



ESPE

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

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

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL
COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES DEL MOTOR FIAT
FIRE EVO 1400 CC CUANDO SE GENERAN CÓDIGOS DE
DIAGNÓSTICO DE FALLA (DTC)**

**AUTORES: CHRISTIAN GABRIEL RAMOS NÚÑEZ
ROMMEL ENRIQUE VACA OQUENDO**

DIRECTOR: ING. LUIS MENA

LATACUNGA

2016



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES DEL MOTOR FIAT FIRE EVO 1400CC CUANDO SE GENERA CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLA DTC**” realizado por los señores **CHRISTIAN GABRIEL RAMOS NÚÑEZ** y **ROMMEL ENRIQUE VACA OQUENDO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo que cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **CHRISTIAN GABRIEL RAMOS NÚÑEZ** y **ROMMEL ENRIQUE OQUENDO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 08 de noviembre 2016

LUIS ANTONIO MENA NAVARRETE

DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **CHRISTIAN GABRIEL RAMOS NÚÑEZ**, con cédula de identidad Nro. 180447572-9, y **ROMMEL ENRIQUE VACA OQUENDO**, con cédula de identidad Nro. 050306377-8, declaramos que este trabajo de titulación, **“CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES DEL MOTOR FIAT FIRE EVO 1400CC CUANDO SE GENERA CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLA DTC”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 08 de noviembre 2016

Christian Gabriel Ramos Núñez
C.C: 180447572-9

Rommel Enrique Vaca Oquendo
C.C: 050306377-8



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **CHRISTIAN GABRIEL RAMOS NÚÑEZ y ROMMEL ENRIQUE VACA OQUENDO**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca virtual de la institución el presente trabajo de titulación: “**CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES DEL MOTOR FIAT FIRE EVO 1400CC CUANDO SE GENERA CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLA DTC**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Latacunga, 08 de noviembre 2016

Christian Gabriel Ramos Núñez
C.C: 180447572-9

Rommel Enrique Vaca Oquendo
C.C: 050306377-8

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis amados padres Yolanda y Hernán, que han sido el pilar fundamental para alcanzar esta meta, a pesar de los altibajos me han apoyado en todo momento, que con el ejemplo de lucha y constancia han hecho de mí quien soy ahora.

A mi querido hermano David que ha llenado de alegría mi vida, ya que me has motivado a ser mejor y ser un ejemplo para ti, y de esta manera guiarte para ser una excelente persona en el futuro.

A mis queridos abuelitos que han sido una fuente inagotable de inspiración y esfuerzo, por sus consejos y confianza brindados a lo largo de mi vida me han llenado de motivación para llegar a donde estoy.

A mi querida Carito, por tanto apoyo durante este largo trayecto, que sin dudar me ha apoyado siempre y ha compartido momentos maravillosos.

A mis queridos amigos Fabricio y Diego, por su valiosa amistad y consejos, han sido unos verdaderos amigos a lo largo de mi vida y me han enseñado que lo más valioso que se tiene en la vida no es lo material sino las personas que nos rodean y los momentos que compartimos con ellas.

Christian Gabriel Ramos Núñez

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado se lo dedico con mucho cariño a mis padres quienes me apoyan incondicionalmente en todo momento, a mi abuelita que en paz descanse que gracias a sus consejos he llegado a donde estoy.

A mis hermanas que de una u otra forma no me dejaron caer quienes son la fuerza para seguir adelante; y para Alexandra por su apoyo incondicional.

Rommel Enrique Vaca Oquendo

AGRADECIMIENTO

Primero a mi Amado Dios por darme salud, sabiduría fortaleza y bendecirme a lo largo de mi vida.

A mi madre porque ha sido mi apoyo incondicional a pesar de mis desaciertos ha estado siempre junto a mí, por sus inagotables consejos, por su amistad sincera porque además de ser mi madre ha sido mi mejor amiga y por tu sacrificio diario un gracias desde el fondo de mi corazón.

A mi padre porque ha sido un ejemplo a seguir, a pesar de pequeños desacuerdos has sido un pilar esencial en mi vida y te estaré agradecido durante toda mi vida.

A mi querida Universidad de las Fuerzas Armadas, a sus docentes por su paciencia y conocimientos compartidos.

A mis amigos que han hecho del arduo camino para llegar a este momento sea una experiencia única que atesoraré siempre.

Al ingeniero Luis Mena por la confianza brindada para llevar a cabo este proyecto, al Ingeniero Germán Erazo por su apoyo para dar inicio a esta investigación, a los Ingenieros José y Leónidas Quiroz, por su amistad, conocimientos y ayuda brindada.

Christian Gabriel Ramos Núñez

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud y vida para poder avanzar, a mi padre Romel Vaca por su esfuerzo constante, a mi madre Nubia Oquendo por todo el cariño, el apoyo incondicional frente a todas las circunstancias siempre ha estado ahí.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas, a sus docentes por los conocimientos compartidos, compañeros, amigos que he conocido en todo este trayecto.

Agradezco al ingeniero Luis Mena por la confianza, al ingeniero Germán Erazo por ser guía y partícipe de este proyecto, al ingeniero José Quiroz, al ingeniero Leónidas Quiroz, por ser buenos amigos, por la ayuda brindada a lo largo de la carrera y por los conocimientos que han compartido.

Rommel Enrique Vaca Oquendo

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii

CAPÍTULO I

INVESTIGACIÓN “CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES DEL MOTOR FIAT FIRE EVO 1400CC CUANDO SE GENERA CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLA DTC”	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	3
1.3. Descripción resumida del Proyecto.....	4
1.4. Justificación e Importancia.....	5
1.5. Objetivo General.....	6
1.6. Objetivos Específicos.....	6
1.7. Metas.....	7
1.8. Hipótesis.....	8
1.9. Variables de Investigación.....	8
1.9.1. Variable Independiente.....	8
1.9.2. Variable Dependiente.....	9
1.10. Metodología de Desarrollo del Proyecto.....	9

CAPÍTULO II

SENSORES, ACTUADORES Y CÓDIGOS DE DETECCIÓN DE FALLAS (DTC)	14
2.1. Introducción.....	14
2.2. Diagnóstico de a Bordo (OBD).....	14
2.2.1. OBD I.....	15

2.2.2. OBD II.....	16
2.2.3. OBD III.....	18
2.3. Códigos de diagnóstico de fallas (DTC).....	18
2.4. Fuente: (Cise Electronics Corp).....	20
2.5. Sensores.....	21
2.5.1. Sensores de Temperatura.....	21
2.5.2. Sensor de Presión.....	24
2.5.3. Sensor de revoluciones.....	25
2.5.4. Sensor de Oxígeno.....	27
2.5.5. Sensor de posición.....	28
2.6. Actuadores.....	29
2.7. Unidad de control.....	31
2.8. Scanner Automotriz LAUNCH x-431 pro.....	32
2.9. Osciloscopio Automotriz OTC.....	33

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES EN CONDICIONES ÓPTIMAS DE FUNCIONAMIENTO.....37

3.1. Características del motor.....	37
3.2. Distribución de pines de la computadora.....	38
3.3. Diagrama eléctrico del Motor.....	40
3.4. Puesta a punto del Motor Fiat Fire Evo 1400cc.....	40
3.5. Cálculos.....	41
3.6. Funcionamiento del motor en condiciones normales.....	48
3.6.1. Oscilogramas.....	48
3.6.2. Valores del Tiempo de Inyección.....	48
3.6.3. Valores Referenciales.....	51
3.6.4. Voltajes de Referencia.....	52
3.6.5. Medición de Gases de Escape.....	53
3.6.6. Medición de la Compresión.....	55
3.7. Análisis de las mediciones de los Gases de Escape.....	58

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES CUANDO SE GENERAN CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS (DTC)59

4.1. Códigos de diagnóstico de falla más comunes en OBD II.....	59
---	----

4.2.	Creación de situaciones que generen DTC.....	60
4.2.1.	Generación de DTC's.	60
4.2.1.1.	DTC Bajo.....	61
4.2.1.2.	Combinación de DTC Alto y Bajo	62
4.3.	Mediciones: Oscilogramas y Voltajes de Señal.....	64
4.4.	Análisis de los gases de escape	105

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO.....	113
5.1. Recursos	113
5.1.1. Recursos Humanos	113
5.1.2. Recursos físicos	114
5.1.3. Recursos materiales.....	114
5.1.4. Recursos tecnológicos	115
5.1.5. Recursos financieros	115
5.2. Análisis de costo del proyecto.....	117
5.3. Análisis del costo – beneficio	117
5.4. Cronograma de actividades	118
5.5. Conclusiones	119
5.6. Recomendaciones	120
5.7. Bibliografía	121
ANEXOS.....	124
Osciloscopio OTC	125
Diagnóstico con el scanner LAUNCH x.341 PRO.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Árbol de problema.....	3
Figura 2 Símbolo de la lámpara MIL.....	15
Figura 3 OBD con diferentes modelos de cables conectores.....	15
Figura 4 Descripción de Códigos de Diagnósticos OBD II.....	20
Figura 5 Curva característica de un sensor de temperatura tipo NTC	22
Figura 6 Sensor de temperatura ECT	23
Figura 7 Sensor MAP	25
Figura 8 Estructura del sensor de revoluciones inductivo	26
Figura 9 Señal de un sensor de revoluciones inductivo	26
Figura 10 Sensor CKP	27
Figura 11 Sonda Lambda.....	28
Figura 12 Sensor TPS.....	29
Figura 13 Inyector	30
Figura 14 Válvula IAC	31
Figura 15 Unidad de control.....	31
Figura 16 Scanner LAUNCH X-431 PRO.....	32
Figura 17 Osciloscopio Automotriz OTC	34
Figura 19 Conectores de la computadora con sus respectivos pines	38
Figura 20 Plano eléctrico de los componentes del motor.....	40
Figura 21. Puesta a Punto motor FIAT FIRE EVO 1400CC.....	41
Figura 22 Gráfica de Potencia.....	43
Figura 23 Gráfica de Torque	43
Figura 24. Gráfica de consumo de Combustible	44
Figura 25 Gráfica Presión/Volumen (MPa-CC)	47
Figura 26 Oscilograma tiempo de inyección Inyector 1.....	48
Figura 27. Oscilograma tiempo de inyección Inyector 1.....	49
Figura 28. Oscilograma TPS.....	49
Figura 29 Oscilograma Sensor ECT	50
Figura 30. Oscilograma Sensor MAP	50
Figura 31. Oscilograma IAC.....	51
Figura 32 Valores de Parámetros Referenciales.....	51
Figura 33 Voltaje de referencia sensor MAP.....	52
Figura 34 Gráficas de voltaje de TPS y RPM.....	52

Figura 35. Medición Gases de Escape	53
Figura 36 Valor de la compresión en el cilindro #1	56
Figura 37 Valor de la compresión en el cilindro #2	56
Figura 38 Valor de la compresión en el cilindro #3	57
Figura 39 Valor de la compresión en el cilindro #4	57
Figura 40. Generación DTC en código alto en Sensor de Oxígeno.	60
Figura 41 Generación DTC en código alto en Sensor MAP.	61
Figura 42 Generación DTC en código alto en Sensor ECT.	61
Figura 43 Generación DTC en código bajo en sensor MAP.	62
Figura 44 Generación DTC en código bajo en sensor ECT	62
Figura 45 DTC en ECT en código bajo y MAP en código alto	63
Figura 46 DTC bajo del ECT en código alto y Sensor de Oxígeno	64
Figura 47. Flujo de datos seleccionados para la investigación	64
Figura 48 Flujo de datos seleccionados para la investigación	65
Figura 49 Oscilograma tiempo de inyección	65
Figura 50 Oscilograma del inyector 1 cuando se genera DTC alto	66
Figura 51 Oscilograma del inyector 2 cuando se genera DTC alto	66
Figura 52 Oscilograma del inyector 2 a 3000 rpm.....	67
Figura 53 DTC del ECT y Sensor de Oxígeno en código alto	67
Figura 54 Flujo de datos seleccionados para la investigación	68
Figura 55 Flujo de datos seleccionados para la investigación	68
Figura 56 Oscilograma DTC alto en ECT sensor de Oxígeno.....	69
Figura 57 Oscilograma cuando se genera DTC alto a 3000 rpm	69
Figura 58 Oscilograma IAC cuando se genera DTC alto en ECT	70
Figura 59 DTC del MAP y Sensor de Oxígeno en código alto	70
Figura 60 Flujo de datos seleccionados para la investigación	71
Figura 61 Flujo de datos seleccionados para la investigación	71
Figura 62 Oscilograma cuando se genera DTC alto en MAP a 1000 rpm ..	72
Figura 63 Oscilograma cuando se genera DTC alto en MAP y 3000 rpm...	72
Figura 64. DTC del MAP y Sensor de Oxígeno en código alto	73
Figura 65 Oscilograma cuando se genera DTC bajo de MAP a 1000 rpm .	73
Figura 66 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC bajo de MAP	74
Figura 67 DTC del MAP, Sensor de Oxígeno y ECT en código alto	74
Figura 68 Flujo de datos seleccionados para la investigación	75

Figura 69	Flujo de datos seleccionados para la investigación	75
Figura 70	Oscilograma con DTC alto de MAP y ECT a 1000 rpm.	76
Figura 71.	Reconocimiento del DTC del MAP en código alto	76
Figura 72	Flujo de datos seleccionados para la investigación	76
Figura 73	Flujo de datos seleccionados para la investigación	77
Figura 74	Oscilograma cuando se genera DTC alto de MAP a 1000 rpm. .	77
Figura 75	Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto de MAP	78
Figura 76	l DTC del ECT y sensor de Oxígeno en código bajo.....	78
Figura 77	Flujo de datos seleccionados para la investigación	79
Figura 78	Flujo de datos seleccionados para la investigación	79
Figura 79	Oscilograma con DTC bajo de ECT y O2 a 1000 rpm	80
Figura 80	Oscilograma con DTC bajo de ECT O2 a 3000 rpm	80
Figura 81	DTC del ECT en código bajo y O2 en código alto.....	81
Figura 82	Flujo de datos seleccionados para la investigación	81
Figura 83	Flujo de datos seleccionados para la investigación	82
Figura 84	Oscilograma con DTC alto de ECT y O2 en código bajo a	82
Figura 85	Oscilograma cuando se genera DTC alto de ECT	83
Figura 86	Reconocimiento del DTC del ECT, MAP y O2 en código bajo....	83
Figura 87	Flujo de datos seleccionados para la investigación	84
Figura 88	Flujo de datos seleccionados para la investigación	84
Figura 89	Oscilograma con DTC bajo de ECT, MAP y O2 a 1000 rpm.....	85
Figura 90	Oscilograma con DTC bajo de ECT, MAP y O2 a 3000 rpm.....	85
Figura 91	Sensor de oxígeno desconectado (Genera DTC alto)	86
Figura 92	Voltaje de señal del sensor de oxígeno	86
Figura 93	Oscilograma a 1000 r.p.m con O2 presenta DTC alto	87
Figura 94	Oscilograma a 3000 r.p.m cuando O2 presenta DTC alto	87
Figura 95	Voltaje de señal del sensor O2 con DTC bajo	88
Figura 96	Oscilograma a 1000 r.p.m con DTC bajo	88
Figura 97	Oscilograma a 3000 r.p.m con O2 presenta DTC bajo	89
Figura 98	Reconocimiento del DTC del sensor ECT en código bajo	89
Figura 99	Sensor ECT	90
Figura 100	Oscilograma a 1000 r.p.m con DTC bajo en el sensor ECT	90
Figura 101	Oscilograma a 3000 r.p.m con DTC bajo en el sensor ECT	91
Figura 102	Reconocimiento del DTC del sensor ECT en código alto	91

Figura 103	Voltaje de referencia sensor ECT	92
Figura 104	Oscilograma a 1000 r.p.m con DTC alto en el sensor ECT	92
Figura 105	Oscilograma a 3000 r.p.m con DTC alto en el sensor ECT	93
Figura 106	DTC alto del sensor ECT, DTC alto del sensor MAP	94
Figura 107	Inhabilitación de los sensores ECT y MAP para generar DTC..	94
Figura 108	Oscilograma a 1000 r.p.m con DTC alto en MAP y ECT	95
Figura 109	Oscilograma a 3000 r.p.m con DTC alto ECT y MAP	95
Figura 110	DTC bajo del sensor ECT, DTC alto del sensor MAP	95
Figura 111	Forma de generar DTC en los sensores ECT y MAP	96
Figura 112	Oscilograma a 1000 r.p.m con DTC bajo en el sensor ECT	96
Figura 113	Oscilograma a 3000 r.p.m con DTC bajo en ECT, alto MAP	97
Figura 114	Gráfica Comparativa tiempos de Inyección.....	99
Figura 115	Gráfica Comparativa tiempos de Inyección.....	99
Figura 116	Gráfica Comparativa tiempos de Inyección.....	100
Figura 117	Gráfica Comparativa tiempos de Inyección.....	101
Figura 118	Gráfica comparativa tiempos de Inyección	102
Figura 119	Gráfica Comparativa tiempos de Inyección.....	102
Figura 120	Gráfica Comparativa tiempos de Inyección.....	103
Figura 121	Gráfica Comparativa tiempos de Inyección.....	104
Figura 122	Gráfica comparativa nivel HC (ppm)	108
Figura 123	Gráfica comparativa nivel CO (%).....	108
Figura 124	Gráfica comparativa nivel CO ₂ (%).....	109
Figura 125	Gráfica comparativa nivel O ₂ (%)	110
Figura 126	Cronograma de actividades	118
Figura 127	Mandos de control del osciloscopio OTC.....	125
Figura 128	Punta de medición (Color amarillo) en el canal A	128
Figura 129	Menú principal del osciloscopio	128
Figura 130	Despliegue opciones prueba de sensores en osciloscopio.....	129
Figura 131	Interface del scanner para seleccionar la marca del motor.....	131
Figura 132	Comunicación del scanner con el conector DBScan.....	132
Figura 133	Selección de la marca del motor	132
Figura 134	Interface de selección	133
Figura 135	Interface de selección	133
Figura 136	Interface de selección	134

Figura 137 Oscilograma de funcionamiento de la posición de la veleta...	135
Figura 138 Parámetros del motor FIAT FIRE EVO 1.4	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable Independiente	8
Tabla 2 Operacionalización de la variable Dependiente.....	9
Tabla 3 Metodología detallada del proyecto	12
Tabla 4 Características de las normativas OBD y OBD II	17
Tabla 5 Descripción del primer dígito de códigos DTC.....	19
Tabla 6 Descripción segundo dígito del código DTC.....	19
Tabla 7 Descripción tercer dígito del código DTC	20
Tabla 8 Características del motor.....	37
Tabla 9 Descripción de Pines de los conectores A-B.....	38
Tabla 10 Descripción de Pines de los conectores C-D.....	39
Tabla 11 Potencia, torque y consumo específico de combustible	42
Tabla 12 Datos de Condiciones y de características del Motor	44
Tabla 13 Tabla valores Obtenidos, presión y Temperatura.....	46
Tabla 14 Valores de tiempo de Inyección en condiciones Normales.....	48
Tabla 15 Datos de Gases de Escape en condiciones normales.....	54
Tabla 16 Valores de la compresión del motor FIAT FIRE EVO 1.4	57
Tabla 17 Lista de códigos de falla comunes.....	59
Tabla 19 Datos obtenidos del tiempo de inyección	88
Tabla 20 Datos obtenidos del tiempo de inyección con DTC alto	93
Tabla 21 Tiempos de inyección cuando se generan DTC	97
Tabla 22 Resumen comparativo de los gases de escape	105
Tabla 23 Recursos Humanos	113
Tabla 24 Recursos físicos	114
Tabla 25 Recursos materiales	114
Tabla 26 Recursos tecnológicos.....	115
Tabla 27 Recursos Financieros	116
Tabla 28 Descripción de los mandos del osciloscopio OTC.....	125

RESUMEN

Los motores a gasolina actuales cuentan con sistemas de inyección electrónicos que mejoran el rendimiento y disminuyen las emisiones de gases contaminantes producidos por la combustión del motor. Los componentes electrónicos del sistema están expuestos constantemente a posibles fallas, las que se conocen como códigos de diagnósticos de fallas (DTC), las mismas que son procesadas e interpretadas de manera diferente por la ECU, la cual se encarga de controlar todo el sistema para evitar que se generen más daños. La presente investigación consiste en generar DTC alto y bajo en los sensores y actuadores del sistema del motor FIAT FIRE EVO 1400 cc, con la finalidad de analizar el comportamiento de los actuadores, es decir su variación en el tiempo de inyección, además de la variación en la generación de los gases de escape; y por lo tanto comprobar el comportamiento del motor. Para el cumplimiento de este objetivo se utilizan equipos técnicos de alta tecnología que son: osciloscopio OTC, scanner LAUNCH, Scanner GScan2, analizador de gases. Los oscilogramas y niveles de gases de escape obtenidos con cada falla son comparados con los valores determinados para estas variables en condiciones normales y óptimas de funcionamiento del motor; así analizaremos su variación.

PALABRAS CLAVE:

- **INYECCIÓN ELECTRÓNICA MOTORES GASOLINA.**
- **CÓDIGOS DE DETECCIÓN DE FALLAS – DTC.**
- **TIEMPOS DE INYECCIÓN.**
- **MOTOR FIAT FIRE EVO**
- **GASES DE ESCAPE.**

ABSTRACT

Current gasoline engines have electronic injection systems that improve performance and reduce emissions of polluting gases produced by the combustion engine. The electronic components of the system are constantly exposed to possible failures, which are known as diagnostic trouble codes (DTC), they are processed and interpreted differently by the ECU, which is responsible for controlling the entire system to prevent further damage generated. This research is to generate high DTC and low in the sensors and actuators of the engine system FIAT FIRE EVO 1400 cc, in order to analyze the behavior of the actuators, specially the variation in the injection time, moreover the variation in generating exhaust gases; and therefore check engine performance. To fulfill this objective technical high-tech equipment are used: OTC oscilloscope, scanner LAUNCH, Scanner GScan2, gas analyzer. Oscillograms and exhaust levels obtained with each fault are compared with the values determined for these variables in normal and optimal operating conditions of the engine; and we analyze their variation.

KEY WORDS:

- **ELECTRONIC FUEL INJECTION GASOLINE ENGINES**
- **DIAGNOSTIC TROUBLE CODE – DTC**
- **INJECTION TIMES**
- **FIAT FIRE EVO MOTOR**
- **EXHAUST GASES.**

CAPÍTULO I

INVESTIGACIÓN “CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES DEL MOTOR FIAT FIRE EVO 1400CC CUANDO SE GENERA CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLA DTC”

1.1. Antecedentes Investigativos

Con la creación de los sistemas de inyección electrónica, se ha podido observar, que si existe algún código de error (DTC) durante el funcionamiento de un motor, el desempeño del mismo disminuirá de manera notable. Además se pueden realizar variaciones en los parámetros característicos de un motor de combustión interna, exceptuando la parte mecánica del cual puede estar dotado, ya que se considera que los vehículos con (MEP) que salen de fábrica circulan con un rendimiento del 30 a 45% aproximadamente.

Sin embargo esta investigación permitirá analizar dichos parámetros, pudiendo lograr obtener resultados en los cuales los actuadores se desempeñan de mejor manera para optimizar el rendimiento del motor de combustión interna.

Es importante mencionar que existen variables que poseen correlación positiva, es decir que son directamente proporcionales como son los casos de: Tiempo Dwell vs MAP y tiempo de encendido vs MAP, así mismo se da una correlación negativa, que expresa que las variables son inversamente proporcionales, esto es en: Régimen de giro vs MAP; esto nos indica que si hay algún error en una de estas, otras variables se verán afectadas, y por lo tanto el comportamiento de los actuadores será distinto a lo normal.

Según Bosch R. (2007): "La aplicación de sistemas de control electrónico en motores gasolina ha permitido reducir en un 10-20% el consumo de combustible y las emisiones de sustancias nocivas altamente contaminantes como: óxidos de nitrógeno (NOx). Oxido de Carbono (CO), Hidrocarburos (HC) y partículas, gracias a la alta capacidad calculatoria de los micro controladores, dispositivos de control electrónico disponibles que generan una configuración exacta y diferenciada de las magnitudes de inyección. A la vez se conoce que la implementación de sistemas electrónicos para la asistencia del funcionamiento de los motores de combustión interna produce un mejoramiento simultaneo de los parámetros característicos del motor" (p. 65).

Gerschler, H. (2000). Detalla que "El motor de combustión interna es controlado y monitoreado por medio de una unidad de control electrónico (ECU), la cual está expuesta a fallas debido al deficiente o bajo rendimiento de sus componentes, los cuales se identifican como códigos de diagnóstico de fallas (DTC)" (p. 59).

Cabe indicar que en Ecuador se dispone de la norma de control NTE INEN 2 204:2002. GESTIÓN AMBIENTAL AIRE. VEHICULOS AUTOMOTORES. LIMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MOVILES TERRESTRES DE GASOLINA. Mediante esta norma se regula las emisiones mínimas y máximas permitidas por los vehículos con motor gasolina.

Normativa legal

Según la normativa legal y del buen vivir de la constitución artículo 395 en la cual el estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas y asegure y la satisfacción de las generaciones presentes y futuras.

Además según el artículo 396 el estado adoptará políticas y medidas

oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

Se conoce que el campo automotriz es uno de los principales causantes de la contaminación medio ambiental, es por eso que la presente investigación aportará a disminuir la contaminación por mal funcionamiento del motor, en este caso de los actuadores del motor, verificando condiciones óptimas que minimicen la contaminación y la eficiencia del motor sea la óptima.

Dentro de la investigación y como resultado final después del análisis a realizar se podrá determinar, valores de trabajo óptimos para el funcionamiento, y valores que indiquen que algún actuador presenta fallas durante su operación.

1.2. Planteamiento del Problema

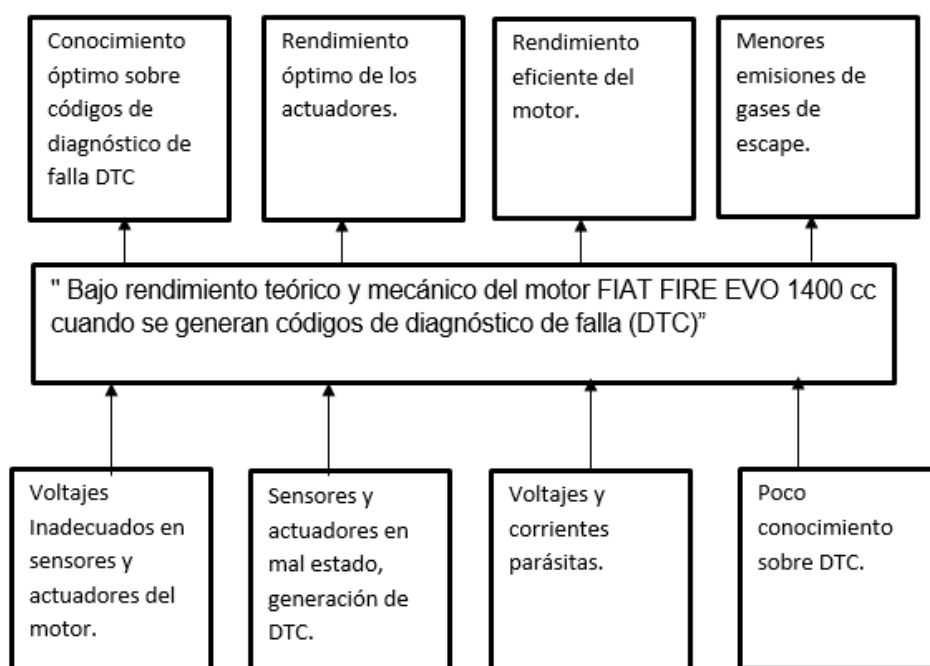


Figura 1 Árbol de problema

Por medio de pruebas ya realizadas se ha podido determinar que al realizar el análisis de los valores de los actuadores o sensores, se puede identificar si el mismo está funcionando de manera correcta. Con el análisis del comportamiento de los actuadores se determinará que sucede con los mismos

cuando se está generando DTC en alguno de ellos, con el fin de descubrir cuál es la causa y darle solución inmediata, optimizando el funcionamiento del motor de manera eficiente.

Para el tema planteado se debe establecer situaciones que generen DTC, verificar los parámetros de funcionamiento mediante un Scanner y Osciloscopio ya que estos permitirán obtener de manera rápida y exacta valores de funcionamiento como pueden ser de voltaje, resistencia, o las mismas curvas características que nos darán una perspectiva del comportamiento de los mismos, así se podrá plantear valores para reconocer las diferentes causas de generación de DTC.

Al generarse DTC tendremos como consecuencia un desempeño inadecuado de los actuadores, bajo desempeño de los actuadores del motor, bajo desempeño del motor.

En la actualidad la verificación de comportamiento de los actuadores se lo hace mediante Scanner y Osciloscopio, sin embargo con esta investigación se logrará establecer valores que ayuden a identificar por qué se genera ese DTC.

1.3. Descripción resumida del Proyecto

En el presente proyecto se va a proceder a investigar fuentes bibliográficas confiables relacionadas a sistemas de control electrónico y de emisiones.

Como parte inicial se pondrá a punto el motor Fiat Fire Evo 1400 CC perteneciente a la institución.

La caracterización y análisis del comportamiento de los actuadores del motor Fiat Fire Evo 1400 cc cuando se genere DTC, se enfocará principalmente en generar códigos de diagnóstico de falla con el fin de dar valores distintos a los normales de funcionamiento y así analizar como es el

comportamiento de los actuadores frente a estas situaciones.

Además se podrá realizar la investigación sobre las variables que se puede manipular para generar DTC, como: voltaje de señal, voltaje de referencia, control de masa, resistencia, y demás parámetros característicos según sea la necesidad.

Se conocerá los parámetros de funcionamiento tanto óptimos como para las situaciones que han generado DTC.

Cabe añadir que se realizará los cálculos de los valores de voltaje de señal, resistencia tanto de los actuadores como de los sensores, además de los cálculos de temperatura y presión de admisión, compresión expansión y escape, además de la potencia, torque, consumo específico de combustible y eficiencia del motor frente a las situaciones planteadas.

Con el Scanner automotriz y Osciloscopio se comprobará y analizará los parámetros de funcionamiento de los actuadores sometidos a diferentes situaciones que han generado DTC.

Estableciendo valores para los distintos tipos de fallas generadas, con el fin de que la identificación de su causa sea más fácil y la implementación de una solución sea óptima.

1.4. Justificación e Importancia

Los vehículos poseen sistemas de inyección electrónica, los cuales se han convertido en tecnologías que día a día se van modernizando, pero a la vez se generan nuevas fallas.

Por tanto al realizar dicha investigación se podrá incursionar en el área de estudio y experimentación, para conocer más a fondo sobre la generación de códigos de detección de fallas (DTC) y su influencia sobre el funcionamiento de los actuadores de un motor, y poder determinar cómo influye directamente

en el motor de combustión interna.

Esta investigación podrá aportar directamente en el área de Electrónica Automotriz, ya que como se sabe al momento de la detección de DTC se podrá identificar su causa, motivo, y darle una pronta solución, además se comprobará el comportamiento de los actuadores frente a estas situaciones.

Para realizar el análisis del comportamiento de los actuadores se basará necesariamente a las condiciones ambientales en donde va a desempeñar el motor vehículo, tomando siempre en consideración criterios coherentes para lograr el mejor desempeño, y planteando casos de generación de DTC se evaluará el comportamiento de los mismos.

A su vez podrá generar nuevos conocimientos en estas áreas ya que a nivel educativo no se ha podido percibir de gran manera como se diagnostica de manera puntual cuando se genera DTC en un motor.

1.5. Objetivo General

- Analizar el comportamiento de los actuadores del motor Fiat Fire Evo 1400cc cuando se generan códigos de diagnóstico de fallas (DTC) mediante el uso de equipo especializado de diagnóstico para establecer los valores óptimos de trabajo tanto de la parte electrónica como mecánica.

1.6. Objetivos Específicos

- Consultar información bibliográfica y datos técnicos que permitan un manejo adecuado de los equipos y el desarrollo práctico.
- Poner en funcionamiento el motor Fiat Fire Evo 1400 cc perteneciente a la institución.
- Realizar el estudio de parámetros de funcionamiento de actuadores en condiciones normales de funcionamiento.

- Investigar tipos de DTC que se puede generar para cambiar el comportamiento de los actuadores del motor.
- Plantear situaciones tanto teóricas como prácticas que generen códigos de diagnóstico de falla (DTC).
- Realizar pruebas de funcionamiento cuando se generan DTC.
- Recopilar datos con la ayuda del Scanner Automotriz y el osciloscopio cuando se ha generado DTC.
- Analizar el comportamiento de los actuadores y del motor cuando se generan DTC.
- Medir los gases de Escape generados en las diversas situaciones.
- Comprobar la incidencia del comportamiento de los actuadores mediante el análisis de gases de escape, y verificando la presión de compresión del motor, por medio de análisis teórico-práctico.

1.7. Metas

- Poner a punto el sistema de control electrónico del Motor FIAT FIRE EVO 1400 CC.
- Determinar los parámetros característicos que controlan el funcionamiento de los actuadores del motor de combustión interna.
- Determinar cómo se ve afectado el desempeño del motor cuando se generan DTC que inciden directamente al comportamiento de los actuadores.

- Determinar los tipos de DTC que afectan directamente a los actuadores del motor.
- Determinar los valores óptimos de funcionamiento de los actuadores del motor.

1.8. Hipótesis

El análisis del comportamiento de los actuadores cuando se generan DTC permitirá establecer de manera eficiente el desempeño del motor de combustión interna a través del uso de instrumentos de diagnóstico.

1.9. Variables de Investigación

1.9.1. Variable Independiente:

- Comportamiento de los actuadores.

Tabla 1
Operacionalización de la variable Independiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Son los parámetros de información que permiten conocer los valores óptimos de funcionamiento de los actuadores para un mejor desempeño del motor, generando la óptima presión de compresión y generando una menor	PIDs	Voltaje de funcionamiento de los componentes del sistema de control electrónico	Voltios,	Medición	Multímetro automotriz digital, OTC
			amperios,		
			resistencia,		
			curvas características		
		Presión de compresión	Psi	Medición	Compresómetro
		Potencia	Watts	Cálculo	Libros y datos del motor
	Emisión gases de escape	CO, CO ₂ , NOX, PPM HC	%	Medición	Analizador de gases
	DTC				

cantidad de gases de escape, con el fin de disminuir la contaminación		
---	--	--

1.9.2. Variable Dependiente:

- Generación de los códigos de diagnóstico de falla.

Tabla 2
Operacionalización de la variable Dependiente.

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Los DTC son indicadores que nos permiten conocer que algún sensor u actuador presenta alguna falla	Tecnológica y de diagnóstico	Voltaje	V	Medición	Osciloscopio
		Corriente	A	Medición	Osciloscopio
		Resistencia	Ohm	Medición	Osciloscopio
		Indicador de código	Código o	Diagnóstico	Scanner

1.10. Metodología de Desarrollo del Proyecto

- **Método inductivo**

Por el **método inductivo** se planteará situaciones que generen códigos de diagnóstico de fallas (DTC), lo cual nos dará valores diferentes de trabajo de los actuadores y se podrá llegar a una generalización del comportamiento de los mismos y de cómo afecta al motor de combustión interna.

- **Método deductivo:**

De acuerdo al método deductivo, se partirá basándose en teorías e investigaciones anteriores, aplicando razonamientos lógico-deductivos de acuerdo al desarrollo de las variaciones en los parámetros que se realicen para generar DTC, terminando por ampliar y precisar los resultados obtenidos.

- **Método de análisis y síntesis:**

Estos métodos permitirán que se pueda realizar un estudio más detallado y analítico ya que se podrá tomar en cuenta cada uno de los parámetros que serán expuestos a un análisis de comportamiento de los actuadores, para así obtener diferentes resultados los cuales permitirán realizar una síntesis adecuada y coherente con el fin de estudiarlos en su totalidad, y obtener diferentes resultados y conclusiones de la investigación.

- **Método de experimental**

Este método permitirá realizar pruebas con el fin de sacar datos y verificar valores del comportamiento de los actuadores, y del motor frente a la generación de DTC, con el fin de proponer causas y soluciones más efectivas.

- **Método comparativo**

Por medio de este método se podrá realizar comparaciones de los valores obtenidos cuando se pone en funcionamiento los actuadores, verificando que ocurre cuando un actuador se encuentra funcionando normalmente y cuando funciona con la presencia de un DTC. Además de comparar los valores de presión de compresión y análisis de gases de escape sometido las diferentes situaciones planteadas.

- **Método de medición**

Este método será usado cuando se requiera obtener los valores de funcionamiento normales de los actuadores y cuando se generan DTC, además medir la presión de compresión y tener un análisis de gases de escape dadas las diferentes situaciones.

Además estableceremos el protocolo de pruebas en base a la norma NTE INEN 2 204:2004, se determinarán las unidades en las que se manejarán los datos, tomando en cuenta las escalas que manejen los equipos con los que se desarrollara la obtención de datos y mediciones.

- **Método de Matematización**

Mediante este método lograremos calcular los parámetros como potencia y eficiencia del motor con el fin de comprobar que las condiciones son las óptimas.

Tabla 3.
Metodología detallada del proyecto

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Deductivo	Se planteará situaciones que generen códigos de diagnóstico de fallas (DTC), lo cual nos dará valores diferentes de trabajo de los actuadores y se podrá llegar a una generalización del comportamiento de los mismos y de cómo afecta al motor de combustión interna.	Osciloscopio Automotriz OTC Scanner Launch, Scanner G-scan, Scanner Carman Motor Fiat Fire Evo 1400 CC	Autotrónica
Inductivo	De acuerdo al método deductivo, se partirá basándose en teorías e investigaciones anteriores, aplicando razonamientos lógico-deductivos de acuerdo al desarrollo de las variaciones en los parámetros que se realicen para generar DTC, terminando por ampliar y precisar los resultados obtenidos.	Osciloscopio Automotriz OTC Scanner Launch, Scanner G-scan, Scanner Carman, Motor Fiat Fire Evo 1400 CC	Autotrónica
Análisis y síntesis	Se pueda realizar un estudio más detallado y analítico ya que se podrá tomar en cuenta cada uno de los parámetros que serán expuestos a un análisis de comportamiento de los actuadores, para así obtener diferentes resultados los cuales permitirán realizar una síntesis adecuada y coherente con el fin de estudiarlos en su totalidad, y obtener diferentes resultados y conclusiones de la investigación.	Osciloscopio Automotriz OTC Scanner Launch, Scanner G-scan, Scanner Carman, Computador Personal.	
Experimental	Este método permitirá realizar pruebas con el fin	Osciloscopio Automotriz OTC	Autotrónica

	de sacar datos y verificar valores del comportamiento de los actuadores, y del motor frente a la generación de DTC, con el fin de proponer causas y soluciones más efectivas.	Scanner Launch, Scanner G-scan, Scanner Carman	
Comparativo	Por medio de este método se podrá realizar comparaciones de los valores obtenidos cuando se pone en funcionamiento los actuadores, verificando que ocurre cuando un actuador se encuentra funcionando normalmente y cuando funciona con la presencia de un DTC. Además de comparar los valores de presión de compresión y análisis de gases de escape sometido las diferentes situaciones planteadas.	Osciloscopio Automotriz OTC Scanner Launch, Scanner G-scan, Scanner Carman, Compresómetro Analizador de gases de escape, Motor Fiat Fire Evo 1400 CC.	Autotrónica y Laboratorio de Motores
Medición	Este método será usado cuando se requiera obtener los valores de funcionamiento normales de los actuadores y cuando se generan DTC, además medir la presión de compresión y tener un análisis de gases de escape dadas las diferentes situaciones.	Osciloscopio Automotriz OTC Scanner Launch, Scanner G-scan, Scanner Carman, Motor Fiat Fire Evo 1400 CC	Autotrónica y Laboratorio de Motores
Matematización	Mediante este método lograremos calcular los parámetros como potencia y eficiencia del motor con el fin de comprobar que las condiciones son las óptimas.	Computador personal	
Análisis de contenido	Dada la limitada información sobre este tipo de investigación, el método de análisis de contenido será indispensable para estudiar con detenimiento la bibliografía obtenida descomponiendo su contenido en unidades de información necesaria para el manejo y asimilación de la misma tener un dominio completo sobre ella	Computador personal	

CAPITULO II

SENSORES, ACTUADORES Y CÓDIGOS DE DETECCION DE FALLAS (DTC)

2.1. Introducción

Debido al avance tecnológico en los sistemas de inyección gasolina y otros sistemas que incorporan varios sensores y actuadores, cada vez es más difícil el diagnóstico de averías. Hoy en día hay nuevos métodos de diagnóstico de averías que necesitan instrumentos o herramientas para desarrollar esta labor a través del UCE (Unidad de Control Electrónico).

Hay que tener en cuenta que la falta de señal de algún sensor o actuador, o bien si los valores de las señales son superiores o inferiores a los normales se generan códigos de falla (DTC), los cuales pueden ser verificados por medio de un osciloscopio automotriz o a su vez un scanner.

En el presente proyecto se va a generar DTC's para analizar el comportamiento de los actuadores y su incidencia en el funcionamiento del motor.

2.2. Diagnóstico de a Bordo (OBD)

(Cano,2012) Afirma que: Los inicios de este sistema de diagnosis datan aproximadamente en el año 1988, en Estados Unidos (California). Fue diseñado originalmente para reducir la contaminación del aire. Por normativa se obligaba a instalar el OBD a todos los coches gasolina, con la finalidad de controlar los límites máximos de emisiones de gases. (p.163)

2.2.1. OBD I

OBD I es la primera etapa del diagnóstico de abordo el cual permite el control, monitoreo del motor y varios dispositivos del vehículo. (Bosch, 2003) afirma que: “OBD comprueba si los componentes eléctricos relevantes para los gases de escape tienen cortocircuitos o interrupciones de línea; las señales eléctricas han de encontrarse dentro de los límites de plausibilidad especificados”. (p.37)

Por medio de la lámpara MIL (malfunction indicator lamp) que se encuentra ubicada en el tablero, permite identificar al conductor si hay un comportamiento defectuoso o si se está sobrepasando los límites recomendados por medio de destellos.



Figura 2 Símbolo de la lámpara MIL del cuadro de mando que indica un mal funcionamiento a través de OBD
Fuente: (Cano, 2012).

Los conectores que se utilizan para OBD I pueden variar, todo depende del fabricante.



Figura 3 OBD con diferentes modelos de cables conectores.
Fuente: (Cano, 2012)

2.2.2. OBD II

Según (Bosch, 2003): “La OBD II exige que se vigilen todos los sistemas y componentes notables para los gases de escape, los que podrían provocar un aumento considerable de las emisiones contaminantes en caso de un funcionamiento incorrecto. Adicionalmente deben comprobarse también todos los componentes que influyen en el resultado del diagnóstico, todo defecto identificado ha de memorizarse en la unidad de control. El incorrecto funcionamiento ha de indicarse a través de una lámpara de aviso (MIL) en el cuadro de instrumentos. Los defectos almacenados se leen mediante comprobadores que se conectan para fines de diagnóstico”. (p.37)

La segunda etapa de diagnóstico a bordo (OBD II) cumple con ciertos requerimientos tales como:

- Un conector de diagnóstico estandarizado DCL (Diagnostic Link Conector).
- Para identificar de manera rápida el componente o sistema relacionado a la falla es necesario un código de falla DTC (Diagnostic Trouble Code)
- La lámpara MIL se encenderá si las emisiones de NOx, HC y CO exceden ciertos límites; normalmente 1,5 veces el nivel permitido.

Tabla 4.
Características de las normativas OBD y OBD II

	OBD I	OBDII
Características Generales	La monitorización está diseñada para detectar fallos eléctricos en el sistema y los componentes	Se monitoriza el rendimiento de los sistemas de emisión y de los componentes, así como los fallos eléctricos; y se almacena la información para un uso posterior
	La luz de alerta de mal funcionamiento (MIL) se apaga si el problema de emisiones se corrige por si solo	La luz de aviso (MIL) se mantiene encendida hasta que transcurren tres ciclos de conducción consecutivos, sin que el problema reincida.
		La memoria del sistema es borrada tras cuarenta arranques en frío. Si se trata de la monitorización del combustible, se necesitan ochenta arranques en frío.
Sistemas Monitorizados	Sonda EGR	λ
	Control de combustible	de Respuesta sonda λ Calefactor sonda λ
		Control de combustible
		Fallos de encendido
		Eficiencia del catalizador
		Detallado de componentes
		Emisiones de evaporantes
		Sistema de aire secundario (si está equipado)
		EGR

Fuente: (Guardiola , 2005)

2.2.3. OBD III

La tecnología del OBD III trata de disminuir el tiempo que se emplea para detectar el mal funcionamiento o fallo del automóvil y su breve reparación.

El OBD III puede enviar y recibir datos mediante tres caminos:

- Lector de camino (Roadside)
- Red de estación Local (Local Station Network)
- Satélite

(Carpio, 2013) afirma que: “por ende, el nuevo sistema de diagnosis debe procesar los datos generados por el sistema OBD II, y a su vez interpretar los mismos para finalmente enviar la advertencia de la avería y recomendación de la evaluación a los propietarios de los automóviles y a los talleres de servicio automotriz. Con ello se agiliza el proceso de mantenimiento.

El centro de atención al cliente (CAC) se encarga de recibir la información enviada vía satélite o por cualquier otro tipo de comunicación inalámbrica, para un posterior análisis y la comunicación oportuna para la solución del fallo”. (p.17)

2.3. Códigos de diagnóstico de fallas (DTC)

Los códigos de falla (DTC) han sido diseñados para guiar al especialista automotriz hacia un correcto procedimiento. Cabe recalcar que los DTC no necesariamente implican fallas en componentes específicos.

El manual (Cise Electronics Corp) describe: “que los códigos de falla (DTC) son del tipo alfanumérico, por lo tanto cada dígito presenta una ruta específica del diagnóstico, existe una anatomía para este código, esto está descrito por la norma SAE

Lo primero que se tiene un DTC es una letra, esta puede tener varias posibilidades de acuerdo al lugar del vehículo en el cual se desarrolle el código, a continuación se describe en la siguiente tabla.

Tabla 5.
Descripción del primer dígito de códigos DTC

Letra	Significado	Descripción
P	POWERTRAIN	Comprende los códigos relacionado con el motor y la transmisión automática
B	BODY	Comprende los sistemas que conforman la parte de carrocería y confort, también algunos sistemas relacionados con el inmovilizador
C	CHASIS	CHASIS Comprende los sistemas relacionado con el chasis como pueden ser algunos sistemas ABS – AIRBAG y sistemas de diferencial que no estén relacionados con la gestión de la transmisión automática
U	NETWORK	Comprende los problemas relacionados con la transmisión de datos de un módulo a otro, las redes de comunicación se pueden averiar y dejar sistemas completos por fuera del sistema. En ese caso cualquiera de los módulos restantes pueden generar un código relacionado con ese sistema

Fuente: (Cise Electronics Corp, s.f)

El segundo valor es un numero el cual indica si el código es completamente genérico, o está dentro de OBD II pero es algo particular que el fabricante ha dispuesto para ese problema, aunque se generen también al mismo tiempo códigos completamente universales.

Tabla 6.
Descripción segundo dígito del código DTC

Número	Descripción
0	Será un código completamente universal denominado SAE
1,2 o 3	Será un código del fabricante aunque sigue siendo OBD II o CAN

Fuente: (Cise Electronics Corp, s.f)

El Tercer digito indica en el caso del motor, el subsistema sobre el cual está montada la falla es así como tendremos una ubicación precisa del problema analizando este digito.

Tabla 7.
Descripción tercer dígito del código DTC

Número	Subsistema
1	Un problema ocasionado por un problema con un sensor que afecte la relación AIRE /COMBUSTIBLE o cualquier problema que afecte el buen funcionamiento de esta
2	Está relacionado con algún problema relacionados el sistema de alimentación (Bomba de combustible, Inyectores, Relé de Bomba sensores de Presión del Riel)
3	Vinculado con algún problema en el sistema de encendido este puede estar compuesta por elementos como (Bobinas, CKP, CMP, Sensores de Detonación Y códigos de Fuego Perdido (Misfire))
4	Relacionado con el desempeño de un sistema anticontaminación como puede ser (EGR, EVAP CATALIZADOR, AIRE SECUNDARIO, OXIGENO CALENTADO).
5	Está relacionado con un problema de la marcha mínima esto comprende (Válvulas IAC – ISC o todo sistema motorizado que controle la marcha mínima).
6	Está relacionado con un problema del PCM, esto puede ser referente a sus circuitos de procesamiento como memoria y procesador o a referente a masas y positivos fuera de especificaciones.
7-8	Falla vinculada con la Transmisión Automática o sistemas controladores de tracción en las 4 ruedas

Fuente: (Cise Electronics Corp)

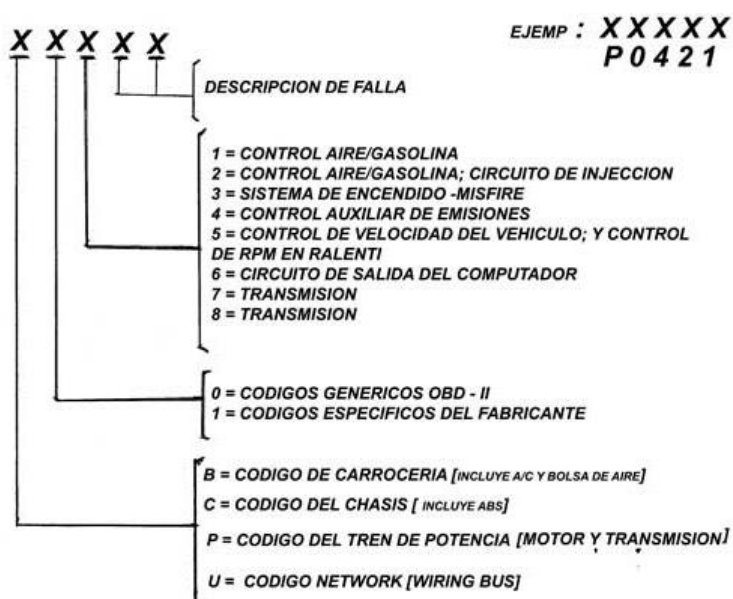


Figura 4 Descripción de Códigos de Diagnósticos OBD II.
Fuente: (Cise Electronics Corp)

Los conectores OBD II son similares; pero no todos los pines tienen un conector activo; eso depende del protocolo que usa; igualmente el lector de códigos también obedece a la misma regla". (pp. 8-9)

2.4. Sensores

“Los sensores o captadores son elementos que detectan estados de servicio, transforman las magnitudes físicas o químicas en señales eléctricas” (Bosch, Robert, 2003, p.28).

(Guarella, 2011) describe que: “Los sensores son los elementos encargados de obtener la información, es decir, de proporcionar las señales de entrada a la unidad de control para que esta pueda determinar la orden de salida. Esta orden de salida es convertida en una señal eléctrica que se envía a un acondicionador o actuador que convertirá la energía eléctrica en otra forma de energía. Para simplificar se puede decir que el sensor envía información a la unidad de control, está la procesa y envía una orden, que recibe el actuador y se encarga de ejecutarla”. (p. 3)

Los sensores podemos encontrar de varios tipos, por ende para diferentes aplicaciones tales como:

2.4.1. Sensores de Temperatura

(Coello, 2005) menciona que: “Varios de los parámetros más importantes a ser medidos por la computadora son; la temperatura del motor, el aire aspirado, la temperatura del combustible, ya que estos valores no se mantienen estables en todos los rangos de funcionamiento del motor y su variación influye notablemente en el buen desempeño del motor”. (p.36)

Los sensores de temperatura suelen ser del tipo NTC (Coeficiente negativo de temperatura).

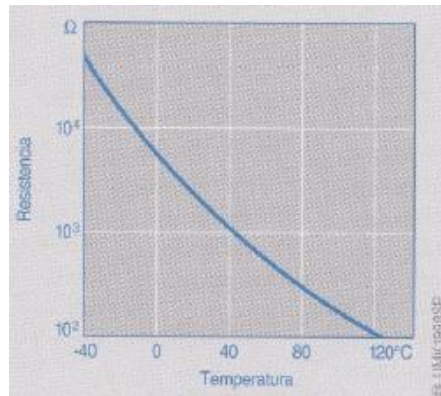


Figura 5 Curva característica de un sensor de temperatura tipo NTC
Fuente: (Bosch, 2003)

A continuación se describen los sensores de temperatura que puede contener un motor:

a. Sensor de temperatura del refrigerante (ECT)

(Ribbens, 2007) Describe que: “un sensor típico para el refrigerante consta de un termistor, está hecho de material semiconductor cuya resistencia varía inversamente con la temperatura”. (p.19), lo que quiere decir que el sensor consta de una resistencia tipo NTC que es de coeficiente negativo de temperatura.

(Coello, 2005) Menciona: “La señal de este sensor informa a la computadora la temperatura del refrigerante del motor, en este caso es la que identifica la temperatura del motor, para que la computadora pueda enriquecer automáticamente la mezcla aire-combustible cuando el motor está frío y la vaya empobreciendo paulatinamente con el incremento de la temperatura, hasta alcanzar la temperatura ideal de funcionamiento, en cuyo caso se inyectará suficiente combustible para formar la mezcla ideal”. (p.36)

(Bosch, 2003) Indica que: “El campo de medición es de -40...+130°C”. (p. 27)

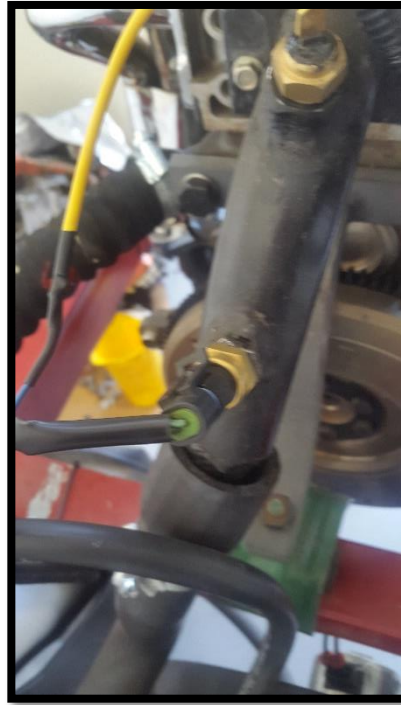


Figura 6 Sensor de temperatura ECT

b. Sensor de temperatura del aire (IAT)

(Coello, 2005) Describe: “Dependiendo de la masa de aire medida, la computadora decidirá el valor exacto de combustible que debe ser inyectado, para que la mezcla sea ideal en todas las condiciones de aceleración.

Cuando el aire está muy frío, sus moléculas estarán muy condensadas o comprimidas, lo que significa que el número de moléculas en este volumen de aire medido será mayor. En cambio, cuando el aire se calienta, las moléculas se ponen en movimiento, y la cantidad de ellas en el volumen aspirado será menor. Por ello se confirma que el valor de la temperatura detectada o sentida brinda a la computadora la idea exacta de la necesidad de combustible, para que la mezcla sea siempre perfecta

El sensor puede estar ubicado en el múltiple de admisión, en el filtro de aire, a la entrada de la mariposa de aceleración.

El rango de medición es de $-40\dots+120^{\circ}\text{C}$.

c. Sensor de temperatura del combustible

En varios sistemas de inyección electrónica se tiene en cuenta como parámetro importante la medición de la temperatura de combustible, ya que al igual que el sensor IAT, la variación de temperatura de combustible está relacionada con el número de moléculas en este volumen o cantidad de combustible que va a ser inyectado.

Con la señal de este sensor se informa a la computadora, para que ella decida abrir al inyector un tiempo menor o mayor, permitiendo inyectar una cantidad de combustible exacto en todas las condiciones de trabajo del motor". (pp.41-42)

d. Sensor de temperatura del aceite de motor

(Bosch, 2003) describe: "La señal del sensor de temperatura del aceite de motor se emplea para calcular los intervalos de servicio.

Rango de medición $-40\dots+170^{\circ}\text{C}$ ". (p.27)

2.4.2. Sensor de Presión

(Bosh, 2002) Describe: "Por deformación de una membrana o por un sensor de fuerza, las presiones se miden directamente. La magnitud "presión" se presenta en los gases y líquidos como efecto de fuerza no dirigida, es decir, que actúa en todas las direcciones". (p. 78)

a. Sensor MAP (Manifold Absolute Pressure)

(Coello, 2005) menciona: El sensor MAP está constituido por un elemento "piezoeléctrico" muy sensible, el cual relaciona la presión atmosférica con la depresión en el colector de admisión. Esta relación calculada logra entregar una señal de forma de variación de voltaje a la computadora, la misma que se encarga de inyectar la cantidad exacta de combustible, por medio de la señal que envía a los inyectores. Adicionalmente adelantará o retardará el punto de encendido, de acuerdo a las necesidades y al programa de avance en cada motor.

Para lograr la medición, el sensor dispone de un tubo que está conectado con el colector de admisión o sencillamente está localizado directamente en él.(p.102)



Figura 7 Sensor MAP

2.4.3. Sensor de revoluciones

(Bosh, 2002) menciona que: Los sensores de revoluciones del motor (sensores de varilla), también llamados transmisores de revoluciones, se emplean para:

- Medir el número de revoluciones del motor.
- Detectar la posición del cigüeñal (posición de los pistones del motor).

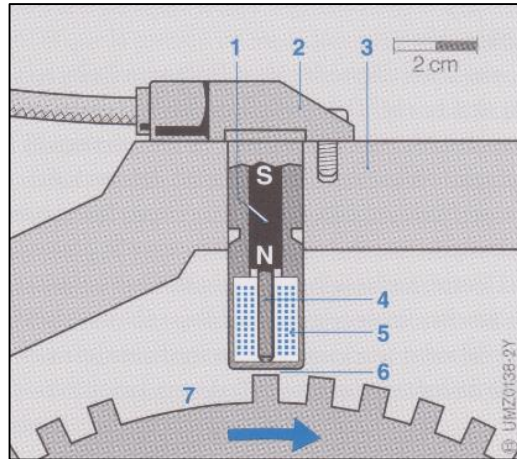


Figura 8. Estructura del sensor de revoluciones inductivo
Fuente: (Bosch, 2002)

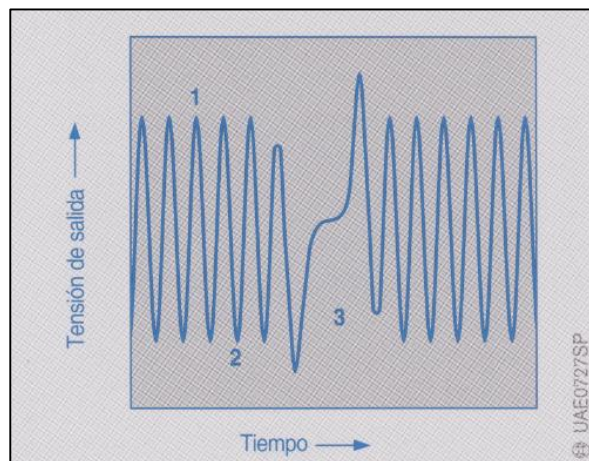


Figura 9 Señal de un sensor de revoluciones inductivo
Fuente: (Bosch, 2002)

El número de revoluciones se calcula mediante el intervalo de tiempo entre las señales del sensor. La señal de este sensor es una de las magnitudes más importantes del control electrónico del motor. (p.26)

a. Sensor inductivo en el volante de inercia (CKP)

(Coello, 2005) afirma que: El sensor inductivo está constituido por una bobina de alambre, un imán permanente y un núcleo de hierro, todos ellos alojados en un cuerpo metálico o plástico. Los terminales de la bobina están conectados a dos pines del conector exterior, de los cuales se obtiene la señal

corriente alterna de tensión baja, señal que se envía a la computadora del sistema.

Esta señal enviada es una señal de referencia o de “fase”, la misma que identifica la posición del primer pistón dentro del cilindro, es decir el momento en el que el sistema de encendido debe actuar para enviar el arco voltaico (chispa eléctrica) a las bujías para combustionar la mezcla. (p.48)



Figura 10 Sensor CKP

2.4.4. Sensor de Oxígeno

(Coello, 2005) menciona: El sensor de oxígeno llamado también Sonda Lambda, tiene la particularidad de determinar la presencia de oxígeno en los gases de escape del motor. Dependiendo de la cantidad de oxígeno encontrado, la computadora, que recibe permanentemente esta información, determina con exactitud el tiempo de apertura de los inyectores, logrando con ello controlar la cantidad exacta de combustible entregada, realiza la mezcla ideal aire-combustible la cual se combustiona sin generar emisiones tóxicas al medio ambiente.(p.63)



Figura 11 Sonda Lambda

2.4.5. Sensor de posición

a. Sensor TPS

(Autodaewoospark, s.f.) menciona: El sensor de posición de aceleración TPS es el encargado de monitorear la posición de la mariposa de la garganta de entrada de aire hacia el motor, entregando una señal hacia la Unidad de control la misma que es usada para controlar los tiempos de inyección de combustible hacia las cámaras de combustión.

El sensor TPS es simple potenciómetro acoplado al eje de la mariposa de aceleración y se desplaza cierto ángulo en función de la aceleración, el ángulo máximo que se mueve es alrededor de 100 grados y tiene sentido que sea así pues a 0 grados la mariposa de aceleración está cerrada- y se encuentra verticalmente con la garganta de acceso de aire hacia el múltiple de admisión, mientras que a máxima aceleración la mariposa de aceleración debe estar paralela a la garganta de admisión. (p. 1)



Figura 12 Sensor TPS

2.5. Actuadores

Son aquellos que se encargan de transformar las señales de salida de la unidad de control en magnitudes mecánicas.

(Guarella ,2011) describe que: Los actuadores constituyen la interfaz entre el procesamiento de la señal (procesamiento de la información) y el proceso (mecánico). Transforman las señales que aportan la información de ajuste, de baja potencia, en señales potentes correspondientes a la energía necesaria para intervenir en el proceso. Los convertidores de señales combinados con elementos amplificadores se apoyan en los principios de transformación física entre distintas formas de energía (eléctrica – mecánica – hidráulica – térmica).

a. Inyectores

Las válvulas de inyección, también llamadas inyectores o electroválvulas, son dispositivos electromagnéticos que funcionan abriendo y cerrando el circuito de presión de combustible en respuesta a los impulsos que le aplica la Unidad de Control. Constan de un cuerpo de válvula donde se encuentra la bobina y una aguja inyectora mantenida en posición de reposo (cerrando el

paso de combustible) mediante la acción de un muelle. Cuando la bobina recibe corriente, la aguja es levantada debido al efecto electroimán de su asiento y el combustible puede salir a presión por la ranura calibrada. La cantidad exacta de combustible que suministra la válvula depende del tiempo de inyección, es decir, del tiempo que permanece abierta; y este valor es determinado por la Unidad de Control Electrónico según las condiciones de funcionamiento del motor. (pp. 18-19)



Figura 13 Inyector

b. Válvula IAC

En el manual (Autodaewoospark, s.f.) indica que la Válvula IAC es un motor de pasos (válvula electromecánica) que controla el movimiento de un cono sobre el ingreso de aire hacia las cámaras de combustión dando mayor o menor cantidad de aire según indique el ECM, se encuentra sobre el cuerpo de aceleración. (p.3)



Figura 14 Válvula IAC

2.6. Unidad de control

(Bosch, 2002) describe a la unidad de control como aquel que: “Procesa la información de los sensores y transmisores de valores teóricos conforme a determinados procesos de cálculos matemáticos (algoritmos de control y regulación). Se encarga de activar los actuadores mediante señales de salida eléctricas”. (p. 38)



Figura 15 Unidad de control

2.7. Scanner Automotriz LAUNCH x-431 pro

Scanner LAUNCH X-431 Pro es un dispositivo electrónico multimarca de diagnóstico automotriz, tiene cobertura para vehículos de origen asiático, europeo y americano tanto livianos como pesados.

A través de la comunicación Bluetooth entre el conector de diagnóstico del vehículo y los terminales móviles inteligentes variantes, se realiza una diagnosis del vehículo, que incluye los DTC lectura, borrar DTC, flujo de datos de lectura, prueba de actuación y funciones especiales.

Se puede aprovechar al máximo la conexión a internet del dispositivo, ya que se integra más aplicaciones y servicios, tales como la creación de base de datos de mantenimiento y biblioteca de casos, proporcionando la información de mantenimiento inmediato, estableciendo el mantenimiento público y privado círculo social, etc. Como resultado, se acumula una comunidad amplia de diagnóstico del vehículo, lo que le ayuda a compartir el conocimiento del mantenimiento del vehículo en línea, experiencia en el mantenimiento de vehículos de intercambio en línea y provee mantenimiento relacionado apoyo de servicio del vehículo en línea.



Figura 16 Scanner LAUNCH X-431 PRO

Parámetros técnicos

- Sistema operativo: Android.
- CPU: 1 GHz de doble núcleo.

- Batería: 3000mh, batería de polímero de litio recargable.
- Tiempo de trabajo: durante 4 horas.
- Tarjeta de memoria expandible: 32G Micro SD (TF) apoyó.
- Memoria: 512 MB.
- Capacidad de almacenamiento: 2GB.
- LCD: 7,0 pulgadas.
- Resolución LCD: 1024X600.
- Pantalla táctil: 5 puntos de la pantalla táctil capacitiva.
- Cámaras: 2 mega trasera y frontal de 0.3 mega.
- Wi-Fi: soportado.
- Bluetooth: soportado.
- Temperatura de trabajo: -10 ~ °C 55 °C (14 ° F a 131 ° F).
- Temperatura de almacenamiento: -20 °C ~ 70 °C (-4 °F a 158 °F).
- Peso: 0.68kg aprox.
- Dimensión del esquema: 198mm * 124mm * 10.1mm.

2.8. Osciloscopio Automotriz OTC

Con una velocidad de 25Mhz es el más rápido osciloscopio automotriz con multímetro grafico que contiene abundante información para la mayoría de vehículos. Permite la comparación en tiempo real de las mediciones con las formas de onda de referencia.

Software para PC que permite la visualización de las ondas en tiempo real tanto de las mediciones como las de referencia, puede almacenar infinito número de ondas y también almacenar una película de las mediciones y sus variaciones para su reproducción posterior.



Figura 17 Osciloscopio Automotriz OTC

Características

- Analizador de 2 canales.
- Un cupo de muestreo de 25 MHz por canal para rápidas actualizaciones de datos.
- Mediciones y gráficos reales de RMS y GMM (Multímetro gráfico).
- Una exclusiva "trampa de fallas" captura, despliega y ocasionalmente salva formas anormales de señal en el modo de analizador para la prueba de componentes.
- Comparación en tiempo real entre las formas de ondas reales y formas de onda de referencia en la misma pantalla para la prueba de componentes.
- Pruebas preestablecidas permiten al usuario revisar en forma fácil y rápida la mayoría de sensores y actuadores.
- La potente información de referencia incorporada para cada prueba preestablecida incluye procedimiento de prueba y patrón de señal normal de referencia, teoría operativa e indicios para la localización de fallas.
- Un menú de ayuda extremadamente potente y extenso le permitirá encontrar respuestas rápidamente.
- La función simple de ignición secundaria muestra la forma de onda junto con el voltaje de chispa, RPM, tiempo de combustión y voltaje de combustión, todo al mismo tiempo.

- La función diésel permite la regulación de las bombas de inyección y rpm, usando los accesorios opcionales diésel.
- El interface USB actualiza códigos y datos enviados por Internet

Tiene las siguientes funciones:

- Captura de fallas: Esta función crucial tiene su propio botón. El Perception OTC efectivamente entiende la diferencia entre una forma de señal normal y de una inusual y automáticamente graba estos eventos para un diagnóstico rápido y exacto del problema. Tentativas a ciegas de resolver problemas a ciegas son cosa del pasado.
- Osciloscopio: Es un potente osciloscopio de dos canales, capaz de la más sofisticada medición de componentes. Con la captura de fallas Ud. verá el problema de funcionamiento en el microsegundo que aparece.
- Gráficos: Cualquier lectura de medición puede ser desplegada en un gráfico que muestre los cambios en un lapso de tiempo. Picos y fallas y la mayoría de cambios durante un minuto son claramente visibles e indican la manera de realizar reparaciones exactas que dejen ganancias.
- Multímetro: TRUE RMS. Más potente que cualquier DMM en el mercado. No sólo cuenta con la capacidad de graficar, también puede desplegar hasta tres mediciones de la señal al mismo tiempo. Por ejemplo, se puede verificar el voltaje CD, voltaje pico del inyector, y anchura de la pulsación.
- Pruebas de encendido: con el cable puesto no es problema. Casí cualquier sistema con cables de bujías puede ser probado con una sonda opcional de bajo amperaje, conectada al circuito primario de ignición.

Sistema de pantalla:

- Tamaño: 3" x 3.3/4" (120 x 160 píxeles)
- Contraste: Ajustable al usuario, accesado a través del menú.
- Despliegue de pantalla en modo Osciloscopio: Marcas verticales a 0%, 50% y 100% en escala completa.
- Pantalla en modo DMM: Consiste en mediciones selectivas y valores min/máx acumulativos. Despliega hasta 3 mediciones en una pantalla. Mide voltios, ohmios, ángulo de contacto, ciclo servicio, pico a pico, voltios

pico, ancho pulsación del inyector, inyector en tiempo, kV de encendido, kV de combustión y tiempo de combustión.

- Modo gráfico: Disponible en todas las funciones del multímetro. Tiempo seleccionable a 5, 10 y 30 segundos, y 1, 5, 10 y 30 minutos a pantalla completa. Mediciones en vivo de min/max se despliegan con el gráfico.

CAPITULO III

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES EN CONDICIONES ÓPTIMAS DE FUNCIONAMIENTO

En este capítulo se analiza la información recopilada del Motor FIAT FIRE EVO 1400cc, además se da información característica de este motor en condiciones normales de funcionamiento.

Funcionamiento en condiciones normales: Con el motor en condiciones óptimas se realizó un protocolo de pruebas para obtener las mediciones necesarias, para obtener los valores de voltajes de señal y referencia de los sensores, gases de escape, oscilogramas de tiempo de inyección de los inyectores.

Estas pruebas se realizaron con el motor a temperatura normal de funcionamiento, y en el caso de los oscilogramas de los tiempos de inyección de inyectores se lo hizo a 1000 y 3000 RPM.

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

Tabla 8
Características del motor

MOTOR	1.4 FIRE EVO
Combustible	Nafta
Número de cilindros	4 en línea
Cilindrada Total	1.368 cm ³
Relación de compresión	12.35:1
Potencia máxima/régimen	85cv / 5750 rpm
Par máxima/ régimen	12.4 kgm/ 3500rpm
DISTRIBUCIÓN	
Comando de distribución	Correa dentada
Árbol de levas	1 en la culata
Alimentación	Inyección electrónica multipunto

Fuente: (Manual Fiat Fire EVO 1.4)

3.2. Distribución de pines de la computadora

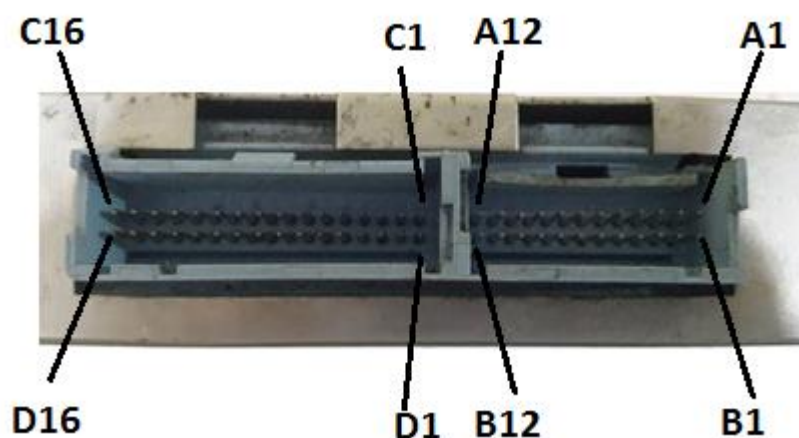


Figura 18 Conectores de la computadora con sus respectivos pines

Tabla 9

Descripción de Pines de los conectores A-B

PIN	FUNCIÓN
A1	No utilizado
A2	Línea de señal del Sensor de Posición del cigüeñal (CKP) P35
A3	Relé de corte del A/C K60
A4	Relé del Ventilador K1
A5	Relé del ventilador K2
A6	No utilizado
A7	Línea del sensor de presión absoluta en el colector (MAP) P23
A8	Línea del sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) P34
A9	No utilizado
A10	Entrada del TCM solamente A/T
A11	Líneas de masa del sensor de temperatura del refrigerante (ECT) P30, sensor de presión absoluta en el colector (MAP) P23
A12	Masa del ECM
B1	Voltaje de la batería
B2	Línea de señal del sensor de velocidad del vehículo VSS
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35
B4	No utilizado
B5	No utilizado
B6	Relé de la bomba de combustible K58
B7	Línea de datos seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de presión absoluta del colector P23, sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) P34
B9	No utilizado
B10	Masa del ECM
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O2) P33

B12	Línea de señal del sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT)
------------	---

Tabla 10

Descripción de Pines de los conectores C-D

PIN	FUNCIÓN
C1	Control de masa de verificación del borne H30
C2	Señal de salida del tacómetro (si está equipado)
C3	Línea de señal EST. B
C4	Voltaje de encendido
C5	Línea de control para la válvula de control de aire en ralentí (IAC) M66
C6	Línea de control para la válvula de control de aire en ralentí (IAC) M66
C7	No utilizado
C8	Línea de control para la válvula de control de aire en ralentí (IAC) M66
C9	Línea de control para la válvula de control de aire en ralentí (IAC) M66
C10	No utilizado
C11	Control de masa de los inyectores ¼
C12	No utilizado
C13	Conector del inyector
C14	Conector del inyector
C15	Control de masa de los inyectores 2/3
C16	Voltaje de la batería
D1	Masa del ECM
D2	Línea de masa del sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) P34 y sensor de temperatura del aire de admisión (JAU) P31
D3	Señal del sensor de temperatura del aire de admisión (JAU) P31
D4	No utilizado
D5	Interruptor de solicitud del acondicionador de aire
D6	No utilizado
D7	No utilizado
D8	Línea de activación de diagnóstico del borne B del enchufe ALDL X 13
D9	No utilizado
D10	Línea de señal EST A.
D11	Señal del conector de Octanaje X 15
D12	No utilizado
D13	No utilizado
D14	No utilizado
D15	No utilizado

3.3. Diagrama eléctrico del Motor

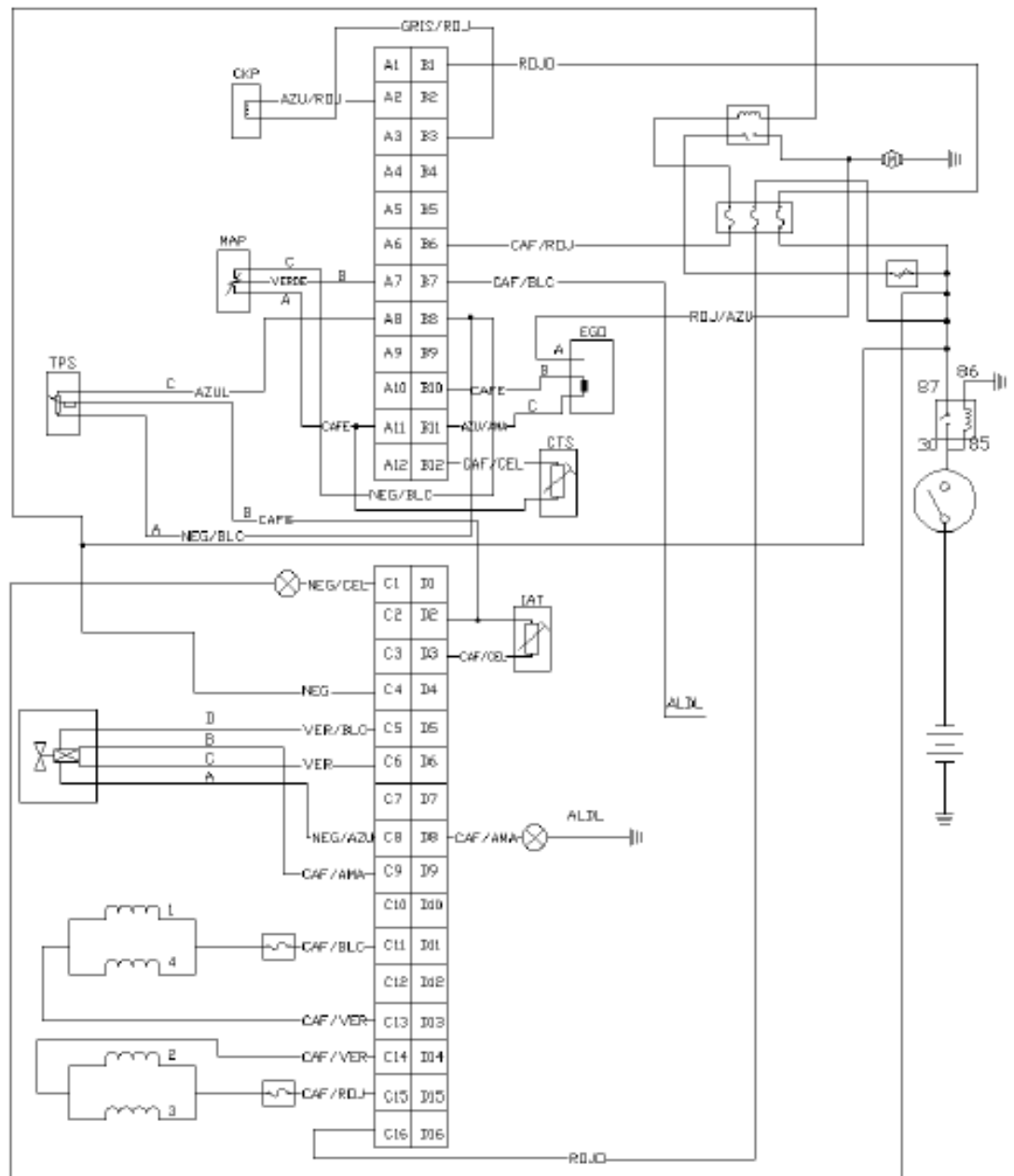


Figura 19 Plano eléctrico de los componentes del motor

3.4. Puesta a punto del Motor Fiat Fire Evo 1400cc

Se ha llevado a cabo la puesta a punto del motor con la ayuda de los repuestos necesarios ya que el motor no contaba con el sistema eléctrico-electrónico, además de los sistemas de inyección, admisión y escape; además se calibró el tiempo del motor, posteriormente se instaló luces indicadores de carga de la batería, luz indicadora de aceite, tacómetro y medidor de temperatura del motor.



Figura 20. Puesta a Punto motor FIAT FIRE EVO 1400CC

3.5. Cálculos

Potencia

$$N_e = N_{e \max} * \frac{n}{n_N} * \left[0.87 + 1.33 * \frac{n}{n_N} - \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 \right] [KW] \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Torque

$$T = 9559 * \frac{N_e}{n} [N * m] \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

Tabla 11.

Potencia, torque y consumo específico de combustible

Datos		RPM	Potencia	Torque (N*m)	Consumo de combustible (g/kw.h)
		0	0	0	285,00
Potencia máxima (CV)	85	100	0,97	92,71	280,00
RPM MAX	3500	500	5,32	101,56	278,00
Potencia máxima (HP)	83,84	1000	11,65	111,22	273,00
Potencia Máxima en KW	62,52	1500	18,74	119,30	265,00
Gasto específico indicado de combustible	0,239	2000	26,35	125,81	260,00
Bi	0,245	2500	34,23	130,75	258,00
cm	13,8	3000	42,13	134,13	254,00
N	80,95	3500	49,82	135,93	251,00
Vh	$3,42 \cdot 10^4$	4000	57,03	136,16	260,00
Pi	780900	4500	63,53	134,82	274,00
Ni	43,23	5000	69,06	131,91	285,00
B	2,86	5500	73,39	127,43	295,00
		5750	75,02	124,61	300,00
		6000	74,00	117,78	293,33
		7000	72,00	98,23	342,22
		8000	69,00	82,37	391,11

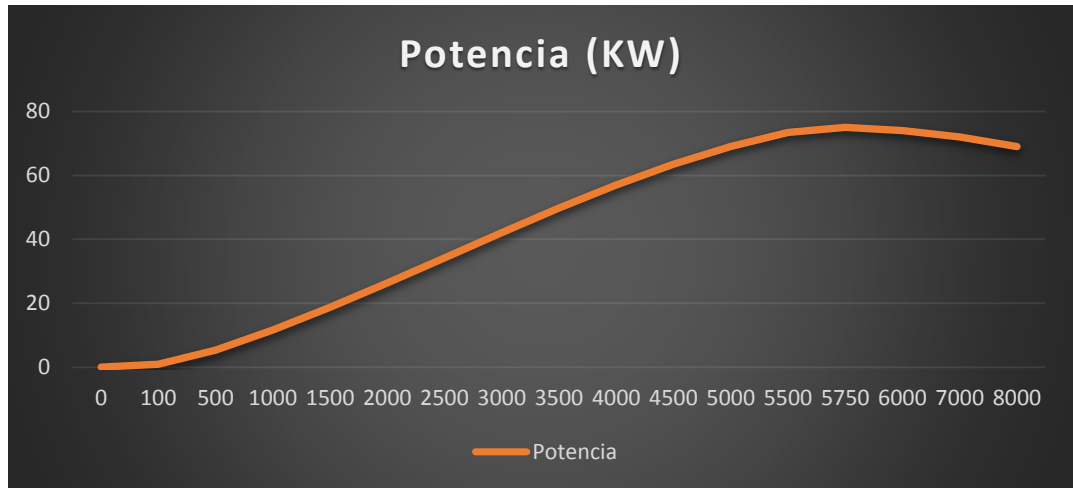


Figura 21 Gráfica de Potencia.

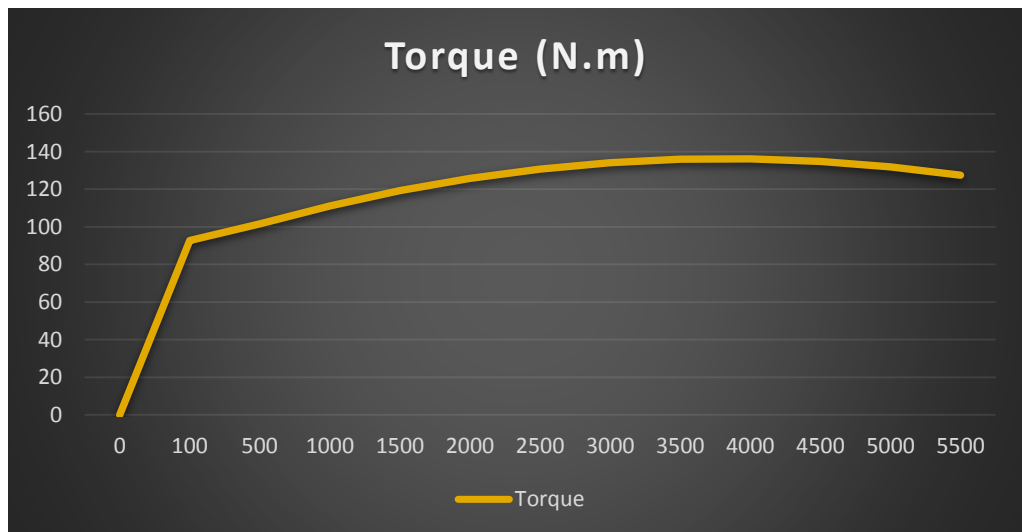


Figura 22 Gráfica de Torque

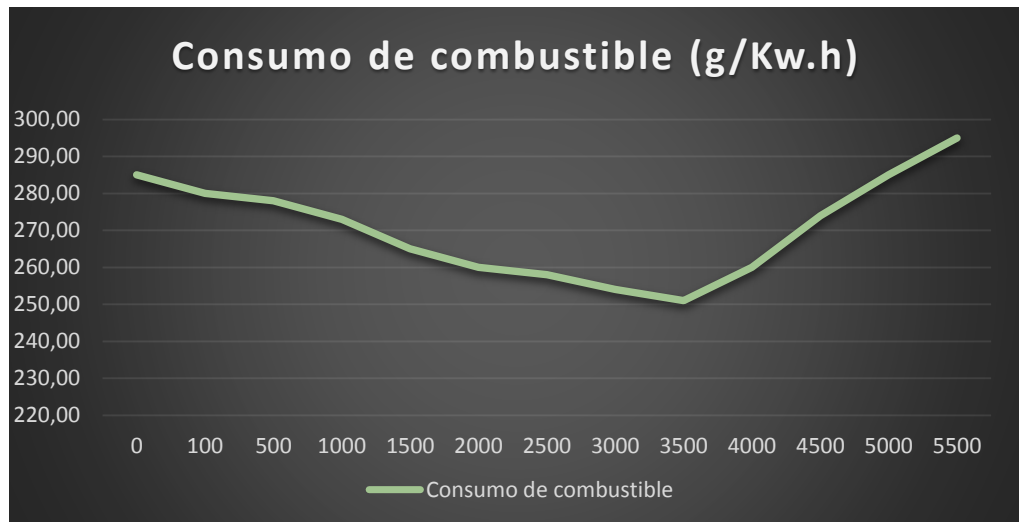


Figura 23. Gráfica de consumo de Combustible

Tabla 12.

Datos de Condiciones y de características del Motor

MOTOR	FIAT FIRE EVO	
PROVINCIA	COTOPAXI	
CANTON	LATACUNGA	
HORA	12:00	
FECHA	18-sep	
DATOS DEL LUGAR		
TEMPERATURA	288,5	°K
PRESION	101200	Pa
HUMEDAD		
DENSIDAD DEL AIRE	1,22	kg/m ³
DATOS DEL MOTOR		
CILINDRADA	1368	Cc
CARRERA	84	Mm
DIAMETRO	72	Mm
RELACION DE COMPRESION	12,5	:1
NUMERO DE CILINDROS	4 en línea	
ADELANTO AL ENCENDIDO	14	Grados
LONGITUD DE BIELA	120	Mm
GASES RESIDUALES		
PRESION		Mpa
TEMPERATURA	970	°K
CABEZA DEL PISTON		
DIAMETRO	0,072	M
AREA	0,004	m ²
LONGITUD DE BIELA	0,12	M

CONTINUÍA

RADIO DEL CIGUENAL	0,032	M
CILINDRADA		
VH=	1368,02857	Cc
Vh=	342,0071424	Cc
Vc=	29,73975151	Cc

Presión admisión

$$P_a = \left(P_0 - (\beta^2 + \xi) * \left(\frac{W_{ad}^2}{2} \right) * d_o \right) * 10^{-6} [MPa] \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

Presión de compresión

$$P_c = P_a * \varepsilon^{n1} [MPa] \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

Presión máxima del ciclo

$$P_z = U_r * \left(\frac{T_z}{T_c} \right) * P_c [MPa] \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

Presión de escape

$$P_b = \frac{P_z}{\varepsilon^{n2}} [MPa] \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

Temperatura al final de la admisión

$$T_a = \frac{(T_0 + \Delta T + Y_r * T_r)}{(1 + Y_r)} [^{\circ}K] \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

Temperatura al final de la compresión

$$T_c = T_a * \varepsilon^{n1-1} [^{\circ}K] \quad (\text{Ecuación 3.8})$$

Temperatura al final del escape

$$T_b = T_z * \left(\frac{1}{\varepsilon^{n2-1}} \right) [^{\circ}K] \quad (\text{Ecuación 3.9})$$

$$\rho_0 = \frac{P_0}{287,05 * T_0 (^{\circ}K)} \left[\frac{kg}{cm^3} \right] \quad (\text{Ecuación 3.10})$$

Tabla 13.

Tabla valores Obtenidos, presión y Temperatura

RESISTENCIA AL SISTEMA DE ADMISIÓN		
$(\beta^2+\xi)=$		2,02
VELOCIDAD DEL AIRE EN LA VALVULA DE ADMISIÓN		
Wad=	60	m/s
PRESIÓN DE ADMISIÓN		
Pa=	$(Po-(\beta^2+\xi)*(Wad^2/2)*do)10^{-6}$	Mpa
Pa=	0,096756747	Mpa
PRESIÓN MAXIMA DEL CICLO		
Pz=	$Ur*(Tz/Tc)*Pc$	Mpa
Pz=	9,211376899	Mpa
TEMPERATURA FINAL DE LA ADMISION		
Ta=	$(To+\Delta T+Yr*Tr)/(1+Yr)$	°K
Ta=	352,8703704	°K
COEFICIENTE DE GASES RESIDUALES		
Yr=	0,08	
TEMPERATURA AL FINAL DE LA COMPRESION		
Tc=	$Ta*\epsilon^{n1-1}$	°K
Tc=	832,8457957	°K
TEMPERATURA AL FINAL DE ESCAPE		
Tb=	$Tz*(1/\epsilon^{n2-1})$	°K
Tb=	1329,573974	°K
Velocidad angular		
W=	$(2*PI*n)/60$	
W=	99,484	rad/s
Po=	1,222016708	kg/cm ³
n=	950	Rpm

COEFICIENTE POLITRÓPICO		
n1=		1,34
COEFICIENTE POLITRÓPICO		
n2=		1,25
PRESIÓN DE COMPRESIÓN		
Pc=	$Pa*\epsilon^{n1}$	Mpa
Pc=	2,8546	Mpa
PRESIÓN DE ESCAPE		
Pb=	Pz/ϵ^{n2}	Mpa
Pb=	0,3919	Mpa
VARIACION DE TEMPERATURA		

CONTINÚA 

$\Delta T =$	15	°K
TEMPERATURA MAXIMA		
$T_z =$	2500	°K
$\lambda = R/L$		
$\lambda =$	0,2667	

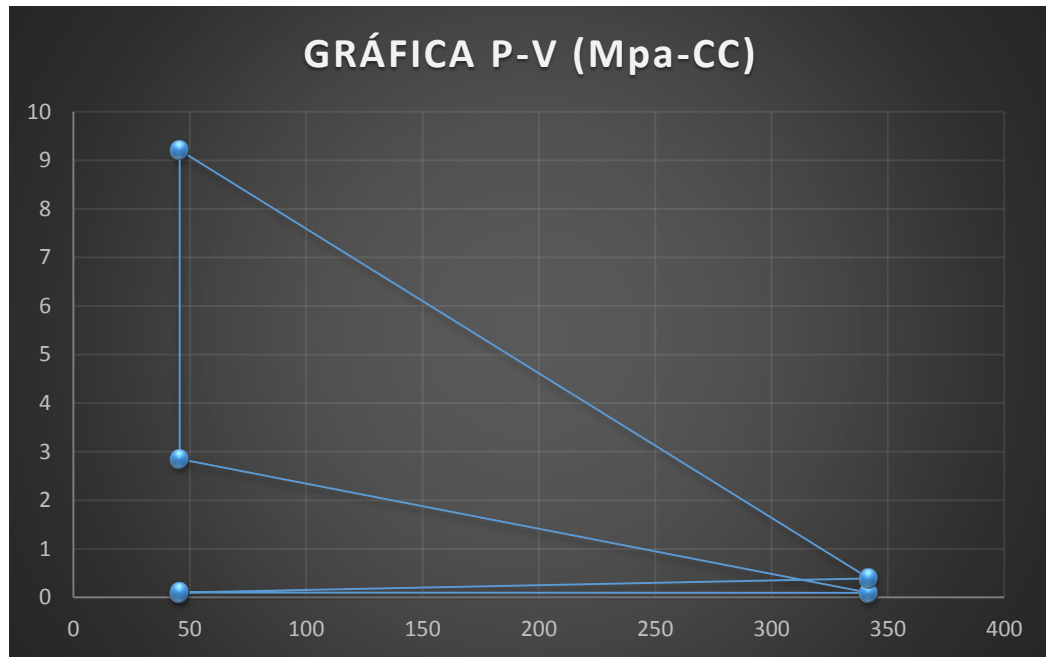


Figura 24 Gráfica Presión/Volumen (MPa-CC)

3.6. Funcionamiento del motor en condiciones normales

3.6.1. Valores del Tiempo de Inyección

Tabla 14.

Valores de tiempo de Inyección en condiciones Normales

TIEMPO DE /INYECCION (MS) ESTADO	inyector 1		inyector 2		inyector 3		inyector 4	
	Ralentí	3000 RPM	Ralentí	3000 RPM	Ralentí	3000 RPM	Ralentí	3000 RPM
Condiciones normales	1,79	1,66	1,78	1,65	1,79	1,65	1,78	1,66

Mediciones Referenciales

3.6.2. Oscilogramas

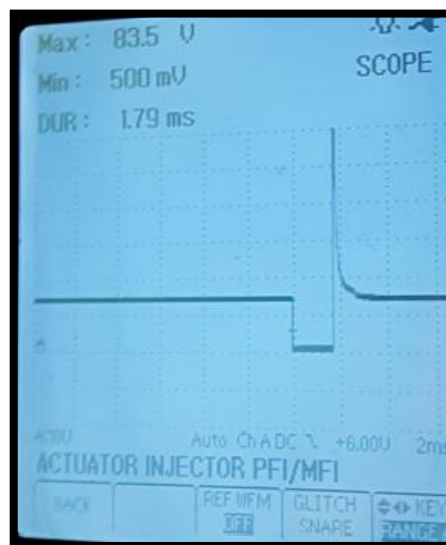


Figura 25 Oscilograma tiempo de inyección Inyector 1 en condiciones normales a 1000 rpm

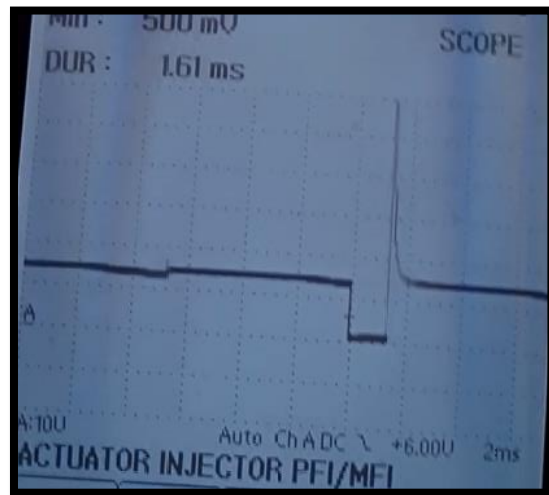


Figura 26. Oscilograma tiempo de inyección Inyector 1 en condiciones normales a 3000 rpm

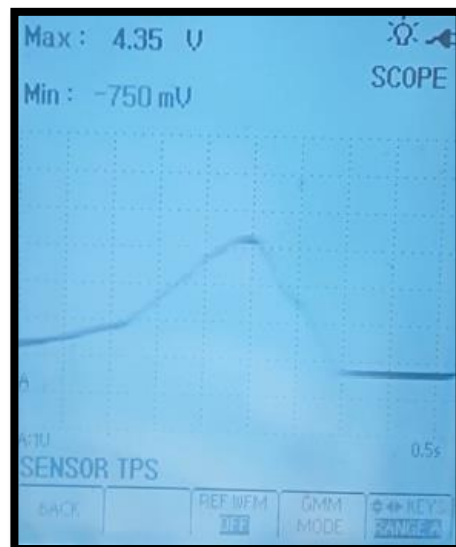


Figura 27 Oscilograma TPS



Figura 28 Oscilograma Sensor ECT



Figura 29 Oscilograma Sensor MAP

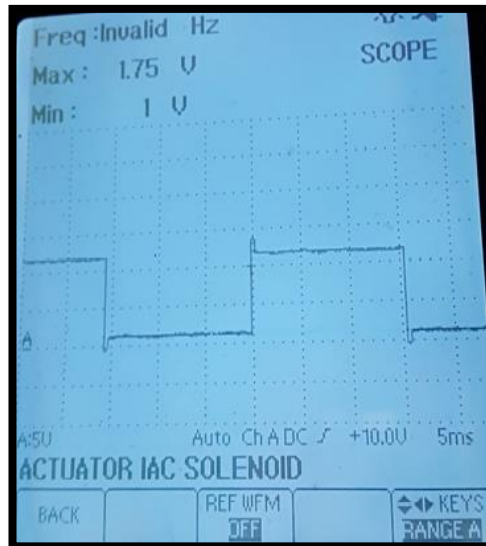


Figura 30 Oscilograma IAC

3.6.3. Valores Referenciales

Flujo de datos		
Nombre	Valor	Unidad
Posición Veleta	0.00	%
Posición Veleta	0.58	V
Presión Colector	407	mbar
Presión del Colector	1.60	V
Rotación del Motor	900	rpm
Sonda Lambda	574	mV

Figura 31 Valores de Parámetros Referenciales

3.6.4. Voltajes de Referencia



Figura 32 Voltaje de referencia sensor MAP

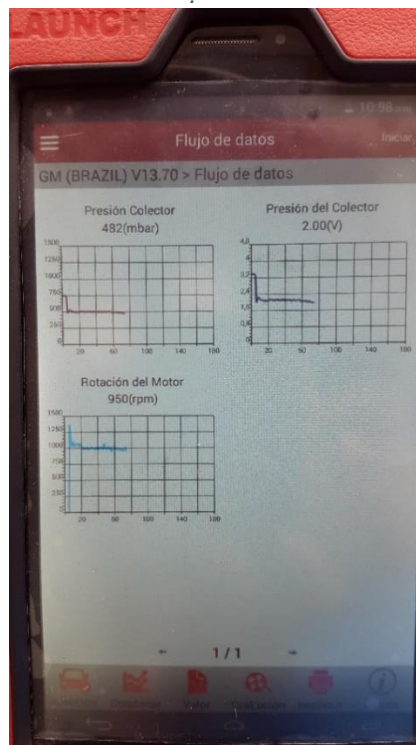


Figura 33 Gráficas de voltaje de TPS y RPM

3.6.5. Medición de Gases de Escape

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:																																					
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: CRISTIAN APELLIDO: RAMOS IDENTIFICACION: 1804475729 DISPOSITIVO: COD001		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XXXXX MODELO: 2015 MARCA: FIAT LINEA: FIRE EVO MOTOR: COMBUSTIBLE: GASOLINA VIN: JE27R																																					
DATOS DE LA PRUEBA <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RALENTI</th> <th colspan="2">CRUCERO</th> </tr> <tr> <th>RESULTADOS</th> <th>NORMA</th> <th>RESULTADOS</th> <th>NORMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HC: 336.00</td> <td>HC LIMITE: 200.00 ppm</td> <td>HC: 340.00</td> <td>HC LIMITE: 200.00 ppm</td> </tr> <tr> <td>CO: 0.57</td> <td>CO LIMITE: 1.00 %</td> <td>CO: 1.02</td> <td>CO LIMITE: 1.00 %</td> </tr> <tr> <td>CO2: 12.99</td> <td>CO2 MINIMO: 7.00 %</td> <td>CO2: 12.92</td> <td>CO2 MINIMO: 7.00 %</td> </tr> <tr> <td>O2: 1.69</td> <td>O2 MAXIMO: 5.00 %</td> <td>O2: 1.19</td> <td>O2 MAXIMO: 5.00 %</td> </tr> <tr> <td>RPM: 778</td> <td>RPM MIN: 500 rpm</td> <td>RPM: 2,204</td> <td>RPM MIN: 2,000 rpm</td> </tr> <tr> <td>TEMP: 0</td> <td>TEMP MIN: 0.00 °</td> <td>TEMP: 0</td> <td>TEMP MIN: 0.00 °</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RESULTADC RECHAZADA</td> <td colspan="2">RESULTADC RECHAZADA</td> </tr> </tbody> </table>		RALENTI		CRUCERO		RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA	HC: 336.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	HC: 340.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	CO: 0.57	CO LIMITE: 1.00 %	CO: 1.02	CO LIMITE: 1.00 %	CO2: 12.99	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2: 12.92	CO2 MINIMO: 7.00 %	O2: 1.69	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2: 1.19	O2 MAXIMO: 5.00 %	RPM: 778	RPM MIN: 500 rpm	RPM: 2,204	RPM MIN: 2,000 rpm	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °	RESULTADC RECHAZADA		RESULTADC RECHAZADA		RESULTADO GENERAL: RECHAZADA MOTIVO: Excedido límite HC en RalentiExcedido límite HC en Crucero - Excedido límite CO en Crucero	
RALENTI		CRUCERO																																					
RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA																																				
HC: 336.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	HC: 340.00	HC LIMITE: 200.00 ppm																																				
CO: 0.57	CO LIMITE: 1.00 %	CO: 1.02	CO LIMITE: 1.00 %																																				
CO2: 12.99	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2: 12.92	CO2 MINIMO: 7.00 %																																				
O2: 1.69	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2: 1.19	O2 MAXIMO: 5.00 %																																				
RPM: 778	RPM MIN: 500 rpm	RPM: 2,204	RPM MIN: 2,000 rpm																																				
TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °																																				
RESULTADC RECHAZADA		RESULTADC RECHAZADA																																					
FECHA DE LA PRUEBA: 10/5/2016 10:01:27																																							

OPERARIO RESPONSABLE: _____

LEONIDAS QUIROZ

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:																																					
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: CRISTIAN APELLIDO: RAMOS IDENTIFICACION: 1804475729 DISPOSITIVO: COD001		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XXXXX MODELO: 2015 MARCA: FIAT LINEA: FIRE EVO MOTOR: COMBUSTIBLE: GASOLINA VIN: JE27R																																					
DATOS DE LA PRUEBA <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RALENTI</th> <th colspan="2">CRUCERO</th> </tr> <tr> <th>RESULTADOS</th> <th>NORMA</th> <th>RESULTADOS</th> <th>NORMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HC: 336.00</td> <td>HC LIMITE: 200.00 ppm</td> <td>HC: 340.00</td> <td>HC LIMITE: 200.00 ppm</td> </tr> <tr> <td>CO: 0.57</td> <td>CO LIMITE: 1.00 %</td> <td>CO: 1.02</td> <td>CO LIMITE: 1.00 %</td> </tr> <tr> <td>CO2: 12.99</td> <td>CO2 MINIMO: 7.00 %</td> <td>CO2: 12.92</td> <td>CO2 MINIMO: 7.00 %</td> </tr> <tr> <td>O2: 1.69</td> <td>O2 MAXIMO: 5.00 %</td> <td>O2: 1.19</td> <td>O2 MAXIMO: 5.00 %</td> </tr> <tr> <td>RPM: 778</td> <td>RPM MIN: 500 rpm</td> <td>RPM: 2,204</td> <td>RPM MIN: 2,000 rpm</td> </tr> <tr> <td>TEMP: 0</td> <td>TEMP MIN: 0.00 °</td> <td>TEMP: 0</td> <td>TEMP MIN: 0.00 °</td> </tr> <tr> <td colspan="2">RESULTADC RECHAZADA</td> <td colspan="2">RESULTADC RECHAZADA</td> </tr> </tbody> </table>		RALENTI		CRUCERO		RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA	HC: 336.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	HC: 340.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	CO: 0.57	CO LIMITE: 1.00 %	CO: 1.02	CO LIMITE: 1.00 %	CO2: 12.99	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2: 12.92	CO2 MINIMO: 7.00 %	O2: 1.69	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2: 1.19	O2 MAXIMO: 5.00 %	RPM: 778	RPM MIN: 500 rpm	RPM: 2,204	RPM MIN: 2,000 rpm	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °	RESULTADC RECHAZADA		RESULTADC RECHAZADA		RESULTADO GENERAL: RECHAZADA MOTIVO: Excedido límite HC en RalentiExcedido límite HC en Crucero - Excedido límite CO en Crucero	
RALENTI		CRUCERO																																					
RESULTADOS	NORMA	RESULTADOS	NORMA																																				
HC: 336.00	HC LIMITE: 200.00 ppm	HC: 340.00	HC LIMITE: 200.00 ppm																																				
CO: 0.57	CO LIMITE: 1.00 %	CO: 1.02	CO LIMITE: 1.00 %																																				
CO2: 12.99	CO2 MINIMO: 7.00 %	CO2: 12.92	CO2 MINIMO: 7.00 %																																				
O2: 1.69	O2 MAXIMO: 5.00 %	O2: 1.19	O2 MAXIMO: 5.00 %																																				
RPM: 778	RPM MIN: 500 rpm	RPM: 2,204	RPM MIN: 2,000 rpm																																				
TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °	TEMP: 0	TEMP MIN: 0.00 °																																				
RESULTADC RECHAZADA		RESULTADC RECHAZADA																																					
FECHA DE LA PRUEBA: 10/5/2016 10:01:27																																							

OPERARIO RESPONSABLE: _____

LEONIDAS QUIROZ

Activ
Ir a Cc

Figura 34. Medición Gases de Escape

Tabla 15
Datos de Gases de Escape en condiciones normales

FALLAS	GASES DE ESCAPE		HC (ppm)		CO (%)		CO2 (%)		O2 (%)		Resultado GENERAL
	Ralentí	Crucero	Ralentí	Crucero	Ralentí	Crucero	Ralentí	Crucero	Ralentí	Crucero	
Ninguna	336	340	0,57	1,02	12,99	12,92	1,69	1,19	Rechazada por HC excesivo en ralentí y crucero, y CO excesivo en crucero		

3.6.6. Medición de la Compresión

Compresómetro

En un motor uno de los factores importantes es la compresión de cada uno de sus cilindros ya que influye directamente en su funcionamiento.

El compresómetro es un instrumento utilizado para servicio automotriz mide la compresión de cada cilindro, por medio de este podemos dar un diagnóstico del estado del motor.

Para medir la compresión del motor debemos realizar el siguiente procedimiento:

- Encender el motor hasta que alcance la temperatura normal de funcionamiento 75°C a 90°C
- Desconectar el sensor CKP o alimentación de las bobinas de encendido, relé de la bomba o a su vez los fusibles ING, EFI, FI
- Extraer los cables de alta tensión de las bujías, teniendo en cuenta el orden en el que están conectados.
- Desenroscar las bujías y colocar el manómetro.
- Para poder medir la compresión en cada uno de los cilindros se acciona el motor de arranque y se acelera a fondo.
- La presión leída en el manómetro será igual para todos los cilindros y coincidir con la medida preestablecida por el fabricante del motor se permite una diferencia de 10 Psi entre los cilindros para motores gasolina.

Valores obtenidos del motor FIAT FIRE EVO 1.4



Figura 35 Valor de la compresión en el cilindro #1



Figura 36 Valor de la compresión en el cilindro #2



Figura 37 Valor de la compresión en el cilindro #3



Figura 38 Valor de la compresión en el cilindro #4

Tabla 16

Valores de la compresión del motor FIAT FIRE EVO 1.4

Compresión	
Cilindro	Psi
1	120
2	115,5
3	123
4	116,5

Para el correcto funcionamiento del motor es necesario que la mezcla aire combustible que se introduce en el cilindro debe ser comprimida

perfectamente en el tiempo siguiente del ciclo, si la compresión no es la adecuada pueda que el motor pierda potencia.

Como se puede observar la compresión en el motor es la correcta lo que nos indica que está en buenas condiciones de funcionamiento.

3.7. Análisis de las mediciones de los Gases de Escape

En base a los datos obtenidos en la medición de los gases de escape se puede concluir que la prueba fue rechazada ya que los valores obtenidos de HC sobrepasan la máxima establecida, ya que su valor máximo debería ser 200 ppm y tenemos como dato obtenido 336ppm.

Esto es debido a que el motor ha sido adaptado con computadora de un vehículo Corsa Wind, además de que el motor no posee un catalizador que evita el expulso excesivo de Gases Contaminantes.

Sin Embargo los valores de los demás gases de escape como O₂, CO y CO₂; están dentro del rango establecido como se puede observar la figura 34 que indica la medición de gases de escape.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS ACTUADORES CUANDO SE GENERAN CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS (DTC)

4.1. Códigos de diagnóstico de falla más comunes en OBD II

Tabla 17
Lista de códigos de falla comunes

Código de falla (DTC)	Causa probable
13	Sensor de oxígeno O2- circuito abierto
14	Sensor de temperatura del líquido refrigerante- Voltaje bajo
15	Sensor de temperatura del líquido refrigerante- Voltaje alto
19	Señal incorrecta de RPM
21	Sensor de posición de la mariposa de aceleración – Voltaje alto
22	Sensor de posición de la mariposa de aceleración – Voltaje bajo
24	Ninguna señal de velocidad del vehículo
25	Válvula del inyector – Voltaje bajo
29	Relé de la bomba de combustible – Voltaje bajo
32	Relé de la bomba de combustible – Voltaje alto
33	Sensor MAP – Voltaje alto
34	Sensor MAP – Voltaje Bajo
35	Falla de control de aire en ralenti
41	Línea EST de las bobinas 2/3 – Voltaje alto
42	Línea EST de las bobinas 1/4 - Voltaje alto
44	Sensor de oxígeno (indica una condición pobre)
45	Sensor de oxígeno (indica una condición rica)
49	Batería – Voltaje alto
51	Falla EPROM
55	Falla EPROM
63	Línea EST de las bobinas 2/3 – Voltaje bajo
64	Línea EST de las bobinas 1/4 - Voltaje bajo
69	Temperatura del aire del colector – Voltaje alto
71	Temperatura del aire del colector – Voltaje Bajo
81	Válvula inyectora – Voltaje alto
93	Falla del módulo QUAD Driver U8
94	Falla del módulo QUAD Driver U9

4.2. Creación de situaciones que generen DTC

Para la generación de DTC en este proyecto se tomará como variantes el sensor ECT, Oxígeno, MAP, Inyectores e IAC. Dependiendo el tipo de sensor se generará la falla, es decir para el sensor de Oxígeno y ECT.

4.2.1. Generación de DTC's.

DTC Alto

Para generar un DTC alto provocados por los sensores ECT y Oxígeno, simplemente basta con desconectar el cable que va al sensor; sin embargo para el Sensor MAP es necesario hacer un puente entre el pin de señal y referencia.



Figura 39 Generación DTC en código alto en Sensor de Oxígeno

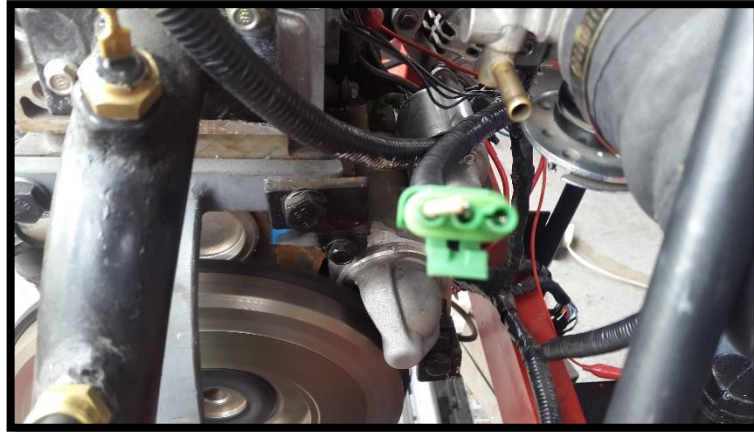


Figura 40 Generación DTC en código alto en Sensor MAP.



Figura 41 Generación DTC en código alto en Sensor ECT.

4.2.1.1. DTC Bajo

Por otro lado para generar un DTC bajo provocados por los sensores ECT es necesario hacer un puente entre los dos únicos pines del cable del sensor; y para el sensor MAP basta con desconectarlo.



Figura 42 Generación DTC en código bajo en sensor MAP.



Figura 43 Generación DTC en código bajo en sensor ECT

4.2.1.2. Combinación de DTC Alto y Bajo

Para estos casos se han establecido algunas combinaciones tanto de DTC bajo Como Alto, entre los sensores ECT, de Oxígeno y MAP.

Se ha establecido las siguientes combinaciones:

- DTC en MAP y sensor de Oxígeno en código bajo
- DTC en ECT y MAP en código alto

- DTC en ECT en código bajo y MAP en código alto.
- DTC en MAP y ECT en código bajo.
- DTC en ECT, MAP y Sensor de oxígeno en código bajo.
- DTC en ECT en código bajo y Sensor de Oxígeno en código alto.
- DTC en ECT y Sensor de Oxígeno en código bajo.
- DTC en MAP, ECT y Sensor de Oxígeno en código alto.
- DTC en MAP y sensor de Oxígeno en código alto.
- DTC en ECT y Sensor de Oxígeno en código alto.
- DTC en ECT en código alto y Sensor de Oxígeno en código bajo.

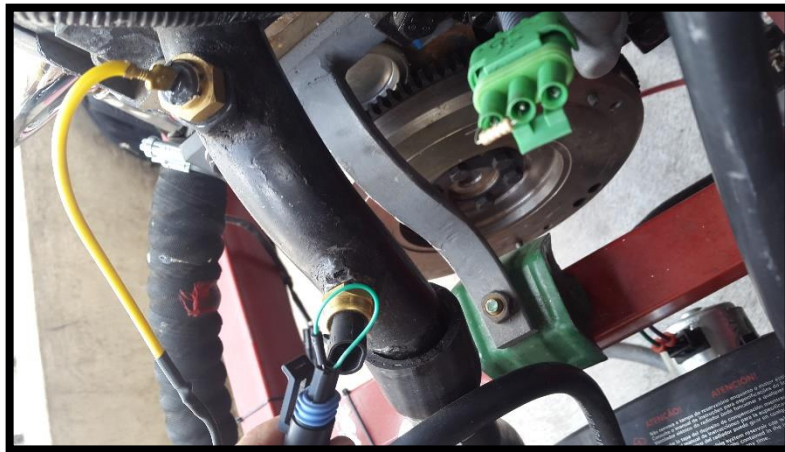
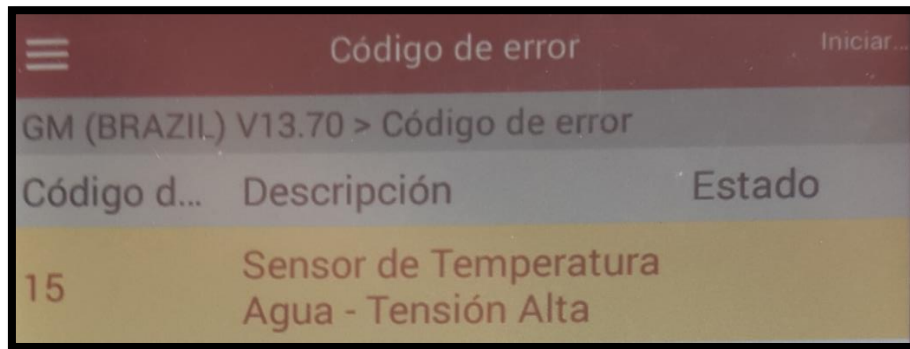


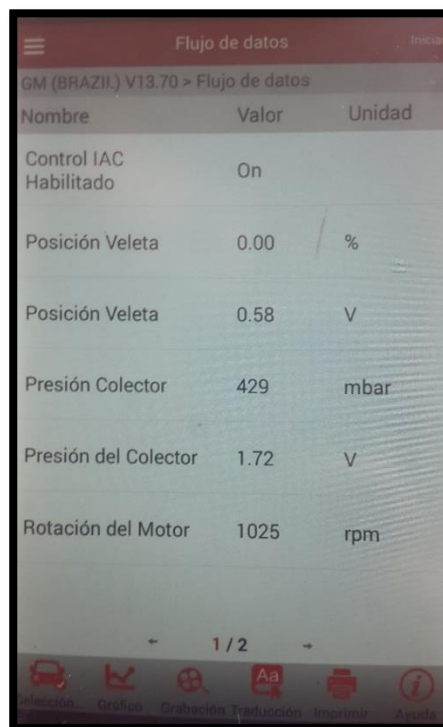
Figura 44 DTC en ECT en código bajo y MAP en código alto

4.3. Mediciones: Oscilogramas y Voltajes de Señal.



Código d...	Descripción	Estado
15	Sensor de Temperatura Agua - Tensión Alta	

Figura 45 DTC del ECT en código alto y Sensor de Oxígeno en código bajo



Nombre	Valor	Unidad
Control IAC Habilitado	On	
Posición Veleta	0.00	%
Posición Veleta	0.58	V
Presión Colector	429	mbar
Presión del Colector	1.72	V
Rotación del Motor	1025	rpm

Figura 46. Flujo de datos seleccionados para la investigación

Nombre	Valor	Unidad
Sonda Lambda	8	mV
Temperatura de Agua	-39	Agru/c
Temperatura de Agua	4.99	V
Tiempo Inyección	3.42	ms

Figura 47 Flujo de datos seleccionados para la investigación

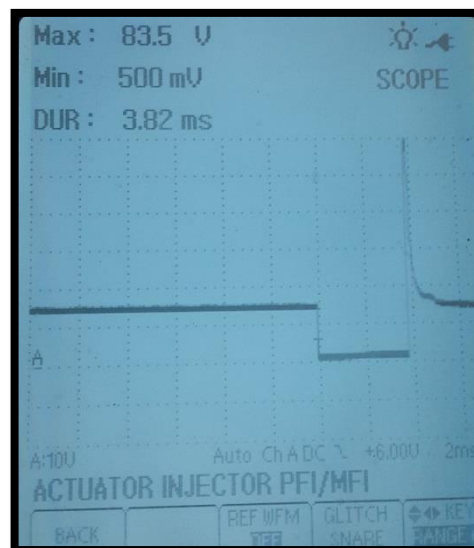


Figura 48 Oscilograma tiempo de inyección inyector 1 cuando se genera DTC alto en ECT y DTC bajo sensor de Oxígeno a 1000 RPM

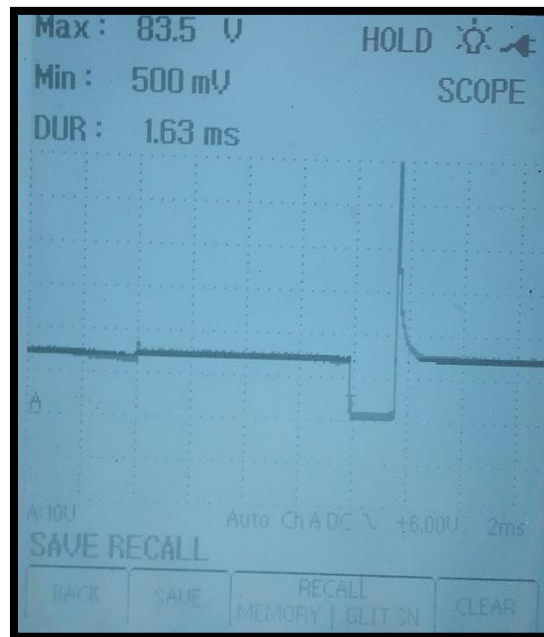


Figura 49 Oscilograma del inyector 1 cuando se genera DTC alto en ECT y DTC bajo sensor de Oxígeno a 3000 rpm



Figura 50 Oscilograma del inyector 2 cuando se genera DTC alto en ECT y DTC bajo sensor de Oxígeno 1000 rpm

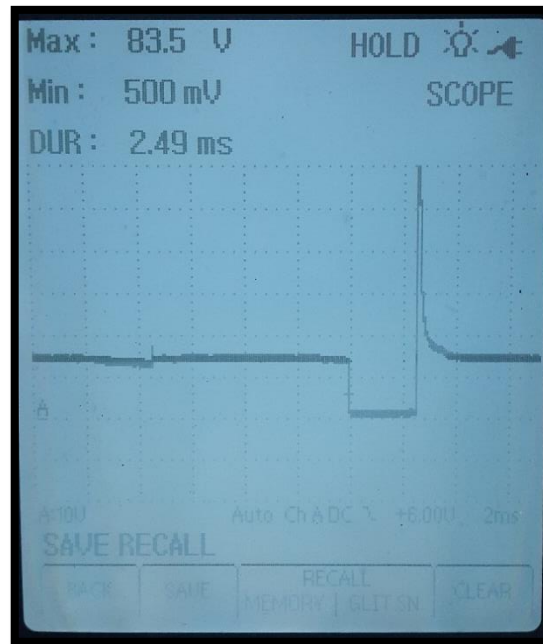


Figura 51 Oscilograma del inyector 2 cuando se genera DTC alto en ECT y DTC bajo sensor de Oxígeno a 3000 rpm

GM (BRAZIL.) V13.70 > Código de error		
Código d...	Descripción	Estado
15	Sensor de Temperatura Agua - Tensión Alta	

Figura 52 Reconocimiento del DTC del ECT y Sensor de Oxígeno en código alto

Nombre	Valor	Unidad
Control IAC Habilitado	On	
Posición Veleta	0.00	%
Posición Veleta	0.58	V
Presión Colector	418	mbar
Presión del Colector	1.66	V
Rotación del Motor	1000	rpm

Figura 53 Flujo de datos seleccionados para la investigación

Nombre	Valor	Unidad
Sonda Lambda	450	mV
Temperatura de Agua	-39	Agru/c
Temperatura de Agua	4.99	V
Tiempo Inyección	1.71	ms

Figura 54 Flujo de datos seleccionados para la investigación

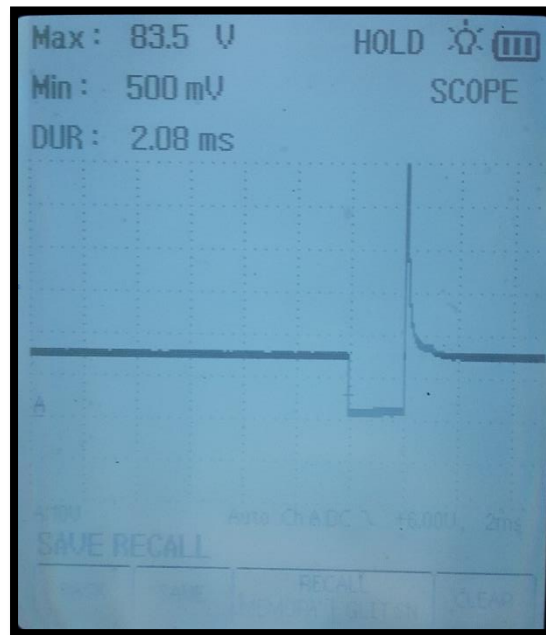


Figura 55 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto en ECT y DTC alto sensor de Oxígeno a 1000 rpm.

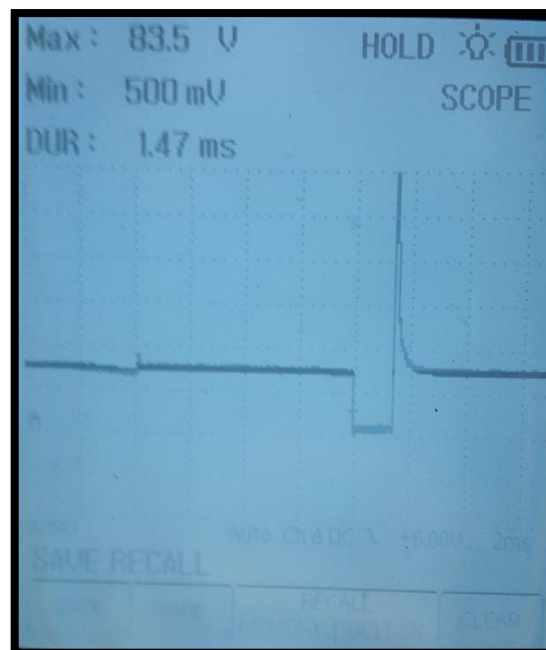


Figura 56 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto en ECT y DTC alto sensor de Oxígeno a 3000 rpm

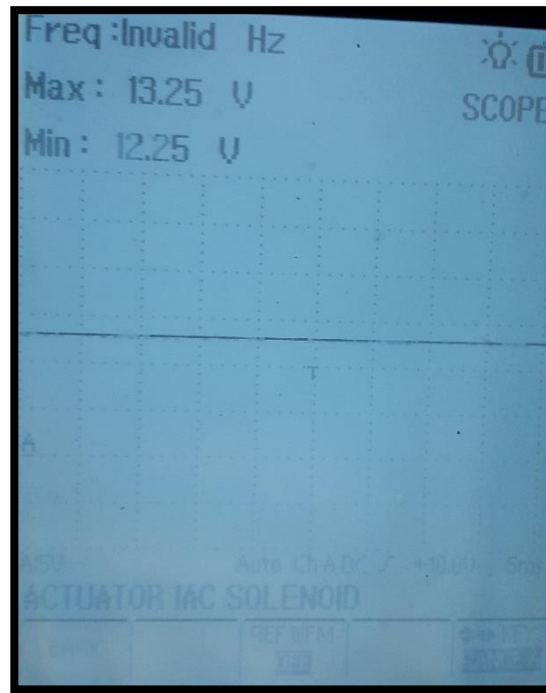
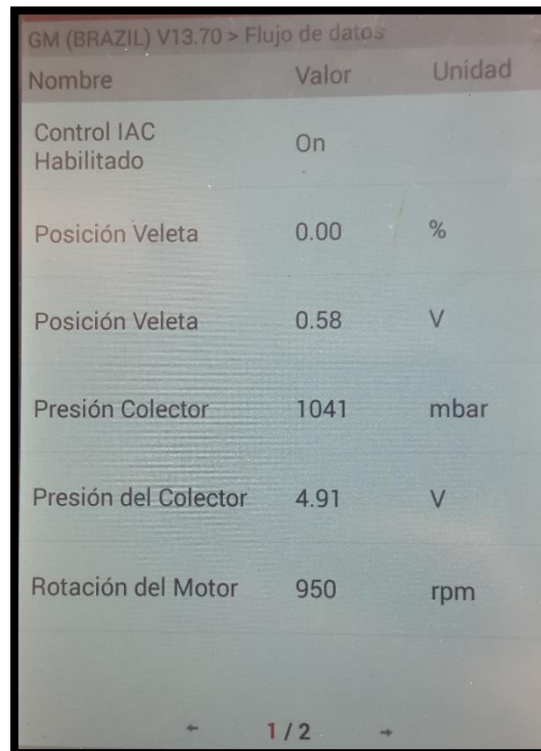


Figura 57 Oscilograma IAC cuando se genera DTC alto en ECT y DTC alto sensor de Oxígeno

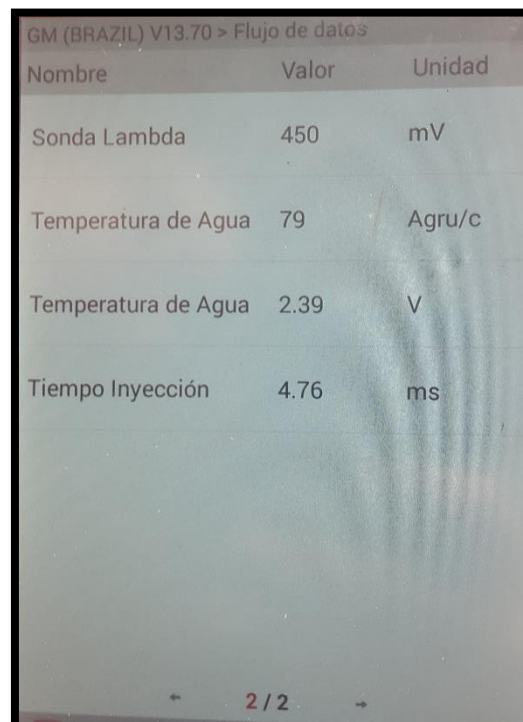
GM (BRAZIL) V13.70 > Código de error		
Código d...	Descripción	Estado
33	Señal Sensor de Presión Colector MAP - Tensión Alta	

Figura 58 Reconocimiento del DTC del MAP y Sensor de Oxígeno en código alto



Nombre	Valor	Unidad
Control IAC Habilitado	On	
Posición Veleta	0.00	%
Posición Veleta	0.58	V
Presión Colector	1041	mbar
Presión del Colector	4.91	V
Rotación del Motor	950	rpm

Figura 59 Flujo de datos seleccionados para la investigación



Nombre	Valor	Unidad
Sonda Lambda	450	mV
Temperatura de Agua	79	Agru/c
Temperatura de Agua	2.39	V
Tiempo Inyección	4.76	ms

Figura 60 Flujo de datos seleccionados para la investigación

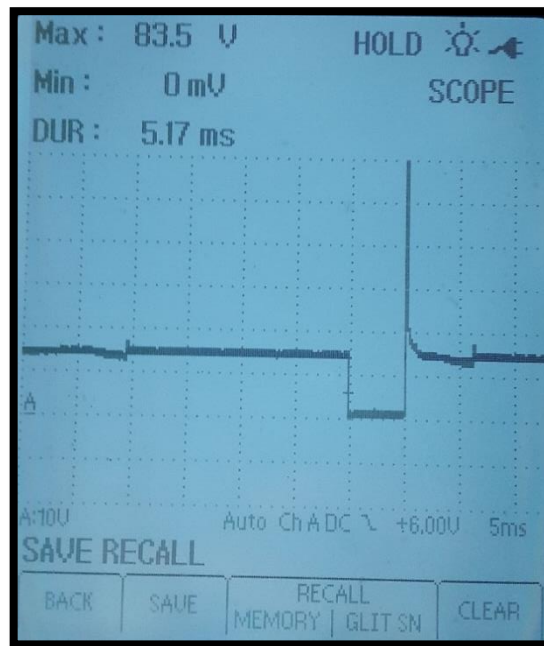


Figura 61 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto en MAP y DTC alto sensor de Oxígeno a 1000 rpm

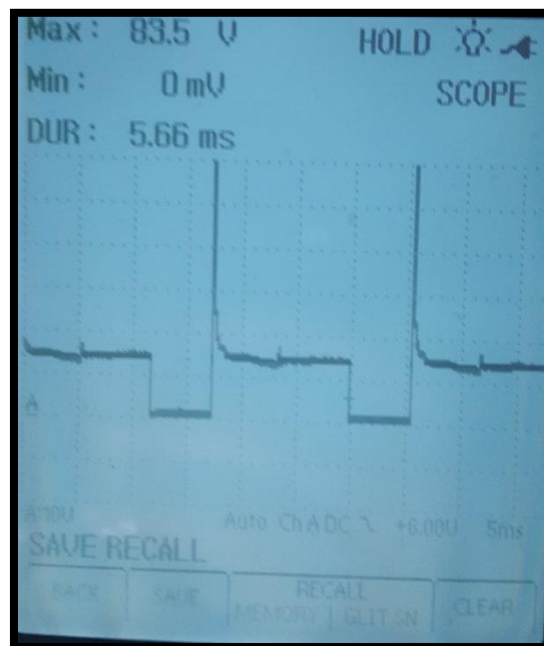


Figura 62 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto en MAP y DTC alto sensor de Oxígeno a 3000 rpm

GM (BRAZIL.) V13.70 > Código de error		
Código d...	Descripción	Estado
22	Sensor de Posición Veleta - Tensión Baja	

Figura 63. Reconocimiento del DTC del MAP y Sensor de Oxígeno en código alto

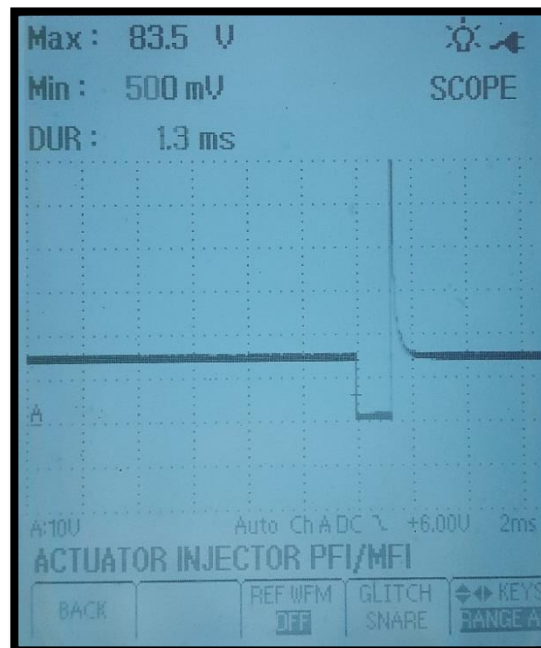


Figura 64 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC bajo de MAP a 1000 rpm

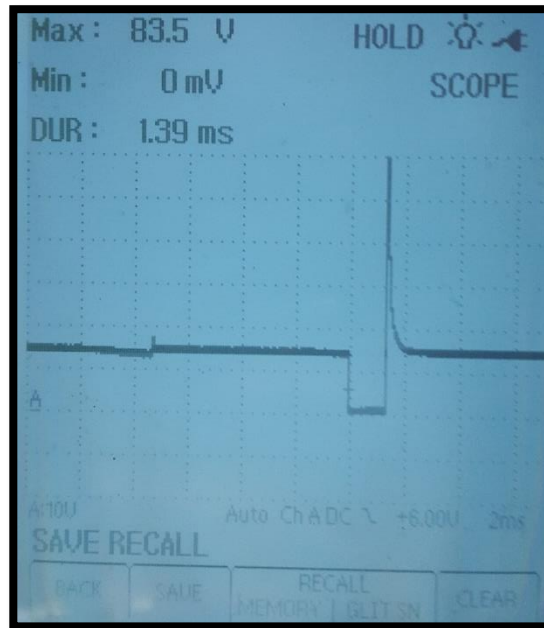
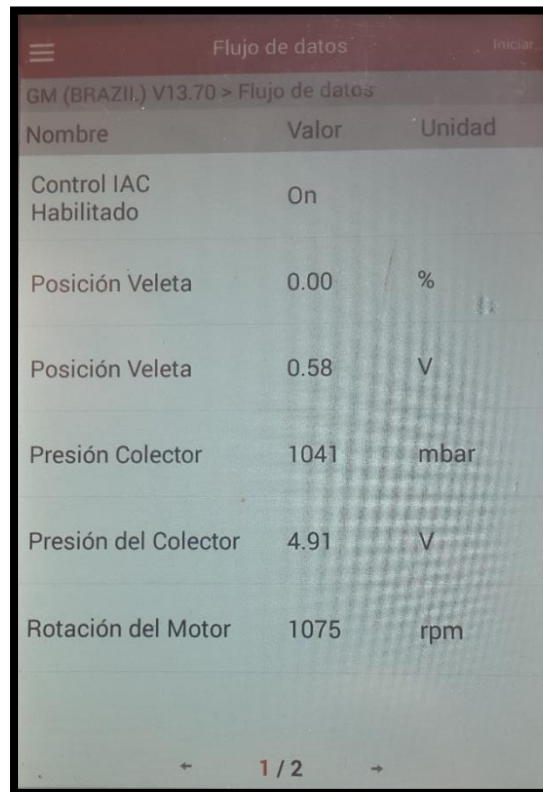


Figura 65 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC bajo de MAP a 3000 rpm

Código de error		
GM (BRAZIL.) V13.70 > Código de error		
Código d...	Descripción	Estado
15	Sensor de Temperatura Agua - Tensión Alta	
33	Señal Sensor de Presión Colector MAP - Tensión Alta	

Figura 66 Reconocimiento del DTC del MAP, Sensor de Oxígeno y ECT en código alto

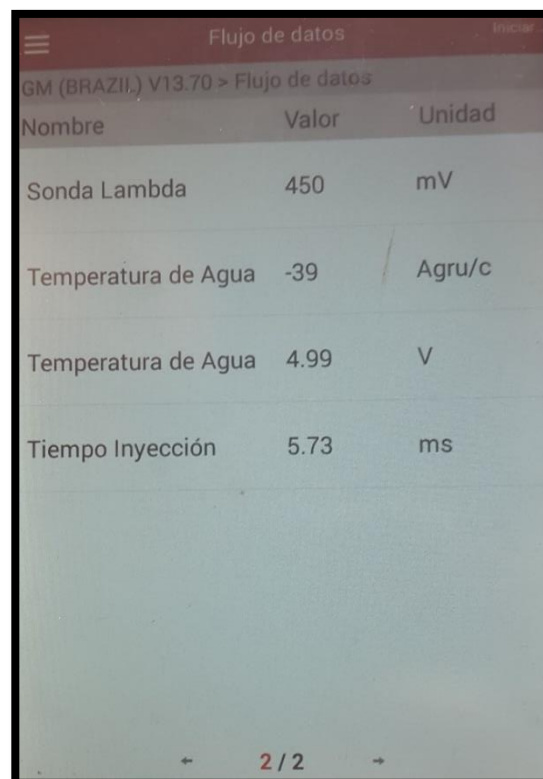


The screenshot shows a mobile application interface with a dark red header. The title is 'Flujo de datos' and there is a 'Iniciar' button on the right. Below the header, the text 'GM (BRAZIL.) V13.70 > Flujo de datos' is displayed. A table with three columns: 'Nombre', 'Valor', and 'Unidad' is shown. The table contains the following data:

Nombre	Valor	Unidad
Control IAC Habilitado	On	
Posición Veleta	0.00	%
Posición Veleta	0.58	V
Presión Colector	1041	mbar
Presión del Colector	4.91	V
Rotación del Motor	1075	rpm

At the bottom of the screen, there is a navigation bar with a left arrow, the text '1 / 2', and a right arrow.

Figura 67 Flujo de datos seleccionados para la investigación



The screenshot shows a mobile application interface with a dark red header. The title is 'Flujo de datos' and there is a 'Iniciar' button on the right. Below the header, the text 'GM (BRAZIL.) V13.70 > Flujo de datos' is displayed. A table with three columns: 'Nombre', 'Valor', and 'Unidad' is shown. The table contains the following data:

Nombre	Valor	Unidad
Sonda Lambda	450	mV
Temperatura de Agua	-39	Agru/c
Temperatura de Agua	4.99	V
Tiempo Inyección	5.73	ms

At the bottom of the screen, there is a navigation bar with a left arrow, the text '2 / 2', and a right arrow.

Figura 68 Flujo de datos seleccionados para la investigación

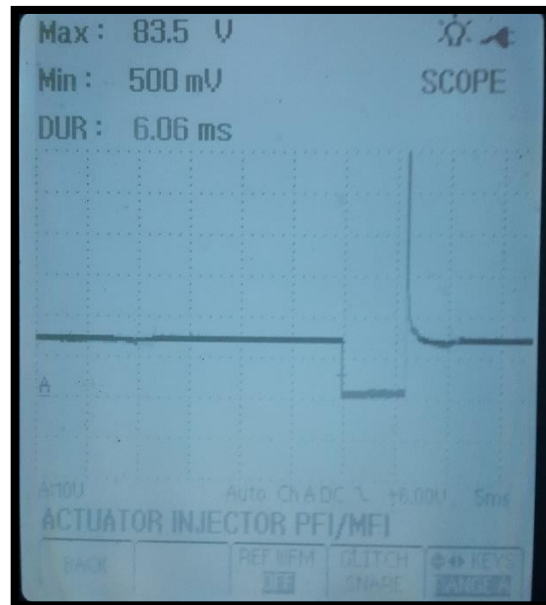


Figura 69 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto de MAP, sensor de oxígeno y ECT a 1000 rpm.

GM (BRAZIL) V13.70 > Código de error		
Código d...	Descripción	Estado
33	Señal Sensor de Presión Colector MAP - Tensión Alta	

Figura 70. Reconocimiento del DTC del MAP en código alto

GM (BRAZIL) V13.70 > Flujo de datos		
Nombre	Valor	Unidad
Presión Atmosférica	1041	mbar
Presión Atmosférica	4.91	V
Presión Colector	1041	mbar
Presión del Colector	4.91	V
Rotación del Motor	1000	rpm
Sonda Lambda	861	mV

Figura 71 Flujo de datos seleccionados para la investigación

Nombre	Valor	Unidad
Temperatura de Agua	60	Agru/c
Temperatura de Agua	3.23	V
Tiempo Inyección	3.66	ms

Figura 72 Flujo de datos seleccionados para la investigación

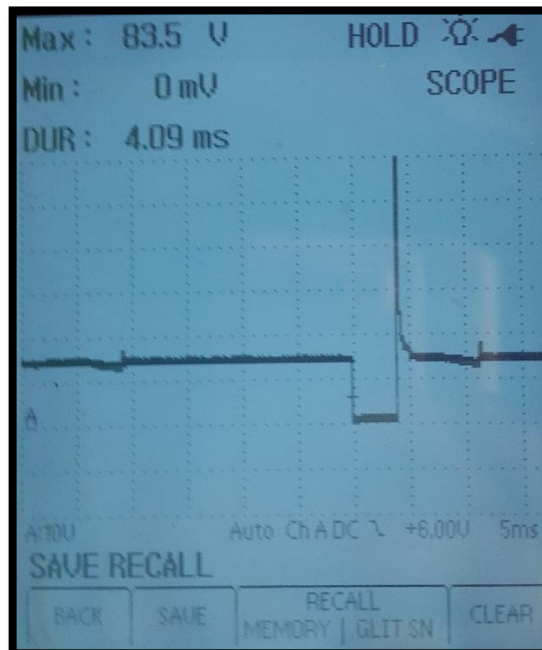


Figura 73 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto de MAP a 1000 rpm.

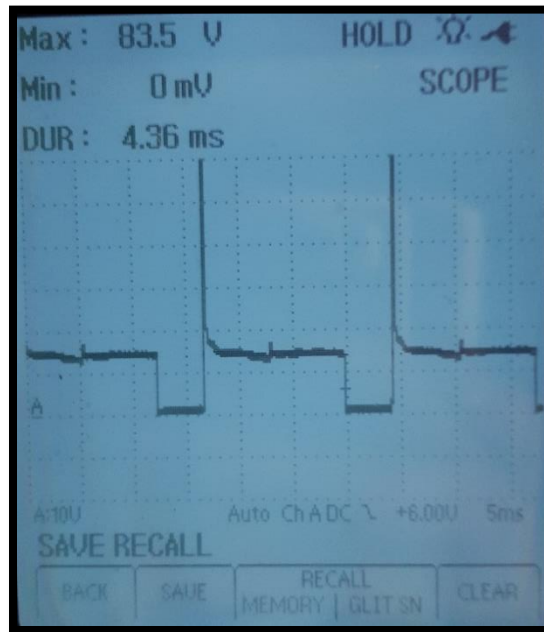


Figura 74 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto de MAP a 3000 rpm

Código d...	Descripción	Estado
14	Sensor de Temperatura Agua - Tensión Baja	

Figura 75 Reconocimiento del DTC del ECT y sensor de Oxígeno en código bajo

Nombre	Valor	Unidad
Control IAC Habilitado	On	
Posición Veleta	0.00	%
Posición Veleta	0.58	V
Presión Colector	388	mbar
Presión del Colector	1.51	V
Rotación del Motor	1050	rpm

Figura 76 Flujo de datos seleccionados para la investigación

Nombre	Valor	Unidad
Sonda Lambda	8	mV
Temperatura de Agua	151	Agro/c
Temperatura de Agua	0.02	V
Tiempo Inyección	2.44	ms

Figura 77 Flujo de datos seleccionados para la investigación

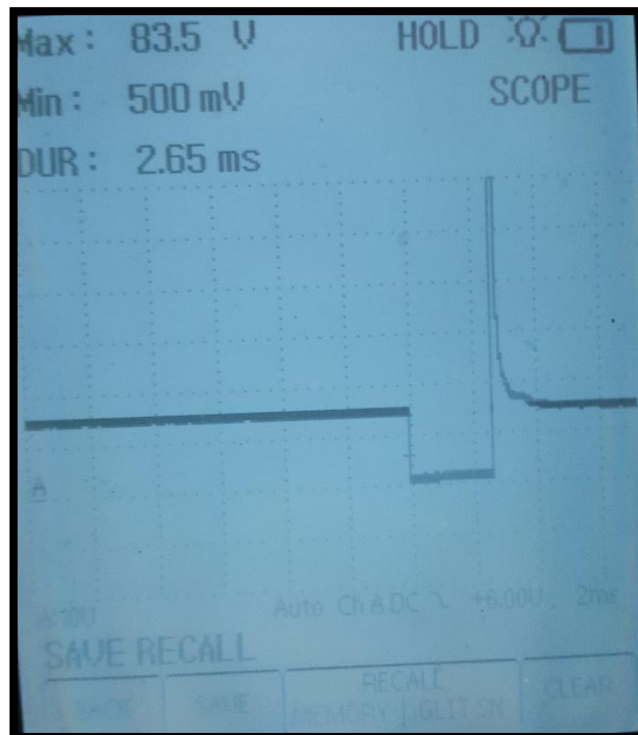


Figura 78 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC bajo de ECT y sensor de Oxígeno a 1000 rpm

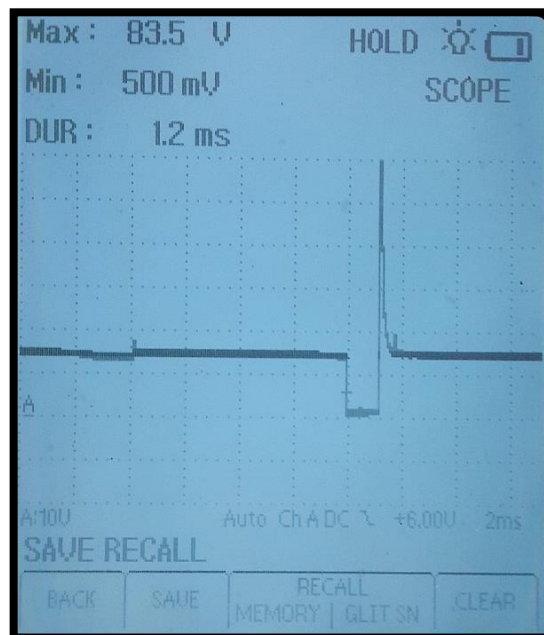
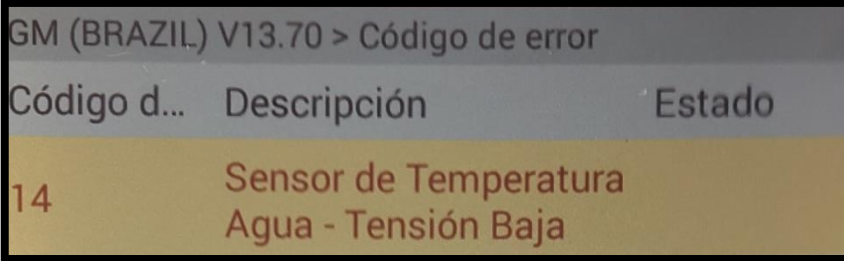
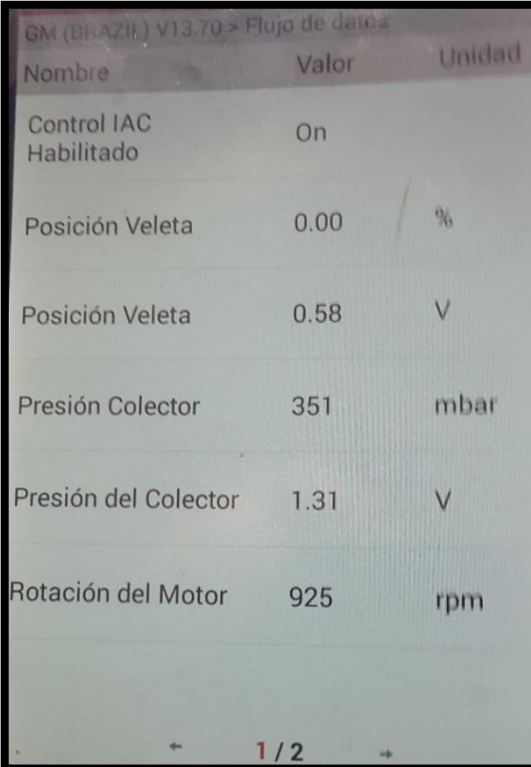


Figura 79 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC bajo de ECT y sensor de Oxígeno a 3000 rpm



Código d...	Descripción	Estado
14	Sensor de Temperatura Agua - Tensión Baja	

Figura 80 Reconocimiento del DTC del ECT en código bajo y sensor de oxígeno en código alto



Nombre	Valor	Unidad
Control IAC Habilitado	On	
Posición Veleta	0.00	%
Posición Veleta	0.58	V
Presión Colector	351	mbar
Presión del Colector	1.31	V
Rotación del Motor	925	rpm

Figura 81 Flujo de datos seleccionados para la investigación

GM (BRAZIL) V13.70 > Flujo de datos

Nombre	Valor	Unidad
Sonda Lambda	450	mV
Temperatura de Agua	151	Agru/c
Temperatura de Agua	0.02	V
Tiempo Inyección	1.10	ms

← 2 / 2 →

Figura 82 Flujo de datos seleccionados para la investigación

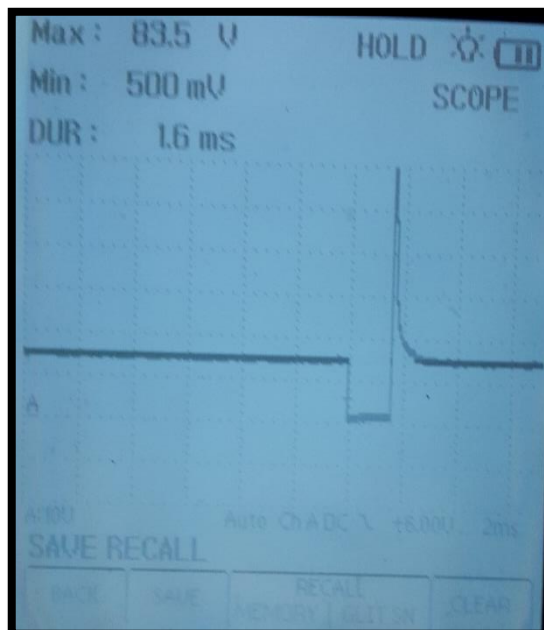


Figura 83 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto de ECT y sensor de Oxígeno en código bajo a 1000 rpm

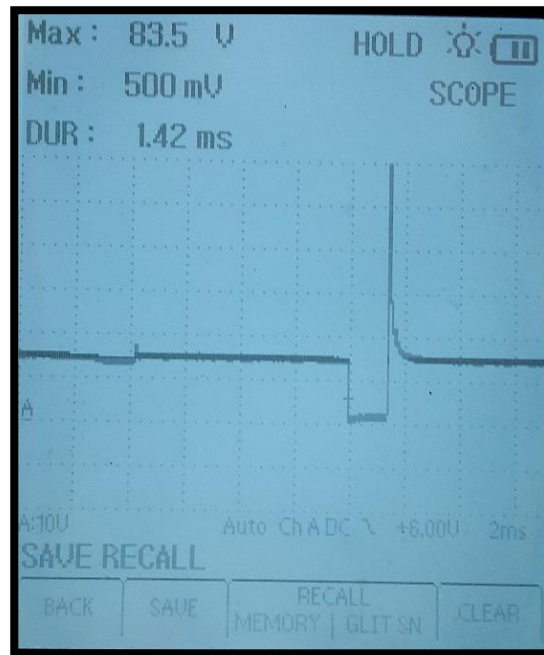
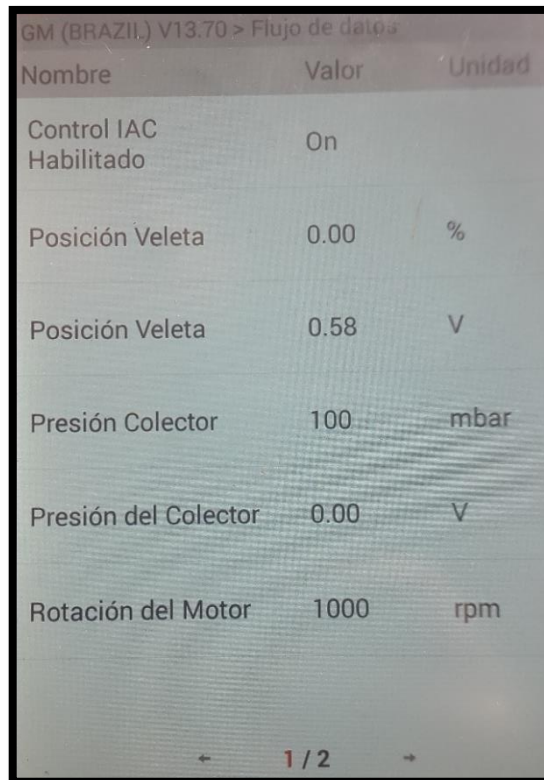


Figura 84 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC alto de ECT y sensor de Oxígeno en código bajo a 3000 rpm

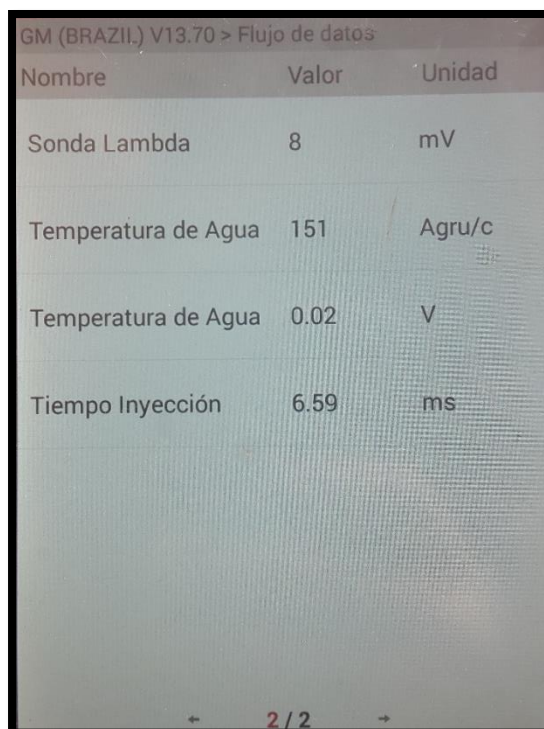
GM (BRAZIL) V13.70 > Código de error		
Código d...	Descripción	Estado
14	Sensor de Temperatura Agua - Tensión Baja	
34	Señal Sensor de Presión Colector MAP - Tensión Baja	

Figura 85 Reconocimiento del DTC del ECT, MAP y sensor de Oxígeno en código bajo



Nombre	Valor	Unidad
Control IAC Habilitado	On	
Posición Veleta	0.00	%
Posición Veleta	0.58	V
Presión Colector	100	mbar
Presión del Colector	0.00	V
Rotación del Motor	1000	rpm

Figura 86 Flujo de datos seleccionados para la investigación



Nombre	Valor	Unidad
Sonda Lambda	8	mV
Temperatura de Agua	151	Agru/c
Temperatura de Agua	0.02	V
Tiempo Inyección	6.59	ms

Figura 87 Flujo de datos seleccionados para la investigación

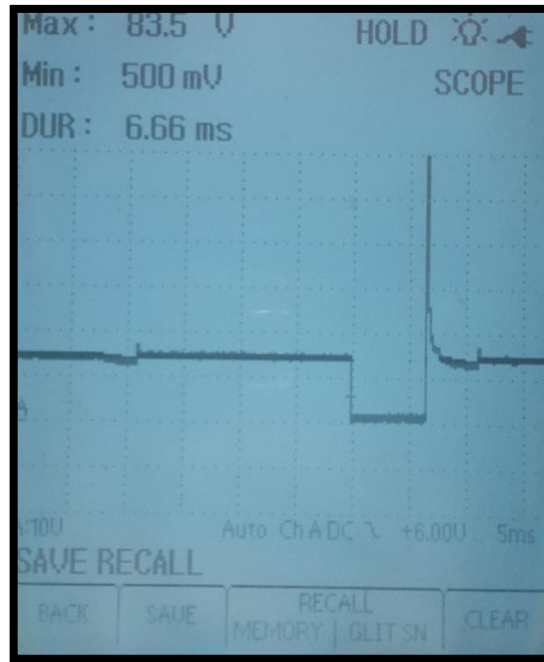


Figura 88 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC bajo de ECT, MAP y sensor de Oxígeno a 1000 rpm

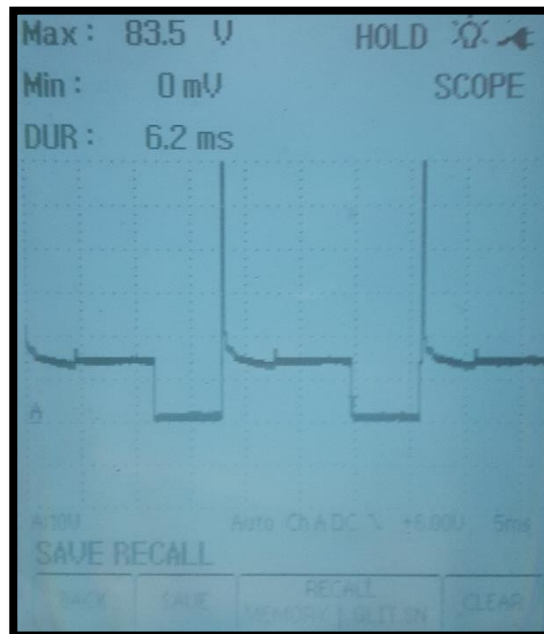


Figura 89 Oscilograma inyector 1 cuando se genera DTC bajo de ECT, MAP y sensor de Oxígeno a 3000 rpm

Sensor de oxígeno

- **DTC alto**

Para que se genere un DTC alto el sensor se encuentra dañado o a su vez mal conectado por lo tanto la computadora detecta un voltaje de señal alto lo cual influye en los tiempos de inyección.

Para realizar las pruebas se procede a generar el DTC alto desconectando el sensor como indica la figura 1.



Figura 90 Sensor de oxígeno desconectado (Genera DTC alto)

Sonda Lambda	450	mV
--------------	-----	----

Figura 91 Voltaje de señal del sensor de oxígeno cuando se genera un DTC alto

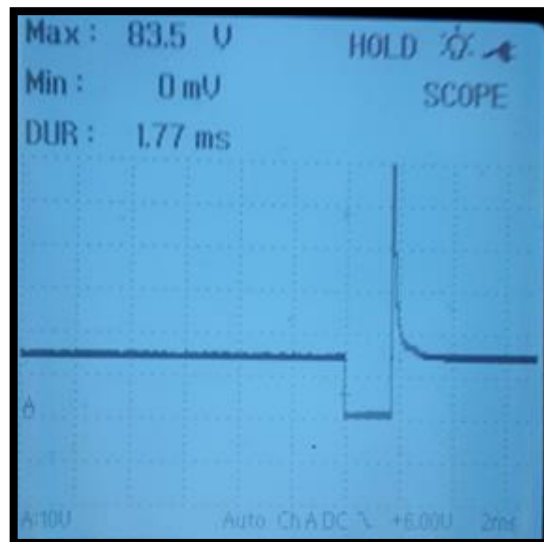


Figura 92 Oscilograma del tiempo de inyección a 1000 r.p.m cuando el sensor de oxígeno presenta DTC alto (Inyector #1)

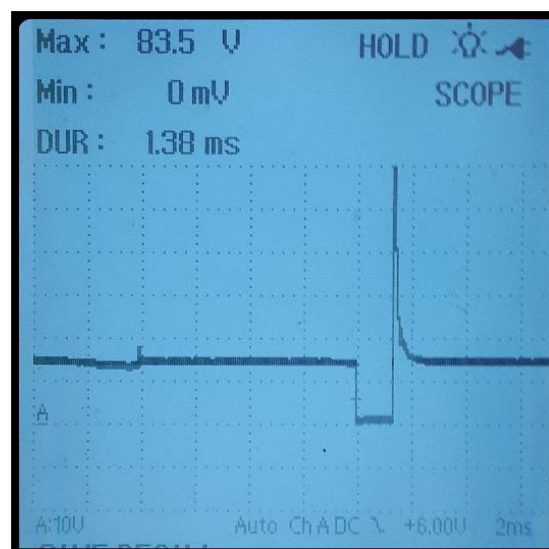


Figura 93 Oscilograma del tiempo de inyección a 3000 r.p.m cuando el sensor de oxígeno presenta DTC alto (Inyector #1)

Tabla 18

Datos obtenidos del tiempo de inyección cuando el sensor de oxígeno presenta DTC alto

SENSOR	DTC	INYECTOR	Tiempo de inyección	
			1000 R.P.M (ms)	3000 R.P.M (ms)
Oxígeno	Alto	1	1.77	1.38
		2	1.76	1.38
		3	1.74	1.31
		4	1.74	1.38

- DTC BAJO

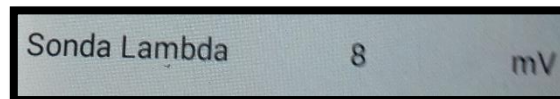


Figura 94 Voltaje de señal del sensor de oxígeno cuando se genera un DTC bajo

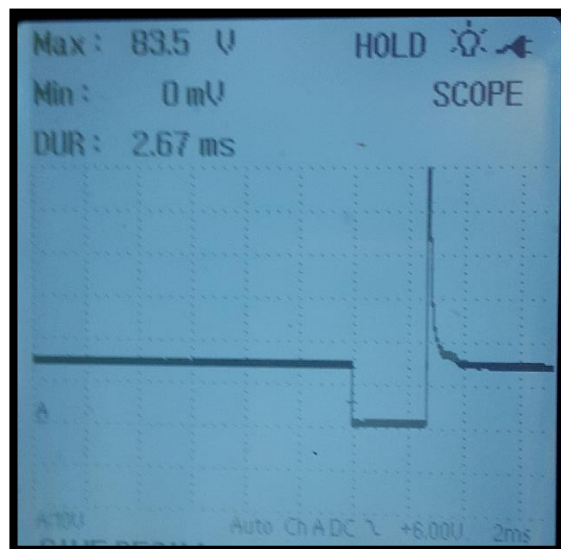


Figura 95 Oscilograma del tiempo de inyección a 1000 r.p.m cuando el sensor de oxígeno presenta DTC bajo (Inyector #1)

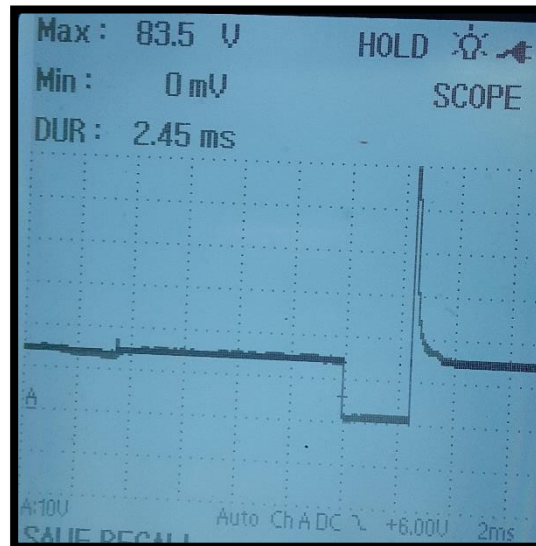


Figura 96 Oscilograma del tiempo de inyección a 3000 r.p.m cuando el sensor de oxígeno presenta DTC bajo (Inyector #1)

Sensor ECT

- DTC bajo



Figura 97 Reconocimiento del DTC del sensor ECT en código bajo

Es necesario generar un corto circuito o puente en el sensor ECT para provocar un DTC bajo entre el cable de referencia y tierra como se indica en la Figura 2, con lo cual la señal no recibirá voltaje (0V) ya que el voltaje de referencia (5V) se descarga directamente a tierra.



Figura 98 Sensor ECT

Con un DTC en código bajo la computadora recibe un dato de la temperatura elevada, por lo tanto se tiene los siguientes tiempos de inyección.

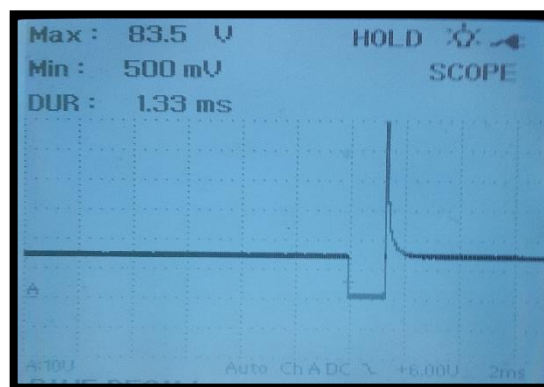


Figura 99 Oscilograma del tiempo de inyección a 1000 r.p.m cuando se presenta DTC bajo en el sensor ECT (inyector #1)



Figura 100 Oscilograma del tiempo de inyección a 3000 r.p.m cuando se presenta DTC bajo en el sensor ECT (inyector #1)

- **DTC alto**

|

Código d...	Descripción	Estado
15	Sensor de Temperatura Agua - Tensión Alta	

Figura 101 Reconocimiento del DTC del sensor ECT en código alto

Para generar un DTC alto en el sensor ECT es necesario desconectar el terminal de dicho sensor, de tal manera que el voltaje de referencia (5V) pasa directamente a voltaje de señal.



Figura 102 Voltaje de referencia sensor ECT

Al estar presente un DTC en código alto del sensor ECT provoca que la computadora reciba un dato de la temperatura extremadamente bajo por lo tanto se generan los siguientes tiempos de inyección.

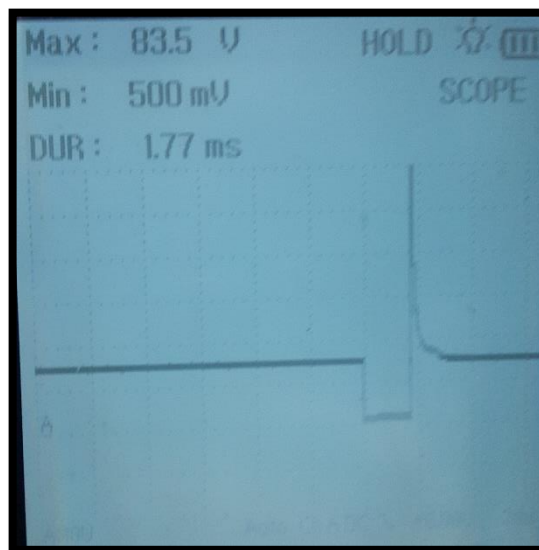


Figura 103 Oscilograma del tiempo de inyección a 1000 r.p.m cuando se presenta DTC alto en el sensor ECT (inyector #1)

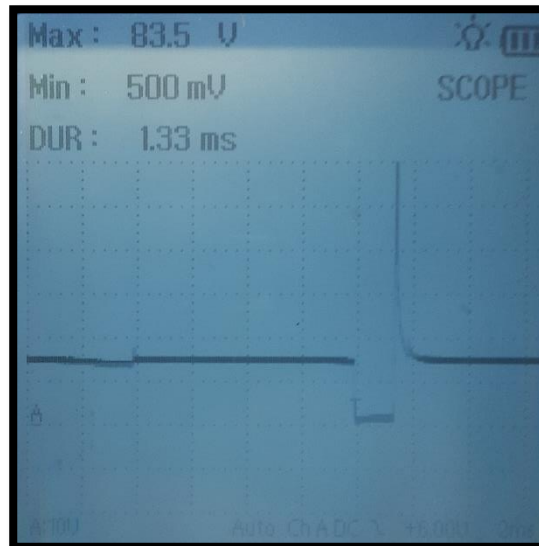


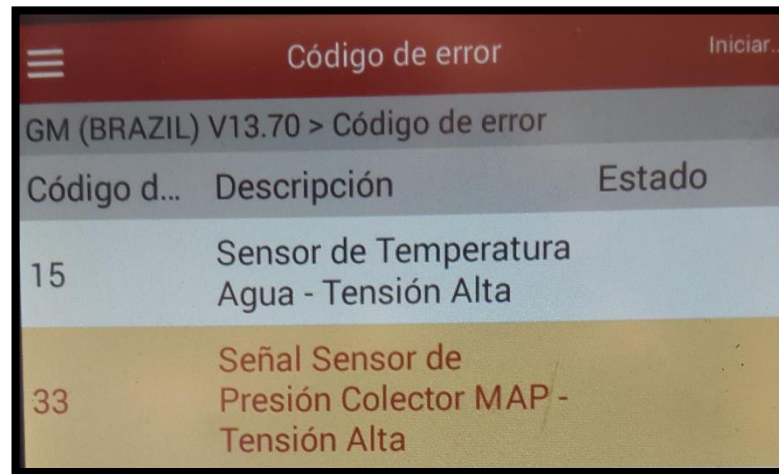
Figura 104 Oscilograma del tiempo de inyección a 3000 r.p.m cuando se presenta DTC alto en el sensor ECT (inyector #1)

Tabla 19

Datos obtenidos del tiempo de inyección cuando el sensor de oxígeno presenta DTC alto

SENSOR	DTC	INYECTOR	Tiempo de inyección	
			1000 R.P.M (ms)	3000 R.P.M (ms)
Oxígeno	Bajo	1	2.67	2.45
		2	2.99	2.65
		3	3.11	2.47
		4	3.11	2.39

- DTC alto sensor ECT – DTC alto sensor MAP



Código d...	Descripción	Estado
15	Sensor de Temperatura Agua - Tensión Alta	
33	Señal Sensor de Presión Colector MAP - Tensión Alta	

Figura 105 Reconocimiento del DTC alto del sensor ECT, DTC alto del sensor MAP

Para generar un DTC alto en el sensor ECT se procede a desconectarlo, en el caso del sensor MAP realizamos un corto circuito (puente) entre el los cables de masa y señal como se indica en la figura siguiente:

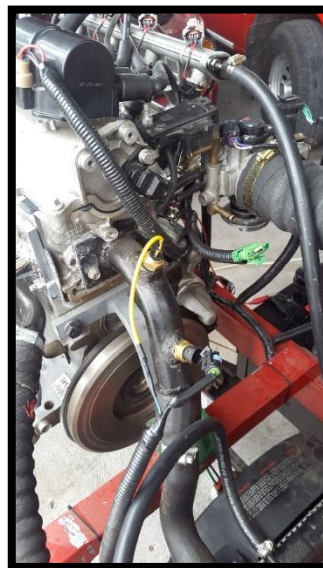


Figura 106 Inhabilitación de los sensores ECT y MAP para generar DTC.

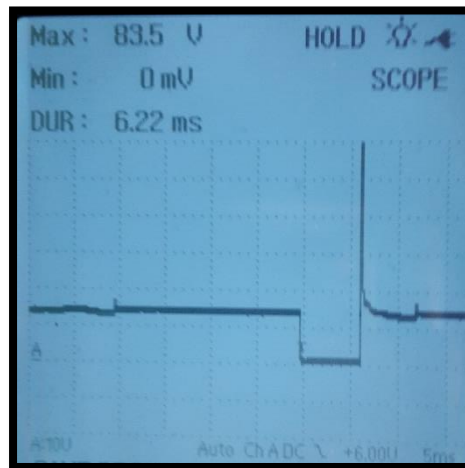


Figura 107 Oscilograma del tiempo de inyección a 1000 r.p.m cuando se presenta DTC alto en el sensor ECT y MAP (inyector #1)

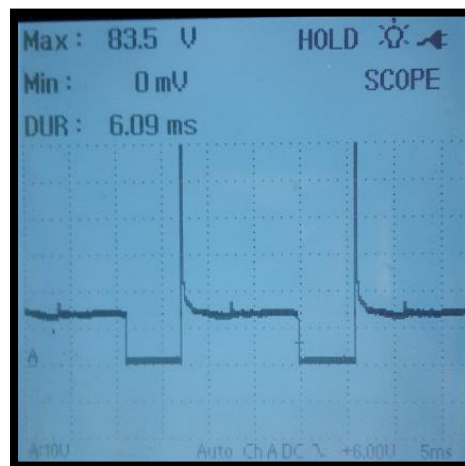


Figura 108 Oscilograma del tiempo de inyección a 3000 r.p.m cuando se presenta DTC alto en el sensor ECT y MAP (inyector #1)

Código de error		
GM (BRAZIL) V13.70 > Código de error		
Código d...	Descripción	Estado
14	Sensor de Temperatura Agua - Tensión Baja	
33	Señal Sensor de Presión Colector MAP - Tensión Alta	

Figura 109 Reconocimiento del DTC bajo del sensor ECT, DTC alto del sensor MAP

Para genera DTC en código bajo ECT y en código alto MAP se lo puede realizar de la siguiente manera como se indica en la figura:

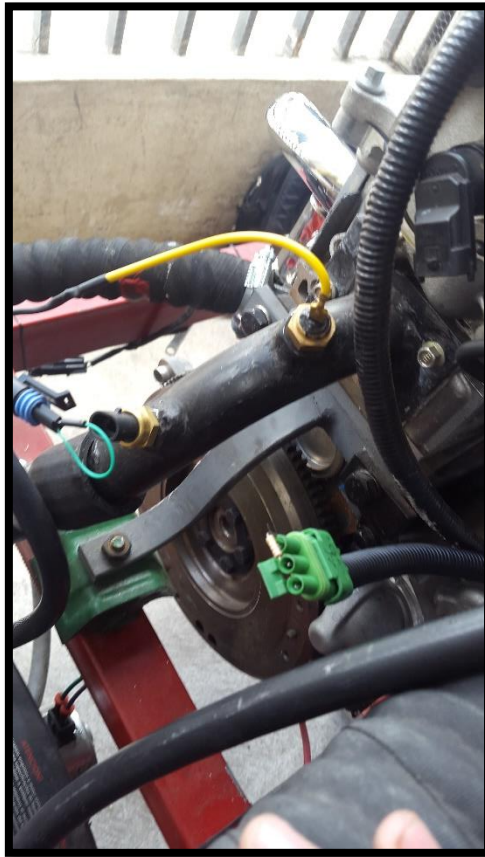


Figura 110 Forma de generar DTC en los sensores ECT y MAP

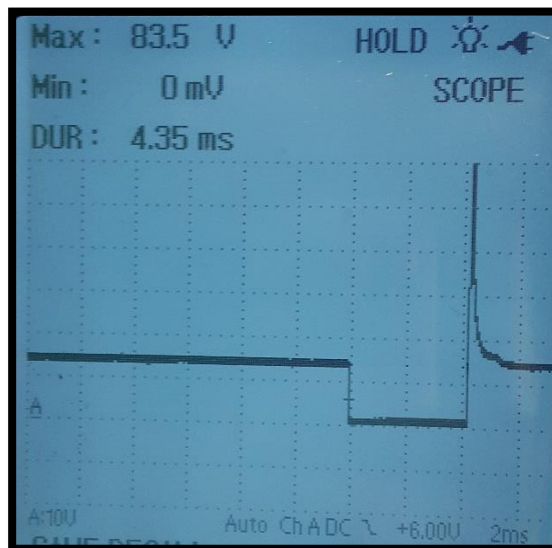


Figura 111 Oscilograma del tiempo de inyección a 1000 r.p.m cuando se presenta DTC bajo en el sensor ECT y DTC alto sensor MAP (inyector #1)

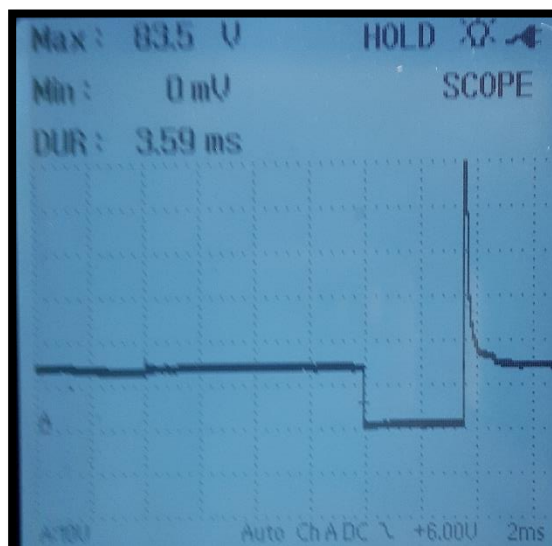


Figura 112 Oscilograma del tiempo de inyección a 3000 r.p.m cuando se presenta DTC bajo en el sensor ECT y DTC alto sensor MAP (inyector #1)

Tabla 20.
Tiempos de inyección cuando se generan DTC

TIEMPO DE INYECCION (MS)	inyector 1		inyector 2		inyector 3		inyector 4	
	Ralentí	3000 RPM	Ralentí	3000 RPM	Ralentí	3000 RPM	Ralentí	3000 RPM
FALLAS								
DTC Bajo sensor oxígeno	2,67	2,45	2,99	2,65	3,11	2,47	3,11	2,39
DTC Bajo sensor ECT	1,25	1,33	1,41	2,37	1,41	2	1,38	1,37
DTC Alto sensor ECT	1,77	1,33	1,36	1,33	1,73	1,59	2,1	1,27
DTC Alto sensor ECT; DTC Alto sensor MAP	6,22	6,09	6,16	6,09	6,22	6,14	7,87	6,11
DTC Bajo sensor Oxígeno; DTC Alto sensor MAP	7,98	6,36	8,5	6,41	8,62	6,33	8,3	6,37
DTC Bajo sensor ECT; DTC Alto sensor MAP	4,35	3,62	6,62	5,96	7,19	5,94	6,69	5,88

CONTINÚA 

DTC Bajo sensor ECT; DTC Bajo sensor MAP; DTC bajo sensor oxígeno	6,66	6,2	6,63	6,2	6,58	6,2	6,52	6,26
DTC Bajo sensor ECT; DTC Alto sensor Oxígeno	1,6	1,42	2,27	1,68	2	1,65	2,03	1,31
DTC Bajo sensor ECT; DTC Bajo sensor Oxígeno	2,65	1,2	3,1	2,5	3,14	2,45	3,08	2,48
DTC Bajo sensor ECT; DTC Alto sensor Oxígeno	1,6	1,42	2,23	1,68	2	1,65	2,03	1,31
DTC Alto sensor ECT; DTC Alto sensor MAP; DTC Alto sensor oxígeno	6,06	5,26	5,91	5,15	5,01	5,12	5,04	5,14
DTC Alto sensor Oxígeno; DTC Alto sensor MAP	5,17	5,66	5,2	7,09	5,17	7,66	5,18	7,69
DTC Alto sensor Oxígeno; DTC Alto sensor ECT	2,08	1,47	2,26	1,48	2,13	1,43	2,06	1,51
DTC Bajo sensor Oxígeno; DTC Alto sensor ECT	3,82	1,63	3,74	2,49	3,6	2,6	3,55	2,61
DTC Bajo Oxígeno, DTC, Bajo MAP	6,37	8,1	6,36	8,5	6,41	8,62	6,33	8,33
DTC Alto sensor de Oxígeno	1,77	1,38	1,76	1,38	1,74	1,31	1,74	1,38
DTC Bajo Sensor ECT; DTC Bajo MAP	4,04	3,65	3,99	3,52	4,04	3,85	4,36	3,65

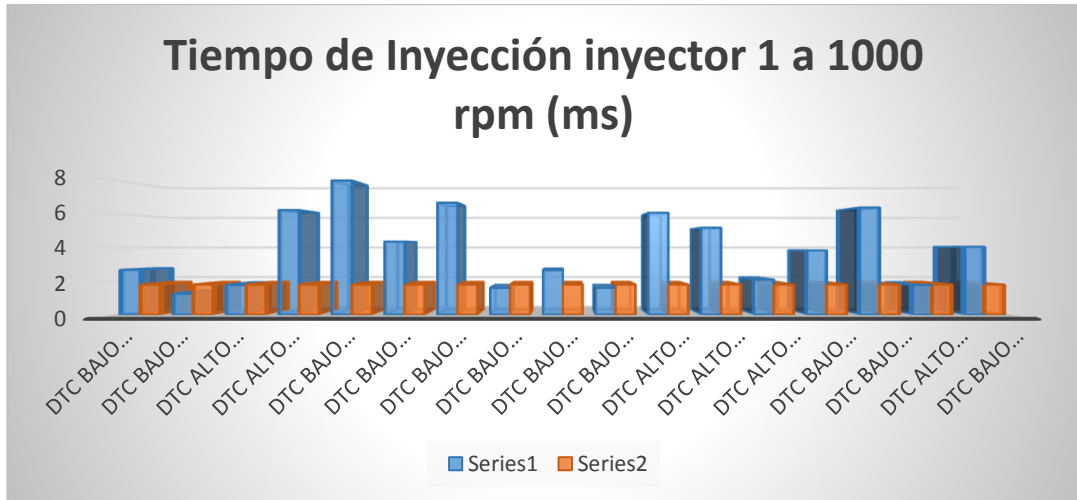


Figura 113 Gráfica Comparativa tiempos de Inyección

Con la ayuda de la gráfica se puede identificar que el tiempo de inyección en el inyector es menor cuando se genera un DTC bajo en el sensor ECT (1,25 ms), y el mayor tiempo de inyección se da cuando se genera un DTC Bajo sensor Oxígeno, DTC Alto sensor MAP (7,98 ms).

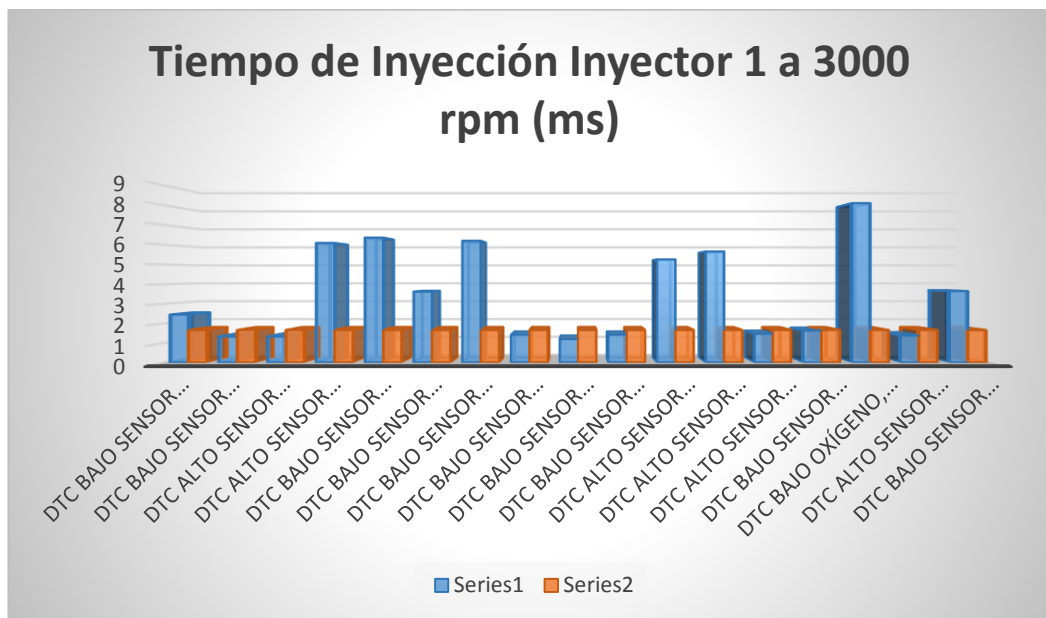


Figura 114 Gráfica Comparativa tiempos de Inyección

Al observar la gráfica se puede identificar que el tiempo de inyección en el inyector es menor cuando se genera un DTC Bajo sensor ECT (1,2 ms); y el mayor tiempo de inyección se da cuando se genera un DTC Bajo Oxígeno, DTC, Bajo MAP (8,1 ms).

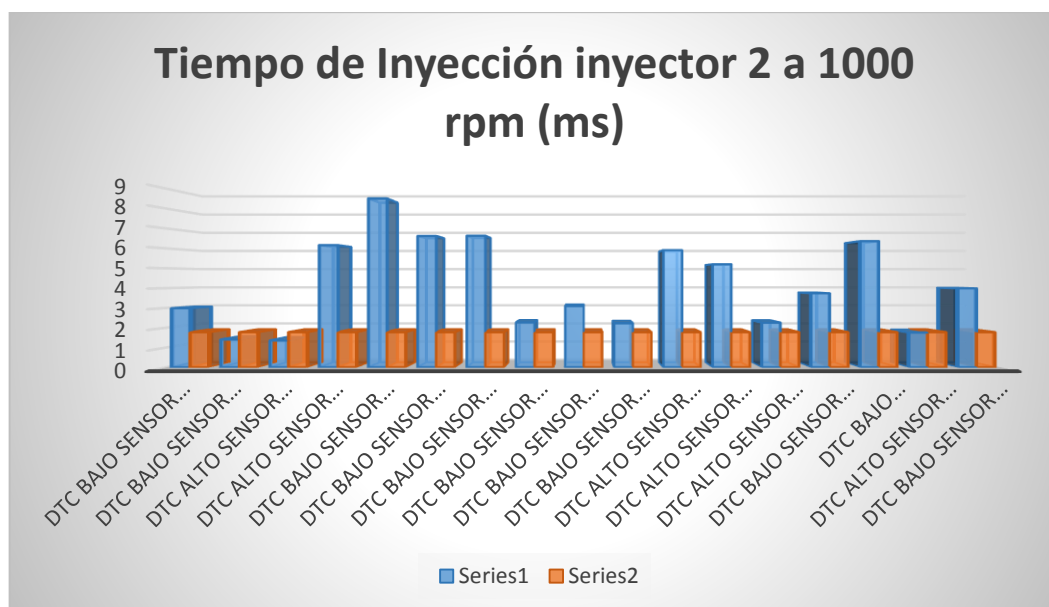


Figura 115 Gráfica Comparativa tiempos de Inyección

Analizando la gráfica se puede establecer que el tiempo de inyección en el inyector es menor cuando se genera un DTC Alto sensor ECT (1,36 ms); y el mayor tiempo de inyección se da cuando se genera DTC Bajo sensor Oxígeno; DTC Alto sensor MAP (8,5 ms).

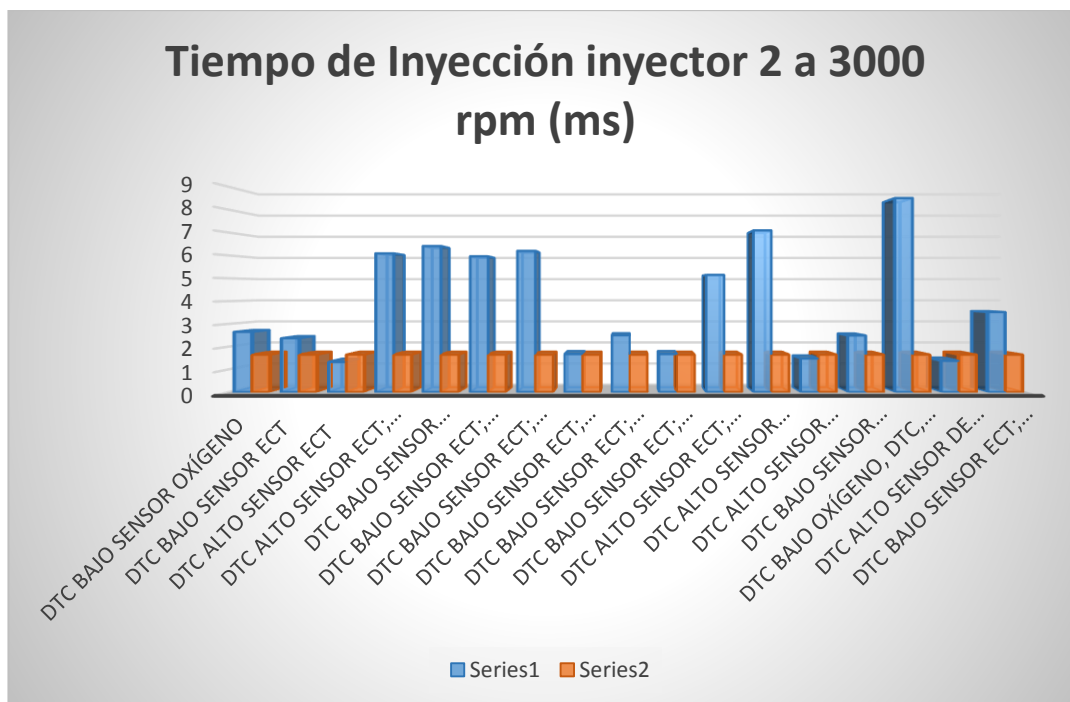


Figura 116 Gráfica Comparativa tiempos de Inyección

Identificando la presente gráfica podemos notar que el tiempo de inyección en el inyector es menor cuando se genera un DTC Alto sensor ECT (1,33 ms); y el mayor tiempo de inyección se da cuando se genera DTC Bajo Oxígeno, DTC, Bajo MAP (8,5 ms).

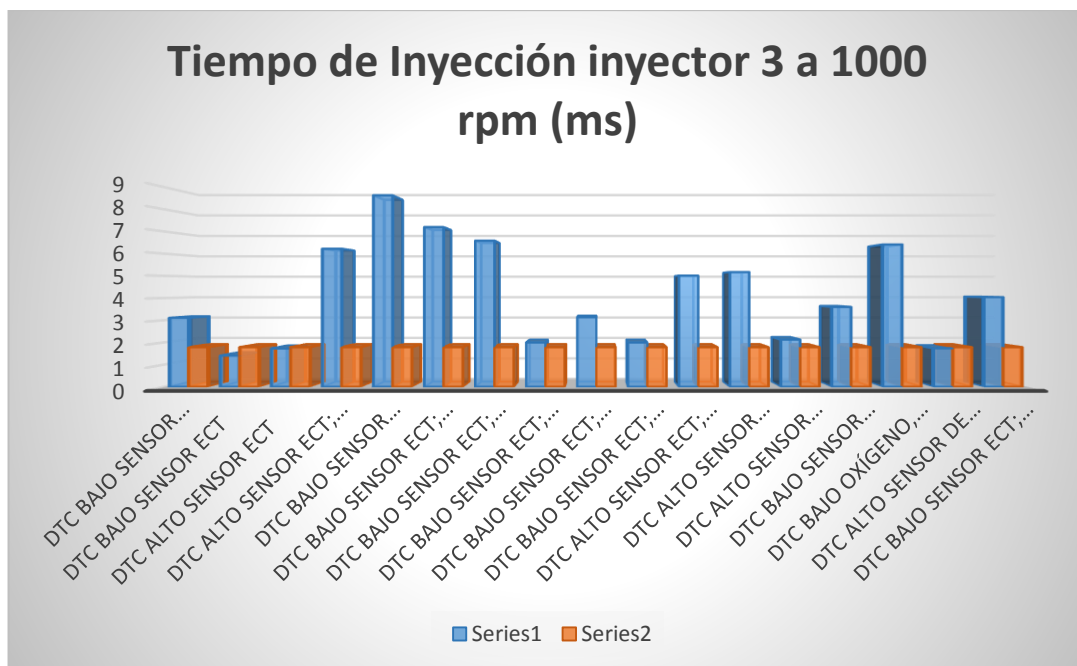


Figura 117 Gráfica comparativa tiempos de Inyección

Observando la gráfica se puede determinar que el tiempo de inyección en el inyector es menor cuando se genera un DTC bajo sensor ECT (1,41 ms); y el mayor tiempo de inyección se da cuando se genera DTC Bajo sensor Oxígeno; DTC Alto sensor MAP (8,62 ms).

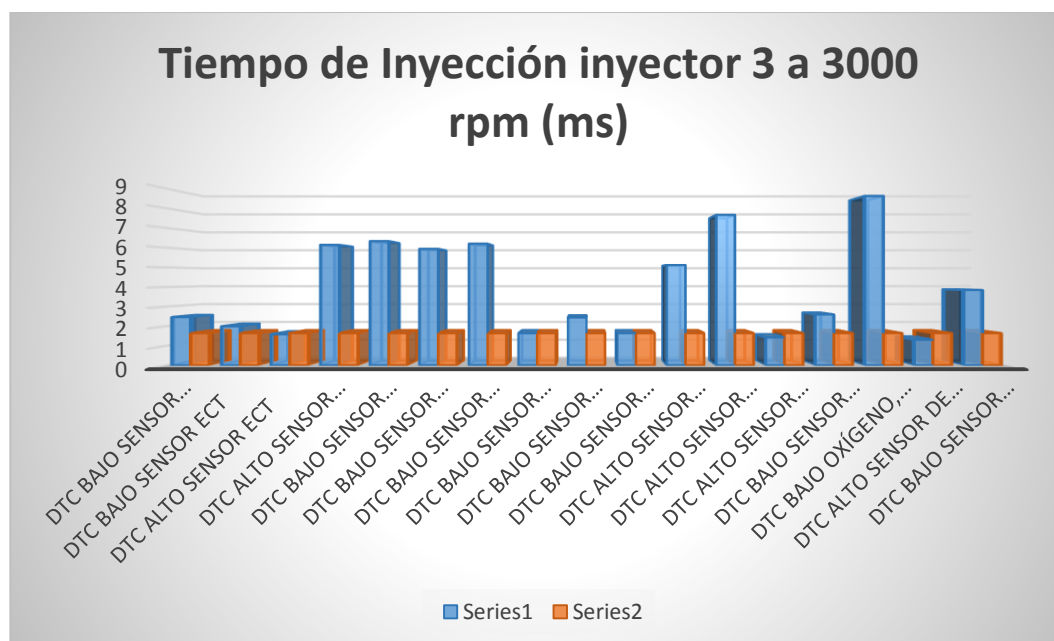


Figura 118 Gráfica Comparativa tiempos de Inyección

Con la ayuda de la gráfica se puede detallar que el tiempo de inyección en el inyector es menor cuando se genera un DTC alto sensor de Oxígeno (1,31 ms); y el mayor tiempo de inyección se da cuando se genera DTC Bajo Oxígeno, DTC, Bajo MAP (8,62 ms).

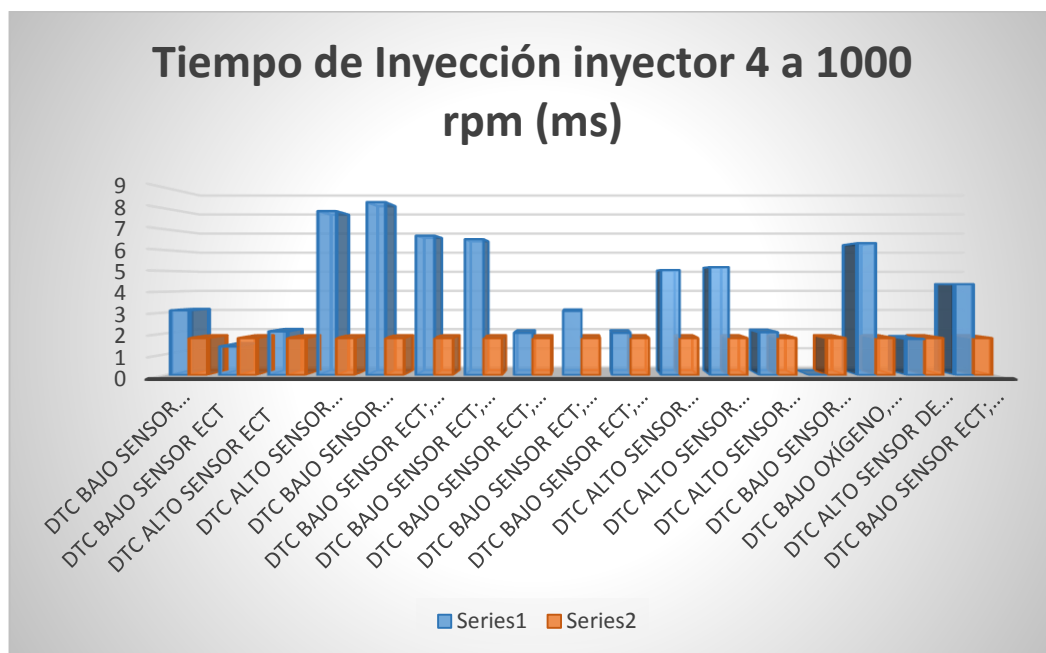


Figura 119 Gráfica Comparativa tiempos de Inyección

Mediante esta gráfica se puede registrar que el tiempo de inyección en el inyector es menor cuando se genera un DTC bajo sensor ECT (1,38 ms); y el mayor tiempo de inyección se da cuando se genera DTC Bajo sensor Oxígeno; DTC Alto sensor MAP (8,3 ms).

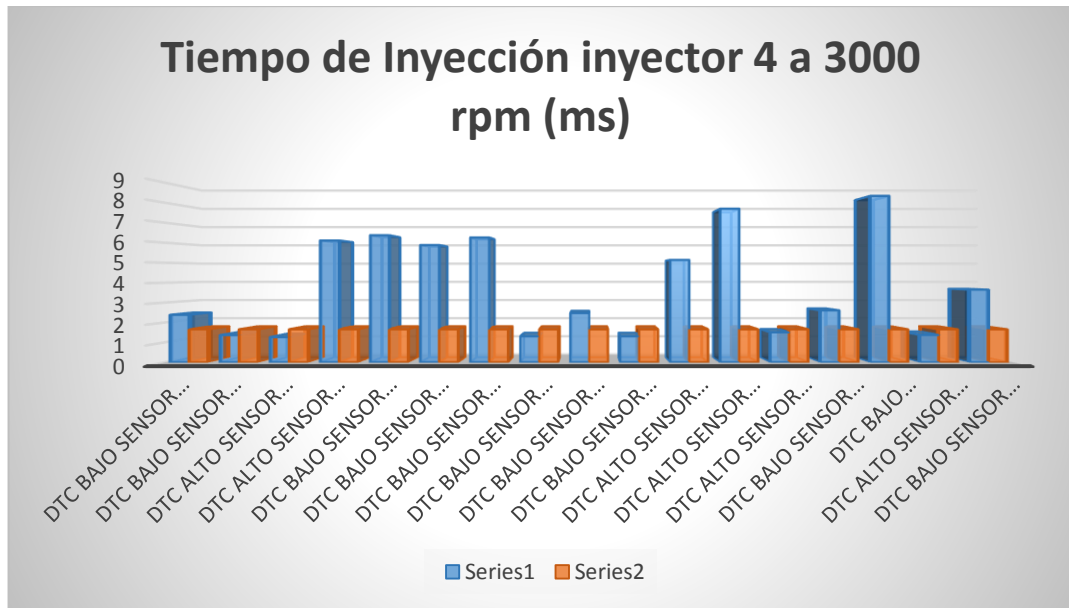


Figura 120 Gráfica Comparativa tiempos de Inyección

Con el análisis respectivo de esta gráfica se puede identificar que el tiempo de inyección en el inyector es menor cuando se genera un DTC alto ECT (1,31 ms); y el mayor tiempo de inyección se da cuando se genera DTC Bajo Oxígeno, DTC Bajo MAP (8,33 ms).

4.4. Análisis de los gases de escape

Tabla 21
Resumen comparativo de los gases de escape

GASES DE ESCAPE	HC (ppm)		CO (%)		CO2 (%)		O2 (%)		Resultado GENERAL
	Ralentí	Crucero	Ralentí	Crucero	Ralentí	Crucero	Ralentí	Crucero	
FALLAS									
Ninguna	336	340	0,57	1,02	12,99	12,92	1,69	1,19	Rechazada por HC excesivo en ralentí y crucero, y CO excesivo en crucero
DTC Bajo Sensor oxígeno	7943	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	7,3	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	4,89	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	7,94	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí
DTC Bajo sensor ECT	2214	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	1,61	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	9,3	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	6,55	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí

CONTINÚA 

DTC Alto sensor ECT	2197	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	1,29	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	8,6	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	8,49	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí
DTC Alto sensor ECT; DTC Alto sensor MAP	5758	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	9,96	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	4,75	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	6,1	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí
DTC Bajo sensor ECT; DTC Bajo sensor MAP; DTC bajo sensor oxígeno	6827	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	9,59	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	4,72	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	5,85	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí
DTC Alto sensor ECT; DTC Alto sensor MAP; DTC Alto sensor oxígeno	5695	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	9,41	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	5,26	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	4,65	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí
DTC Alto sensor de Oxígeno	1698	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	3,22	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	8,91	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	5,69	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí
Cable de Bujía desconectado	466	244	0,72	1,07	13,15	13,26	1,28	0,71	Rechazada por HC excesivo

CONTINÚA 

DTC Alto ECT; DTC bajo sensor MAP	6171	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	9,07	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	5,1	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	5,32	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí
DTC alto sensor de Oxígeno, inyector desconectado	197	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	0,24	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	9,39	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	8,17	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí
Inyector desconectado	237	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	0,21	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	9,32	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí	8,37	Rechazada por dilución excesiva	Rechazada por dilución excesiva en Ralentí
Restringiendo Aire	280	152	0,54	0,94	13,21	13,36	1,37	0,71	Rechazada por HC excesivo en ralentí

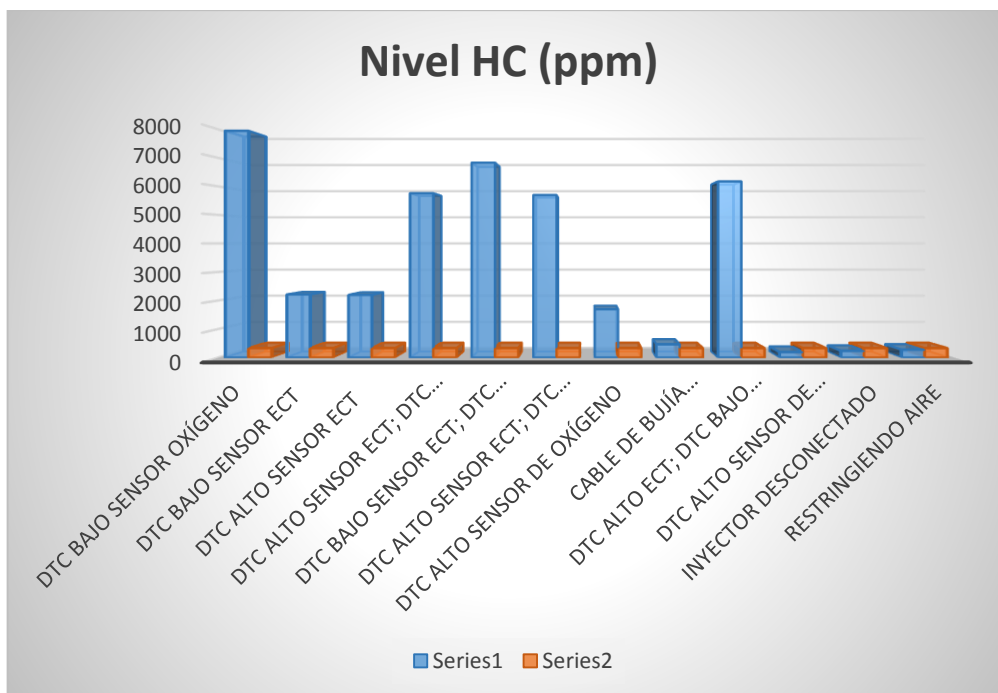


Figura 121 Gráfica comparativa nivel HC (ppm)

Con la ayuda de la gráfica podemos identificar que se genera un mayor índice de HC cuando el motor tiene un DTC bajo en sensor de Oxígeno (7943 ppm), mientras que tiene un menor índice cuando tiene un DTC alto en el sensor de Oxígeno y con el inyector desconectado (197 ppm).

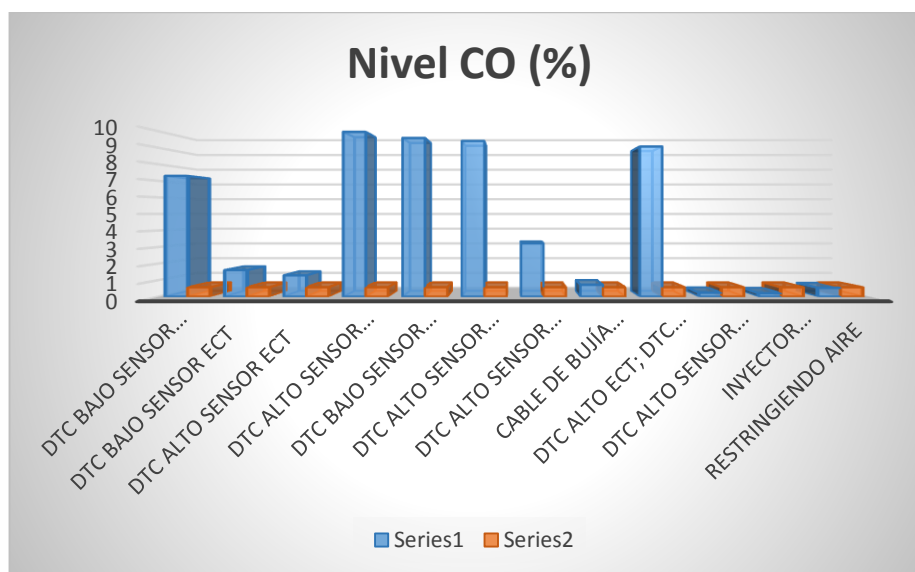


Figura 122 Gráfica comparativa nivel CO (%)

Con la ayuda de la gráfica podemos identificar que se genera un mayor porcentaje de CO cuando el motor tiene un DTC Alto sensor ECT; DTC Alto sensor MAP (9,96%), mientras que tiene un menor cuando tiene el inyector desconectado (0,21%).

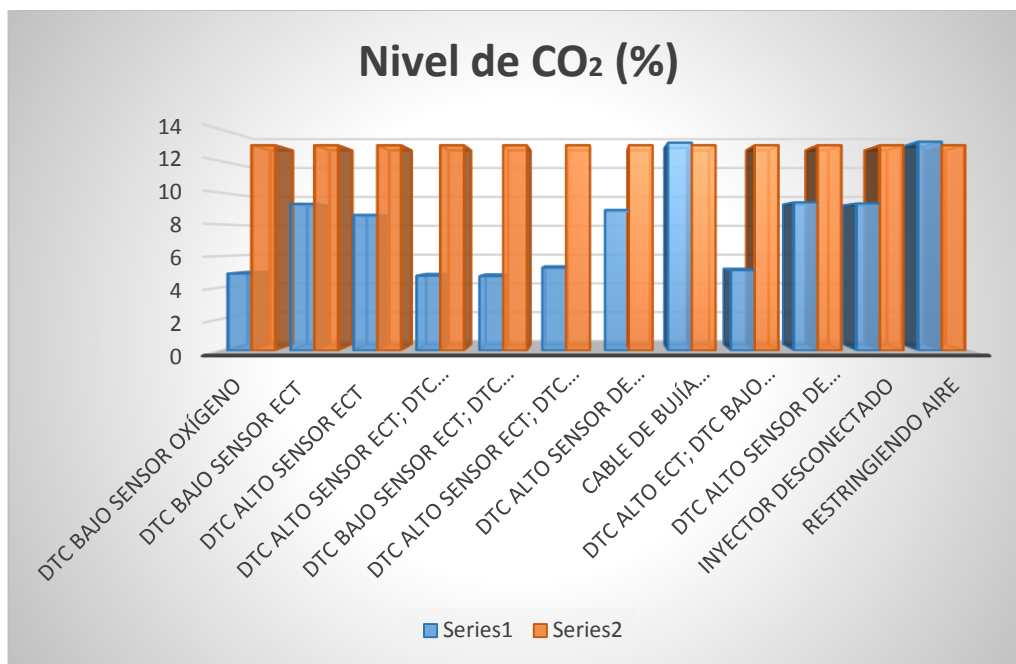


Figura 123 Gráfica comparativa nivel CO₂ (%)

Con la ayuda de la gráfica podemos identificar que se genera un mayor porcentaje de CO cuando se restringe el aire en el cuerpo de aceleración (13,21%), mientras que tiene un menor cuando se tiene un DTC Bajo sensor ECT; DTC Bajo sensor MAP; DTC bajo sensor oxígeno (4,72%).

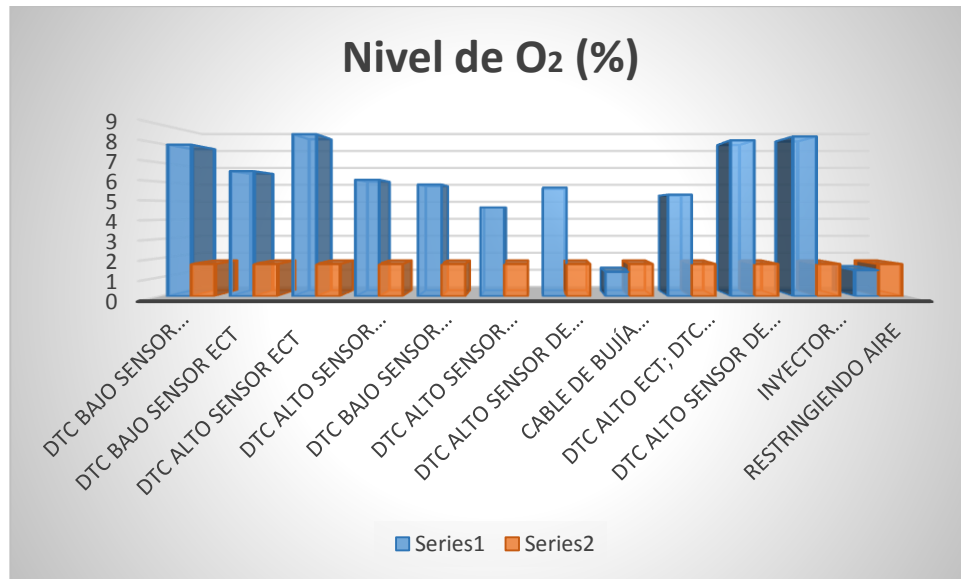


Figura 124 Gráfica comparativa nivel O₂ (%)

Con la ayuda de la gráfica podemos identificar que se genera un mayor porcentaje de CO cuando se genera un DTC Alto en el sensor ECT (8,49%), mientras que tiene un menor cuando se tiene un el cable de bujía desconectado (1,28%).

- El valor más bajo de tiempo de inyección se genera al presentarse una situación de DTC combinado es decir: DTC Bajo sensor ECT y DTC Bajo sensor Oxígeno resultando 1,2 ms, debido a que la computadora recibe como dato que la temperatura del motor es alta lo que supone una temperatura de funcionamiento, y además la computadora recibe la señal del sensor de oxígeno de 4mv, lo que supone un corto y esto la computadora interpreta como una combustión ineficiente por la tanto disminuye el tiempo de inyección.
- El valor más alto de tiempo de inyección se genera al presentarse una situación de DTC combinado es decir: DTC Bajo sensor de Oxígeno, y DTC Bajo sensor MAP resultando 8,62 ms, debido a que la computadora recibe la señal del sensor de oxígeno de 4mv, sin embargo al recibir la señal baja del sensor MAP esto la computadora

lo interpreta como exceso de aire por lo tanto se necesita mayor combustible para equilibrar la mezcla.

- El valor más bajo de generación de HC se da al presentarse un DTC combinado es decir: DTC bajo sensor de oxígeno y un inyector desconectado dando como resultado 197 ppm, al trabajar solo 3 inyectores se envía menos combustible y se genera menos partículas de HC.
- El valor más alto de generación de HC se da al presentarse un DTC bajo sensor de oxígeno dando como resultado 7943 ppm, ya que la computadora al no recibir la señal correcta del sensor de oxígeno la computadora no regula de manera correcta la inyección de combustible por lo tanto se produce una combustión incorrecta.
- El valor más bajo de generación de CO se da al presentarse un DTC con inyector desconectado dando como resultado 0,21%, al trabajar solo 3 inyectores se envía menos combustible y el porcentaje de CO disminuye notablemente.
- El valor más alto de generación de CO se da al presentarse un DTC combinado es decir: DTC Alto sensor ECT; DTC Alto sensor MAP dando como resultado 9,96%, esto se da debido a que la computadora interpreta como dato que el motor esta frío y envía más mezcla aire combustible, además por parte del DTC del MAP interpreta que es necesario una mayor cantidad de aire a la mezcla.
- El valor más bajo de generación de CO₂ se da al presentarse un DTC combinado es decir: DTC Bajo sensor ECT; DTC Bajo sensor MAP; DTC bajo sensor oxígeno dando como resultado 4,72 %, esto se da

debido a que la computadora interpreta como motor caliente por lo tanto se necesita menos inyección de combustible, por parte del DTC del sensor MAP interpreta como la necesidad de mayor aire en la mezcla, y en cuanto al sensor de Oxígeno lo interpreta como combustión regular.

- El valor más alto de generación de CO₂ se da al presentarse un DTC combinado es decir: DTC Bajo sensor ECT dando como resultado 9,3 %, esto se da debido a que la computadora interpreta como motor caliente, pero existe una combustión errónea.
- El valor más bajo de generación de O₂ se da al presentarse un cable de bujía desconectado 1,28 %, ya que así no se da combustión en uno de los cilindros.
- El valor más alto de generación de O₂ se da al presentarse un DTC combinado es decir: DTC Bajo alto ECT dando como resultado 8,49 %, esto se da debido a que la computadora interpreta como motor frío y necesita mayor inyección de combustible.

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1. Recursos

Para poder cumplir con las metas propuestas en la investigación con validez técnica se requiere de varios aportes los cuales se detallan en este capítulo tales como son los recursos humanos, físicos, materiales, tecnológicos, financieros, que se utilizaron para poder llevar a cabo el proyecto.

5.1.1. Recursos Humanos

El aporte principal para realizar el proyecto son los recursos humanos, pues el conocimiento, las ideas parten de ello.

El proceso investigativo involucra la ayuda de diferentes personas, gracias a la capacidad y disponibilidad para el trabajo en equipo cada una de ellas desarrolla un papel importante, permiten el desarrollo investigativo sea eficiente y se cumpla todas las actividades establecidas.

Tabla 22.
Recursos Humanos

Recursos humanos	
Ing. Luis Mena	Director
Ing. José Quiroz	Docente
Ing. Leónidas Quiroz	Docente
Christian Ramos	Investigadores
Rommel Vaca	

5.1.2. Recursos físicos

El uso adecuado de espacios para realizar cada actividad en la investigación permite trabajar con mayor eficiencia, de esta manera los resultados obtenidos no estén afectados dándose lugar en:

Tabla 23
Recursos físicos

Recursos físicos	
Pruebas de laboratorio	Laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L (Campus Belisario Quevedo)
Desarrollo teórico	Bibliotecas de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L
	Domicilio de los investigadores

5.1.3. Recursos materiales

Tabla 24.
Recursos materiales

Recursos materiales	
Pruebas de laboratorio	Equipo de seguridad personal
	Herramientas automotrices
	Fusibles
	Cables de corriente
	Taípe
Desarrollo teórico	Libros
	Hojas de papel
	Esferos

5.1.4. Recursos tecnológicos

Para el desarrollo de las pruebas y análisis que permita cumplir cada uno de los objetivos planteados es necesario la utilización de los siguientes equipos tecnológicos:

Tabla 25
Recursos tecnológicos

Recursos tecnológicos		
Pruebas de laboratorio		Motor FIAT FIRE EVO 1.4
		Alineadora de gases CARTEX
		Osciloscopio Automotriz OTC
		Scanner Automotriz LOUNCH x-341 pro
		Cuenta revoluciones automotriz
		Multímetro
		Computador
Desarrollo teórico		Internet
		Computadora
		Impresora

5.1.5. Recursos financieros

El proyecto al ser de calidad técnico, requiere la utilización de equipos, materiales e implementos que representan costos económicos, asumidos de manera neta por las partes involucradas en el desarrollo del proyecto.

Los recursos financieros se refieren al este presupuesto económico utilizado en la ejecución de la investigación, mismo que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 26
Recursos Financieros

Ord.	Cant.	Detalle	Unitario	Total
1	1	Bobina de encendido	55	55
2	1	Sensor MAP	39,47	39,47
3	1	Motor de arranque	157,89	157,89
4	1	Sensor CKP	26,31	26,31
5	4	Cable para bujías	5,96	23,84
6	2	Relays	8,77	17,54
7	3	Porta fusibles pequeño	2,63	7,89
8	1	Conector OBD II	13,15	13,15
9	1	Juego de inyectores	140,35	140,35
10	1	Electroventilador	43,86	43,86
11	1	Riel de inyectores	92,11	92,11
12	1	Alternador	52,63	52,63
13	1	Batería	78,94	78,94
14	1	Switch universal	13,15	13,15
15	1	Base del motor	220	220
16	1	Computadora	400	400
17	1	Sensor TPS	30	30
18	1	Válvula IAC	25	25
19	1	Medidor de temperatura	16	16
20	1	Tacómetro	40	40
21	1	Depósito de agua	18	18
22	1	Depósito de combustible	20	20
23	1	Múltiple de admisión	120	120
24	1	Múltiple de escape	130	130
25	1	Juego de empaques	20	20
26	1	Cuerpo de aceleración	90	90
27	1	Filtro de aire	18	18
28	1	Bomba de combustible	85	85
29	1	Bomba de agua	30	30
30	1	Filtro de aceite	6	6
31	1	Radiador	120	120
32	1	Sensor de Oxígeno	35	35
			Total	2185,13

5.2. Análisis de costo del proyecto

Se debe considerar que previo a la ejecución de las pruebas necesarias para la investigación se realiza la puesta a punto del motor FIAT FIRE EVO 1400 CC, para lo que se llevó a cabo la adquisición de los repuestos; además la verificación periódica del nivel de combustible y el alquiler de los equipos tecnológicos.

El presupuesto determinado para la investigación es relativo, pues la magnitud del proyecto y la variación en los costos con el pasar del tiempo hacen que los valores cambien.

5.3. Análisis del costo – beneficio

El propósito de este análisis es determinar cuan viable es el proyecto de investigación en consideración al costo que implica.

Debido a que el proyecto es de carácter experimental y técnico se requiere la utilización de equipos precisos y de alta tecnología, con el propósito que los resultados sean óptimos; se deben relacionar los beneficios otorgados, con el coste generado por el mismo.

La presente investigación está dirigida a la investigación e innovación de conocimientos, por ello los proyectos que generen nueva información son de suma importancia; en este caso el documento elaborado establece una nueva base de diagnóstico técnico automotriz en el campo de los motores de combustión interna a gasolina, el cual sea mucho más preciso y eficiente; por lo que los gastos resultan razonables.

5.4. Cronograma de actividades

Se detalla las actividades realizadas a lo largo del proyecto de investigación hasta su finalización.

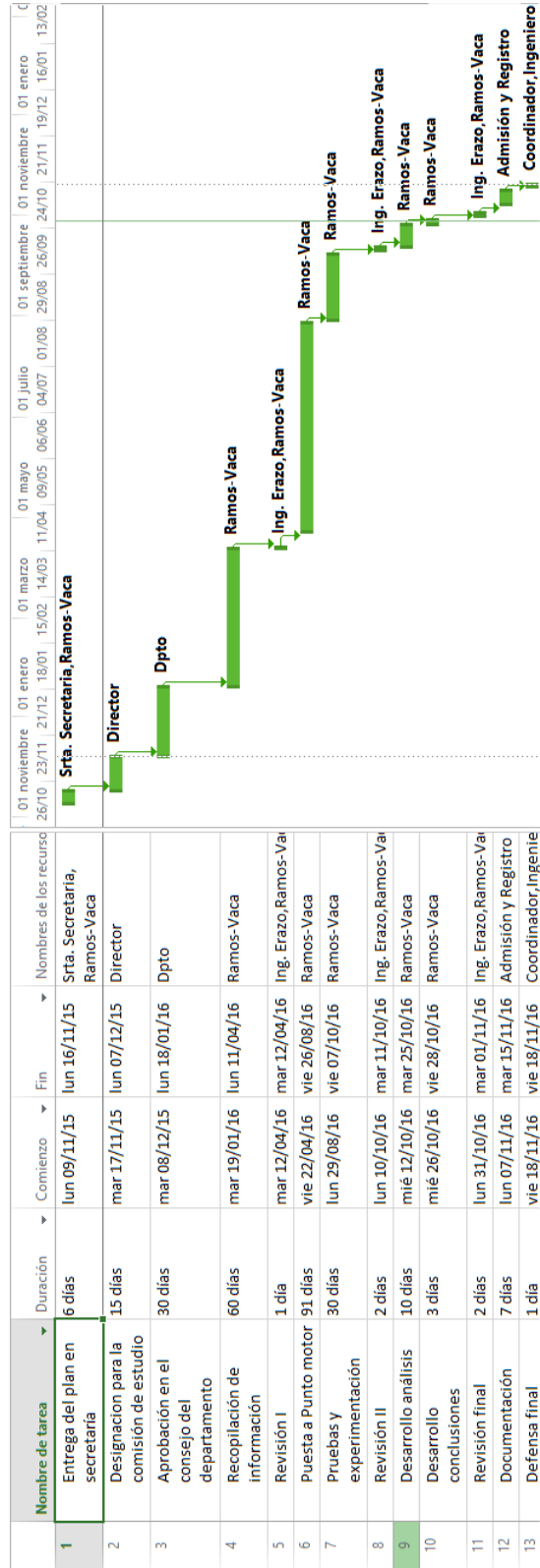


Figura 125 Cronograma de actividades

5.5. Conclusiones

Al concluir la presente Investigación para la obtención del título de Ingeniero Automotriz, se espera que el documento obtenido sirva como referencia para futuras investigaciones.

- La generación de códigos de diagnóstico de falla (DTC) incide directamente en el comportamiento de los actuadores, principalmente en los inyectores.
- Al presentarse códigos de diagnóstico de falla (DTC) estos afectan directamente al tiempo de inyección de los inyectores y a la generación de gases de escape.
- La emanación de gases de escape del motor supera los valores normales, debido a que el motor carece de catalizador, además porque el motor es adaptado con elementos electrónicos no originales.
- El comportamiento de la válvula IAC no se ve afectada con la generación de DTC's planteados ya que al ser solo una bobina simplemente se abre o cierra.
- Cuando se encuentra presente el DTC alto o bajo en el sensor de oxígeno es cuando se genera mayor contaminación ya que el motor no combustiona de manera adecuada generando mayores gases contaminantes afectando al medio ambiente.
- En el momento que se genera un DTC alto en el sensor ECT se da un consumo mayor de combustible ya que la computadora lo interpreta como si el motor estuviera frío, por lo tanto se genera un mayor porcentaje de gases de escape.
- Al existir un DTC bajo en el sensor ECT la combustión no es estable ya que no se mantiene en la temperatura adecuada de funcionamiento.
- La variación en la generación de gases de escape no establece relación directa con los tiempos de inyección ya que la ECU toma en

cuenta varios parámetros para proporcionar una mezcla estequiométricamente equilibrada.

5.6. Recomendaciones

- Verificar que el motor no contenga ningún tipo de DTC con el scanner automotriz para realizar las mediciones correspondientes en condiciones normales posteriormente continuar con los análisis.
- Mantener el scanner LAUNCH X-431 PRO lejos de dispositivos magnéticos, ya que sus radiaciones pueden borrar los datos almacenados.
- Utilizar este trabajo como base para el desarrollo de futuras investigaciones de electrónica aplicada al automóvil.
- Calibrar los equipos que se vayan a utilizar para las pruebas, para obtener resultados confiables.
- Antes de realizar mediciones en los sensores es indispensable identificar cada uno de los cables y su respectivo voltaje de funcionamiento.
- Verificar que las puntas del osciloscopio hagan contacto de manera adecuada a la conexión que se va a medir caso contrario afectaría al resultado.
- Antes de utilizar equipos electrónicos para las pruebas verificar el voltaje de funcionamiento de cada uno, ya sea de 110V o 220V para que sea conectado en el enchufe adecuado evitando daños al mismo.

5.7. Bibliografía

- Bosch. (2003). *Técnica de gases de escape para motores gasolina*. (2º edición) Alemania: Editorial Reverte
- Bosch, R. (2002). *Gestión del motor de gasolina*. Fundamentos y componentes. (1). Alemania: Editorial Reverte
- Bosch, R. (2002). *Los sensores en el automóvil*. Postfach: Reverté.
- Cano Martinez, A. (2012). *Mantenimiento de Redes Multiplexadas (UF1104)*. Málaga: Ic editorial.
- Coello Serrano, E. (2005). *Sistemas de inyección electrónica de gasolina*. Quito: América.
- Concepcion, M. (2004). *Estrategias de sistemas OBDII*.
- Crouse, W. (2002). *Puesta a punto y rendimiento del motor*. (3ra edición). México, D.F.: Alfaomega.
- Gerschler, H. (2000). *Tecnología del automóvil*. (1). Barcelona, España. Editorial Reverte.
- González Calleja, D. (2012). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. Madrid, España: Paraninfo
- Guarella , J. E., Heredia , J. P., Rodriguez , L., & Bagatto, I. (2011). *Sensores y actuadores en motores*. La plata: Facultad de ingeniería Universidad Nacional de la Plata.
- Jóvaj, M.S. (s.f). *Motores de automóvil*. Moscú: editorial MIR
- Mena, L. (2011). *Compilador de Ejercicios de Motores de Combustión*.
- Maddox, R., & Haynes, J. H. (1996). *El manual de códigos de computadoras y sistemas de control electrónico del motor*. California: Haynes.
- *Manual del usuario OTC*. (2014).California.

- Negri, M. (2006). *Manual de diagnóstico y búsqueda de fallas de la inyección electrónica*. Buenos Aires: Alberto Verdaguez editor.
- Orozco Cuautle, J. (2006). *Inyección electrónica en motores a gasolina diagnóstico y servicio*. México, D.F.: Ecatepec
- Pérez Bello, A. (2011). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: Paraninfo
- Pérez Alonso, J. (2014). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid, España: Paraninfo
- Rodríguez Melchor, J. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor ciclo Otto*. España: iceditorial.
- Ribbens, W. (2007). *Electrónica Automotriz*. México, D.F.: Limusa.
- Rueda Santander, J. (2005). *Manual Técnico de fuel injection*. Colombia: diseli Editores.
- Ruiz, R. (2007). *El método científico y sus etapas*. México, D.F.
- Sánchez, E. (2008). *Sistemas Auxiliares del motor*. Iberia: Macmillan
- Sánchez Gutiérrez, M. (2012). *Mantenimiento de motores térmicos de dos y cuatro tiempos (UF 1214)*. España: iceditorial
- Watson, B. (1994). *Manual de Fuel injection Bosch*. México, D.F.: Prentice Hall.
- Saber, E. & Heinz, R.(s.f) *Manual de Técnica del Automóvil: Sensores, Actuadores. (3ra edición)*. Barcelona: Reverté

Bases Digitales

- Lerma Gonzales, H. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. (4^o edición) Bogotá: Ecoe ediciones. Recuperado de fuente académica ebrary
- Cano Martínez, H. (2012). *Mantenimiento de redes multiplexadas (UF1104)*. Málaga: Ic editorial. Recuperado de fuente académica ebrary

Netgrafía

- Autodaewoospark. (s.f.). Válvula IAC. Obtenido de <http://www.autodaewoospark.com/valvula-IAC.php> (Recuperado 04-09-2016)
- Autodaewoospark. (s.f.). Sensor TPS. Obtenido de <http://www.autodaewoospark.com/sensor-TPS.php> (Recuperado 04-09-2016)
- Cise Electronics. (24 de Octubre de 2010). *Acerca de los Códigos de falla o DTC*. Obtenido de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/228-acerca-de-los-c%C3%B3digos-de-falla-o-dtc.html> (Recuperado 28-08-2016)
- Cise Electronics. (9 de Febrero de 2012). *Terminología del sistema OBDII*. Obtenido de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/513-terminolog%C3%ADa-del-sistema-obdii.html> (Recuperado 2-09-2016)

ANEXOS

OSCILOSCOPIO OTC

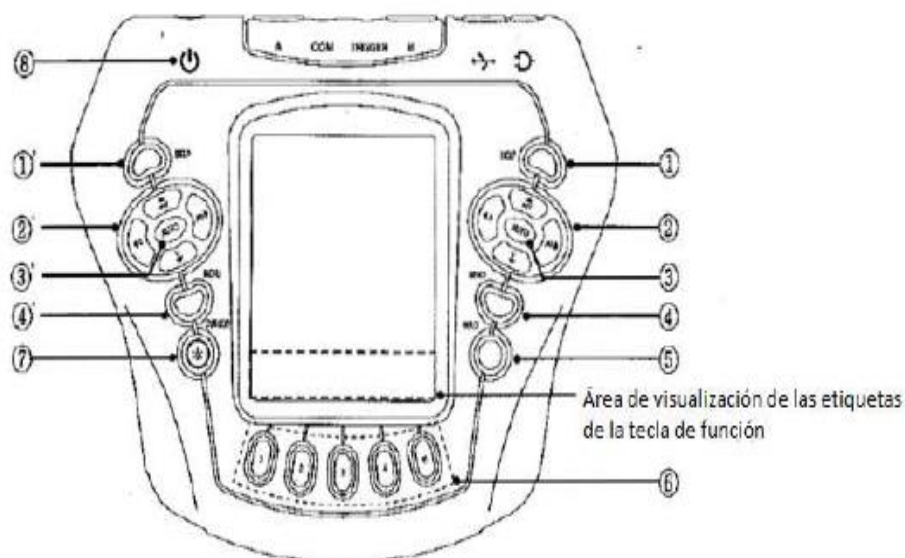



Figura 126 Mandos de control del osciloscopio OTC

Fuente: (Manual del usuario OTC)


Tabla 27

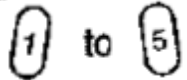

Descripción de los mandos del osciloscopio OTC

Fuente: (Manual del usuario OTC)

Número	Tecla	Descripción
1 & 1	AYUDA (HELP)	Muestra información acerca de la opción de menú resaltada en el menú de selección. Muestra información acerca de las teclas de función cuando se está ejecutando una prueba seleccionada.
2 & 2		Ejecuta una de las siguientes acciones: <ul style="list-style-type: none"> Mueve hacia arriba y abajo a través de opciones de menú. Mueve una forma de onda hacia arriba y abajo. Mueve el cursor de tensión hacia arriba y abajo.

CONTINÚA →

		<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste el nivel de disparo cuando se está en el modo de SCOPE. • Mueve la forma de onda a la izquierda y derecha. • Mueve el cursor de tiempo a la izquierda y derecha.
		<p>Los rangos de amplitud hacia arriba y abajo para ambos canales (CH A & CH B).</p> <p>Rangos de Tiempo Bajo arriba y hacia abajo para ambos canales (CH A & CH B).</p>
3 & 3	Auto	<p>Establece el rango (conmutación) automáticamente.</p> <p>Cuando está activado, la pantalla superior derecha muestra AUTO. Cuando esta función está activada, realiza la búsqueda del alcance y la configuración de la base de tiempo y una vez que encontraron hace un seguimiento de la señal. Cuando esta función está desactivada, debe controlar manualmente el alcance.</p>
4 & 4	Menú	<p>Le regresa al menú principal de navegación.</p>
5	MANTENER (HOLD)	<p>Congela la pantalla (HOLD aparecerá en la parte superior derecha). También muestra un menú para guardar o recuperar las pantallas para limpiar la memoria.</p>

6		<p>Estas son las teclas de función.</p> <p>La función asignada a cada tecla se indica mediante la etiqueta de tecla de función que aparece encima de la tecla en la pantalla inferior.</p>
7		<p>Tecla de cursor (Short) le permite usar los cursores para medidas en formas de onda. Un cursor es una línea vertical o una línea horizontal que se puede mover a través de la forma de onda como una regla para medir los valores en puntos específicos.</p> <p>Tecla de luz (Long) convierte la luz de fondo del LCD encendiendo y apagando la misma.</p>
8	ENCENDER (POWER)	Enciende y apaga (loggle). Cuando se conecte la alimentación, los ajustes previos se activan.

Procedimiento

- Conectar el equipo a una toma de 110V y encender.
- Conectar las pinzas de medición en el canal A o B del osciloscopio que se encuentran en la parte superior.



Figura 127 Punta de medición del osciloscopio (Color amarillo) en el canal A

- Escoger el tipo de prueba que se vaya a realizar.



Figura 128 Menú principal del osciloscopio

- Components Test

Los instrumentos proporcionan configuraciones predefinidas para una gran variedad de sensores del vehículo y los circuitos. Para elegir una prueba predefinida, seleccione PRUEBA DE COMPONENTES en el MENÚ PRINCIPAL. En el menú resultante, seleccione un grupo de pruebas:

SENSORES

ACTUADORES

ELÉCTRICO

ENCENDIDO

- A continuación, seleccione una prueba específica de las arriba mencionadas. Cada prueba coloca el instrumento en una configuración más adecuada para mostrar las señales para el dispositivo o circuito elegido. Una vez que una prueba ha sido seleccionada, puedes obtener alguna información de referencia útil específica para esa prueba en cualquier momento pulsando la tecla AYUDA como se describió anteriormente.

Prueba de sensores

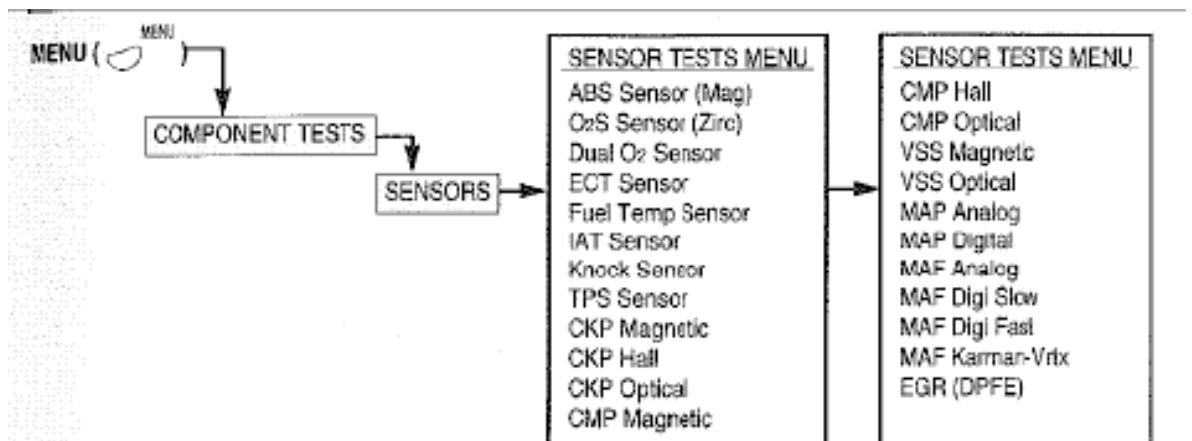


Figura 129 Despliegue de opciones para la prueba de sensores en el osciloscopio

Fuente: *(Manual del usuario OTC)*

Para ejemplo del procedimiento de la prueba se realizara del sensor ECT.

Procedimiento de prueba

Es necesario conocer el voltaje de cada uno de los cables del sensor para mayor facilidad.

1. Comprobar que las puntas del osciloscopio hagan contacto con los cables del sensor a medir.

Hacer siempre masa en el cable del sensor (cable de masa) ya que al hacer en otro lugar varía la medición.

2. Hacer funcionar el motor en ralentí y observar que la tensión del sensor disminuye a medida que el motor se calienta. (Arrancar el motor y mantener el acelerador a 2500 RPM hasta que la traza pasa a través de la pantalla).
3. Establecer la base de tiempo de 50 segundos/división para ver toda gama de funcionamiento del sensor, desde la temperatura en frío a temperatura de funcionamiento.
4. Presionar la tecla HOLD para congelar la forma de onda en la pantalla para realizar una inspección más detallada.
5. Para medir la resistencia, desconecte el sensor antes de cambiar al modo GMM y entonces conecte los cables de tierra y del canal A a los terminales del sensor.

El osciloscopio tiene en su base de datos las señales de todos los sensores y actuadores, lo que nos permite verificar si la medición antes hecha es la correcta.

Sugerencias para resolución de problemas

Compruebe las especificaciones del fabricante para las especificaciones de rango de voltaje exacto, pero generalmente voltaje del sensor deben estar comprendida de 3V a apenas debajo de 5V cuando está frío, dejando a alrededor de 1V en temperatura de funcionamiento. El buen sensor debe generar una señal con una cierta amplitud a cualquier temperatura dada.

Al abrir el circuito del sensor ECT aparecerán como picos ascendentes a V Ref.

En cortocircuitos a tierra en el circuito del sensor ECT aparecerán como picos hacia abajo al nivel de tierra.

Diagnóstico con el scanner LAUNCH x.341 PRO

- Conectar a una toma de 110V y encender el scanner.
- Identificar la posición del conector DLC (OBD II) para diagnóstico del motor
- Poner en contacto el switch del motor.
- Enchufar el conector DBScan al conector DLC.
- Ingresar a la base de datos del scanner.
- Seleccionar la marca del motor.

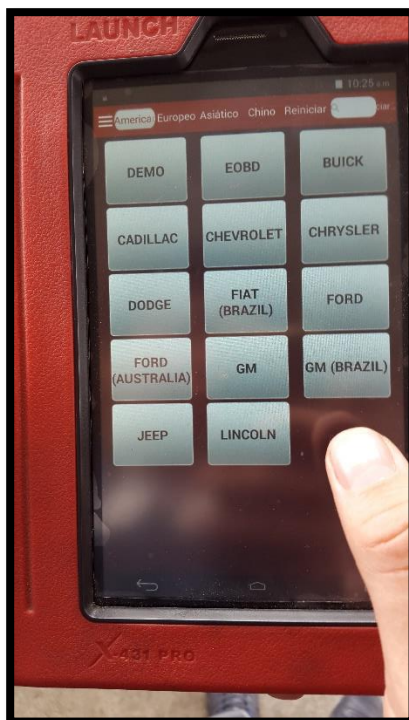


Figura 130 Interface del scanner para seleccionar la marca del motor

En este caso seleccionaremos GM (BRAZIL) todo depende de la procedencia del motor.

- Esperar hasta que automáticamente se comunice el scanner con el conector DBScan.

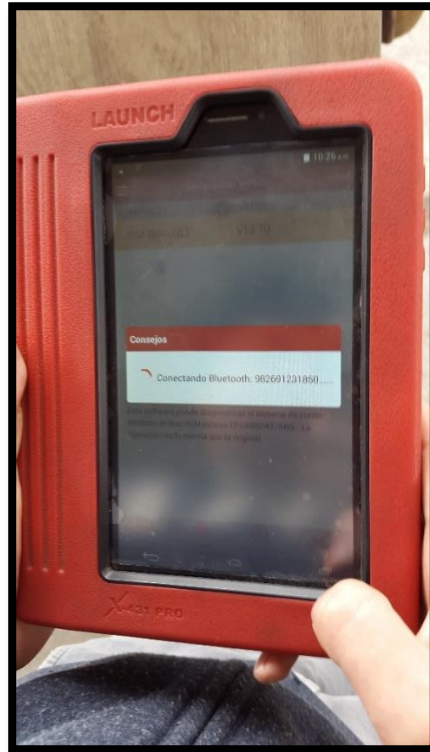


Figura 131 Comunicación del scanner con el conector DBScan

- Seleccionar el modelo del motor

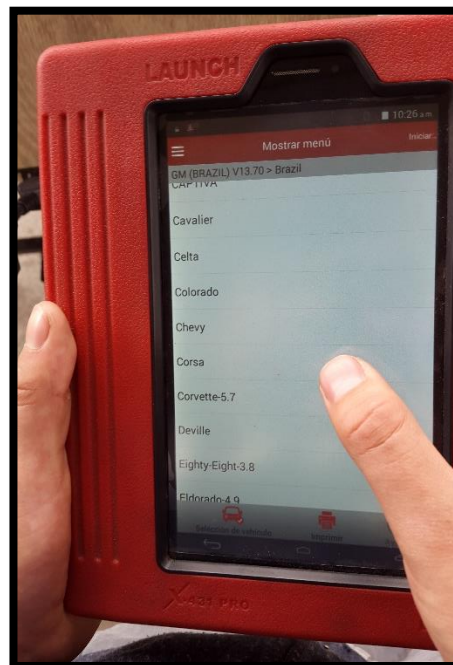


Figura 132 Selección de la marca del motor

- Seleccionar la opción motor

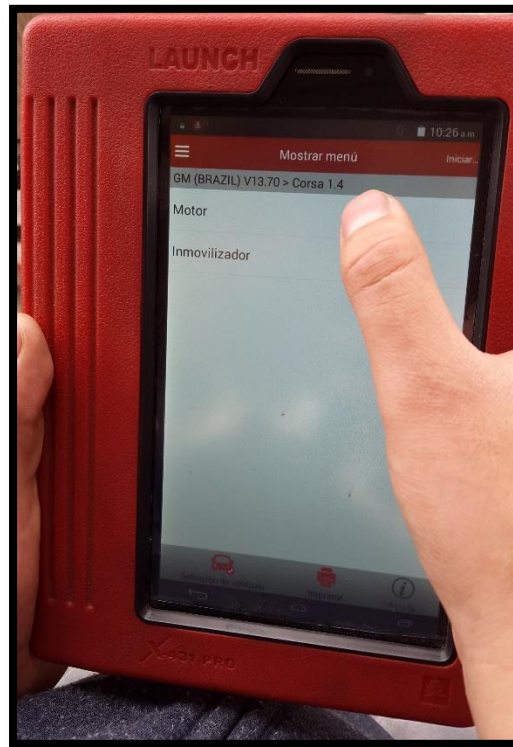


Figura 133 Interface de selección

- Seleccionar la opción 96-01 MULTEC IEFE-6

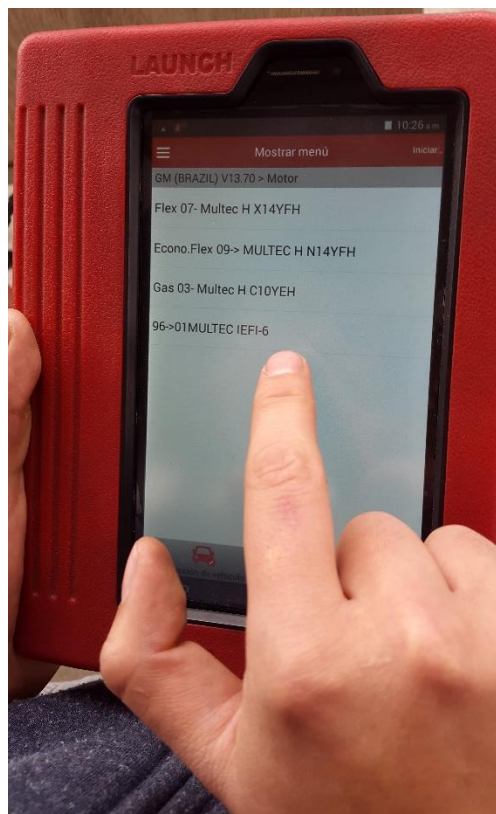


Figura 134 Interface de selección

- Finalmente podemos leer los códigos de fallas

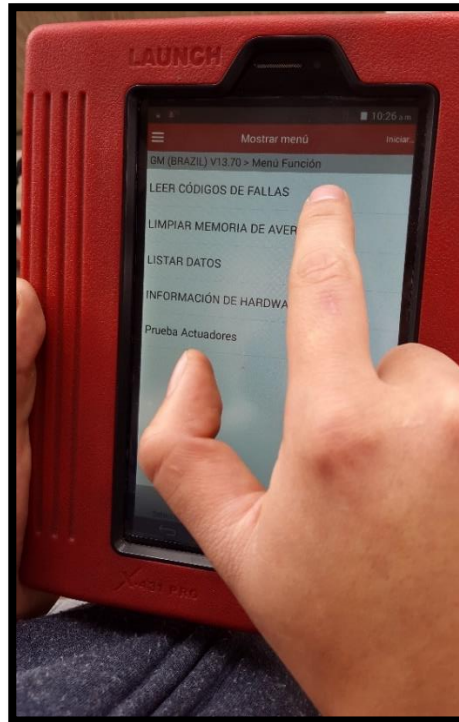


Figura 135 Interface de selección

- Además podemos verificar varios parámetros más tales como: el tiempo de inyección, temperatura del motor, voltajes de señal de los sensores MAP TPS ECT entre otros, oscilogramas de funcionamiento; R.P.M del motor.

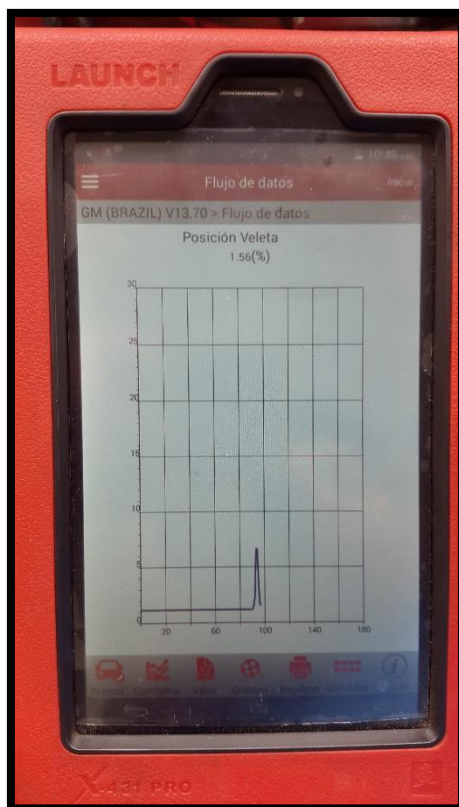


Figura 136 Oscilograma de funcionamiento de la posición de la veleta

Nombre	Valor	Unidad
Posición Veleta	0.00	%
Posición Veleta	0.58	V
Presión Colector	388	mbar
Presión del Colector	1.51	V
Rotación del Motor	1000	rpm
Sonda Lambda	415	mV

Figura 137 Parámetros del motor FIAT FIRE EVO 1.4



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores **CHRISTIAN GABRIEL RAMOS NÚÑEZ** y **ROMMEL ENRIQUE VACA OQUENDO**.

Ing. Luis Mena

DIRECTOR DEL PROYECTO

Aprobado por:

Ing. Danilo Zambrano

DIRECTOR DE CARRERA

Dr. Juan Carlos Díaz Álvarez
SECRETARIO ACADÉMICO