza la inyección y además de supervisar la cantidad de mezcla estequiométrica necesaria dependiendo de las necesidades del motor.

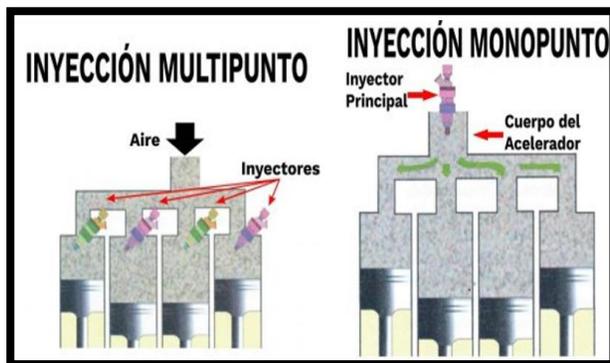


Figura 1 . Proceso de inyección multipunto y mono punto

Fuente: (Soloparamecanicos, 2019)

• **Por el tipo de inyección:**

- **Secuencial:** La inyección se realiza únicamente cuando se sincronice con el encendido, es decir se inyectará en el momento exacto que el pistón se encuentre en el tiempo de admisión.
- **Semi-secuencial:** Los inyectores reciben la señal producida por la ECU para que el combustible sea inyectado de forma continua, la información que la ECU envía lo hace de manera secuencial manteniendo la sincronización y la concordancia con el tiempo de encendido. Por tal razón recibe el nombre de semi- secuencial.
- **Simultánea:** Todos los inyectores suministran el combustible al mismo tiempo, una vez por cada dos vueltas del cigüeñal, se podría mencionar una ventaja, al ser considerado como uno de los sistemas más sencillos de inyección electrónica al no contar con una centralita de procesamiento compleja y además de no tener la necesidad de contar con mayor número de sensores.

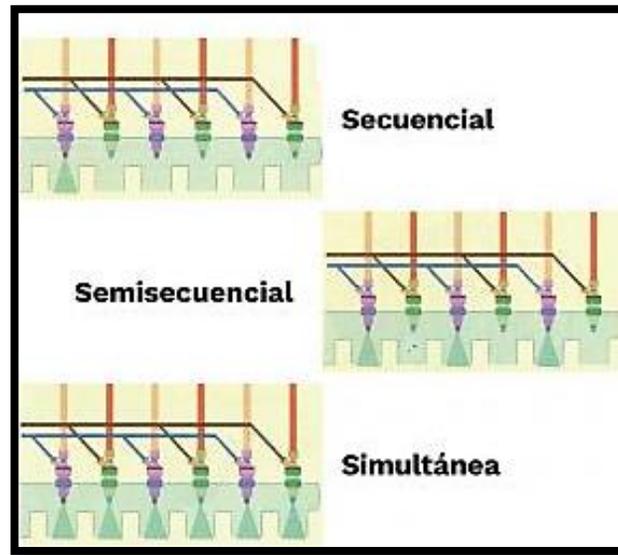


Figura 2. Clasificación por el tipo de inyección

Fuente: (Soloparamecanicos, 2019)

• **Por su funcionamiento:**

- **Mecánica:** En este sistema el combustible es suministrado por los inyectores con la ayuda de la presión que la misma bomba de combustible los alimenta
- **Sistema L-Jetronic:** El sistema controla el flujo de aire y combustible electrónicamente, con ayuda de señales eléctricas enviadas por sensores que registran y monitorean diversos factores de funcionamiento del motor dependiendo el medio en el que se desarrolla, las señales que se mencionan son enviadas a la unidad de control electrónico para ser analizadas y procesadas para determinar la cantidad y el tiempo exacto en el que se debe administrar el combustible.
- **Sistema Digijet:** A través de la medición de caudal de aire, el sistema controla y registra electrónicamente la administración del combustible. Además, emplea inyectores de arranque en frío.

- **Sistema Digifant:** Este sistema presenta mejoras al sistema Digijet, en donde se suprime los inyectores de arranque en frío. Los inyectores que este sistema dispone para administración del combustible trabajan simultáneamente.
- **Motronic:** Es una combinación con el sistema L-Jetronic, con la inserción de un sistema de regulación integrado en el motor además de la ayuda de un sistema de encendido electrónico.

2.2 Unidad de control electrónica (ECU)

Este dispositivo electrónico también es conocido como ECM (Modulo de control del motor) o PCM (Modulo de control del tren motriz), en la actualidad este dispositivo electrónico se lo encuentra en todos los vehículos modernos, siendo el componente principal para el funcionamiento del motor y vehículo.

Considerada como la computadora principal para la ejecución de tareas que permiten el rendimiento de motor, además de facilitar la conducción del vehículo. La ECU recibe constantemente información de los sensores alojados en el motor, que emiten señales eléctricas las cuales son interpretadas por la ECU para calcular la chispa y el combustible necesario, obteniendo una mayor eficiencia y potencia del motor.

La unidad de control electrónica desempeña un papel sumamente importante, siendo esta quien controla varias de las funciones esenciales para el funcionamiento del motor, tales como el tiempo de inyección, el tiempo de encendido y el porcentaje de mezcla estequiométrica que debe ingresar a los cilindros dependiendo de las necesidades del motor. Cuando la ECU presenta algún

tipo de avería, se percibe claros síntomas de descoordinación que alertan al conductor, en el peor de los casos hace que el vehículo no sea manejable.

La ECU es un ordenador abordo, constituida por un hardware que aloja a un sin número de semiconductores electrónicos como diodos, transistores, condensadores, resistencias y circuitos integrados, sellados por una cubierta metálica a prueba de manipulaciones. En el hardware se encuentra instalado un software reprogramado que permite determinar parámetros aceptables y transmite comandos que se basan en datos de entrada que recibe de los sensores, todo este proceso se lo realiza en cuestión de milisegundos haciendo de esta, una tecnología muy sensible.



Figura 3. Unidad de control electrónico (ECU)

2.3 OBD (On Board Diagnostics)

Es un sistema diseñado para controlar y diagnosticar problemas en el motor, su primera versión, el OBD I surge en la década de los setenta hasta principios de los ochenta, viéndose en la necesidad de regular y controlar la emisión de gases contaminantes.

En la década de los noventa surge la segunda generación, el OBD II, este sistema incluye varias mejoras, entre ellas la lectura de códigos de falla o también denominados DTC y además de poder leer datos y factores de trabajo de los diversos sensores, alojados en el motor en tiempo real, de tal manera que se facilita la inspección y el diagnóstico de cada vehículo para examinar y controlar que se cumplan con los estándares de funcionamiento que rige cada fabricante.

El OBD II controla el trabajo de cada uno de los sensores, una vez que alguno de ellos presente un comportamiento inusual, el sistema alerta al conductor con un sistema de lámpara denominado Check Engine, que no es más que un testigo luminoso alojado en el tablero. El sistema almacena un registro de la falla y las condiciones en las que se ha producido, designándole un código (DTC) para posteriormente pueda ser interpretado por un dispositivo de diagnóstico (Scanner), de tal manera que se logra controlar el correcto funcionamiento del motor.

2.3.1 DTC (Diagnostic Trouble Code)

Los DTC (Diagnostic Trouble Code o Códigos de diagnóstico de problemas) son una serie de códigos alfanuméricos que permite determinar la causa de una avería, que el motor estuviera padeciendo. Los códigos se obtienen a partir de un dispositivo externo siendo el más común el Scanner Automotriz, que se entrelaza con el sistema OBD permitiendo diagnosticar y determinar la avería, en la figura 4, se cita un ejemplo de un DTC y el significado de cada uno de sus caracteres alfa numéricos.

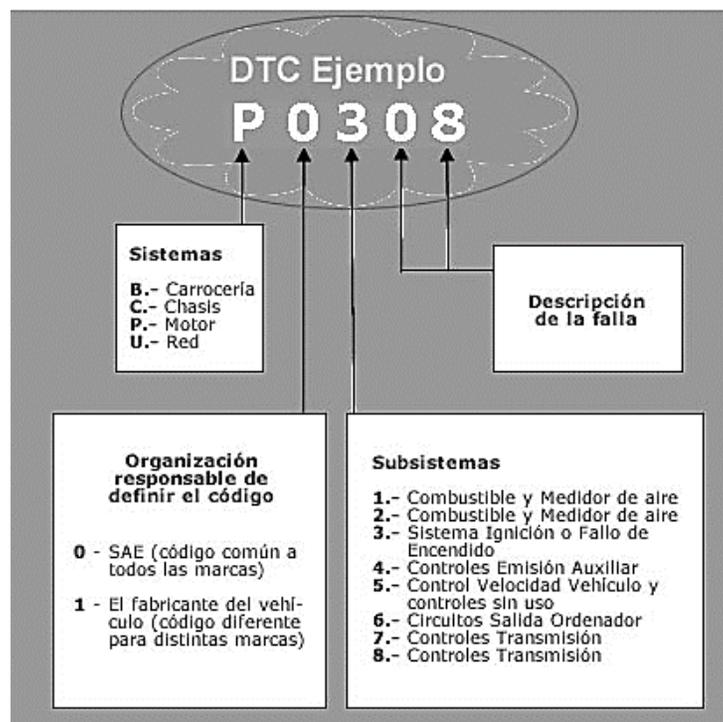


Figura 4. Significado de código de falla (DTC)

Fuente: (Meganeboy, 2014)

a. Protocolos de comunicación

Para garantizar el correcto intercambio de redes de comunicación automotriz se han creado normas y estándares a nivel de diagnóstico automotriz por las diversas organizaciones internacionales, de esta manera surgen los protocolos de comunicación automotriz que los emplean las diferentes marcas de vehículos en el mundo.

PROTOCOLO	MODO	MARCAS RELACIONADAS
SAE J1850 VPW:	Modulación por ancho de pulso variable.	Línea General Motors.
SAE J1850 PWM:	Modulación por ancho de pulso.	Ford, Lincoln y Mercury.
ISO 9141-2, ISO 14230-4 (KWP2000):	Comunicación serial	Chrysler, Jeep, Dodge, Nissan, Volvo, Mitsubishi, Europeos y Asiáticos.
ISO 15765-4 (CAN BUS):	Red de área del controlador.	BMW y autos del 2008 a futuro.

Figura 5. Tipos de protocolos y marcas relacionadas

Fuente: (Moyano, 2018)

Cada uno de los protocolos tiene designados terminales específicos en el conector OBD II que dependen de cada fabricante, como podemos ver en la figura 6, se detallan los terminales que los protocolos automotrices emplean para el diagnóstico electrónico.

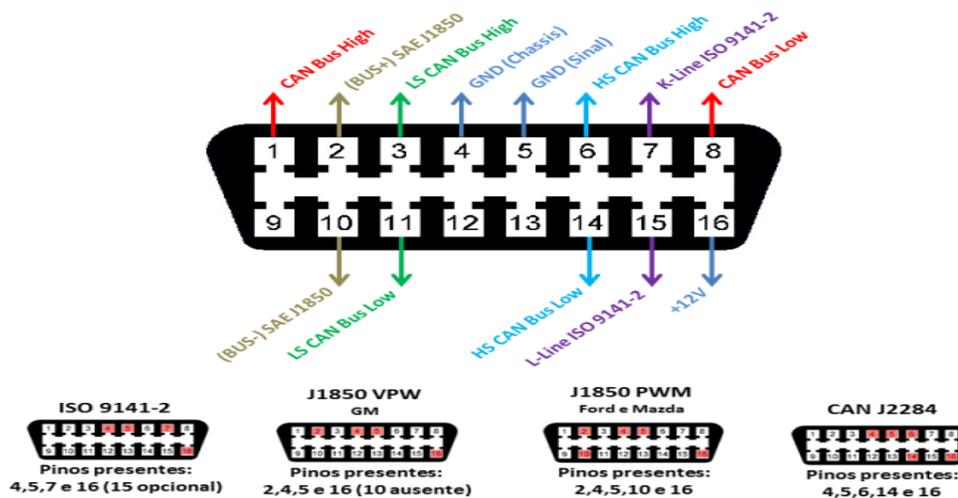


Figura 6. Designación de terminales utilizados por los protocolos de comunicación

Fuente: (Moyano, 2018)

2.4 Introducción a los sensores del automóvil

Los sensores tienen como función transformar toda condición de trabajo que esta reciba en variaciones de voltaje, estas condiciones puede ser movimiento, presión, temperatura, o cualquier clase de energía que se produzca en el vehículo. Una vez que se genera la señal, es configurada mediante la ayuda de la Unidad de control electrónico (ECU) del vehículo, este aparato electrónico lee todas las señales que ingresan como voltaje mediante interruptores, transformadores, generadores, resistores, etc., que pueden recibir algún movimiento mecánico o físico y producir señales digitales o analógicas. Existen varios tipos de sensores cuya aplicación dependerá de las condiciones de operación. Entre los distintos tipos de sensores podemos encontrar los siguientes: resistivos, termistores, potenciómetros, inductivos, iónicos, de efecto Hall y ópticos. (Núñez, 2018)

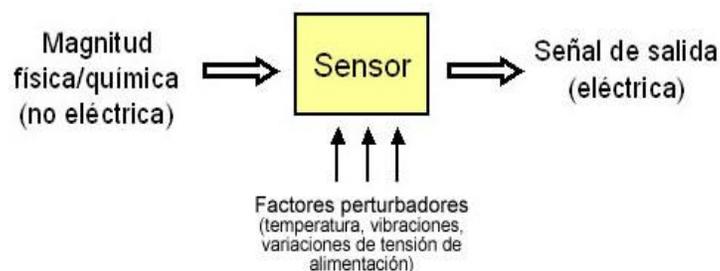


Figura 7. Diagrama de flujo de señales de salida

Fuente: (Meganeboy, 2014)

2.4.1 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

Los sensores CKP (sensor de posición del cigüeñal), son de tipo inductivo, de efecto Hall y ópticos estos sensores se encargan de registrar la posición del cigüeñal y la velocidad de giro. El

cigüeñal dispone de una rueda dentada que consta de ranuras que generan impulsos magnéticos semejantes, cuyo número depende de la aplicación que se le da. El sensor CKP genera impulsos de tensión producidos por el campo magnético que se genera entre el sensor y cada ranura de la rueda, siendo semejantes los impulsos de tensión a diferencia de la última ranura que presenta una longitud mucho mayor que las demás.

La ECU recibe estos impulsos de tensión y logra determinar el tiempo de trabajo de cada pistón, logrando de esta manera generar la ignición de cada bobina y la apertura de los inyectores en el momento exacto en el que se lo requiere. Si en un remoto caso el sensor deja de generar los impulsos el motor tiende a parar.



Figura 8. Sensor CKP

2.4.2 Sensor de posición del árbol de levas (CMP)

Es un sensor conocido por sus siglas en inglés CMP (Camshaft Position Sensor), de tipo inductivo y se localiza generalmente en la parte posterior de la culata en la salida árbol de levas de las válvulas de escape del motor. Este sensor calcula las vueltas de giro del motor, generando una señal al módulo de control electrónico para que realice la activación del punto exacto de inyección, activación de las bobinas de encendido y el avance de encendido. (Núñez, 2018)



Figura 9. Sensor CMP

2.4.3 Sensor Lambda o de Oxígeno (EGO)

Comúnmente denominado sensor de oxígeno, este sensor mide la concentración y porcentaje de oxígeno que se encuentra en los gases de escape. Los vehículos de alta gama disponen de dos sensores de O₂ ubicados antes y después del catalizador, que generan variaciones de voltaje que son interpretadas por la ECU para determinar la dosificación de combustible.

El catalizador permite producir una reacción química, convirtiendo el carbono y los hidrocarburos generados por la combustión en vapor de agua y dióxido de carbono que de cierta forma reducen la emisión contaminante del vehículo.

La segunda sonda controla el correcto funcionamiento del catalizador y permite que la ECU ajuste las variantes de la sonda anterior, ya que al ser la primera que recibe los gases de escape directamente, tiende a deteriorarse mucho más rápido



Figura 10. Sensor de Oxigeno

2.4.5 Sensor de posición de la mariposa (TPS)

Sensor de posición de la mariposa TPS (Throttle Position Sensor), encargado de informar a la ECU de la posición en la que se encuentra la mariposa de aceleración, son de tipo potenciómetro por lo que su resistencia varía dependiendo de la posición de la mariposa, dichas variaciones se ven reflejadas en los voltajes de tensión que ingresan a la ECU, que son analizadas y procesadas, permitiendo determinar la mezcla estequiométrica que debe ingresar al interior del cilindro en función del TPS.



Figura 11. Sensor TPS

2.4.6 Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)

El sensor ETC determina la temperatura del líquido refrigerante, mediante una resistencia interna que varía su valor óhmico a medida que se incrementa la temperatura. Se encuentra ubicado generalmente en la culata en la parte posterior al motor.

La ECU activa la ventilación electrónica en función de la señal producida por el ECT además de informar de la temperatura del motor al conductor mediante un testigo luminoso ubicado en el interior de la cabina.



Figura 12. Sensor ECT

2.4.7 Sensor de presión absoluta de colector (MAP)

Son sensores de presión absoluta, permiten determinar el grado de presión absoluta del múltiple de admisión, entre la mariposa de aceleración y la culata del motor que se ven afectados por variantes como la velocidad, carga y presión atmosférica a la que se encuentra sometido el vehículo.

Con la ayuda de la presión que se registra, el MAP transforma estos valores en una salida de tensión, cuando la presión del colector es superior indica que el nivel de vacío es bajo, estos y otros factores como la temperatura permiten que la ECU determine la densidad del aire, además de procesar estos valores y determinar la cantidad de aire que debe ingresar al motor.



Figura 13. Sensor MAP

2.4.8 Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

Este sensor se encarga de determinar la temperatura del aire que ingresa al múltiple de admisión, se encuentra compuesto por un termistor o resistencia interna, cuyo valor varía dependiendo de la temperatura a la que sea sometida. La resistencia registra un valor óhmico alto cuando la temperatura es baja y cuando la temperatura es alta el valor óhmico se torna bajo.

La ECU suministra al sensor IAT un voltaje que oscila entre los 4.5V a 5V, este se ve afectado por las variantes óhmicas que generan las resistencias internas, convirtiéndolas en cambios de tensión. Dichos cambios de tensión son registrados por la ECU para determinar la dosificación del combustible con la ayuda de otras variables que proporcionan el resto de sensores.



Figura 14. Sensor IAT

2.4.9 Sensor de golpeteo (KS)

Se lo denomina también como detector de picado, cumple la tarea de informar a la ECU la detonación del combustible, se encuentra montado en el bloque del motor, este sensor produce variaciones de tensión que varían en función de las vibraciones que produce el motor, la ECU registra y almacena datos de estas variaciones de tensión, las cuales son procesadas para ajustar el avance y el tiempo de encendido del motor.



Figura 15. Sensor KS

2.4.10 Sensor de velocidad del vehículo (VSS)

El sensor de velocidad del vehículo o también conocido sensor VSS (Sensor Speed Vehicle) por sus siglas en inglés, se caracteriza por ser un sensor de tipo generador o de imán permanente, su ubicación en el vehículo es en la salida del eje de la caja de cambios.

El VSS se encarga de informarle al ECM de la velocidad del vehículo para controlar la rotación en marcha lenta, enriquecimiento de combustible durante la aceleración, y el corte de combustible durante la desaceleración. El VSS proporciona una señal de corriente alterna al ECM la cuál es interpretada como velocidad del vehículo. Este sensor es un generador de imán permanente montado en el trans eje. Al aumentar la velocidad del vehículo la frecuencia y el voltaje aumentan, entonces el ECM convierte ese voltaje en Km/h, el cual usa para sus cálculos. (Cevallos, 2016)

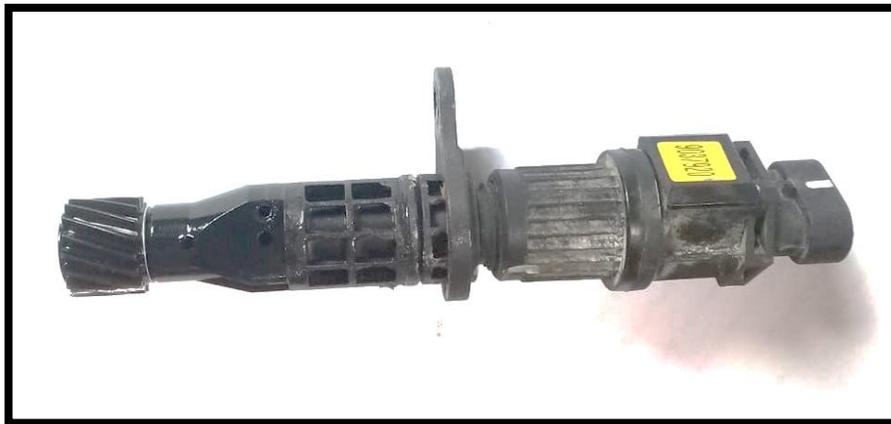


Figura 16. Sensor VSS

2.4.11 Válvula de recirculación de gases de escape (EGR)

EGR (Exhaust gas recirculation) - válvula de recirculación de los gases de escape, básicamente se encarga de destinar una parte de los gases producto de la combustión al colector de admisión para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno.

En los gases contaminantes presentes por el resultado de la combustión, tenemos hidrocarburos, óxidos de carbono y nitrógeno, por lo que la electroválvula de recirculación de gases de escape, influenciada por ciertos factores como el régimen del motor, el caudal de combustible que se inyecta, la temperatura del motor, la presión atmosférica y el caudal de aire aspirado, son factores que la ECU procesa y determina la cantidad de gases que deben ser administrados al múltiple de admisión.

La EGR básicamente es una electroválvula que dispone internamente sensores y potenciómetros para constatar que la circulación se realiza acorde a los parámetros que lo determina la unidad electrónica de control. Si el sistema funciona correctamente se puede mencionar una reducción del 50 y 60 por ciento de óxidos de nitrógeno y menor emisión de CO₂.



Figura 17. Válvula EGR

2.4.12 Sensor de posición del pedal de aceleración

El sensor de posición del pedal de aceleración permite determinar el ángulo del pedal de aceleración, es decir permite informar a la unidad de control electrónico cuando el conductor del vehículo acciona el pedal y hasta qué punto.

Se encuentra compuesto internamente de una resistencia variable de tipo potenciómetro, por lo que no produce voltaje, únicamente permite variar el voltaje de referencia que la unidad de control electrónico suministra a dicho sensor. Estas variaciones de tensión son proporcionales al ángulo del pedal de aceleración.



Figura 18. Sensor de posición del pedal de aceleración

2.5 Introducción a los actuadores del automóvil

Los actuadores cumplen la función de generar movimiento sobre un dispositivo mecánico como también generar una acción controlada por la unidad electrónica de control. Los actuadores permiten cambiar variables en un sistema automatizado, la mayor parte de actuadores lo conforman motores paso a paso y válvulas electromagnéticas.

2.5.1 Inyectores de combustible

Son encargados de pulverizar e inyectar el combustible en la cámara de combustión, siendo la sustitución de sistemas más primitivos como el carburador, además presentando notables ventajas en el tiempo y pulverización del combustible. Constan de una bobina interna que es accionando por la ECU generando un campo magnético que permite la apertura de una tobera, que al ser expuesta a la presión que dispone el riel de inyectores que esta a su vez viene siendo la misma de la electro bomba, suministra e inyecta la gasolina en estado gaseoso dependiendo del ciclo de trabajo en el que se encuentre cada pistón, logrando de esta manera que la inyección sea lo más precisa posible y evitando el consumo excesivo además de mejorar la potencia del motor.



Figura 19. Inyectores de combustible

Fuente: (BOSCH, 2019)

2.5.2 Bobinas de ignición

Las bobinas de ignición básicamente es un transformador que incrementa y suministra el voltaje de tensión a las bujías, produciendo el encendido del combustible. Consta de un embobinado primario y uno secundario alojados en un núcleo de hierro, la ECU controla la ignición de la chispa gracias a que energiza el bobinado primario, esto genera un campo magnético en el bobinado secundario que permite variar el flujo de tensión generando así una fuerza electromotriz. Esta fuerza electromotriz dependerá de las espiras de la bobina, de esta manera se consigue picos de tensión relativamente elevados, que pasan a las bujías para generar un arco eléctrico y produzca la ignición del combustible.



Figura 20. Bobina de ignición

2.5.3 Bomba de combustible

La bomba de combustible o electro bomba se encarga de suministrar el combustible a los inyectores por medio del riel de inyección, la electro bomba al igual que la bomba mecánica dispone de un diafragma que es accionado por un solenoide que atrae una varilla de hierro y empuja el diafragma hacia abajo haciendo que el combustible entre en la recamar, después que la varilla alcanza su recorrido se corta la corriente del solenoide, por consiguiente este retorna a su posición original por acción de un resorte de retorno, de tal manera que el ciclo continua generando el bombeo del combustible. La presión que genera el electro bomba para suministra el combustible oscila entre los 3 y 4.5 bares con un voltaje de alimentación de 12V, se encuentra dispuesta en el interior del tanque de combustible.



Figura 21. Bomba de combustible

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Especificaciones y requisitos de banco de pruebas

El banco de pruebas para el diagnóstico electrónico permite analizar el comportamiento neto del motor en tiempo real, una vez sometido a una condición de trabajo ocasionada por la interrupción de la señal de los sensores, que esta a su vez, es enviada hacia la Unidad de Control Electrónica para el procesamiento de esta información.

Para monitorear y visualizar los procesos que permiten generar las simulaciones de averías (Generación de DTTC), consta de un cuadro de instrumentos donde permite ocasionar la interrupción de señales, mediante componentes electrónicos como interruptores y potenciómetros, accediendo a variar las condiciones de trabajo del motor. Esta acción se ve reflejada en el comportamiento anormal e incorrecto del motor, como sobre aceleración, vibración excesiva e incluso generar que el motor se apague completamente, estas y otras condiciones de trabajo se podrán generar y demostrar cómo influyen en el motor.

3.1.1. Estructura

El diseño de la estructura del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico se orientó en crear una unidad resistente y estable, que sirva de alojamiento del motor e igualmente de los sistemas auxiliares, además de brindar una mayor facilidad de movilización. También se considerando que la estructura albergará elementos electrónicos sensibles a las manipulaciones y

golpes, para esto se optó por emplear un material solido (Madera) la cual recubrirá y protegerá la integridad de cada uno de los elementos eléctricos.

Además, la estructura fue creada para el soporte de grandes cargas, como es el caso del motor que está constituido en su mayor parte de aleaciones de hierro fundido, siendo este el elemento más pesado, por lo que se optó por la utilización de bigas y ángulos del mismo material. Las dimensiones de la estructura y bases de sujeción fueron justificadas y optimizadas acorde a cada elemento que se alojara en ellas, permitiendo que esta sea la más óptima posible.

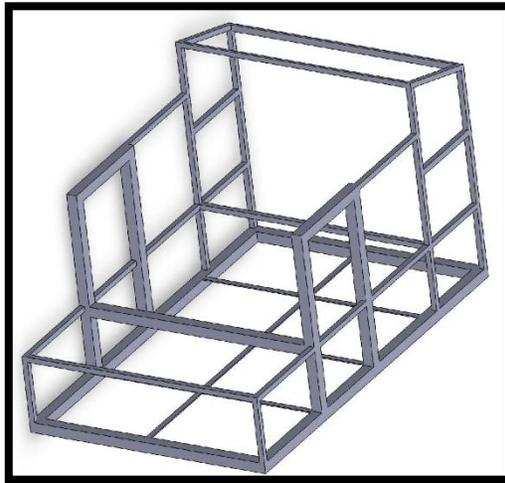


Figura 22. Diseño de la estructura para el banco de pruebas

3.1.2. Construcción

Para facilitar las operaciones y actividades para las que fue creado el módulo de diagnóstico electrónico, se optó por alojar dos puertas que se abren entre sí, agilizando la inspección y recolección de datos técnicos de aquellos elementos electrónicos como fusibles, relés, batería, módulos de control, cuadros de instrumentos y cableado interno, también consta de un recubrimiento de madera para salvaguardar la integridad del depósito combustible y silenciador

de los gases de escape, considerando que la distancia entre estos dos sea la más adecuada para evitar cualquier tipo de combustión no provocada del combustible, además de estar constituido con elementos aislantes y ranuras de ventilación que permiten evacuar rápidamente el calor logrando con esto que no afecte la integridad del resto de elementos.



Figura 23. Construcción de la estructura para el banco de pruebas

3.1.3. Montaje de elementos mecánicos y eléctricos

En el montaje de todos los elementos mecánicos y electrónicos del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico, se inspeccionaron que no presenten roturas o aspectos inusuales que perjudiquen a un futuro el correcto funcionamiento del motor, así como también se realizó el mantenimiento correctivo y preventivo en determinados componentes que lo requerían.

a. Motor

En el proceso de montaje del motor se consideró distancias requeridas para el acoplamiento de sistemas auxiliares, como radiador, tanque de combustible, cuadro de instrumentos, sistemas eléctricos y silenciador de los gases de escape. Para ello el motor se lo fijo salvaguardando las

dimensiones que se requieren para el resto de elementos mecánicos y electrónicos sin que influyan de manera negativa en su funcionamiento.

b. Sistemas auxiliares

Se procedió con el montaje de ciertos componentes secundarios que permiten el funcionamiento de los sistemas de refrigeración, alimentación y evacuación de los gases de escape.

Para el sistema de refrigeración se procedido al montaje del depósito del líquido refrigerante y electro ventilador, siendo este último colocado a una distancia pertinente al motor, para que de esta manera la ventilación producida se aplique correctamente al motor. Dicha distancia se la referencio a la de un vehículo de las mismas características.

En el caso del sistema de alimentación se efectuó el montaje del depósito de combustible en un compartimiento situado en la parte inferior del motor, fijado por dos soportes adheridos a la estructura que lo mantienen fijo y estable.

De igual forma la evacuación de los gases de escape constituye un factor muy relevante, ya que, al evacuar los gases, estos tienden a salir a temperaturas considerables de calor, en vista de esta situación se optó por alojar el silenciador a una distancia pertinente del resto de elementos, contando con materiales aislantes y rejillas de ventilación para la rápida evacuación del calor.

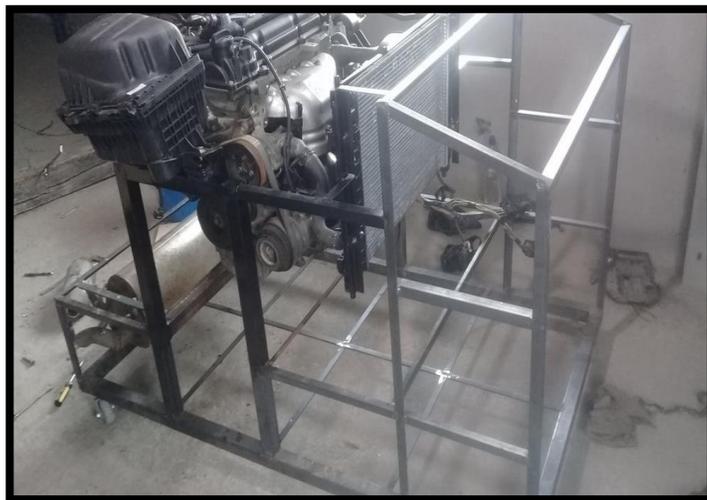


Figura 24. Montaje del motor y sistemas auxiliares

c. Sistema eléctrico

Siguiendo desde la fuente de alimentación hasta los distintos elementos electrónicos como sensores, actuadores , relés, fusibles, cuadros de instrumentos, módulos de control entre otros, se utilizó el mismo cableado original del vehículo.

Para el tablero de control e interrupción de señales, se verificó en primer lugar voltajes de señal, referencia y masa de cada uno de los sensores, en el caso de los actuadores la alimentación y el control a masa. Por consiguiente, se elaboró el enlace del cableado para la toma de datos técnicos al igual que la colocación de interruptores para cortar el circuito eléctrico e impedir que la señal arribe hacia la unidad electrónica de control, generando con esto DTC o códigos de fallas dependiendo del circuito que se modifique.

d. Cuadro de instrumento para simulación de averías

Siendo destinado para el control del motor además de la recolección de datos técnicos como voltajes de referencia y voltajes de señal, se vio en la necesidad de alojarlos de manera uniforme, para facilitar dicho trabajo.

Elementos como interruptores, conectores de banana, tablero de instrumentos, acelerador electrónico, conector para el diagnóstico electrónico OBII y Tablet fueron incorporados con adhesivos que indican su nombre y en el caso de los conectores de banana la designación numérica correspondientes al diagrama eléctrico, con el cual están siendo designados para cada sensor.

3.1.4. Criterios de funcionamiento

El funcionamiento del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico dependerá de la forma operativa en la que se lo realice, tomando en cuenta que siendo un banco de pruebas permite la recolección de señales e interrupción de los circuitos de cada uno de los sensores y actuadores. Es decir, el usuario podrá controlar que el funcionamiento sea el correcto o a su vez será capaz de ocasionar averías para determinar factores de trabajo y la influencia en el comportamiento del motor en tiempo real.

Para el correcto funcionamiento del banco de pruebas se deben cumplir ciertos parámetros que garantice que el equipo funcione como se lo espera, entre ellos la tensión de la batería debe ser de 12V, al igual que el enlace a masa de la misma fuente de energía debe estar correctamente sujeta para evitar caídas de tensión que influyen notablemente en el funcionamiento.

De igual manera la inspección visual para determinar cualquier tipo de anomalía en los componentes mecánicos y electrónicos, que puedan influenciar en el rendimiento del motor, como es el caso de corrosión y sulfatación de terminales tanto de la batería como del resto de elementos electrónicos. De la misma forma tener en cuenta que los conectores de banana son empleados para la medición de las variaciones de voltaje y por ello carecen de un material aislante, por lo que se debe evitar que lleguen a tener contacto uno de otro ya sea por contacto de objetos metálicos, como llaves, sustancias líquidas o los mismos dispositivos de diagnóstico electrónico que pueden provocar un corto circuito.

La revisión de niveles de combustible, líquido refrigerante y niveles de aceite son parámetros que no debemos olvidar antes de operar el equipo, como también usar equipo de protección personal y guías de práctica destinadas para esta actividad

3.2. Abreviaturas de colores del cableado automotriz

Con el fin de facilitar la reparación e identificación del cableado automotriz los fabricantes de vehículos empezaron a utilizar distintos colores para el recubrimiento del material conductor. Escribir el color en los diagramas eléctricos resulta muy complejo por lo que se vio en la necesidad de usar abreviaturas para referenciar los colores.

Para esto en la tabla 1 se puede apreciar las abreviaturas de los colores utilizados en los diagramas eléctricos, cabe recalcar que esto puede variar dependiendo el fabricante. En este caso las abreviaturas se basan en la denominación proveniente del idioma inglés.

Tabla 1

Abreviaturas de los colores para cableado automotriz.

COLOR	ESPAÑOL	INGLÉS	ABREVIACÒN
	Azul	Blue	BU
	Negro	Black	BK
	Café	Brown	BN
	Verde	Green	GN
	Plomo	Gray	GY
-----	Natural	Trasparente	NA
	Naranja	Orange	OG
	Rosado	Pink	PK
	Purpura	Purple	VT
	Rojo	Red	RD
	Plateado	Silver	SR
	Cobre	Tan	TN
	Blanco	White	WH
	Amarillo	Yellow	YE

Existen casos en los cuales encontramos una abreviatura después de la otra, esto nos indica que la primera abreviatura es el color predominante y la segunda es una línea sobre él. De esta forma se puede ampliar la gama de colores sin reincidir en el mismo color, por lo general se lo emplea en diagramas y circuitos eléctricos donde el número de cables conductores es numeroso.

En ocasiones encontramos letras como “L= Light” y “D= Dark” que son utilizados para referenciar colores claros y oscuros. Un ejemplo es “L/GN” que se traduce o interpreta como verde claro, basándonos en la tabla anterior.

3.3. Diagnóstico electrónico

El diagnóstico es una comprobación para determinar el motivo por el cual el motor no se encuentra funcionando correctamente, además permite valorar el costo de reparación y cuáles podrían ser las causas de la anomalía.

El diagnóstico del auto facilita la recopilación de factores de trabajo que pueden ayudar en la reparación del vehículo, también pueden ser utilizados para controlar las emisiones de gases de escape, determinando si cumple con la regularización de gases contaminantes.

En el caso del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico se modificó los circuitos eléctricos de los sensores, para simular averías y poder determinar cómo influye en el desarrollo del motor, por tal razón se cita a continuación diagramas eléctricos, funcionamiento, códigos de fallas generador por la interrupción de señal y valores de voltaje, tanto en condiciones normales de funcionamiento como en condiciones defectuosas del motor.

3.3.1 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

El sensor CKP de efecto Hall genera una señal digital constante, en el instante que los dientes del disco fónico pasan por el sensor CKP generan una inversión de polaridad en la tensión Hall, este efecto provoca que la tensión proveniente de la computadora se interrumpa llevando su salida a 0V y actúe a manera de un interruptor cada vez que el diente se aloja frente del sensor.

a. Circuito eléctrico

En el circuito eléctrico original se ha adicionado un interruptor para suspender momentáneamente la señal producida por el mismo sensor, generando con esto un DTC controlado, adicional a esto cuenta con conectores para registrar valores de señal de la ECU y poder realizar las pruebas de diagnóstico del sensor CKP con mayor facilidad.

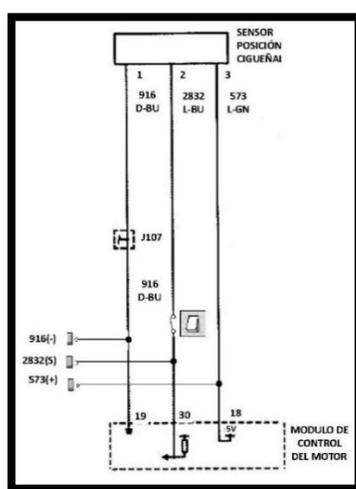


Figura 27. Circuito eléctrico del sensor CKP

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Para verificar que el sensor dispone de voltaje de alimentación y se encuentra funcionando correctamente tenemos que controlar ciertos parámetros, como los que se detallan en la tabla 2.

Tabla 2

Resultados de diagnóstico del sensor CKP.

Voltajes	Conectores	Valor referencial	Valor obtenido
Referencia	916(-) y 573(+)	5V	5V
Señal	916(-) y 2832(+)	0,5V-4,5V	2,36V

De la misma forma para la obtención de DTC, accionamos el interruptor suspendiendo momentáneamente el voltaje de señal. Con ayuda del equipo de diagnóstico obtenemos desde la unidad de control electrónico el código que se genera por el daño producido en el funcionamiento del sensor, de igual manera podemos verificar en los conectores de medición los parámetros de funcionamiento de la tabla anterior. Al realizar esta actividad se obtienen los siguientes datos que se detallan en la tabla 3.

Tabla 3

Interpretación de DTC del sensor CKP.

DTC	Enunciado	Síntoma	Causa
Generado			
P0335	Sensor de posición del cigüeñal mal funcionamiento del circuito "A"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El motor no enciende. ➤ La potencia del motor se ve afectada. ➤ Mala economía de combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Soquet defectuoso ➤ Circuito abierto ➤ La correa de sincronización podría estar defectuosa. ➤ Sensor defectuoso.

3.3.2 Sensor de posición del árbol de levas (CMP)

Este sensor al igual que el CKP es de tipo efecto Hall su funcionamiento es casi similar, al igual que la onda osciloscopica, con la diferencia que este sensor registra la posición de árbol de levas gracias a un engranaje situado en los extremos del árbol de levas. Esta señal que se obtiene

en forma de voltaje, conjuntamente con la del CKP permite a la ECU determinar tiempos de inyección e ignición. El sensor cuenta con 3 cables de conexión.

- Alimentación del sensor: 5V
- Masa del sensor: Negativo
- Señal del sensor: 0V-5V

a. Circuito eléctrico

De la misma forma con ayuda de un interruptor generamos la interrupción de señal, para la recolección de factores de trabajo por medio de los conectores, que se adicionaron al circuito y se encuentran alojados en el cuadro de instrumentos.

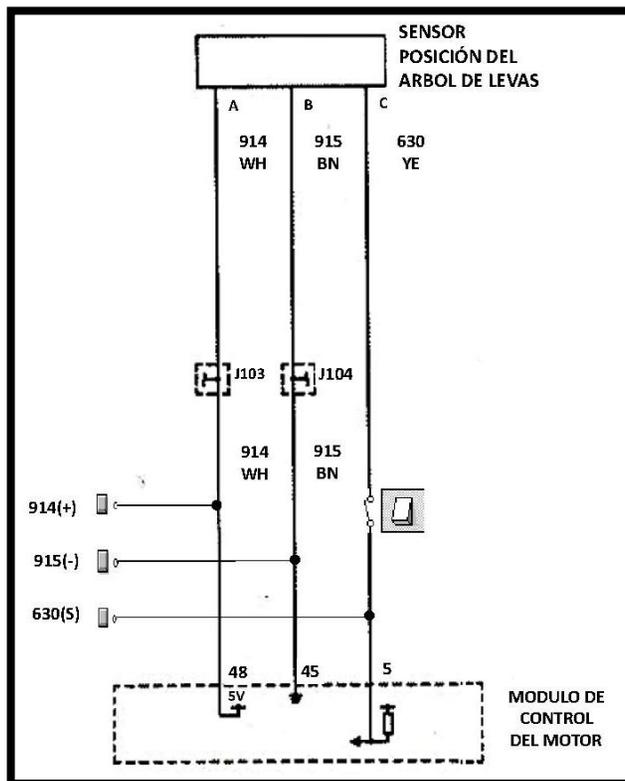


Figura 28. Circuito eléctrico del sensor CMP

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

En el sensor CMP verificamos de la misma manera voltajes de referencia y señal para determinar el funcionamiento correcto acorde a los valores referenciados (véase la tabla 4).

Tabla 4

Resultados de diagnóstico del sensor CMP.

Voltajes	Conectores	Valor referencial	Valor obtenido
Referencia	915(-) y 914(+)	5V	5V
Señal	915(-) y 630(S)	0,5-4,5V	2,36V

Al accionar el interruptor provocaremos los códigos de falla con respecto al sensor CMP, los síntomas que se presentarán en el desarrollo del motor se verán reflejados por un mal funcionamiento del sensor. De igual forma los DTC provocados por esta acción se encuentran detallados en la tabla 5.

Tabla 5

Interpretación de DTC del sensor CMP.

DTC	Enunciado	Síntoma	Cusa
Generado			
P0340	Sensor de posición del árbol de levas circuito "A" (banco 1 o sensor simple)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pérdida potencia ➤ Dificultad para arrancar 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El sensor defectuoso. ➤ La ECU puede estar presentando fallas. ➤ Cables conectados a tierra o está en corto circuito.

3.3.3. Sensor Lambda o de Oxígeno (EGO)

El sensor de oxígeno se encuentra fabricado internamente de zirconio y platino que al detectar presencia de oxígeno generan un voltaje que se envía a la ECU. En los vehículos modernos se dispone de dos sensores, uno en el múltiple de escape y otro al final del catalizador.

El sensor para que trabaje necesita alcanzar temperaturas de 350°C o 650°F para esto dispone internamente de un elemento calefactor que permite elevar la temperatura del sensor. El zirconio

detecta el nivel de oxígeno presente en los gases de escape y lo interpreta como una señal de voltaje que lo envía a la ECU.

El voltaje que genera el sensor de oxígeno permite determinar la composición de la mezcla estequiométrica, obteniendo valores que pueden variar entre 0,2 a 1,2V para mezclas pobres y ricas respectivamente. Disponemos de cuatro cables de conexión que permite el funcionamiento interno del sensor.

- Retorno de señal tierra: Tierra
- Señal de oxígeno: 0,2-1,2V
- Control de calefactor: Tierra
- Alimentación: 5v

a. Circuito eléctrico

El funcionamiento de los dos sensores de oxígeno que dispone el motor tiende a ser el mismo, pero en cuestión de posicionamiento el primer sensor permite ajustar la mezcla estequiométrica del combustible, el segundo permite controlar que se produzca la reacción química en el interior del catalizador para controlar las emisiones de gases contaminantes.

Para el diagnóstico y simulación de fallas se colocó un interruptor que cortara la señal de los sensores y otro para la alimentación del elemento calefactor, al igual que en los demás sensores del motor consta de conectores para la recolección de valores de tensión.

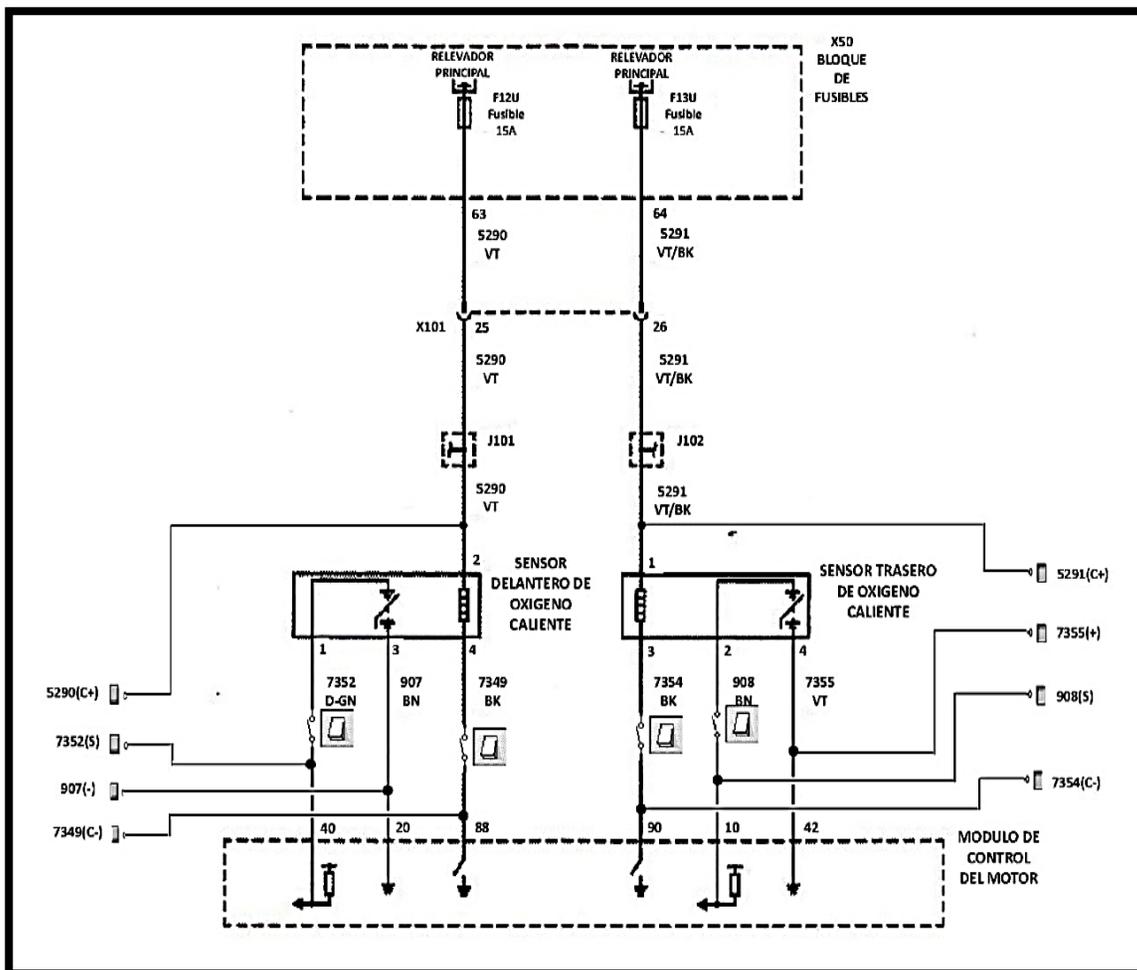


Figura 29. Circuito eléctrico del sensor de oxígeno.

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Los valores que debemos verificar determinarán el correcto funcionamiento de los sensores, entre estos valores encontramos el voltaje de referencia del calefactor y la generación de señal, estos dos deben cumplir ciertos valores en condiciones determinadas de trabajo.

Ya que los sensores disponen de un elemento calefactor que les ayuda a alcanzar las temperaturas de trabajo requeridas, se deberá verificar el voltaje de referencia del calefactor. Para el caso del sensor primario lo realizaremos en los conectores 5290(C+) y 7349(C-) y en el caso del secundario en los conectores 5291(C+) y 7354(C-), los valores deben estar en un rango de 12V.

Para determinar el voltaje de señal, de igual manera lo realizaremos en las clavijas 7352(+) y 907(-) para el sensor primario, para el sensor secundario en las clavijas 908(+) y 7355(-). Los valores pueden variar dependiendo de las condiciones de trabajo.

- a) Con el motor recién encendido nos debe dar un valor cercano a un 1V debido a que el sensor debe esperar unos minutos hasta alcanzar su temperatura de trabajo
- b) Una vez alcanzado la temperatura de trabajo y con el motor en marcha mínima dará un valor cercano a los 0.5V.

Los valores que se obtuvieron al realizar las comprobaciones de los dos sensores, se ven reflejados en la siguiente tabla 6:

Tabla 6

Resultados de diagnóstico del sensor de oxígeno.

Sensor	Condición A	Condición B	Voltaje de referencia del calefactor
1	0,8V	0,3V	12,55
2	0,7V	0,4V	14,2V

Los códigos de fallas obtenidos por la interrupción de señal del sensor de oxígeno primario y secundario, además los síntomas que presenta el motor se ven reflejados en la siguiente tabla 7:

Tabla 7

Interpretación de DTC del sensor de oxígeno.

DTC	Enunciado	Síntoma	Cusa
Generado			
P0135	Circuito defectuoso en el calentador del sensor de oxígeno (banco 1, sensor 1)	➤ Consumo de combustible puede ser más de lo habitual	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El Sensor defectuoso. ➤ El elemento calentador se encuentra en alta resistencia o está en cortocircuito. ➤ La ECU podría estar defectuosa o el cableado.
P0141	Mal funcionamiento del circuito calentador del sensor de o2 (banco 1 sensor 2)	➤ Consumo de combustible puede ser más de lo habitual	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El Sensor defectuoso. ➤ El elemento calentador se encuentra en alta resistencia o está en cortocircuito.

3.3.4. Sensor de posición de la mariposa (TPS)

En los vehículos de última generación encontramos un TPS1 y un TPS2 alojados internamente en el interior de una plaqueta, adicional encontramos un motor actuador para la apertura de la mariposa de aceleración. El TPS registra la apertura de la mariposa de aceleración para permitir a la ECU ajustar el flujo de aire que ingresa al motor.

Los potenciómetros operan indistintamente uno del otro, por lo tanto, cuando el pedal de aceleración es accionado suavemente hasta concluir con su recorrido, generara con esto la apertura de la mariposa de aceleración. El primer TPS registrara dicho movimiento en la mariposa con un voltaje de señal que se incrementa de 0,5 a 4,5V mientras que el segundo potenciómetro registrara una caída de voltaje desde 4,5V a 0,5V. Es decir, las señales de los dos potenciómetros serán voltajes ascendentes y descendentes que dependen del movimiento de la mariposa de aceleración.

El sensor se encuentra alojado en el cuerpo de aceleración, con 6 terminales de entrada y salida de voltaje, donde dichos terminales vienen siendo:

- a) Control bajo del motor actuador del acelerador: Tierra
- b) Control alto del motor actuador del acelerador: 5V
- c) Baja referencia: Masa
- d) Señal de TPS1: 0,5V-4.5V
- e) Señal del TPS2:4.5V-0,5V
- f) Voltaje de referencia: 5V

a. Circuito eléctrico

En el circuito eléctrico original se añadió dos interruptores para la suspensión de la señal, ascendente y descendente que generan los potenciómetros internos. Al igual que en los sensores anteriores se colocaron tomas de señal para la recolección de datos de tensión. El TPS dispone de seis cables de conexión siendo cuatro para los potenciómetros y dos para el motor actuador de la mariposa de aceleración.

Sin embargo, se debe comprobar que el motor actuador recibe voltaje de referencia de la ECU, en el caso de que no se obtenga voltaje, significa que la ECU no está enviando señal para que se produzca la apertura de la mariposa, por otro lado, si verificamos que el motor actuador dispone de voltaje de referencia y aun así no se logra la apertura de la mariposa, esto quiere decir que el motor actuador se encuentra dañado.

Cabe recalcar que los potenciómetros y el motor actuador al ser un solo cuerpo de aceleración, la presencia de un mal funcionamiento en cualquiera de estos dos influirá notablemente en todo el cuerpo de aceleración

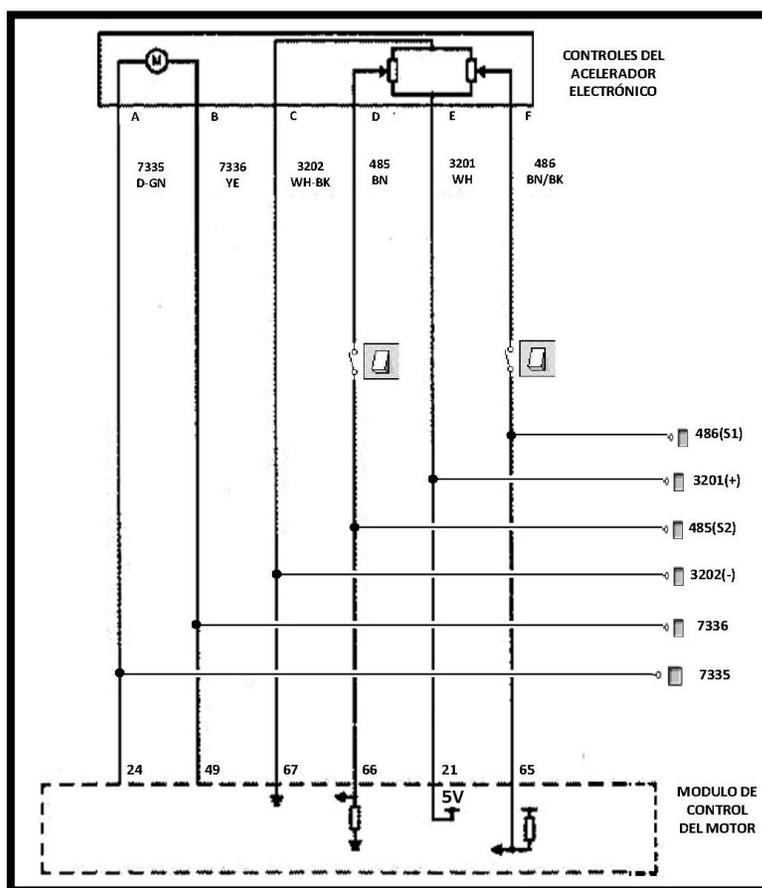


Figura 30. Circuito eléctrico del sensor TPS.

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Las comprobaciones que debemos realizar en el sensor TPS permitirá determinar el correcto funcionamiento de componentes internos a una determina condición de trabajo.

- El voltaje de referencia del motor actuador y potenciómetros debe ser de 5V aproximadamente.
- El voltaje de señal del potenciómetro uno debe oscilar entre valores cercanos a 0,5V mientras que el potenciómetro dos debe oscilar entre valores de 4.5V, cuando el pedal del acelerador se encuentra en reposo.
- El voltaje de señal del potenciómetro uno debe oscilar entre valores cercanos a 4.5V mientras que el potenciómetro dos debe oscilar entre valores de 0,5V cuando el pedal del acelerador se encuentra accionado a fondo.

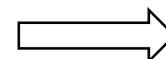
Los resultados que se obtuvieron se ven reflejados en la tabla 8:

Tabla 8

Resultados de diagnóstico del sensor TPS.

	Condición A	Condición B	Condición C
Actuador	En los terminales 7336 y 7335 se obtuvo un valor de: 2.08V	-	-
TPS1	En los terminales 3201(+) y 3202(-) se obtuvo un valor de: 5V	En los terminales 486(S) y 3202(-) se obtuvo un valor de: 0,8V	En los terminales 486(S) y 3202(-) se obtuvo un valor de: 4,30V

CONTINÚA



TPS2	En los terminales 3201(+) y 3202(-) se obtuvo un valor de: 5V	En los terminales 485(S) y 3202(-) se obtuvo un valor de: 4,13V	En los terminales 485(S) y 3202(-) se obtuvo un valor de: 0,10V
-------------	---	---	---

Si los resultados no se encuentran bajo los parámetros indicados, podemos aseverar que el TPS presenta una avería. Para determinar cómo influye en el comportamiento del motor cuando este sensor falla, accionamos los interruptores cortando la salida de señal de los potenciómetros, obteniendo como resultado los DTC que se aprecian en la tabla 9.

Tabla 9

Interpretación de DTC del sensor TPS.

DTC	Enunciado	Síntoma	Cusa
Generado			
P0223	Sensor de posición del acelerador / entrada alta del circuito del interruptor B	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificultad de arranque. ➤ Aceleración deficiente. ➤ Pérdida de potencia. ➤ Inestabilidad en ralentí. ➤ Humo negro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cortocircuitos en el sensor o ECU ➤ Los conectores eléctricos corroídos. ➤ Sensor defectuoso
P0122	Sensor de posición de la mariposa / conmutador a entrada baja del circuito	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aceleración deficiente. ➤ Ralentí bajo. ➤ Estancamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cable del circuito del TPS defectuoso ➤ El sensor defectuoso.

3.3.5. Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)

El sensor de temperatura del refrigerante utiliza un termistor y la resistencia de este varía de acuerdo a la temperatura, si la temperatura es baja la resistencia es mayor y viceversa. El voltaje de salida actúa conforme a la temperatura del refrigerante, la cual está conectada en serie a través de una resistencia.

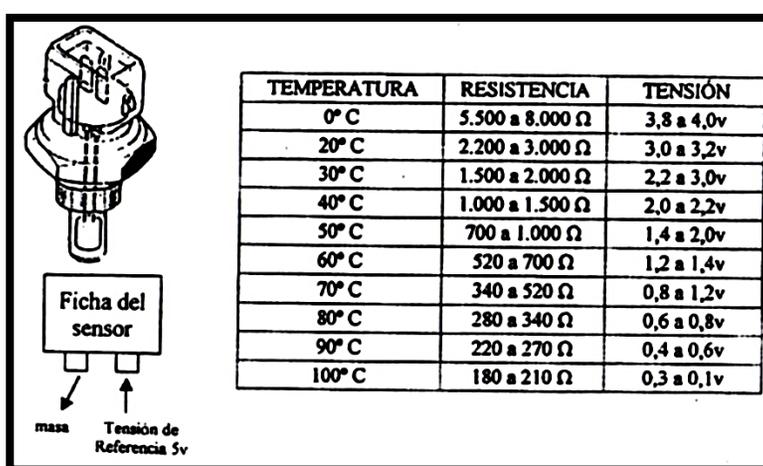


Figura 31. Factores de trabajo del sensor ECT

Fuente: (Maco, 2010)

a. Circuito eléctrico

Siendo un sensor de tipo termistor dispone de dos cables de conexión. Para facilitar el diagnóstico y simulación de averías, se ha instalado en el circuito original un interruptor para cortar la señal, además de los conectores de banana para la recolección de valores de tensión y resistencia.

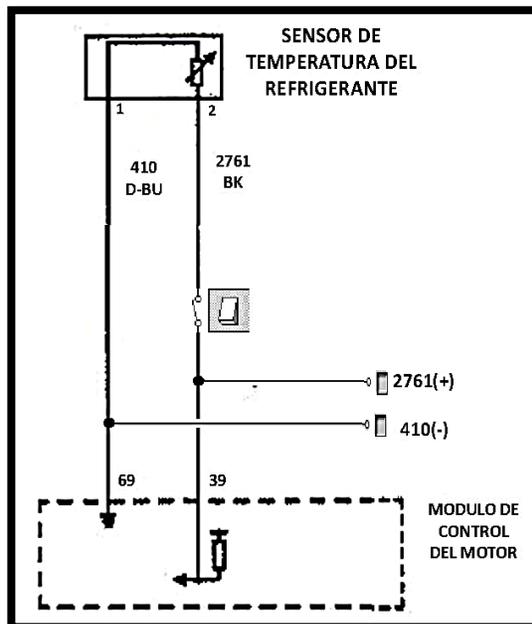


Figura 32. Circuito eléctrico del sensor ECT

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Par verificar si el sensor ECT se encuentra funcionando correctamente debemos verificar ciertos parámetros como voltaje de referencia y resistencia interna del termistor, cabe recalcar que este valor dependerá notablemente de la temperatura a la que se encuentra trabajando sensor ECT (véase figura 30).

Cuando el motor recién empieza a operar bajo una temperatura cercana a los 21°C la tensión oscilara entre 3 a 3,2V y la resistencia a esta misma temperatura entre 2200 o 3000 Ω .

Cuando motor ha alcanzado temperaturas de trabajo cercanas a los 93°C, el electro ventilador empezará a funcionar y el voltaje de referencia del sensor oscilará entre 0.3V a 0.6V, mientras la resistencia estará entre 220 Ω a 270 Ω .

Los valores obtenidos bajo estas condiciones de trabajo se ven reflejadas en la tabla 10.

Tabla 10

Resultados de diagnóstico del sensor ECT.

Temperatura cercana	Clavija de medición	Resistencia	Voltaje de referencia
A 21°C	2761(+) y 410(-)	2,52 K Ω	2,8V
A 90°C	2761(+) y 410(-)	313 Ω	0,38V

Cuando el sensor ECT no funciona correctamente, el motor esta propenso al sobrecalentamiento debido a que la ECU no puede determinar las condiciones de temperatura a las que se encuentra trabajando el motor.

Tabla 11

Interpretación de DTC del sensor TPS.

DTC	Enunciado	Síntoma	Causa
P0118	Entrada alta del circuito del sensor de temperatura del refrigerante del motor	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificultad para encender. ➤ Humo negro ➤ Mala economía de combustible. ➤ Sobrecalentamiento del motor. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alimentación del sensor en corto. ➤ Mala conexión eléctrica en el sensor ECT. ➤ Sensor ECT defectuoso.

3.3.6. Sensor de presión absoluta de colector (MAP)

Encargado de registrar la presión absoluta del múltiple de admisión, consta internamente de un chip de silicón que se expande y contrae dependiendo de los cambios de presión y vacío que se producen en el múltiple de admisión, adicional consta con una resistencia interna que permite interpretar estas variaciones a manera de voltaje de señal.

En este sensor disponemos de tres cables de conexión que permiten registrar voltajes de:

- Señal del sensor de presión absoluta
- Referencia 5V
- Baja referencia (Masa)

El voltaje de señal será directamente proporcional a la presión absoluta del múltiple de admisión, mientras que el vacío será inversamente proporcional al voltaje de señal, esto se lo puede interpretar en la figura 30.

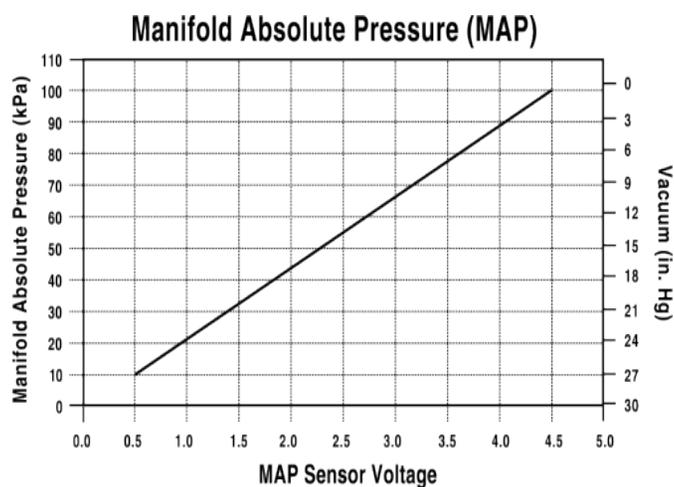


Figura 33. Diagrama representativo de presión vs. Voltaje del sensor MAP

Fuente: (Autozone, 2001)

a. Circuito eléctrico

Para el circuito eléctrico del sensor MAP se alojó un interruptor para suspender la señal del sensor, evitando de esta forma que la ECU pueda determinar la presión absoluta a la que se encuentra el múltiple de admisión, con ello lograremos determinar la influencia en el motor si en un remoto caso el sensor llegara a dañarse. De igual manera colocamos conectores para la recolección de voltajes de tensión que nos ayudarán para el diagnóstico electrónico.

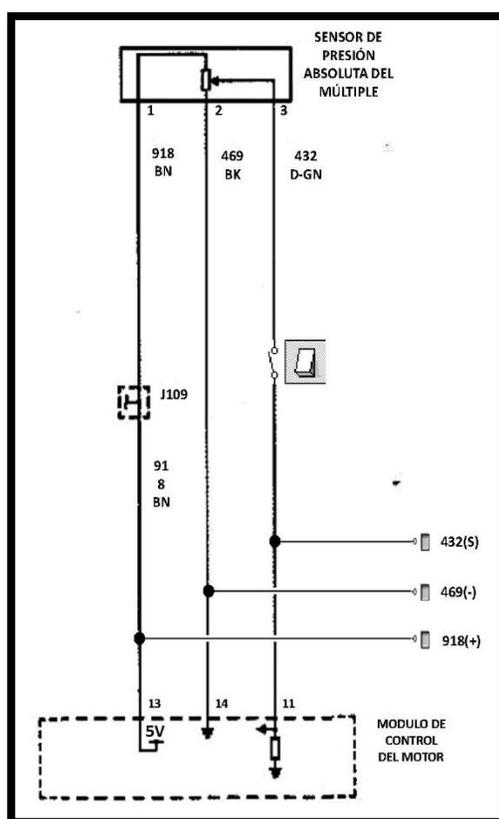


Figura 34. Circuito eléctrico del sensor MAP.

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

La prueba a realizar son comprobación de voltaje de tensión, entre ellas verificaremos si la ECU está suministrando un voltaje de referencia de 5V y si el sensor está registrando las variaciones de presión absoluta en múltiple de admisión por medio del voltaje de señal que este genera. El voltaje de señal tendrá una variación entre 0,5V a 4,5V dependiendo las condiciones barométricas a la que se someta el múltiple de admisión, para esto nos ayudamos del diagrama anterior. Los valores que se obtuvieron se ven reflejados en la tabla 12:

Tabla 12

Resultados de diagnóstico del sensor MAP.

Voltajes	Con el motor en relanti	Con el motor acelerado a media carga	Con el motor acelerado a carga completa
Referencia	5V	5V	5V
Señal	1V	2,3V	4,2V

Para la simulación de una posible avería en el sensor MAP accionamos el interruptor cortando el voltaje de señal e impidiendo que este llegue a la Unidad de control electrónico, al realizar este procedimiento se pudo obtener códigos de falla y la influencia en el funcionamiento del motor.

Tabla 13

Interpretación de DTC del sensor MAP.

DTC Generado	Enunciado	Síntoma	Causa
P0107	Entrada baja en el circuito de presión barométrica / presión absoluta del múltiple	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificultad de encendido. ➤ Ralentí inestable. ➤ Consumo de combustible ➤ Humo negro. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cortocircuito en el circuito de referencia o circuito de señal. ➤ Sensor defectuoso.

3.3.7. Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

Generalmente está ubicado antes de la mariposa de aceleración, puede estar ubicado independientemente o alojado con otro sensor.

Este sensor está conformado internamente por una resistencia conocida como termistor. EL sensor es una resistencia variable que permite cambiar su valor resistivo, y su tensión, en función del cambio de temperatura del aire que ingresa al motor. Este sensor permanentemente estará registrando el valor de la temperatura que ingresa al interior del motor, una vez que la unidad de control recibe esta señal modificará la cantidad de combustible en función a la masa de aire, que ingresa al motor. Al disponer internamente de una resistencia con coeficiente de temperatura negativo NTC a medida que la temperatura se incrementa la resistencia disminuye, y por consecuencia la salida de tensión será mayor.

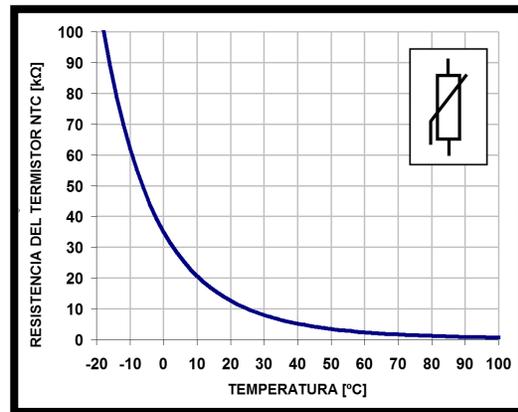


Figura 35. Curva característica de una resistencia con coeficiente de temperatura negativo

Fuente: (Pardo, 2019)

a. Circuito eléctrico

El sensor IAT siendo considerado como un termistor dispone de dos cables de conexión, mediante su resistencia interna varía el voltaje acorde a la temperatura que registra, en vista de esto se optó por la colocación de un interruptor para interrumpir el voltaje de señal que envía a la unidad de control electrónico, además consta de dos conectores para la recolección de voltajes de tensión.

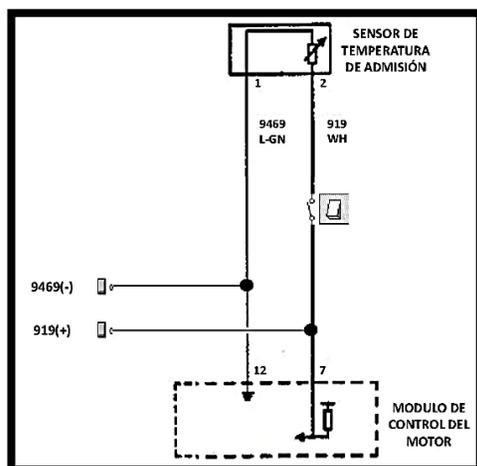


Figura 36. Circuito eléctrico del sensor IAT

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Para verificar el sensor IAT se debe medir resistencia, voltaje de referencia y generación de señal acorde a la temperatura de trabajo. El voltaje de señal deberá variar mientras que la temperatura del aire de admisión se incrementa.

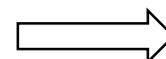
Se deberá verificar la resistencia interna del sensor para determinar si el sensor no presenta un circuito abierto o corto circuito, los valores obtenidos se reflejan en la tabla 14.

Tabla 14

Resultados de diagnóstico del sensor IAT.

	Clavijas de medición	Valores obtenidos
Resistencia	Se deberá medir directamente en el sensor. Desconectar el soquet	2,45Ω
Referencia	En el conector 9469(-) y 919(+) con el switch en posición de ON. Desconectado el sensor	3,29V

CONTINÚA



Señal	En la clavija 9469(-) y 919(+) con el motor encendido (el valor variara acorde a la temperatura del aire)	1,63V
--------------	---	-------

Para la simulación de averías del sensor, accionamos el interruptor cortando el circuito del sensor IAT e interrumpiendo la señal que se envía a la unidad de control electrónico. Los DTC que se generaron se ven reflejados en la tabla 15.

Tabla 15

Interpretación de DTC del sensor IAT.

DTC	Enunciado	Síntoma	Causa
P0113	Circuito del sensor 1 del IAT entrada alta	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificultad de encendido ➤ Motor es inestable. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cables rozando con componentes metálicos ➤ Cortocircuito a tierra de la señal y referencia del sensor ➤ El Sensor defectuoso

3.3.8. Sensor de golpeteo (KS)

Conocido también como sensor de detonación es de tipo piezoeléctrico ya que produce un voltaje con una frecuencia determinada cuando surge movimiento entre sus capas o, por ejemplo, ejercer una presión sobre ellas. La señal que produce es un voltaje AC, mientras más grande sean las vibraciones, mayor será el voltaje que se produzca.

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Para verificar su funcionamiento procederemos a medir el voltaje que genera el sensor en el momento que se efectúa las explosiones del combustible en el interior del cilindro, estas pequeñas vibraciones generarán picos de voltaje AC que permitirán diagnosticar el funcionamiento correcto del sensor, en el caso de no generarse estos picos de voltaje nos indica que el sensor se encuentra defectuoso. El blindaje a tierra permite reducir las interferencias eléctricas producidas en el circuito. Los valores de tensión obtenidos en el sensor KS de este motor se ven reflejados en la tabla 16.

Tabla 16

Resultados de diagnóstico del sensor KS.

	Clavijas de medición	Con el motor encendido
Voltaje de señal	En las clavijas 406 y 1876	1,2mV

Para ocasionar códigos de falla de este sensor accionamos el interruptor para cortar la señal que se envía a la unidad electrónica de control, los códigos que se pueden llegar a producir y los síntomas que ocasiona en el comportamiento del motor se ven reflejados en la tabla 17.

Tabla 17

Interpretación de DTC del sensor KS.

DTC Generado	Enunciado	Síntoma	Causa
P0327	Circuito de entrada baja en el sensor Knock	Perdida de potencia Las RPM del motor varían.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mala conexión eléctrica en el sensor KS. ➤ Cableado del circuito presenta desgaste o roce con algún componente ➤ Sensor defectuoso.

3.3.9. Sensor de velocidad del vehículo (VSS)

El sensor de velocidad cuenta internamente de un capacitor magnético, de efecto Hall el cual genera una frecuencia proporcional a la velocidad del vehículo.

En vista de que el sensor se encuentra alojado en la transmisión y su funcionamiento está estrechamente ligado al funcionamiento de la transmisión no se podrá obtener mayores resultados puesto que el banco de pruebas no consta de los aditamentos necesarios para introducir marchas o velocidades, sin embargo se puede determinar otros parámetros como voltaje de referencia y señal, esta ultima la obtendremos generando movimiento en la transmisión de forma manual para registrar valores de tensión de señal.

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Para determinar si el sensor VSS se encuentra funcionando correctamente es necesario comprobar sus valores de voltaje. Los valores obtenidos en este sensor se ven reflejados en la tabla 18.

Tabla 18

Resultados de diagnóstico del sensor VSS.

	Conectores de medición	Voltaje obtenido
Referencia (12v)	250(-) y 5290(+)	14,30V
Señal	250(-) y 817(S)	12,60V

Los principales problemas que puede presentar el mal funcionamiento de este sensor, además de los DTC que este genera se encuentran citados en la tabla 19.

Tabla 19

Interpretación de DTC del sensor VSS.

DTC	Enunciado	Síntoma	Causa
Generado			
P0500	Sensor de velocidad del vehículo - falla	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El velocímetro no funcionara de forma correcta. ➤ La transmisión puede presentar problemas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hay una mala conexión en el circuito del sensor. ➤ El Sensor no está funcionando de forma correcta y por eso sus lecturas no son adecuadas.

3.3.10. Válvula de recirculación de gases de escape (EGR)

Su principio de funcionamiento se basa a las bombas electrónicas de los autos con inyección directa diésel. La EGR se abrirá cuando circulamos con el motor caliente, a baja carga y a regímenes de motor bajos.

Internamente se encuentra constituida por un solenoide que recibe una tensión positiva de 12V de la batería y una tierra que es controlada por la ECU. El circuito se cerrará a tierra cuando la unidad electrónica de control lo determine, permitiendo que el solenoide actúe y permita la apertura de una tobera que facilita el ingreso de una parte de los gases de escape al múltiple de admisión.

Adicionalmente cuenta con una resistencia variable de tipo potenciómetro que permite controlar e informar a la ECU el grado de apertura de la válvula EGR. Este potenciómetro recibe un voltaje de referencia de 5V y genera una señal que puede oscilar de 0,5-4.5V.

La EGR consta de 5 cables de conexión que permiten su funcionamiento, para esto tenemos:

- Tensión positiva del solenoide (12V- Batería)
- Control de la válvula de recirculación de gases de escape (Tierra-Computadora)
- Baja referencia (Tierra-Potenciómetro)
- Referencia(5V-Potenciometro)
- Señal del sensor de posición de la válvula de EGR(0,5V-4,5V)

a. Circuito eléctrico

La verificación del funcionamiento de la válvula EGR estará estrechamente ligado a los voltajes de tensión de entrada y salida de la misma válvula. Para esto se alojó conectores para la toma de valores de tensión que facilitarían el diagnóstico electrónico.

Además, cuenta con un interruptor para impedir que el voltaje de señal llegue a la ECU, ocasionando que la unidad de control electrónico no pueda determinar el grado de apertura de la válvula EGR, ni mucho menos si los gases se encuentran ingresando al múltiple de admisión.

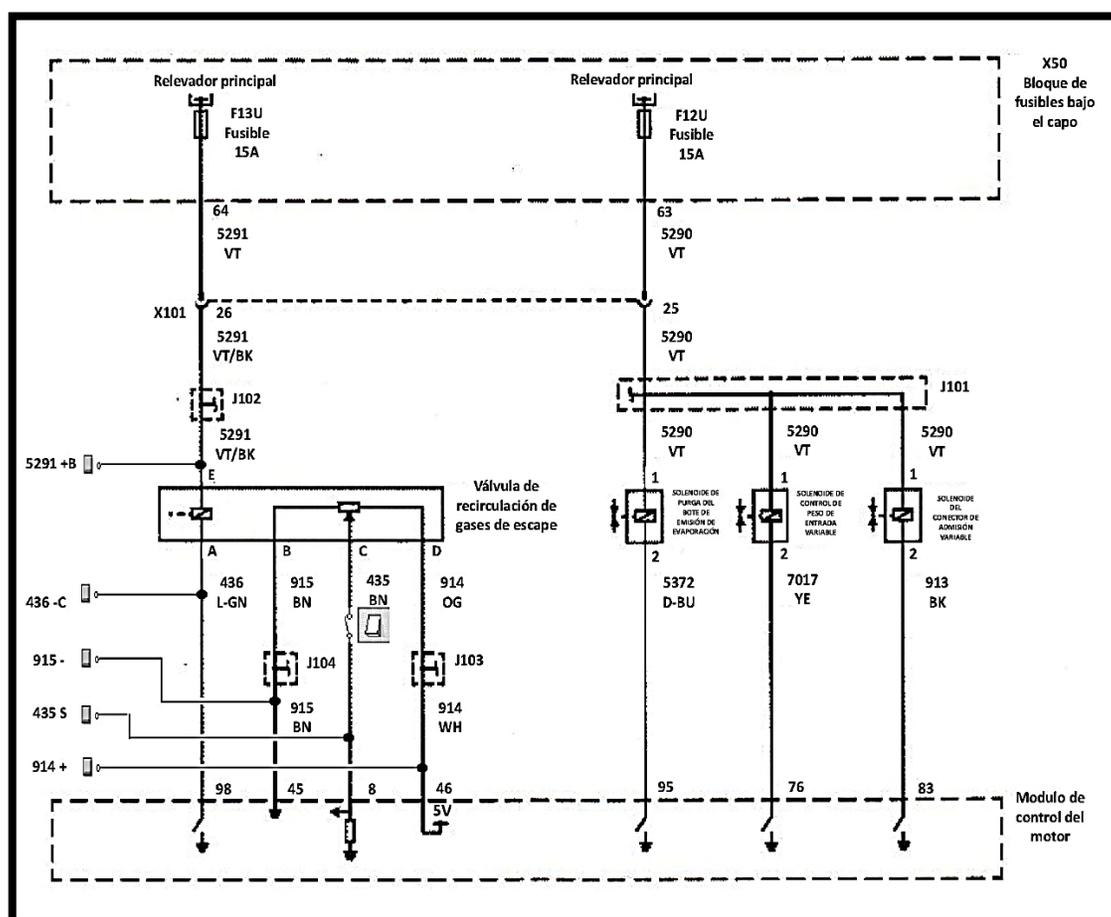


Figura 39. Circuito eléctrico de la válvula EGR.

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Para verificar que el solenoide se encuentra funcionando correctamente, comprobaremos el voltaje de alimentación que este recibe, para esto colocamos la punta negativa del multímetro en una tierra común y la punta positiva en el terminal 5291(B+), nos deberá dar un voltaje de 12V

Otra forma de comprobar el solenoide es suministrándole voltaje directo, para esto identificaremos los terminales 5291(B+) y 436(C-) en los pines de la válvula EGR al desconectar el soquet, ya que corresponden a la línea de alimentación del solenoide. Al energizar el soquet se puede apreciar de manera sonora la activación del solenoide.

Para verificar el funcionamiento del potenciómetro, mediremos el voltaje de referencia en los terminales 915(-) y 914(+) que deberá ser a 5V.

En el caso del voltaje de señal colocaremos la punta negativa del multímetro en una tierra común y la positiva en el terminal 435(S), el valor a obtener variara dependiendo el grado de apertura de la válvula. Los valores que se obtuvieron se ven reflejados en la tabla 20.

Tabla 20

Resultados de diagnóstico de la válvula EGR

	Señal	Referencia	Alimentación
Potenciómetro	0,50V	5V	-
Solenoide	-	-	14,22V

Los códigos de falla ocasionados por la interrupción de la señal producida por la resistencia interna de tipo potenciómetro, que se pueden ocasionar al accionar el interruptor se ve reflejado en la tabla 21.

Tabla 21

Interpretación de DTC de la válvula EGR.

DTC	Enunciado	Síntoma	Causa
Generado P0405	Sensor EGR circuito de baja	Inestabilidad en el motor	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cortocircuito a tierra de la señal de referencia del EGR ➤ Válvula Recirculación de Gases de Escape defectuosa. ➤ El cableado presenta roces o desgaste. ➤ Terminales sueltos.

3.3.11. Inyectores de combustible

Los inyectores son electroválvulas que con ayuda de pulsos eléctricos se abren y cierran un sin número de veces, logrando inyectar el combustible, sin que exista fuga alguna.

Los inyectores están constituidos internamente por un embobinado que al ser energizado genera un campo magnético que permite el desplazamiento de un núcleo y con ello la apertura de una tobera que admite el ingreso de combustible al igual que lo restringe.

Mediante dispositivos de diagnóstico electrónico como el osciloscopio podemos apreciar la curva característica de la inyección del combustible, donde:

- Tensión de alimentación de la batería(12V)
- Caída de voltaje. Energización del solenoide(12V-0V)
- Duración de la inyección (0V o 2.31ms)
- El inyector se cierra y la bobina genera una autoinducción produciendo un pico de tensión(0V-65.5V)
- El campo magnético se reduce hasta cerrar completamente el inyector(65V-0V)

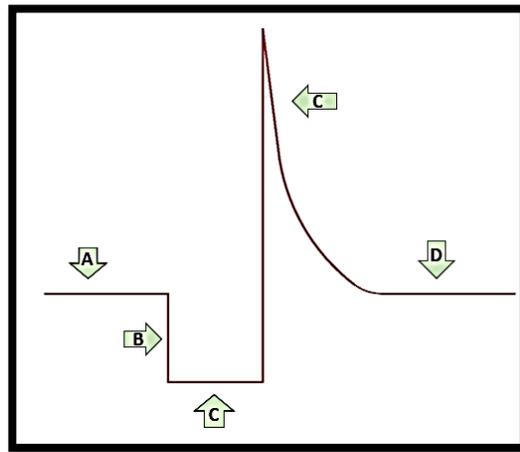


Figura 40. Oscilograma de funcionamiento del inyector.

a. Circuito eléctrico

El circuito consta de cinco terminales de conexión para la toma de valores referenciales de voltaje de cada inyector, siendo el conector 912(+) toma de voltaje de tensión positiva común para los cuatro inyectores, ya que la computadora cierra el circuito de cada inyector energizando con conexión a tierra.

Adicional consta de cuatro interruptores para evitar la energización del solenoide por cada inyector, de esta forma suspenderemos el funcionamiento de los inyectores para la obtención de DTC.

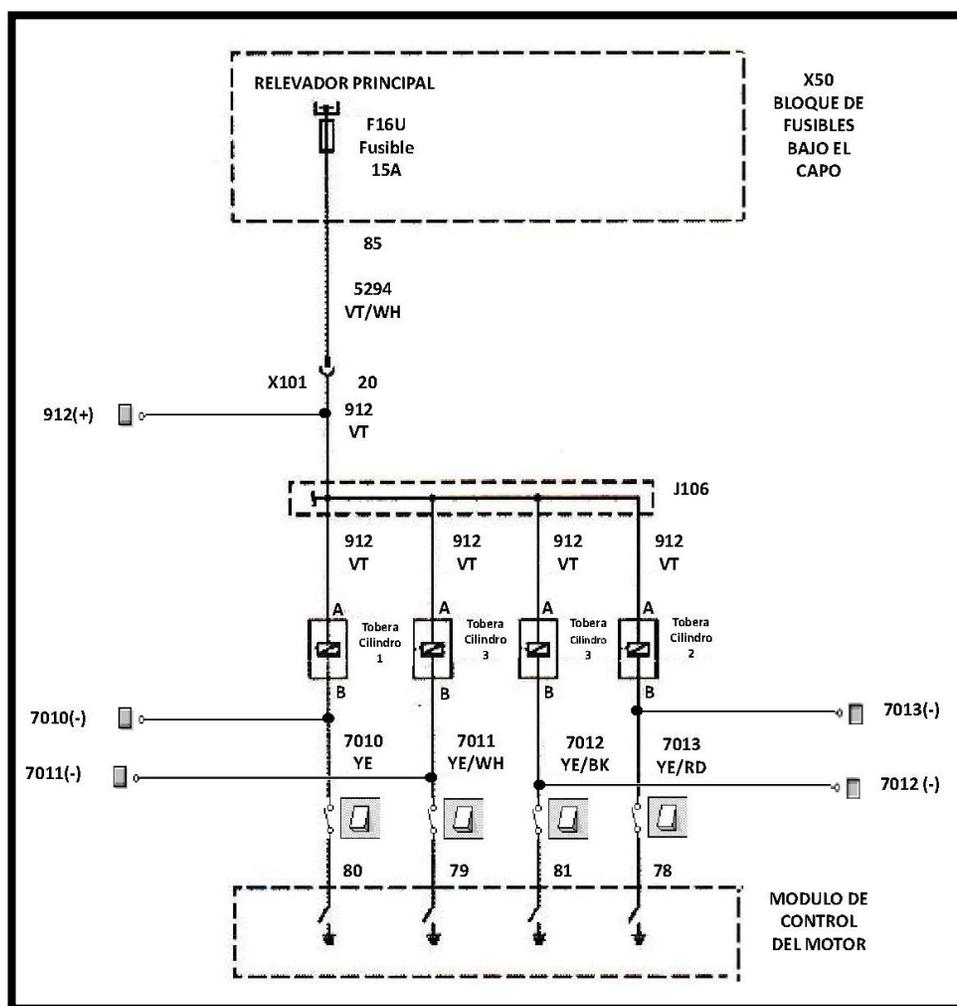


Figura 41. Circuito eléctrico de los inyectores de combustible.

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Para diagnosticar el funcionamiento de los inyectores comprobaremos la resistencia directamente del solenoide desconectando el soquet del inyector, de igual manera comprobaremos los pulsos de inyección.

Tabla 22

Resultados de diagnóstico de los inyectores de combustible.

Inyector	Resistencia obtenida	Voltaje de alimentación
1	12,2Ω	0,13V
2	12,2 Ω	0,12V
3	12,1 Ω	0,13V
4	12,1 Ω	0,13V

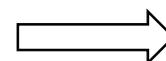
Para obtención de DTC suspendemos la energización del bobinado por cada inyector, los resultados se ven reflejados en la tabla 23.

Tabla 23

Interpretación de DTC por parte de los inyectores de combustible.

DTC	Enunciado	Síntoma	Causa
Generado			
P0261	Circuito bajo en el inyector 1	➤ Funcionamiento brusco del motor.	➤ Inyectores obstruidos ➤ Inyectores de combustible defectuosos.
P0264	Circuito bajo del		

CONTINÚA



	inyector del cilindro 2	➤ Pérdida de potencia del motor.	➤ Arnés y circuito del inyector abierto o en corto.
P0267	Circuito bajo en el inyector número 3 del cilindro	➤ Caída en el rendimiento del combustible.	➤ Conector de inyector combustible corroído o flojo.
P0270	Circuito bajo del inyector del cilindro 4		

3.3.12. Bobinas de ignición

Las bobinas de ignición cuentan internamente con un bobinado primario y uno secundarios adheridos a un núcleo. La ECU envía la señal a las bobinas una vez que determina el tiempo exacto en el que debe producirse la chispa. Al enviar la señal energiza el embobinado primario creando un campo magnético que induce al bobinado secundario produciendo picos de voltaje relativamente altos.

a. Circuito eléctrico

En el circuito original se añadió cuatro conectores para registrar la señal proveniente de la ECU, uno para alimentación de las bobinas y uno que corresponde a la tierra.

Cada bobina dispone de tres cables de conexión que se pueden apreciar en el diagrama eléctrico, siendo estos:

- Alimentación (12V)
- Tierra (-)
- Señal

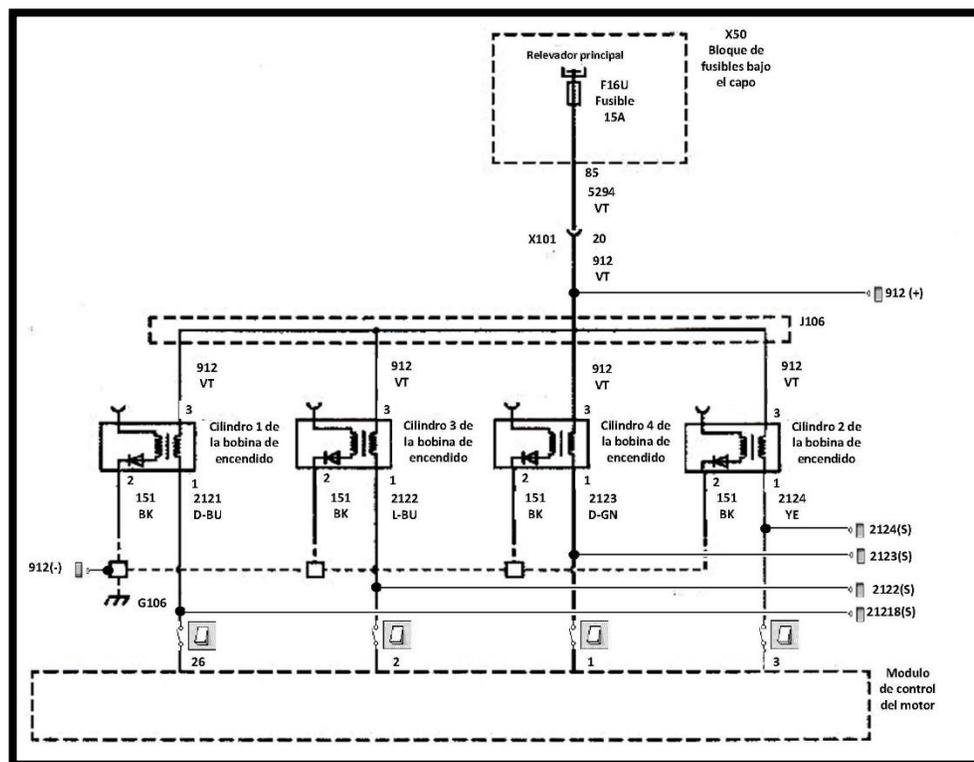


Figura 42. Circuito eléctrico de las bobinas de ignición.

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Las comprobaciones que se efectuarán para determinar si las bobinas se encuentran funcionando correctamente son las siguientes:

- Verificar si las bobinas disponen de voltaje de alimentación 12V, esto se lo realizará desconectando el soquete e identificando el pin correspondiente.
- La resistencia del bobinado primario debe estar entre 0.3Ω y 2Ω .

Los valores obtenidos de alimentación y resistencia se reflejan en tabla 24.

Tabla 24

Resultados de diagnóstico en las bobinas de ignición.

Bobina	Resistencia del primario	Alimentación
1	1,0 Ω	12,3V
2	1,0 Ω	12,3V
3	1,1 Ω	12,3V
4	1,2 Ω	12,3V

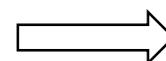
Los códigos de falla que se obtuvieron al suspender la señal enviada por la unidad de control electrónico que a su vez también impidió que se produzca la combustión del combustible en cada cilindro, los valores obtenidos se ven reflejados en la tabla 24.

Tabla 25

Interpretación de DTC por parte de las bobinas de ignición.

DTC	Enunciado	Síntoma	Causa
Generado			
P0351	Bobina de encendido "A" mal funcionamiento de circuito primario / secundario	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Complicación en el encendido. ➤ Pérdida de potencia. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los cables y conectores de las bobinas de encendido defectuosos. ➤ Corto en el circuito de la bobina de encendido.
P0352	Bobina de encendido "B" mal funcionamiento del	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ralentí 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bobina de encendido

CONTINÚA



	circuito primario / secundario	inestable	defectuosa.
		➤ Golpeteos	➤ La ECU presenta anomalías en su funcionamiento
P0353	Mal funcionamiento del circuito primario/secundario bobina de encendido "C"		
P0354	Bobina de encendido "D" fallo del circuito primario / secundario		

3.3.13. Sensor de posición de pedal del acelerador (APP)

El sensor APP (posición del pedal de aceleración) cuenta internamente por dos resistencias de tipo potenciómetro alimentadas por un voltaje de referencia de 5V desde la unidad de control electrónico. Las dos señales que generan los potenciómetros serán similares una de la otra, es decir los sensores registrarán dos variaciones de voltaje, dependiendo la posición del pedal de aceleración.

La unidad de control electrónico interpreta estas dos señales para determinar y precisar de mejor manera el grado de posicionamiento del acelerador, con esto la ECU ajustará la mezcla estequiométrica del combustible y el tiempo de ignición.

a. Circuito eléctrico

El pedal de aceleración cuenta con seis cables de conexión que corresponden al voltaje de referencia, masa y señal. Cada uno independiente para cada potenciómetro.

Se colocó tomas de señal para cada potenciómetro que permitirá diagnosticar y corroborar su funcionamiento, al igual que dos interruptores para evitar que la señal llegue a la unidad electrónica de control y de esta forma no logren determinar la posición del pedal de aceleración.

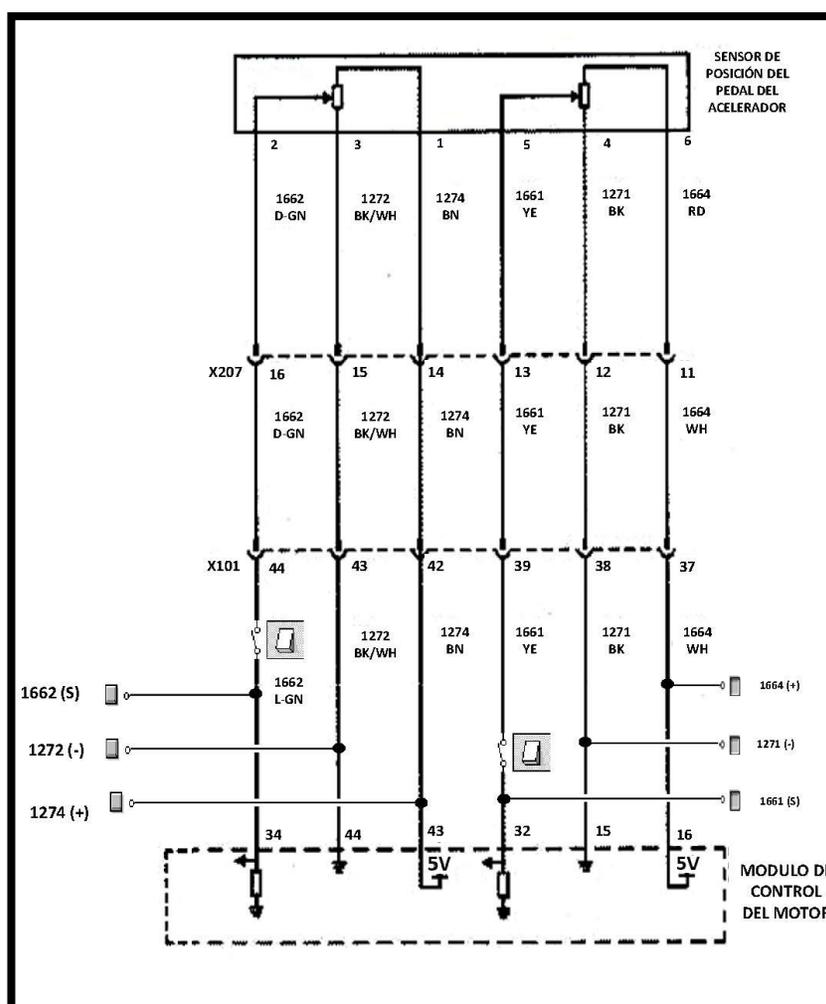


Figura 43. Circuito eléctrico del sensor APP.

b. Pruebas de diagnóstico y obtención de códigos de falla (DTC)

Comprobaremos el voltaje de referencia que suministra la unidad electrónica de control a los potenciómetros (5V) en los terminales 1272(-) y 1274(+) para el primero, en el caso del segundo en los terminales 1271(-) y 1664(+).

Para verificar el voltaje de señal lo realizaremos en los terminales 1272(-) y 1662(S) para el primer potenciómetro, en el caso del segundo en los terminales 1271(-) y 1661(S).

El voltaje variara acorde al movimiento del pedal de aceleración, teniendo una señal creciente pueden variar de 0,5V a 4,5V.

Los valores de tensión que se obtuvieron al realizar estas comprobaciones bajo determinadas condiciones de trabajo se ven reflejadas en la tabla 26.

Tabla 26

Resultados de diagnóstico del sensor APP.

APP	Referencia	Señal con el pedal de aceleración suelto	Señal con el pedal de aceleración a media carga	Señal con el pedal de aceleración a carga completa
1	5V	0,5V	1,26V	2,05V
2	5V	1,03V	2,53V	4,10V

De la misma forma se obtuvieron códigos de falla al accionar los interruptores e impedir que la unidad de control electrónico pueda determinar el movimiento del pedal de aceleración.

Tabla 27

Interpretación de DTC del sensor APP.

DTC	Enunciado	Síntoma	Causa
Generado			
P2127	Entrada baja del circuito e del sensor de posición del acelerador	➤ La respuesta del acelerador débil o nulo.	➤ Recalentamiento del motor ➤ La Válvula de Recirculación de Gases de Escape defectuosa
P2106	Sistema de control del accionador del acelerador - potencia limitada o forzada.	➤ Al encender expulsa una gran cantidad de humo negro por el escape.	➤ El sistema presenta voltajes fuera de rango ➤ Circuito abierto.
P2122	Sensor de posición de acelerador / pedal / entrada baja del circuito del interruptor d	➤ Falta de aceleración.	

3.4. Mantenimiento

Un mantenimiento periódico es la clave para prolongar el tiempo de trabajo y funcionamiento correcto de todo tipo motor. El no efectuar esta acción podría generar serias consecuencias en el equipo como es el caso de sobrecalentamiento, funcionamiento errático, errores, apagados inesperados, etc.

Para evitar estas consecuencias se debe realizar un plan de mantenimiento hacia el motor, en donde se especifiquen las actividades que se debe realizar, el cambio y sustitución de elementos defectuosos. Siendo estos los puntos más importantes para el mantenimiento del equipo.

3.4.1. Mantenimiento predictivo

Para garantizar la máxima vida útil del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico, es necesario realizar una inspección detallada antes de realizar cualquier tipo de actividad o trabajo.

Inspeccionar visualmente a su alrededor fugas de fluidos, como aceite, líquido refrigerante y combustible, si en el remoto caso el equipo padeciera de algún tipo de rotura.

De igual manera se debe realizar actividades indispensables como:

- Revisar nivel de líquido refrigerante
- Revisar nivel de aceite del motor
- Revisar Batería y cable de batería (Carga-nivel de ácido)
- Revisar Filtro de aire del motor
- Revisar Fusibles

3.4.2. Mantenimiento preventivo

El fabricante sugiere la sustitución de ciertos elementos mecánicos y líquidos cada determinado kilometraje u horas de trabajo, ya que después de este lapso de tiempo tienden a estropearse, por lo que generan averías en sistemas aledaños a la función que cumplen, por tal motivo se debe realizar las actividades que se detallan en la tabla 28.

Tabla 28

Actividades de mantenimiento según el kilometraje.

Actividad a realizar	Kilometraje
Cambiar filtro combustible	20,000 km
Aceite transmisión manual	20,000 km
(SAE 75w90)	
Cambiar aceite y filtro motor	5,000 km
(SAE 10W-30 y SAE 5W-30)	
Cambiar banda de accesorios y bomba	65,000 km
Cambiar bujías de encendido	30,000 km
Cambiar filtro aire	20,000 km
Cambiar refrigerante	35,000 km
Cambiar termostato	35,000 km
Limpiar cuerpo aceleración EVAP	40,000 km
(usar limpiador	
Limpieza sistema de inyección (usar	20,000 km
limpiador	
Otros insumos	5,000 km

3.4.3. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se lo efectuara cuando un elemento mecánico o eléctrico haya cumplido con su vida útil de trabajo, por ende una vez culminado este ciclo de trabajo, es obvio

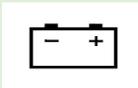
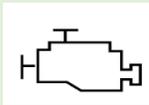
que generara averías en el motor, por tal razón el fabricante recomienda utilizar repuestos originales en cada uno de sus diseños, que garantizan las condiciones de trabajo del equipo, obteniendo como resultado el correcto funcionamiento del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico, indispensables para conllevar las prácticas para las que fue diseñado.

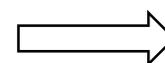
En el caso de ser necesario la sustitución de los componentes empleados para la generación de averías en el banco de pruebas para el diagnóstico electrónico, se recomienda realizarlo por uno de las mismas características, además con la debida precaución de no alterar el circuito y componentes alternos.

3.4.4. Precauciones

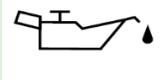
Todo vehículo moderno dispone de testigos luminosos que advierten que el vehículo no está funcionando correctamente, por ende, el fabricante permite visualizarlos en el tablero donde además encontramos datos del funcionamiento del motor en tiempo real, como la velocidad, nivel de combustible, revoluciones y temperatura del motor. Para esto citamos algunos testigos luminosos (véase tabla 29) más relevantes y primordiales que indican que el motor no está funcionando correctamente.

Tabla 29*Testigos luminosos de advertencia.*

Indicativo	Testigo luminoso	Precaución
Luz del sistema de carga de la batería		Indica que el sistema de carga de la batería no se encuentra funcionando correctamente. Se recomienda revisar el sistema de carga
Luz de advertencia del nivel de combustible bajo		Si el combustible llega a agotarse podría llegar a averiarse el convertidor catalítico
Luz de control de fallas		Indica que el motor presenta una avería. Esto puede perjudicar en el control de emisiones y el rendimiento el motor.
Luz de advertencia de temperatura del agua alta		Indica que el motor se a sobrecalentado. Se recomiendo apagarlo y permitir que la temperatura baje para revisar y solucionar el problema

CONTINÚA

Luz de advertencia de presión del aceite baja



Indica que el nivel de aceite en el interior del motor, es inferior a lo que se requiere. Operar el motor en estas condiciones puede generar costos de reparación.

Cabe recalcar que, al ser un módulo para el diagnóstico electrónico, presentará necesariamente la luz de control de fallas, siempre y cuando estas sean controladas por el mismo módulo. Para ello cerciorarse que la presencia del testigo luminoso (Check engine) es ocasionado por el módulo.

3.5. Propuesta de implementación

3.5.1. Introducción

El banco de pruebas para el diagnóstico electrónico, facilitará la enseñanza teórica-práctica de los diferentes sensores y actuadores que localizamos en los sistemas de inyección electrónica, permitiendo concretar con la enseñanza de los alumnos de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, por tal razón la implementación del banco de pruebas es indispensable para el desarrollo de las destrezas y conocimientos en los alumnos en proceso de enseñanza.

3.5.2. Objetivo de la propuesta

- Implementar un banco de pruebas de un motor Aveo mediante la adaptación de circuitos de control de sensores y actuadores para realizar el diagnóstico y la simulación del

funcionamiento de los sistemas electrónicos del motor, para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE

3.5.3. Equipos e insumos necesarios para la implementación.

El banco de pruebas está conformado con todos los sistemas auxiliares necesarios para el funcionamiento autónomo del motor, sin embargo, requiere de ciertos elementos que debemos supervisar antes de cada trabajo, entre ellos tenemos:

- **Batería:** Constituye la fuente de alimentación de los módulos y sistemas auxiliares del motor, se deberá supervisar que cuente con la carga necesaria para el primer arranque del motor. Dicha carga deberá ser superior a los 12V.
- **Combustible:** Elemento indispensable para el funcionamiento neto del motor. Deberá contar con el nivel de combustible necesario para el tiempo de utilización que se tiene previsto, adicional no se debe permitir que el combustible se termine ya que puede dañar el convertidor catalítico.
- **Unidad de control electrónico:** Elemento fundamental para el control de todos los sistemas eléctricos y electrónicos del motor, se deberá supervisar que el acoplamiento al soquet principal sea técnicamente el correcto para evitar un mal contacto que pueda afectar el módulo y el resto de sistemas.
- **Dispositivos de visualización y diagnóstico:** Entre los equipos necesarios esta la Tablet que aloja la aplicación para la interpretación de datos técnicos en tiempo real del motor por medio del conector OBII, al igual se deberá contar con el scanner automotriz para la obtención de oscilogramas de los dos diversos sensores.

3.5.4. Consideraciones previas para la implementación

Antes de realizar cualquier tipo de trabajo o actividad en el banco de pruebas para el diagnóstico electrónico es indispensable tener en cuenta ciertas consideraciones

- **Designación de un laboratorio:** Se asignará un laboratorio, en el cual se realizarán las actividades para las que fue proyectado el banco de pruebas para el diagnóstico electrónico. Siendo el laboratorio uno de los que corresponden a la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.
- **Designación de un responsable o encargado:** El usuario designado para manipular o realizar cualquier tipo de actividad deberá contar con el equipo de protección personal, puesto que constituyen elementos indispensables para salvaguardar su integridad. También deben contar con los conocimientos necesarios sobre sistemas de inyección electrónica e interpretación circuitos electrónicos.
- **Área de trabajo:** El área de trabajo deberá constar con el espacio suficiente para la movilización de los estudiantes y visualización de todo el banco de pruebas, adicional el lugar donde se lo aloje deberá contar con la ventilación necesaria para evacuar los gases de escape, al igual que el calor producido por el motor.

3.5.5. Consideraciones después de cada actividad

Para prolongar y preservar la utilidad de los componentes mecánicos y eléctricos, existen actividades que debemos realizar después de cada actividad que se haya realizado en el banco de pruebas para el diagnóstico electrónico, entre ellas:

- Retirar la unidad de control electrónico para evitar manipulaciones por parte de personas no autorizadas
- Desconectar la batería, cortando la energía de todos los sistemas del motor para evitar que se produzcan cortos circuitos en los terminales alojados en el tablero de control y sistemas.
- Retirar los dispositivos electrónicos de visualización como la Tablet y el conector OBII para evitar cualquier tipo de hurto.
- Disponer del banco de pruebas en el lugar destinado para evitar la obstaculización de diversas actividades que se conllevan en el interior del taller.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se determinó que el sensor CKP al realizar la interrupción de señal no genera DTC en el scanner automotriz al instante de realizar el diagnóstico electrónico, debido a que la unidad de control electrónico asimila una avería siempre y cuando la señal del sensor no sincroniza con la señal del sensor CMP, o en su defecto la señal emitida por el sensor CKP presente variaciones de voltaje de tensión relativamente altas o en su defecto muy bajas. Cabe recalcar que esto sucede solo en este modelo de vehículo y en la unidad de control electrónico designada para este tipo de motor, mas no sucede en otros vehículos que si generan el código de avería DTC del sensor CKP ante cualquier tipo de anomalía en el circuito.
- El scanner automotriz Elm327 Obd2 conjuntamente con la aplicación torque, no dispone de toda información requerida para diagnosticar los diferentes protocolos automotrices de diagnóstico electrónico o en su defecto carece de actualizaciones en su base de datos, por ende, se utilizó el scanner automotriz G-Scan2, ya que cuenta con toda la información necesaria siendo un scanner netamente de uso automotriz.
- El sensor de oxígeno (EGO) delantero como posterior generan DTC aproximadamente a los 5 minutos que se interrumpe el circuito del elemento calefactor y de señal, debido a que la unidad electrónica de control, asimilará una avería cuando la señal de los sensores permanezca estática, esta lo interpreta como una anomalía en el interior del sensor.

- El sensor de golpeteo o detonación (KS), genera DTC cuando exista golpeteos anormales o contra explosiones considerables en el interior del cilindro. Debido a que el sensor registra los golpes o variaciones de movimiento cuenta con un blindaje a tierra para reducir las interferencias eléctricas producidas por el circuito, sin embargo en condiciones normales de trabajo la señal producida por el sensor es relativamente baja por lo cual al accionar el interruptor de tablero de control e interrumpir el circuito para generar DTC, este sensor no generará dichos códigos ya que las interferencias eléctricas que se producen en el circuito son enviadas a la unidad electrónica de control y esta lo asimila como señales producidas por el sensor KS.

4.2 Recomendaciones

- Los usuarios deberán tener conocimientos previos sobre sistemas de inyección electrónica e interpretación de diagramas electrónicos.
- Realizar una inspección rápida antes de cada utilización para determinar el estado de operatividad del banco de pruebas para el diagnóstico electrónico, dichas actividades se dieron a conocer en el plan de mantenimiento.
- Evitar alojar objetos metálicos o cualquier tipo de conductor eléctrico en el tablero de control, ya que podrían entrar en contacto con el resto de conectores que se encuentran alojados en el tablero de control, generando así un corto circuito que puede dañar la unidad de control electrónico o en su defecto los mismos sensores y actuadores.
- Al utilizar el banco de pruebas para el diagnóstico electrónico cerciorarse que el lugar designado cuente con la ventilación necesaria, puesto que el mismo calor emitido por el motor y los gases contaminantes emanados son perjudiciales para la salud.
- En cada ocasión que se genere el corte de señal para la simulación de averías, ya sea de sensores o actuadores, se deberá deshacer los códigos de falla que se alojen en la memoria de la unidad de control electrónico, ya que estos mismos códigos podrían influenciar en otros dispositivos electrónicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcocer, J., & Salazar, E. (Noviembre de 2012). *repositorio.espe.edu.ec*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2019, de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9412>
- Autozone. (Febrero de 2001). <https://www.autozone.com>. Recuperado el 18 de Noviembre de 2019, de https://www.autozone.com/repairguides/I30-1996-1997/Components-Systems/Manifold-Absolute-Pressure-Sensor/_/P-0996b43f81b3c8ef
- BOSCH. (Diciembre de 2019). <https://www.boschautopartes.mx>. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de <https://www.boschautopartes.mx/es/auto/sistemas-de-alimentacion-de-gasolina/inyectores-de-gasolina>
- Cevallos, L. M. (Junio de 2016). *repositorio.uide.edu.ec*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1156/1/T-UIDE-067.pdf>
- García, D. (17 de 06 de 2019). <https://www.intarcesoft.com.ve>. Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de <https://www.intarcesoft.com.ve/es/automotriz/como-funciona-el-sensor-ckp.html>
- Maco, J. (25 de Septiembre de 2010). <https://josemaco.wordpress.com>. Recuperado el 21 de Noviembre de 2019, de <https://josemaco.wordpress.com/2010/09/25/sensor-de-temperatura-del-refrigerante-ntc/>
- Meganeboy, D. (2014). *www.aficionadosalamecanica.com*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2019, de <http://www.aficionadosalamecanica.com/obd2.htm>
- Meganeboy, D. (2014). *www.aficionadosalamecanica.net*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2019, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores.htm>
- Moyano, R. S. (2 de Octubre de 2018). *wordpress.com*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2019, de <https://mecanicaparatodosblog.wordpress.com/2018/10/02/historia-de-los-protocolos-de-diagnostico-parte2-obd-2-diagnostico-a-bordo/>

- Núñez, C. R. (Enero de 2018). *repositorio.uide.edu.ec*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2019, de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2468/4/T-UIDE-174.pdf>
- Pardo, C. (Diciembre de 2019). <https://www.picuino.com>. Recuperado el 26 de Diciembre de 2019, de <https://www.picuino.com/es/arduprog/sensor-temp.html>
- Rosero Gavidia, M. Á. (Mayo de 2014). *repositorio.espe.edu.ec*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2019, de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8178>
- Soloparamecanicos. (2019). *soloparamecanicos.com*. Recuperado el 10 de Enero de 2020, de <https://soloparamecanicos.com/sistemas-de-inyeccion-electronica/>
- Torres, A. (2011). <https://autotecnico-online.com/>. Recuperado el 10 de Enero de 2020, de <https://autotecnico-online.com/indice-general/sensores-de-posicion-3>

ANEXOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por los señores, **ÁVILA TAPIA, NELSON ANDRÉS Y GUACHAMIN COQUE, NELSON PATRICIO.**

En la ciudad de Latacunga, 04 de febrero del 2020.

Aprobado por:

ING. VELEZ SALAZAR, JONATHAN SAMUEL.

DIRECTOR DE PROYECTO



ING. VELEZ SALAZAR, JONATHAN SAMUEL.

DIRECTOR DE CARRERA

ABG. PLAZA CARRILLO, SARITA JOHANA.

SECRETARIA ACADÉMICA