



Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares en motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.

Arteaga Fabara, Carlos David y Venegas Alvarado, Alex Xavier

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio

23 de febrero del 2023

Latacunga



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

Reporte de verificación de contenido

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
original

UIC Arteaga Venegas

2% Similitud
 + % Tasa sobre similitud de similitudes entre capítulos
 + % Tasa de similitud en la introducción

Nombre del documento: UIC Arteaga Venegas.docx
 ID del documento: 2163297142516702352864047040414502
 Tamaño del documento original: 10,11 Mb

Depositar: LEONIDAS ANTONIO QUIROZ ERAZO
 Fecha de depósito: 17/02/2023
 Tipo de cargo: docente
 Fecha de fin de análisis: 17/02/2023

Número de páginas: 42,092
 Número de caracteres: 258,053

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripción	Similitud	Ubicaciones	Detalles adicionales
1	repositorio.espe.edu.ec Análisis del proceso de reducción energética mediante LSTM. https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 39 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)
2	repositorio.espe.edu.ec Análisis estadístico y mecánico de un conjunto de variables. https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 39 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)
3	repositorio.espe.edu.ec Diseño y construcción de un banco de pruebas genérico. https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 39 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)
4	repositorio.espe.edu.ec Estudio de las pérdidas de energía de condensadores acrílicos. https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 39 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)
5	repositorio.espe.edu.ec Análisis de la dinámica del proceso de oxidación - reducción de especies químicas. https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 39 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripción	Similitud	Ubicaciones	Detalles adicionales
1	www.electrotecnia.gov.ec https://www.electrotecnia.gov.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 20 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)
2	repositorio.espe.edu.ec https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 20 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)
3	repositorio.espe.edu.ec Análisis de los sistemas de gestión de energía de un motor. https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 20 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)
4	repositorio.espe.edu.ec Inicial Autocorrelación https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 20 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)
5	repositorio.espe.edu.ec Caracterización de las concentraciones producto de la combustión. https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf 20 Fuentes de similitud	+ 1%		Fuente principal + 1% (100 palabras)

Fuentes no verificadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf> - Análisis de los sistemas de gestión de energía de un motor
- <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf> - Inicial | Autocorrelación
- <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf> - Caracterización de las concentraciones producto de la combustión
- <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf> - Análisis de los sistemas de gestión de energía de un motor
- <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/handle/10001/7060/1/2022-04-14-10-07-00.pdf> - Estudio de las pérdidas de energía de condensadores acrílicos


 Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio

C.C. 0502509995




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

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares en motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado”** fue realizado por los señores **Arteaga Fabara, Carlos David** y **Venegas Alvarado, Alex Xavier**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenido; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 23 de febrero del 2023


.....
Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio

C.C. 0502509995



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

Responsabilidad de autoría


Nosotros, **Arteaga Fabara, Carlos David** y **Venegas Alvarado, Alex Xavier**, con cédulas de ciudadanía n° **0503982985** y **1726019381**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares en motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 23 de febrero del 2023



.....
Arteaga Fabara Carlos David

C.C. 0503982985



.....
Venegas Alvarado Alex Xavier

C.C. 1726019381



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

Autorización de publicación

Nosotros, **Arteaga Fabara, Carlos David** y **Venegas Alvarado, Alex Xavier**, con cédulas de ciudadanía n° **0503982985** y **1726019381**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares en motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 23 de febrero del 2023

Arteaga Fabara Carlos David

C.C. 0503982985

Venegas Alvarado Alex Xavier

C.C. 1726019381

Dedicatoria

Dedico este proyecto de investigación en primer lugar a Dios por permitirme llegar a este punto en mi carrera profesional, por bendecirme con salud, sabiduría y permitirme finalizar esta etapa académica.

A mis padres Jorge Arteaga, Paulina Fabara, Carlos Fabara y Yolanda Guamán quienes, gracias a su ejemplo, han formado una persona de principios y valores, para alcanzar todas las metas y objetivos que me he planteado.

A mis hermanos Isabella y Paúl de quienes siempre he recibido su apoyo de manera incondicional, brindándome palabras de apoyo y aliento para lograr culminar mis estudios de manera satisfactoria.

Arteaga Fabara Carlos David

Dedicatoria

Dedico este proyecto primero a Dios, por permitirme la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida, por bendecirme y brindarme salud, por no desampárame en mis momentos difíciles y ser la guía en todo momento de dificultades.

A Patricio Venegas mi padre amado, por estar siempre a mi lado apoyándome y motivándome en este camino de la vida y dándome el amor por el mundo automotriz, gracias, padre, porque sin ti, esto no sería posible.

A mi madre Beatriz Alvarado que siempre me brindo su apoyo, sobre todo amor y desvelo para que nada me afecte durante mi camino a pesar de las dificultades brindarnos ese apoyo incondicional hacia su familia.

Como no nombrar a mi hermano Kevin Venegas, un hermano ejemplar que desde pequeños juntos, inseparables alentándonos a superarnos por el bienestar de nuestra familia.

También a mis hermanos Jessica, Fernanda y Cesar, que, con su apoyo y motivación incondicional, forjaron en mí el carácter necesario para alcanzar esta meta. Gracias por estar siempre a mi lado y ser tan buenos hermanos.

Al ángel que me acompaña desde el cielo José Alvarado que pese a su breve paso por mi vida la dejo marcada con esa alegría, lucha por vivir sus últimos días con la familia y el amor a la música

Finalmente, a mi compañero de la universidad Calos Arteaga, que hemos luchado hombro a hombro tras el mismo objetivo de cumplir nuestros sueños, gracias por dar su granito de arena y por ser más que amigos una familia, la familia Automotriz

Venegas Alvarado Alex Xavier

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la salud, sabiduría e inteligencia por la protección que me ha permitido culminar con éxito un objetivo más mi carrera académica.

Quiero expresar mi infinito agradecimiento a mis padres Jorge, Isabel, Carlos y Yolanda por ser los cimientos de mi vida, son los que han velado y esforzado día a día y con su ejemplo he podido proyectarme a quien yo quiero ser.

Un agradecimiento muy especial a mi compañero de tesis Alex Venegas que desde el inicio de nuestra carrera hemos afrontado cada etapa para alcanzar los objetivos planteados.

Agradezco a la Universidad de las Fuerza Armas ESPE Extensión Latacunga y a los señores docentes de la carrera de ingeniería automotriz, en especial a mi tutor de tesis Ing. Leonidas Quiroz, con quien he formado una amistad de respeto y consideración, que ha conllevado compartir sus conocimientos y herramientas para formar un profesional y un excelente ser humano.

Arteaga Fabara Carlos David

Agradecimiento

Infinitamente agradecido con Dios por brindarme salud y las fuerzas para poder culminar este proyecto, por la salud y las bendiciones que ha puesto en mi vida, muchas gracias, señor.

A mis padres Patricio y Beatriz, quienes confiaron siempre en mí, gracias por el apoyo económico y espiritual para poder cumplir este sueño y ayudarme cuando más desmotivado estaba.

A la familia Venegas Alvarado gracias por su apoyo incondicional que me dieron cuando más lo necesitaba, por crear una fortaleza llamada hogar donde los problemas exteriores se olvidan cuando estamos juntos.

Al Ingeniero Leonidas Quiroz, por su paciencia y motivación, por brindarnos la oportunidad de trabajar junto a él, y adquirir el conocimiento en su haber, muchas gracias por darnos la confianza y su tiempo.

A todos los amigos que he conocido a lo largo de mi vida universitaria que de una u otra manera me apoyaron con su granito de arena, por alentarme y darme su apoyo cuando lo necesite, muchas gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, y a sus docentes por compartir sus conocimientos, sobre todo al departamento de energía y mecánica que han nutrido mi conocimiento sobre la industria automotriz.

Venegas Alvarado Alex Xavier

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenido	10
Índice de figuras	18
Índice de tablas.....	25
Resumen.....	29
Abstract	30
Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación.....	31
Antecedentes	31
Planteamiento del problema	33
Justificación e importancia.....	34
Descripción del proyecto.....	35
Objetivos del proyecto	37

<i>Objetivo general</i>	37
<i>Objetivos específicos</i>	37
Hipótesis.....	38
Variables de investigación	38
<i>Variables dependientes</i>	38
<i>Variables independientes</i>	38
Capítulo II: Fundamentación Teórica.....	39
Osciloscopio	39
<i>Osciloscopio automotriz</i>	39
<i>Interfaz osciloscopio</i>	40
USB Autoscope IV.....	41
<i>Software USB Oscilloscope</i>	42
<i>Accesorios</i>	42
<i>Grabación de datos</i>	44
<i>Visualización</i>	44
<i>Análisis</i>	45
<i>Modo lambda</i>	45
<i>Modo inyector</i>	46
Inyector	46
<i>Tiempo de inyección</i>	47

Sensores automotrices.....	47
<i>Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).....</i>	47
Diagrama eléctrico de sensor MAP.....	48
<i>Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT).....</i>	49
Diagrama eléctrico del sensor IAT.....	50
<i>Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT).....</i>	51
Diagrama eléctrico del sensor ECT.....	51
<i>Sensor de oxígeno (O₂).....</i>	52
Sensor de oxígeno con cuatro cables.....	53
Diagrama eléctrico del sensor O₂.....	53
Ubicación de los sensores de oxígeno.....	54
Sistema post tratamiento de emisiones.....	55
<i>Catalizador.....</i>	55
Estructura del catalizador.....	56
Funcionamiento del catalizador.....	57
Convertidor catalítico con tres vías.....	58
Temperaturas para trabajo óptimo.....	59
Interpretación del análisis de gases.....	60
<i>Monóxido de carbono (CO).....</i>	60
<i>Dióxido de carbono (CO₂).....</i>	60
<i>Hidrocarburos no combustionados (HC).....</i>	61

<i>Oxígeno (O₂)</i>	61
<i>Relación Lambda (λ)</i>	61
<i>Expresión de cálculo de lambda λ</i>	62
<i>Umbral de parámetros de emisiones</i>	62
Normativas Técnicas	64
<i>Normativa técnica ecuatoriana INEN 2203:2013</i>	64
<i>Normativa técnica ecuatoriana INEN 2204:2017</i>	65
Equipos para la medición de parámetros	65
<i>Brain Bee AGS – 688 analizador de gases</i>	65
<i>Medidor de revoluciones MGT – 300</i>	67
<i>Scanner Automotriz Innova 3140</i>	68
Capítulo III: Implementación de estudio de la visualización y grabación de señales del sistema post tratamiento de emisiones	69
Puesta a punto del motor de encendido provocado	69
Puesta a punto de los sistemas electrónicos	70
Uso de equipos de medición	71
<i>Uso del USB Autoscope</i>	71
<i>Uso del analizador de gases</i>	73
<i>Uso del scanner automotriz</i>	74

Protocolos para la lectura de datos con USB Autoscope IV.....	76
Protocolo de conexión de puntas de obtención de oscilogramas de los sensores e inyector	76
Protocolo antes de realizar otra prueba	77
Protocolos para la medición de emisiones de gases de escape	78
Ejecución de los protocolos	79
<i>Prueba de sensores de oxígeno (modo lambda)</i>	79
<i>Prueba de inyectores (modo inyector)</i>	83
<i>Prueba de emisiones de gases (Test Oficial)</i>	85
Parámetros de comparación	92
<i>Parámetros de funcionamiento de sensores de oxígeno</i>	93
<i>Parámetros normalizados para las emisiones</i>	93
Capítulo IV: Análisis de resultados de los datos obtenidos de emisiones, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en condiciones normales y condiciones de fallo	95
Cálculo matemático de la expresión lambda	95
Nomenclatura utilizada en las tablas de resultados	96
Datos con dos sensores de Oxígeno.....	97
Datos sin sensor de Oxígeno 1	100
Datos sin sensor de Oxígeno 2	103

Datos sin sensor de Oxígeno 1 y 2.....	106
Datos sin sensor IAT.....	109
Datos sin sensor ECT	112
Datos sin sensor MAP.....	114
Datos sin Inyector	117
Datos sin sensor MAP + IAT	120
Datos sin sensor MAP + ECT.....	124
Datos sin sensor IAT + ECT.....	127
Datos sin sensor MAP + IAT + ECT	129
Datos sin sensor MAP + Oxígeno 1.....	133
Datos sin sensor IAT + Oxígeno 1.....	136
Datos sin sensor ECT + Oxígeno 1	139
Datos sin sensor MAP + Oxígeno 2.....	142
Datos sin sensor IAT + Oxígeno 2.....	145
Datos sin sensor ECT + Oxígeno 2	148
Datos sin sensor MAP + Oxígeno 1 y 2.....	151
Datos sin sensor IAT + Oxígeno 1 y 2.....	154
Datos sin sensor ECT + Oxígeno 1 y 2.....	157
Datos sin sensor MAP + IAT + Oxígeno 1	160
Datos sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 1.....	163
Datos sin sensor IAT + ECT + Oxígeno 1.....	166

Datos sin sensor MAP + IAT + ECT + Oxígeno 1	169
Datos sin sensor MAP + IAT + Oxígeno 2	172
Datos sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 2.....	175
Datos sin sensor IAT + ECT + Oxígeno 2.....	179
Datos sin sensor MAP + IAT + ECT + Oxígeno 2.....	182
Datos sin sensor MAP + IAT + Oxígeno 1 y 2	185
Datos sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 1 y 2.....	188
Datos sin sensor IAT + ECT + Oxígeno 1 y 2.....	190
Datos sin sensor MAP + IAT + ECT + Oxígeno 1 y 2	194
Oscilogramas característicos de los sensores lambda λ	197
Diagnostico avanzado del sistema post tratamiento de emisiones.....	198
Comprobación y conclusión de la hipótesis	222
Capítulo V: Marco administrativo	225
Recursos humanos	225
Recursos tecnológicos	225
Recursos materiales	226
Presupuesto.....	227
Financiamiento	228
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones.....	229
Conclusiones.....	229
Recomendaciones.....	232

Bibliografía	233
Anexos.....	237

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Pantalla característica de un osciloscopio</i>	39
Figura 2	<i>Osciloscopio automotriz</i>	40
Figura 3	<i>Osciloscopio de interfaz conectado al computador</i>	41
Figura 4	<i>Interfaz USB Autoscope IV</i>	41
Figura 5	<i>USB Oscilloscope</i>	42
Figura 6	<i>Software USB Oscilloscope</i>	44
Figura 7	<i>Ventana del USB Oscilloscope Modo Lambda</i>	45
Figura 8	<i>Ventana del USB Oscilloscope Modo Inyector</i>	46
Figura 9	<i>Onda característica del inyector</i>	47
Figura 10	<i>Ubicación del sensor para el registro de presión atmosférica</i>	48
Figura 11	<i>Diagrama eléctrico del sensor MAP</i>	49
Figura 12	<i>Sensor de Temperatura de Aire de Admisión IAT</i>	50
Figura 13	<i>Diagrama eléctrico del sensor IAT</i>	50
Figura 14	<i>Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor</i>	51
Figura 15	<i>Diagrama eléctrico del sensor ECT</i>	52
Figura 16	<i>Sensor de oxígeno de cuatro cables</i>	53
Figura 17	<i>Diagrama eléctrico del sensor de oxígeno de cuatro cables</i>	54
Figura 18	<i>Ubicación de los sensores de oxígeno en el vehículo de investigación</i>	55
Figura 19	<i>Catalizador usado en el sistema post tratamiento de emisiones</i>	56
Figura 20	<i>Estructura interna del catalizador</i>	57

Figura 21 <i>Proceso realizado en el catalizador</i>	58
Figura 22 <i>Convertidor catalítico con tres vías</i>	59
Figura 23 <i>Estructura externa del modelo Brain Bee AGS-688</i>	66
Figura 24 <i>Medidor de revoluciones MGT – 300</i>	67
Figura 25 <i>Scanner automotriz Innova 3140</i>	68
Figura 26 <i>Representación del diagrama de puesta a punto para el motor de combustión interna</i>	70
Figura 27 <i>Diagrama de flujo de la puesta a punto para los sistemas electrónicos</i>	71
Figura 28 <i>Uso y ubicación del USB Autoscope IV con el computador</i>	72
Figura 29 <i>Protocolo de uso del USB Autoscope IV</i>	73
Figura 30 <i>Protocolo para el uso del analizador de gases</i>	74
Figura 31 <i>Protocolo para el borrado de códigos de falla generados durante las pruebas</i>	75
Figura 32 <i>Protocolo de conexión de puntas de obtención de oscilogramas de los sensores e inyector</i>	76
Figura 33 <i>Protocolo antes de realizar otra prueba</i>	77
Figura 34 <i>Protocolo de medición de emisiones de gases de escape</i>	78
Figura 35 <i>Sondas de pruebas</i>	80
Figura 36 <i>Conexión de alimentación del USB Autoscope IV</i>	81
Figura 37 <i>Ventana del USB Osciloscopio Modo Lambda</i>	82
Figura 38 <i>Conexión de las sondas de pruebas en el USB Autoscope IV y en los sensores de oxígeno</i>	83

Figura 39 Conector y Adaptador Universal.....	83
Figura 40 Ventana del USB Osciloscopio Modo Inyector.....	84
Figura 41 Conexión del conector y adaptador universal en el USB Autoscope IV y en el inyector	85
Figura 42 Pantalla de inicio del software del analizador	86
Figura 43 Pantalla de selección de funcionamiento del analizador.....	86
Figura 44 Pantalla de selección del tipo de prueba a desarrollar.....	87
Figura 45 Pantalla de ubicación de datos del vehículo para test oficial	87
Figura 46 Pantalla de parámetros durante prueba en aceleración.....	88
Figura 47 Pantalla de parámetros durante prueba al mínimo	89
Figura 48 Pantalla de resultados obtenidos.....	90
Figura 49 Pantalla de guardado del documento	90
Figura 50 Ícono de selección para una nueva prueba en Test Oficial.....	91
Figura 51 Reporte emitido en el test oficial por el software.....	92
Figura 52 Valores de pruebas desarrollas al mínimo con dos sensores de oxígeno.....	98
Figura 53 Valores de pruebas desarrollas en aceleración con dos sensores de oxígeno	99
Figura 54 Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin sensor de oxígeno 1	101
Figura 55 Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin sensor de oxígeno 1.....	102
Figura 56 Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin sensor de oxígeno 2	104
Figura 57 Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin sensor de oxígeno 2.....	105
Figura 58 Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin los sensores de oxígeno 1 y 2	107

Figura 59	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin los sensores de oxígeno 1 y 2</i>	108
Figura 60	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT.....</i>	110
Figura 61	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor IAT.....</i>	111
Figura 62	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor ECT.....</i>	113
Figura 63	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor ECT.....</i>	114
Figura 64	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP.....</i>	116
Figura 65	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP.....</i>	117
Figura 66	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el inyector.....</i>	119
Figura 67	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el inyector.....</i>	120
Figura 68	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP y IAT.....</i>	122
Figura 69	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP y IAT.....</i>	123
Figura 70	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP y ECT.....</i>	125
Figura 71	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP y ECT.....</i>	126
Figura 72	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT y ECT.....</i>	128
Figura 73	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor IAT y ECT.....</i>	129
Figura 74	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT y ECT.....</i>	131
Figura 75	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, IAT y ECT.....</i>	132
Figura 76	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP y Oxígeno 1.....</i>	134
Figura 77	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP y Oxígeno 1....</i>	135
Figura 78	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT y Oxígeno 1.....</i>	137
Figura 79	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor IAT y Oxígeno 1.....</i>	138

Figura 80	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor ECT y Oxígeno 1</i>	140
Figura 81	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor ECT y Oxígeno 1</i>	141
Figura 82	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP y oxígeno 2</i>	142
Figura 83	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP y oxígeno 2.....</i>	144
Figura 84	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT y oxígeno 2</i>	146
Figura 85	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración el sensor IAT y oxígeno 2</i>	147
Figura 86	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor ECT y oxígeno 2.....</i>	149
Figura 87	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor ECT y Oxígeno 2</i>	150
Figura 88	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, Oxígeno1 y 2</i>	152
Figura 89	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, oxígeno 1 y 2.</i>	153
Figura 90	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT, oxígeno1 y 2</i>	155
Figura 91	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor IAT, oxígeno1 y 2....</i>	156
Figura 92	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor ECT, oxígeno1 y 2.....</i>	158
Figura 93	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor ECT, oxígeno1 y 2 ...</i>	159
Figura 94	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT y oxígeno1</i>	161
Figura 95	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, IAT y Oxígeno1.....</i>	162
Figura 96	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, ECT y Oxígeno1 ...</i>	164
Figura 97	<i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, ECT y oxígeno 1</i>	165
Figura 98	<i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 1</i>	167

Figura 99 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 1</i>	168
Figura 100 <i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT, ECT y oxígeno 1</i>	170
Figura 101 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, IAT, ECT y oxígeno 1</i>	171
Figura 102 <i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT y oxígeno 2</i>	173
Figura 103 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, IAT y oxígeno 2</i>	174
Figura 104 <i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, ECT y oxígeno 2 .</i>	177
Figura 105 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, ECT y oxígeno 2</i>	178
Figura 106 <i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 2 ...</i>	180
Figura 107 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 2</i>	181
Figura 108 <i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT, ECT y oxígeno 2</i>	183
Figura 109 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, IAT, ECT y oxígeno 2</i>	184
Figura 110 <i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT, oxígeno 1 y 2</i>	186

Figura 111 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, IAT, oxígeno 1 y 2.....</i>	187
Figura 112 <i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, ECT, oxígeno 1 y 2.....</i>	189
Figura 113 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, ECT, oxígeno 1 y 2.....</i>	190
Figura 114 <i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT, ECT, oxígeno 1 y 2.....</i>	192
Figura 115 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor IAT, ECT, oxígeno 1 y 2.....</i>	193
Figura 116 <i>Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT, ECT, oxígeno 1 y 2.....</i>	195
Figura 117 <i>Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, IAT, ECT, oxígeno 1 y 2.....</i>	196
Figura 118 <i>Oscilograma de los sensores de oxígeno en estado ideal del vehículo de prueba.....</i>	197
Figura 119 <i>Oscilograma de los sensores de oxígeno en condición de fallo del vehículo de prueba.....</i>	198

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Accesorios USB Autoscope IV</i>	43
Tabla 2	<i>Umbral de hidrocarburos no combustionados (HC)</i>	63
Tabla 3	<i>Umbral de monóxido de carbono (CO)</i>	63
Tabla 4	<i>Umbral de oxígeno (O₂)</i>	64
Tabla 5	<i>Campos que permite medir el dispositivo analizador</i>	66
Tabla 6	<i>Campos de medición medidor de revoluciones MGT – 300</i>	67
Tabla 7	<i>Condiciones para la obtención de oscilogramas de los sensores de oxígeno</i>	79
Tabla 8	<i>Tensión característica de los sensores de oxígeno de zirconio</i>	93
Tabla 9	<i>Límites de emisiones para fuentes a gasolina</i>	93
Tabla 10	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope con dos sensores de oxígeno</i>	97
Tabla 11	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor de oxígeno 1</i>	100
Tabla 12	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor de oxígeno 2</i>	103
Tabla 13	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin los sensores de oxígeno 1 y 2</i>	106
Tabla 14	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor IAT</i>	109
Tabla 15	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	

ECT.....	112
Tabla 16 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
MAP.....	115
Tabla 17 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el Inyector....</i>	118
Tabla 18 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
MAP y IAT.....	121
Tabla 19 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
MAP y ECT	124
Tabla 20 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
IAT y ECT	127
Tabla 21 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
MAP, IAT y ECT.....	130
Tabla 22 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
MAP y Oxígeno 1	133
Tabla 23 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
IAT y Oxígeno 1	136
Tabla 24 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
ECT y Oxígeno 1.....	139
Tabla 25 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
MAP y oxígeno 2	142
Tabla 26 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	

	<i>IAT + oxígeno 2</i>	145
Tabla 27	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>ECT + oxígeno 2</i>	148
Tabla 28	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>MAP + oxígeno 1 y 2</i>	151
Tabla 29	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>IAT + oxígeno 1 y 2</i>	154
Tabla 30	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>ECT + oxígeno 1 y 2</i>	157
Tabla 31	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>MAP + IAT + oxígeno 1</i>	160
Tabla 32	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>MAP + ECT + oxígeno 1</i>	163
Tabla 33	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>IAT + ECT + oxígeno 1</i>	166
Tabla 34	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>MAP + IAT + ECT + oxígeno 1</i>	169
Tabla 35	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>MAP + IAT + oxígeno 2</i>	172
Tabla 36	<i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
	<i>MAP + ECT + oxígeno 2</i>	176

Tabla 37 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
<i>IAT + ECT + oxígeno 2</i>	179
Tabla 38 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
<i>MAP + IAT + ECT + oxígeno 2</i>	182
Tabla 39 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
<i>MAP + IAT + oxígeno 1 y 2</i>	185
Tabla 40 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
<i>MAP + ECT + oxígeno 1 y 2</i>	188
Tabla 41 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
<i>IAT + ECT + oxígeno 1 y 2</i>	191
Tabla 42 <i>Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor</i>	
<i>MAP + IAT + ECT + oxígeno 1 y 2</i>	194
Tabla 43 <i>Datos obtenidos a ralentí en el analizador de gases y Autoscope de las 34</i>	
<i>condiciones</i>	200
Tabla 44 <i>Datos obtenidos acelerado en el analizador de gases y Autoscope de las 34</i>	
<i>condiciones</i>	211
Tabla 45 <i>Resultados del diagnóstico avanzado analizado para cada sensor</i>	223
Tabla 46 <i>Recursos humanos</i>	225
Tabla 47 <i>Recursos tecnológicos</i>	226
Tabla 48 <i>Recursos materiales</i>	226
Tabla 49 <i>Presupuesto para el desarrollo de la investigación</i>	227

Resumen

La investigación de visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares en motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado, analizó el comportamiento de los subproductos de la combustión de los gases de escape hidrocarburos no combustionados (HC), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂); así como también la relación aire – combustible de acuerdo a los valores de lambda (λ) en motores de combustión interna de encendido provocado, de acuerdo a la normativa técnica nacional NTE INEN vigente, estudio desarrollado en condición normal y condición de fallos de los sistemas que tienen incidencia directa con el sistema de post tratamiento; la obtención de datos se registró por monitoreo continuo del comportamiento de los sensores de oxígeno en tiempo real, de manera cuantitativa y gráfica mediante el uso del osciloscopio USB Autoscope IV, el diagnóstico avanzado del sistema post tratamiento de emisiones, se basó en el análisis y comparación de parámetros obtenidos en las emisiones de mayor incidencia con el ambiente como HC y CO, asociados a valores de tensión del sistema de monitoreo de conversión catalítica del vehículo de ensayo, de tal manera que el diagnóstico se efectuó por test oficial en límites permisibles de emisiones y la identificación fallas del sistema de gestión electrónica vehicular, a fin de llegar a un diagnóstico avanzado a través del flujo de datos en tiempo real.

Palabras clave: Diagnóstico avanzado, Post tratamiento, Emisiones de gases

Abstract

The investigation of visualization, recording and analysis of signals in the complementary post-treatment system of vehicle emissions in internal combustion engines through advanced diagnosis, analyzed the behavior of the combustion by-products of exhaust gas combustion unburned hydrocarbons (HC), carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), oxygen (O₂); as well as the air - fuel ratio according to the lambda (λ) values in internal combustion engines of ignition provoked, according to the national technical regulation NTE INEN in force, study developed in normal condition and failure condition of the systems that have direct incidence with the after treatment system; The data collection was recorded by continuous monitoring of the behavior of the oxygen sensors in real time, quantitatively and graphically through the use of the USB Autoscope IV oscilloscope, the advanced diagnosis of the emission post treatment system was based on the analysis and comparison of parameters obtained in the emissions of greater impact on the environment such as HC and CO, associated to voltage values of the catalytic conversion monitoring system of the test vehicle, in such a way that the diagnosis was made by official test in permissible limits of emissions and the identification of failures of the vehicle electronic management system, in order to reach an advanced diagnosis through the flow of data in real time.

Key words: Advanced diagnosis, Post treatment, Gas emissions

Capítulo I

Planteamiento del problema de investigación

Antecedentes

La nueva generación del diagnóstico del automóvil a través de equipos de alta tecnología, desarrolla las competencias y capacidades de técnicos, ingenieros y personas vinculadas al mantenimiento automotriz, dotando de una mejor capacidad de análisis del estado de los sistemas complementarios de los motores de combustión interna, mediante la visualización, grabación y análisis de las señales en todos los sistemas del vehículo, en particular de sensores, actuadores, sistemas eléctricos – electrónicos, sistemas de suministro de combustible, sistemas de admisión, sistemas post – tratamiento de emisiones y mecánica del motor; el uso eficiente de información en tiempo real asegura un diagnóstico eficiente sobre el estado y operación de los sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos del vehículo, lo que permite realizar el diagnóstico rápido y óptimo de los motores de ciclo Otto. (Noroña, 2019)

El uso eficiente de hardware y software crea un sistema que proporciona la captura continua de datos, lo que amplía en gran medida la funcionalidad de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas complementarios de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado, para el procesamiento a través de técnicas BATCH para lotes de grandes volúmenes de datos y procesamiento en STREAM por modelo de flujo de datos coligados a hechos que fluyen continuamente a través de una red de transformación que componen el sistema vehicular. (Power Data, 2016)

En la actualidad en el Ecuador, según estadísticas anuales publicadas por la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, el parque automotor a mediados del año 2022, está conformado por alrededor de 2'418.109 vehículos livianos y 354.072 vehículos pesados provistos de un motor de combustión interna, cifras que a la actualidad siguen en aumento y con ello ocasionando un alto índice de contaminación hacia el medio ambiente debido a las

emisiones de gases residuales como (CO, CO₂, O₂, HC). Los datos mencionados han obligado a los fabricantes de automóviles a realizar investigaciones de nuevas tecnologías, enfocadas a la reducción de gases contaminantes mediante la implementación de tecnologías de post tratamiento de emisiones vehiculares, con el objetivo de cumplir normativas ambientales vigentes (La Hora, 2022).

Dentro del territorio nacional, se rige las normas técnicas ecuatorianas, estructuradas por el Instituto Ecuatoriano De Normalización INEN, las cuales regulan las emisiones permisibles generadas por un motor de combustión interna (Norma Técnica Ecuatoriana, 2017).

El término "regulación de combustible" es un aspecto esencial al diagnosticar y dar servicio a vehículos que usan controles electrónicos. La regulación de la relación de combustible siempre ha estado en los motores de combustión interna de una forma u otra. Un cebador es una forma primitiva pero efectiva de regular el combustible, para motores con control electrónico, la unidad de control puede calcular, activar y verificar rápidamente los resultados de la distribución de combustible (Augeri, 2011).

El procesador puede realizar millones de cálculos por segundo, cuando todos los datos necesarios están disponibles, comienza el cálculo del combustible. Una tabla de control con valores programados en la memoria del fabricante muestra el valor del tiempo especificado en milisegundos, especificado para activar los inyectores con el motor bajo ciertas condiciones de carga, temperatura, velocidad, etc.; el valor de apertura del inyector se determina así para cada situación de funcionamiento diferente (Cise Electronics Corp., 2004).

Después de que se entrega y se quema el combustible, la ECU monitorea los resultados del cálculo de aire/combustible del sensor de oxígeno, si el valor obtenido indica una condición de mezcla pobre, el procesador usará su estrategia de ajuste de combustible para activar por más tiempo los inyectores, el procesador calcula la duración del pulso del inyector.

Este proceso es muy común y se realiza con rapidez debido a la velocidad y eficiencia de esta estrategia, existen límites en cuanto a cuánto se le permite al PCM recalcular o compensar una parte que está directamente relacionada con el trabajo de oxidación – reducción que desarrolla el catalizador como método post tratamiento de emisiones en motores de combustión interna como medio de control de los niveles de polución (Augeri, 2011).

Planteamiento del problema

El desarrollo tecnológico de los sistemas vehiculares tanto en motores de ciclo OTTO y DIÉSEL, acompañado del crecimiento del parque automotor mundial, crea una demanda de servicio postventa vinculado al mantenimiento del automóvil, para optimizar los procesos de diagnosis a través de técnicas que garanticen la fiabilidad del diagnóstico de averías con altos gastos de eficiencia y optimización de tiempos, de tal manera de reducir costes de mantenimiento , así como, las regulaciones ambientales nacionales y aprobación de los procesos previos a la matriculación vehicular; crea la necesidad de buscar alternativas de diagnóstico de averías mediante el uso eficiente de equipos y técnicas en el servicio de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los sistemas vehiculares de los automóviles en el sector público y privado.

De tal manera que se expone posibles medidas y soluciones a la problemática planteada, se ha propuesto la investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas complementarios de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.

El desarrollo de metodologías de visualización, grabación y análisis de las señales de sensores y actuadores de los sistemas post tratamiento de emisiones vehiculares, será un medio de diagnosis ante parámetros de incumplimiento de los motores de combustión interna de niveles de emisiones de gases contaminantes, que producen un aumento del índice de contaminación ambiental debido a sensores del sistema de post tratamiento que están

trabajando fuera del rango adecuado, de esta manera se desarrollará un protocolo de diagnóstico avanzado del sistema post tratamiento de emisiones en relación a un flujo de datos del sistema de gestión electrónica del vehículo.

Los sistemas post tratamiento de emisiones vehiculares, es un sistema que en la actualidad se está empleando con mayor frecuencia en automotores, juega un papel muy importante para la reducción de gases contaminantes emitidos hacia el ambiente, esto se logra gracias a que los gases producto de la combustión circulan por el catalizador, transformando la mayor parte en gases inofensivos con la coordinación electrónica de sensores y actuadores que se encargan de ajustar la mezcla aire y combustible para alcanzar una máxima eficiencia del sistema post tratamiento.

Gran cantidad de vehículos modernos, no puede cumplir con la revisión técnica vehicular por un excesivo índice de gases contaminantes que son emitidos al medio ambiente, ocasionado por la falta de diagnóstico de elementos del sistema catalítico del automotor, al no disponer de equipos que permitan un monitoreo adecuado y eficiente de señales.

Al promover el análisis de esta investigación, se contempla la posibilidad de generar una metodología que permita obtener parámetros de funcionamiento del sistema post tratamiento, de tal manera que al comparar con una base de datos se logre dar un diagnóstico certero del sistema, evitando inconvenientes en las revisiones técnicas vehiculares, al igual que la emisión excesiva de gases contaminantes hacia el medio ambiente.

Justificación e importancia

El presente trabajo de investigación, se enfocó en diagnosticar de manera rápida y eficiente los fallos presentes dentro de los sistemas post tratamiento de emisiones del vehículo, mediante el uso de implementos de diagnóstico avanzado como es el osciloscopio USB Autoscope IV, el que permitió analizar datos en el sistema post tratamiento con la visualización

y análisis de sensores de monitoreo del catalizador, garantizando un diagnóstico con alta eficacia en corto tiempo.

Actualmente, la industria automotriz es un sector que ha sufrido críticas y limitaciones por los gases contaminantes que se emiten hacia el medio ambiente producto de la combustión, debido a deficiencias en los sistemas post tratamiento de emisiones que no disponen de un mantenimiento, por tal motivo, se implementó un método de diagnóstico avanzado automotriz que permitió obtener, analizar y comparar parámetros de funcionamiento y emisiones generadas por el motor de combustión interna, desarrollando pruebas de funcionamiento de sensores y actuadores que tienen incidencia con el sistemas post tratamiento de emisiones vehiculares.

La investigación se centró en la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas post tratamiento de emisiones, en motores de combustión interna que dispongan de dos sensores de oxígeno o sonda lambda en el sistema de escape, conocido como monitoreo de catalizador, mediante el diagnóstico automotriz avanzado con el osciloscopio USB Autoscope IV.

Descripción del proyecto

El presente trabajo de integración curricular de la “Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares en motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado” consideró lo siguiente:

Se fundamentó teóricamente todos los elementos y sistemas que actúan en el post tratamiento de emisiones vehiculares controlado electrónicamente, considerando fuentes bibliográficas confiables mediante bases de datos digitales, normativas, manuales y artículos referentes.

Se estableció técnicas del uso eficiente de equipos de medición y diagnóstico automotriz en el control de emisiones, mediante técnicas de gestión de datos como BATCH y STREAM para realizar comprobaciones específicas del sistema post tratamiento, para el control de niveles de polución producido por fuentes móviles vehiculares; permitiendo agilizar el proceso de identificación de fallas de componentes o sistemas relacionado al post tratamiento de emisiones vehiculares, optimizando de esta manera el servicio post venta automotriz.

Se desarrolló un protocolo innovador que guíe el proceso para obtener datos de manera precisa con mayor rapidez y eficacia a través de equipos de visualización, grabación y análisis, para obtener datos del sistema post tratamiento de emisiones, estableciendo diferentes condiciones de operación y funcionamiento de los vehículos de motor de combustión interna a gasolina.

Se desplegó un trabajo de tipo experimental, que defina los fallos de mayor importancia que intervengan en el funcionamiento correcto del monitoreo de catalizador y rendimiento del motor de combustión interna, a fin de tabular y analizar el flujo de datos en condiciones normales y de fallo.

Se procesó la información obtenida a partir de las técnicas BATCH para lotes de grandes volúmenes de datos y procesamiento en STREAM de tal manera de generar un método de diagnóstico avanzado, que permita un diagnóstico casi instantáneo después de la recolección de información con la interpretación humana de los fallos del sistema post tratamiento de emisiones vehiculares.

Se instituyó a través de la interpretación avanzada con flujo de datos en tiempo real, una alternativa eficaz y eficiente que cumpla con los requisitos de diagnóstico de los sistemas de motores de combustión, permitiendo al técnico automotriz diagnosticar los componentes con

fallo a través del pensamiento lógico crítico y la comprensión de los diversos procesos que tienen lugar en una máquina moderna.

Objetivos del proyecto

Objetivo general

Investigar de la visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares en motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.

Objetivos específicos

- Fundamentar teóricamente los elementos y sistemas que actúan en el sistema post tratamiento de emisiones vehiculares, reconocer funcionamiento y principio electrónico – eléctrico de los sensores y actuadores que intervienen en este sistema.
- Establecer técnicas del uso eficiente de medición y diagnóstico automotriz en el control de emisiones a través del equipo de diagnóstico por equipo de medición y diagnóstico que permita visualizar, grabar y analizar todos los tipos de señales presentes en sistemas eléctricos y electrónicos de los vehículos.
- Desarrollar un protocolo de diagnóstico para las pruebas de emisiones de gases producto de la combustión, considerando las normativas nacionales como la NTE INEN.
- Desarrollar un protocolo de diagnóstico para pruebas de emisiones de gases mediante la intervención de sensores del sistema post tratamiento de emisiones y analizador de motores para HC, CO, CO₂, Lambda y O₂, que vincule al comportamiento del sistema post tratamiento y ajuste de combustible.
- Recopilación de datos mediante la técnica STREAM y comparación de parámetros de funcionamiento del sistema post tratamiento de emisiones.

- Analizar técnicas de procesamiento de información para un diagnóstico avanzado del sistema post tratamiento de emisiones; en tiempo real durante la visualización o posteriormente sobre los oscilogramas grabados y almacenados.
- Analizar el rendimiento y desempeño del sistema post tratamiento de emisiones con el uso de datos en tiempo real para diagnóstico de averías.
- Determinar los fallos de mayor importancia que intervengan en el funcionamiento correcto del sistema post tratamiento de emisiones vehiculares y su incidencia en aspectos de la gestión electrónica.

Hipótesis

El procesamiento de la información mediante las técnicas BATCH y STREAM en tiempo real durante la visualización o posteriormente sobre los oscilogramas grabados y almacenados generará un método diagnóstico avanzado con una eficiencia del 85% con un diagnóstico casi instantáneo en fallos del sistema post tratamiento de emisiones vehiculares.

Variables de investigación

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se ha establecido el uso de variables dependientes e independientes.

Variables dependientes

Técnica de diagnóstico avanzado del sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares.

Variables independientes

Equipo de visualización, grabación y análisis de las señales de sistemas complementarios de los motores de combustión.

Capítulo II

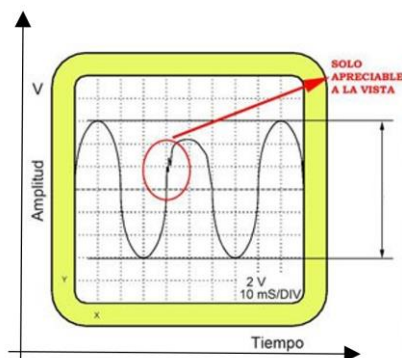
Fundamentación Teórica

Osciloscopio

El osciloscopio es un instrumento de medición indirecta utilizado en diferentes áreas de la ingeniería, mide niveles de tensión, intensidad de corriente a través del tiempo, capaz de detectar variaciones de tensión despreciables para que sean medidas con un voltímetro digital, permite trabajar en el ámbito de los milisegundos y con tensiones que rondan los milivoltios, en el eje vertical Y representa el voltaje y en el eje horizontal X el tiempo (Cortés & Chaves, 2021).

Figura 1

Pantalla característica de un osciloscopio



Nota. Se detalla los ejes del osciloscopio, en el eje vertical (Y) el voltaje (Amplitud) y en el eje horizontal (X) el tiempo de acuerdo a la figura. Tomado de *Osciloscopio Automotriz Calibración de las Escalas Eje X/Y* [Figura], Auto Avance, 2023, <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/196-osciloscopio-automotriz-calibracion-de-las-escalas-eje-x-y/>

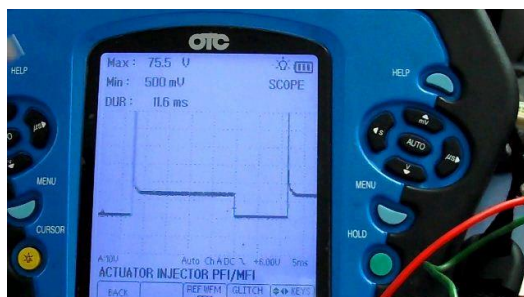
Osciloscopio automotriz

El osciloscopio automotriz es utilizado para el diagnóstico de fallas eléctricas y electrónicas del automóvil, este dispositivo permite visualizar en la pantalla oscilogramas de los

diferentes sensores, actuadores y componentes electrónicos de la unidad de control electrónico (ECU) del vehículo. (Narváez & Jhonatan Narváez, 2019).

Figura 2

Osciloscopio automotriz



Nota. Uno de los osciloscopios automotrices de la marca OTC más utilizados en los talleres mecánicos se observa en la figura. Tomado de Aprende a usar bien el Osciloscopio Automotriz [Figura], Auto Avance, 2020, <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/aprender-osciloscopio-automotriz/>

Interfaz osciloscopio

Una interfaz de osciloscopio es un dispositivo que necesita una conexión con un computador a través del puerto USB, necesita de un software para funcionar, la interfaz recibe magnitudes físicas análogas y las transforma en señales digitales, es un convertidor ADC (del inglés “Analog to Digital Converter”).

El software y el computador interpreta las señales y las convierte en información que el operador pueda entender de manera gráfica y alfa numérica.

Figura 3

Osciloscopio de interfaz conectado al computador



Nota. La interfaz de osciloscopio automatizado se conecta al computador, a través de un cable USB como se detalla en la figura. Tomado de Aprende a usar bien el Osciloscopio Automatizado [Figura], Auto Avance, 2020, <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/aprender-osciloscopio-automotriz/>

USB Autoscope IV

El USB Autoscope IV, es una interfaz para el computador, con características avanzadas que permiten la grabación, visualización y análisis de señales a través de un software matemático que gestiona los datos obtenidos, con ayuda de diferentes accesorios como sensores de presión, sensores capacitivos, sensores de sincronización, sensores inductivos, sensor de vacío, puntas y sondas de medición etc.

Figura 4

Interfaz USB Autoscope IV



Nota. Se presenta en la figura el osciloscopio USB Autoscope IV con los puertos de entrada de los accesorios para el análisis, visualización y grabación de señales del sistema postratamiento de emisiones vehiculares. Tomado de USB Autoscope IV [Figura], CEA, 2017,

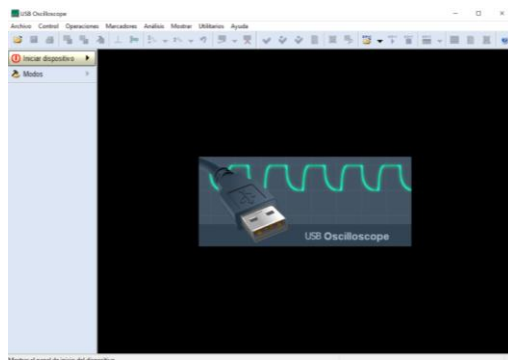
<https://ceaelectronica.com/product/usb-autoscope-iv/>

Software USB Oscilloscope

El software del USB Autoscope IV tiene configuraciones preestablecidas que permiten obtener ondas de señales de manera rápida y eficaz, dispone de modos para los diferentes tipos de sensores y actuadores, configurando la escala de modo automático, así como otras variables que no pueden ser obtenidas de forma directa por un osciloscopio, gracias a algoritmos matemáticos que realiza el software.

Figura 5

USB Oscilloscope



Nota. En la figura se detalla la interfaz del software USB Osciloscopio. Elaborado por Arteaga, Venegas.





Accesorios

El USB Autoscope IV dispone de varios accesorios para las mediciones de los sensores y actuadores, de la misma manera los para los diferentes tipos de Scripts desarrollado en el

software, los accesorios se conectan a los puertos de entrada del USB Autoscope IV mediante conectores tipo XLR.

Tabla 1

Accesorios USB Autoscope IV

Accesorios		
Cantidad	Descripción	Imagen
2	Cable universal	
2	Adaptador para medición	
2	Sonda de prueba	
2	Punta de medición con aguja	

Nota. Los accesorios del USB Autoscope IV utilizados en para el desarrollo de la investigación, las cantidades e imagen referencial del accesorio se describe en la tabla. Tomado de (Autoscope, 2014).

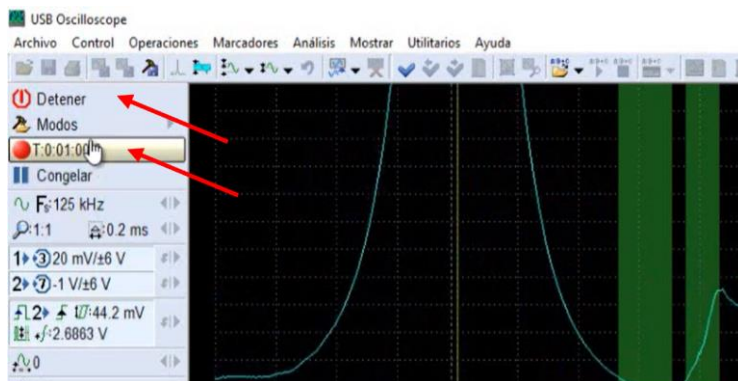
Grabación de datos

La grabación de datos que realiza el software no depende de los modos que se utilice, la grabación se da a tiempo real, permite revisar y encontrar variaciones muy pequeñas que no han sido captadas por el operario, es de gran importancia ya que no realiza una captura de pantalla como otros osciloscopios automotrices, graba segundo a segundo las señales obtenidas y pueden ser guardadas para en un futuro ser revisadas, el tiempo de grabación depende de la capacidad de almacenaje del disco duro del computador.

El proceso de grabación se lleva a cabo mediante el botón de Grabar/Detener, ubicado en la barra de herramientas del software, una vez finalizada la grabación se revisa en el flujo de datos, si es de tipo de onda continua o por sección de cuadros (Diagtools, s.f.).

Figura 6

Software USB Oscilloscope



Nota. Se observa la ventana del software USB Oscilloscope, donde se ha detallado la barra de herramientas con los botones de Grabar y Detener. Elaborado por Arteaga, Venegas.

Visualización

La visualización de datos a través de la pantalla del software permite que, al momento de escoger un modo la onda de señal obtenida se pueda visualizar de manera rápida y eficaz, realizando un proceso automático que ajusta la escala de la pantalla (Diagtools, s.f.).

Análisis

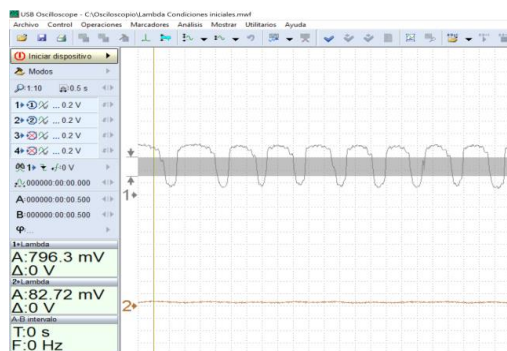
El USB Autoscope IV se ha convertido en una herramienta muy solicitada, cuenta con varios Script, que acompañado con el software USB Oscilloscope es una herramienta de diagnóstico muy fuerte, dado así que, con los accesorios adecuados y siguiendo los pasos que dicta el manual se pueden obtener varios diagnósticos de primera mano, cómo el funcionamiento mecánico del motor, diagramas de encendido, gráficas del avance al encendido, estado de componentes del sistema de carga y arranque, gráficas de la rueda fónica, etc.

Modo lambda

En el programa USB Oscilloscope disponemos varios modos preinstalados, para el desarrollo de la investigación se utilizó el Modo Lambda, este modo por defecto sirve para obtener las ondas de la señal del sensor de oxígeno, configurando la escala a 0.2 V en el eje vertical y 0.5 segundos en el eje horizontal, debido a que este sensor trabaja hasta 1 V, el modo habilita 4 canales el 1, 2, 3 y 4, trabajando hasta 6 V.

Figura 7

Ventana del USB Oscilloscope Modo Lambda



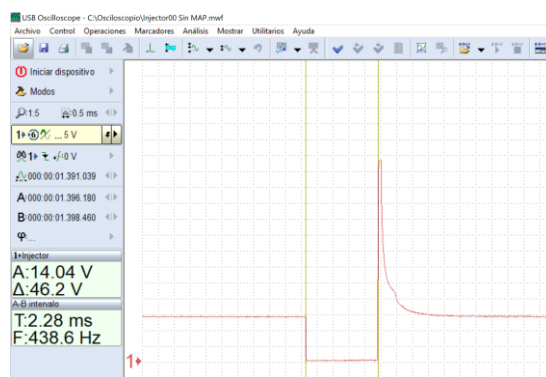
Nota. La ventana del modo lambda el software USB Oscilloscope permite visualizar y ajustar los oscilogramas de los sensores de oxígeno presentada en la figura. Elaborado por Arteaga, Venegas.

Modo inyector

El Modo Inyector sirve para captar la señal de un inyector a gasolina, el programa tiene por defecto la configuración en el puerto 5 y 6, estos puertos trabajan a una tensión máxima de 60 V, este modo ayuda a obtener directamente el tiempo de inyección, así como la forma de la onda cuando el inyector se abre y se cierra, la configuración de la escala en el eje horizontal es de 0.5 segundos y en eje vertical 5 V por división.

Figura 8

Ventana del USB Oscilloscope Modo Inyector



Nota. El modo inyector visualiza el pulso de inyección, obteniendo el tiempo de inyección, voltaje pico y voltaje de funcionamiento. Elaborado por Arteaga, Venegas.

Inyector

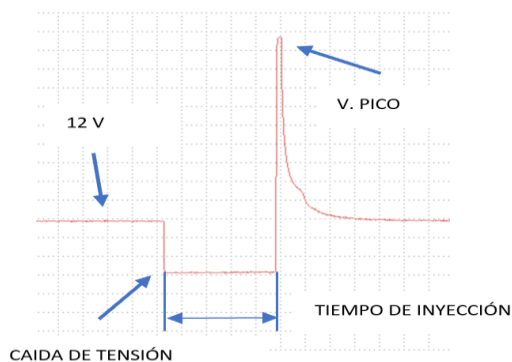
Es una electroválvula que se activa electromagnéticamente mediante señales eléctricas que comanda la ECU, la apertura del inyector depende de parámetros obtenidos de los sensores, la ECU gestiona el tiempo de activación dependiendo si se necesita una mezcla rica o pobre para mantener la relación estequiométrica, cuando aparece la tensión se genera un campo magnético, elevando la aguja de combustible para permitir el paso hacia el cilindro, cuando la tensión desaparece el campo magnético también, por consiguiente la aguja vuelve a su sitio de reposo impidiendo el paso del combustible (Hella, s.f.).

Tiempo de inyección

Es el tiempo que el inyector permanece abierto y se mide a través de un osciloscopio, obteniendo la curva característica de los inyectores como la línea de 12 V, zona de caída de tensión, tiempo de activación y pico de voltaje, si el motor está trabajando sobre carga el tiempo subirá máximo a los 5 milisegundos y cuando el motor no tiene carga trabaja alrededor de los 2 milisegundos.

Figura 9

Onda característica del inyector



Nota. En la figura se observa la onda característica de un inyector y sus diferentes partes de interpretación, como el voltaje pico, la caída de tensión, tiempo de inyección y voltaje de funcionamiento. Elaborado por Arteaga, Venegas.

Sensores automotrices

Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)

El sensor MAP se destaca por ser el componente eléctrico de potenciómetro, distingue su función al trabajar como resistencia variable de acuerdo al desplazamiento. Obtiene información de cambios en el vacío del múltiple de admisión, la señal que envía a la unidad de control electrónico permite el control del tiempo de ignición y el ajuste de mezcla aire combustible a diferentes alturas de trabajo del motor, su voltaje se describe como inversamente

proporcional al vacío, a menor voltaje se obtiene mayor vacío en el interior del múltiple de admisión.

Figura 10

Ubicación del sensor para el registro de presión atmosférica

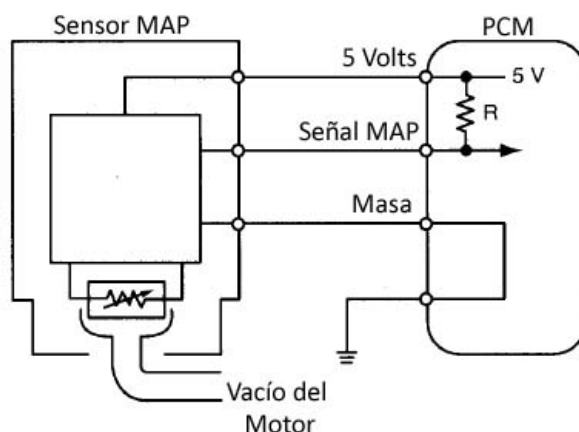


Nota. El sensor MAP que se presenta en la figura se ubica en el múltiple de admisión del motor, fijado mediante tornillos y con un conector para recepción y transmisión de tensión. Tomado de Sensores Automotrices [Figura], Alejandro Medina, 2018, https://www.researchgate.net/publication/328808726_Sensores_Automotrices

Diagrama eléctrico de sensor MAP. El sensor de MAP en su estructura eléctrica se compone de tres cables, el primero de voltaje es la referencia de (5V) desde la ECU hacia el sensor, el segundo cable es voltaje de señal emitido hacia la ECU por parte del sensor, adicional un tercer cable referido a masa o tierra.

Figura 11

Diagrama eléctrico del sensor MAP



Nota. La figura representa el diagrama eléctrico del sensor MAP, se encuentra constituido por tres cables, uno de señal, uno de masa y uno de referencia. Tomado de Sensor MAP – Parte 1 [Figura], Encendido Electrónico, 2015, <https://www.encendidoelectronico.com/sensores-map/sensores-map-parte-1/>

Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)

Al referirse al sensor de temperatura de aire en la admisión, se trata de un termistor tipo (NTC) que hace referencia un coeficiente de temperatura negativo, la señal del voltaje enviado hacia la ECU aumenta cuando la temperatura que detecta la resistencia disminuye.

Se ubica antes de la mariposa de aceleración, un componente de lectura de temperatura con fallo es interpretado por la computadora como un voltaje alto, un valor de temperatura de -40 grados centígrados.

Figura 12

Sensor de Temperatura de Aire de Admisión IAT



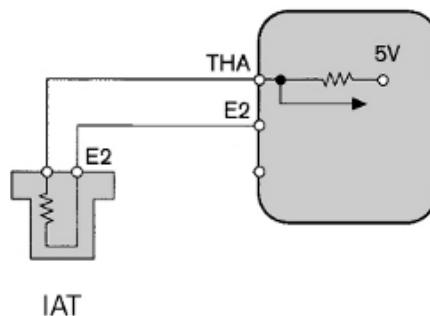
Nota. La figura presenta la estructura externa del sensor IAT que permite obtener la temperatura de ingreso de aire de la atmósfera hacia el cilindro. Tomado de Como funcionan los sensores iat en los coches de inyección [Figura], TeKnisi Mobil, 2020,

<https://teknisimobil.com/dasar-otomotif/cara-kerja-sensor-iat-pada-mobil-injeksi-16128/>

Diagrama eléctrico del sensor IAT. El sensor IAT al tratarse de una resistencia de tipo NTC, se conforma de dos cables, un cable de señal hacia el ECU, seguido de un cable de masa.

Figura 13

Diagrama eléctrico del sensor IAT



Nota. La estructura interna del sensor de temperatura de aire de admisión se compone de un conector con dos cables, uno para masa y otro a señal que informa a la ECU. Tomado de Sistema de encendido, Sensor IAT – Sensor de Temperatura del Aire de Admisión [Figura],

Sistema Electronico, <http://leinac1997.blogspot.com/2013/05/sensor-iat-sensor-de-temperatura-del.html>

Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT)

El sensor que registra la temperatura dentro del motor mediante la interacción con el fluido refrigerante, se conforma por dos cables al ser un termistor tipo NTC, el valor de tensión y resistencia entregado a la ECU disminuye cuando la temperatura registrada tiende al aumento.

Figura 14

Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor



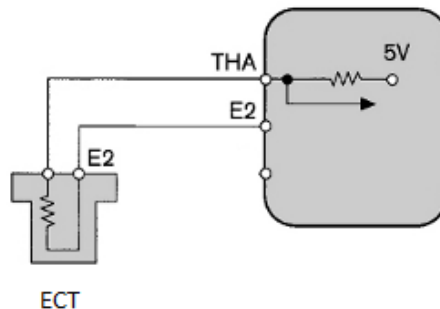
Nota. El sensor para la lectura de temperatura de anticongelante ubicado en el bloque del motor es de iguales características al presentado en la figura. Tomado de Sensores Automotrices [Figura], Alejandro Medina, 2018,

https://www.researchgate.net/publication/328808726_Sensores_Automotrices

Diagrama eléctrico del sensor ECT. Al tratarse de un termistor NTC su estructura se dispone un conector con cables para masa y otro de señal enviada hacia la unidad de control.

Figura 15

Diagrama eléctrico del sensor ECT



Nota. La imagen representa la conexión eléctrica de los dos cables del sensor ECT, se visualiza la resistencia interna que registra los parámetros de temperatura. Tomado de ¿Qué es el sensor de temperatura de motor y cómo funciona? [Figura], Ingeniería y la mecánica Automotriz, 2020, <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-temperatura-de-motor-y-como-funciona/>

Sensor de oxígeno (O₂)

Informa a la unidad de control la cantidad de oxígeno presente después de producirse la combustión, su estructura se basa en un material de dióxido de zirconio que al contacto con el oxígeno genera su propio voltaje entre cero a un voltio como valor máximo.

- Cuando la presencia de oxígeno en la salida de los gases de escape es inferior a lo estipulado en la normativa, la tensión generada por el sensor tiende al aumento.
- Como caso contrario se tiene que a medida que los niveles de oxígeno en las pruebas de emisiones tiendan al aumento, la tensión entregada a la ECU cada vez será menor.

(Equipo Automotriz Javaz, s.f.)

Sensor de oxígeno con cuatro cables. Este sensor de O₂ de cuatro cables, independiza las conexiones del calentador y señal, obteniendo una señal perfecta sin interferencia.

Una manera fácil de identificar a que corresponde cada cable es realizar una prueba de continuidad con un multímetro automotriz, dos cables tendrán continuidad siendo del calentador y los dos cables sobrantes no tendrán continuidad siendo cables de masa y señal.

Figura 16

Sensor de oxígeno de cuatro cables



Nota. La representación del sensor de oxígeno en la figura, permite observar que se encuentra estructurado mediante un conector de cuatro cables, correspondiente al sensor del vehículo para pruebas. Tomado de Sensor 2019 [Figura], Auto Sensores, 2013,

<https://www.autosensores.com/MCO-555581983-sensor-oxigeno-chevrolet-sail-14-2013-a-2019- JM>

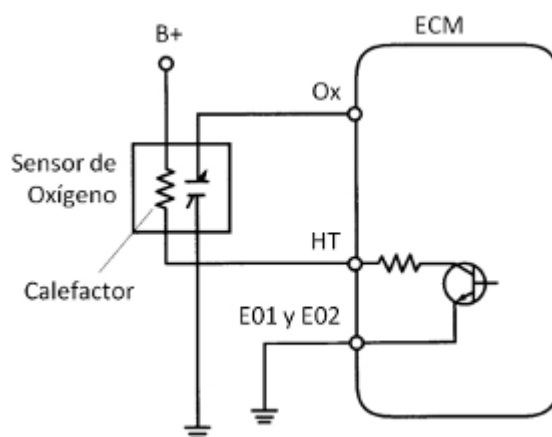
Diagrama eléctrico del sensor O₂. La estructura eléctrica del sensor de lectura de oxígeno en las emisiones se basa mediante:

- Dos cables generalmente con color blanco, corresponden al calentador del sensor de oxígeno, es decir, un cable pertenece a masa y el segundo cable alimentación de 12 voltios para el calentador.
- Un cable de color plomo, se identifica como tierra del sensor.

- Un cuarto cable generalmente de color negro, indica la tensión que será enviado a la unidad de control electrónico para su procesamiento.

Figura 17

Diagrama eléctrico del sensor de oxígeno de cuatro cables



Nota. El sensor representado en la figura, muestra la conexión de dos cables para el calentador y dos cables restantes para la señal hacia la ECU y masa. Tomado de Sensores de Oxígeno 4/5 Calentador del Sensor de Oxígeno [Figura], Salvador, 2023, <https://e-auto.com.mx/enew/index.php/91-boletines-tecnicos/electronica-vehicular/3426-4-5-calentador-del-sensor-de-oxigeno>

Ubicación de los sensores de oxígeno. El vehículo utilizado para el desarrollo de la investigación, cuenta con dos sensores de oxígeno para el monitoreo del catalizador, el primer sensor se ubica al finalizar el múltiple de salida de gases, es decir, antes del ingreso al catalizador, el segundo sensor se ubica a la salida del catalizador, encargado de transmitir información sobre qué cantidad de oxígeno generado después del proceso químico del catalizador.

Figura 18

Ubicación de los sensores de oxígeno en el vehículo de investigación



Nota. Para la interpretación de la figura se destaca la ubicación de los sensores de oxígeno, el primer sensor en la parte superior se ubica antes del convertidor catalítico, el sensor dos en la parte inferior, se ubica en el tubo de escape a la salida del catalizador. Elaborado por Arteaga, Venegas.

Sistema post tratamiento de emisiones

También conocido como proceso de oxidación y reducción de gases, es el proceso encargado de limpiar o purificar los gases producto de la combustión mediante procesos químicos con elemento como paladio, rodio y platino.

Este proceso permite convertir los gases nocivos producto de la combustión de mezcla, en gases inocuos, se logra gracias al sistema post tratamiento que está conformado por un catalizador y en algunos casos filtros de partículas. (Hella, 2022)

Catalizador

El catalizador es el encargado de convertir las emisiones contaminantes, en gases de escape no tóxicos mediante reacciones químicas, con la combinación de los sensores de oxígeno y la unidad de control, se puede ejecutar un ajuste de combustible para que el

catalizador reduzca los gases contaminantes, este proceso se logra a temperaturas óptimas entre los 400 a 800 °C.

Figura 19

Catalizador usado en el sistema post tratamiento de emisiones

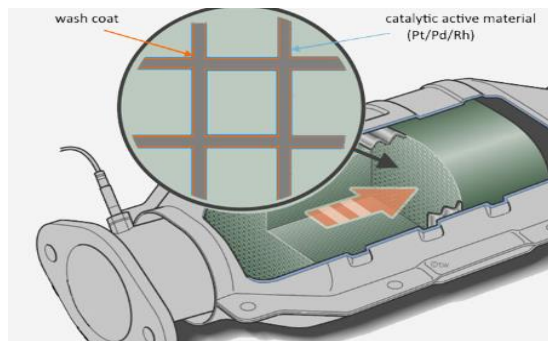


Nota. Se observa en la figura la estructura exterior de un catalizador que realiza el proceso de reducir los gases contaminantes mediante procesos químicos. Tomado de Sistema postratamiento de gases de escape: estructura, funcionamiento y diagnóstico [Figura], Hella, 2022, <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Tecnologia-de-gases-de-escape/El-sistema-postratamiento-de-gases-de-escape-74805/>

Estructura del catalizador. La estructura se basa en un cuerpo cerámico o metálico que consta de canales internos con forma de panal, con una capa intermedia de óxido de aluminio, adicionalmente una capa catalítica con metales que permiten los procesos químicos al contacto con los hidrocarburos, óxido de nitrógeno y monóxido de carbono, siendo estos el rodio, paladio y platino. El convertidor catalítico se conforma de un recubrimiento de acero inoxidable, con una estera de aislamiento térmico. (Hella, 2022).

Figura 20

Estructura interna del catalizador



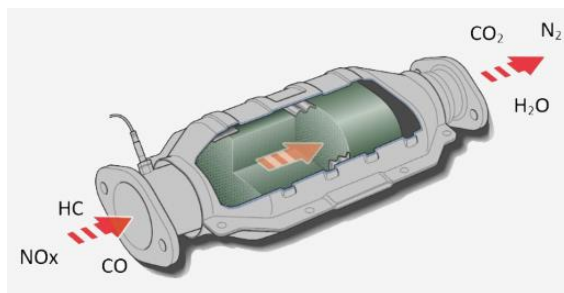
Nota. Se presenta en la figura la estructura interna del catalizador formado por una serie de paneles que contienen los metales preciosos para los procesos químicos. Tomado de Sistema postratamiento de gases de escape: estructura, funcionamiento y diagnóstico [Figura], Hella, 2022, <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Tecnologia-de-gases-de-escape/El-sistema-postratamiento-de-gases-de-escape-74805/>

Funcionamiento del catalizador. Dentro del catalizador en contacto con el platino y paladio, los gases contaminantes como los hidrocarburos no combustionados (HC) y el segundo gas más perjudicial como el monóxido de carbono (CO), desarrollan un proceso de oxidación que permite convertir en un gas inocuo de dióxido de carbono (CO₂), mientras que, los óxidos de nitrógeno (NOX) al interactuar con el rodio, se reducen al nitrógeno (N₂).

El funcionamiento del convertidor catalítico es controlado mediante una segunda sonda lambda, situado a la salida del catalizador, mide el contenido de oxígeno y compara valores para determinar el estado del catalizador. (Hella, 2022).

Figura 21

Proceso realizado en el catalizador



Nota. La representación en la figura hace referencia al proceso de conversión de los gases nocivos en gases inocuos. Tomado de Sistema postratamiento de gases de escape: estructura, funcionamiento y diagnóstico [Figura], Hella, 2022,

<https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Tecnologia-de-gases-de-escape/El-sistema-postratamiento-de-gases-de-escape-74805/>

Convertidor catalítico con tres vías. Basa su funcionamiento utilizando dos tipos de catalizadores para la reducción y oxidación, su estructura externa es similar a la de un catalizador convencional y el funcionamiento se separa en tres etapas.

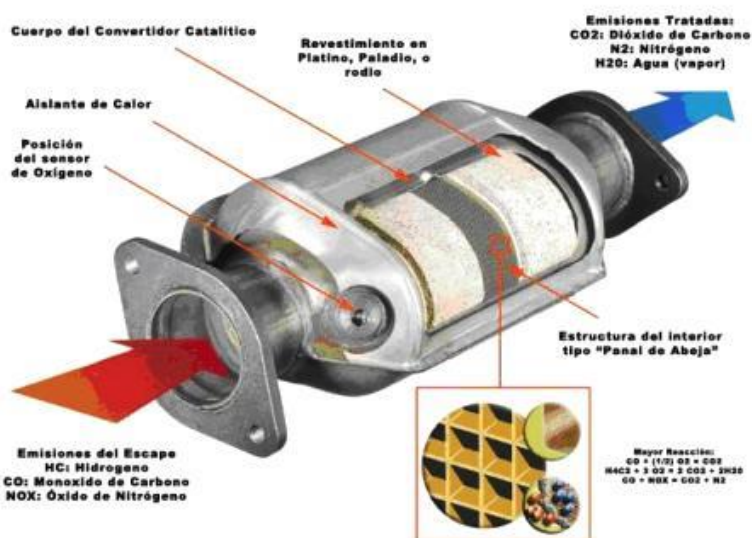
La primera etapa en el catalizador es la reducción, disminuye las emisiones al contacto con el paladio y rodio de los óxidos de nitrógeno (NO_x), al contacto de las moléculas de monóxido de nitrógeno se descompone formando óxidos de nitrógeno en oxígeno y nitrógeno en gases no nocivos para la salud.

La segunda etapa de oxidación, se desarrolla con la presencia de platino con el paladio para generar la reacción química, donde el monóxido de carbono conjuntamente con las moléculas de hidrocarburos reaccionan con el oxígeno generando un elemento que permite determinar la eficiencia del motor conocido como dióxido de carbono (CO₂).

Una etapa final, encargada de monitorear los gases de escape, se realiza mediante un sensor de lectura de oxígeno antes del ingreso al catalizador, registrando la cantidad de oxígeno para un ajuste de combustible, además dispone de un segundo sensor de oxígeno a la salida que monitorea el funcionamiento óptimo del catalizador. (Auto Avance, 2013).

Figura 22

Convertidor catalítico con tres vías



Nota. El catalizador de tres vías es una tecnología más avanzada en cuanto a sistemas post tratamiento, desarrolla una etapa de reducción, oxidación y monitoreo de la cantidad de oxígeno mediante sensores. Tomado de Funcionamiento del Convertidor Catalítico [Figura], Auto Avance, 2013, <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/174-funcionamiento-del-convertidor-catalitico/>

Temperaturas para trabajo óptimo. Al hacer referencia al catalizador, describimos que es un elemento situado a una distancia corta desde la salida de gases, recibe altas temperaturas a causa de la combustión en el interior del cilindro, la temperatura de inicio de los procesos químicos internos es desde los 400 °C, llegando a su máxima eficiencia de trabajo a

los 750 °C, cuando se tiene una temperatura inferior a los 400 °C, el catalizador no realiza ningún proceso de oxidación y reducción, obteniendo como resultado un elevado índice de contaminación producto de la expulsión de gases a la atmosfera sin ser tratados. Para identificar un correcto funcionamiento del catalizador la temperatura final se ubica siempre mayor que la temperatura en la entrada; un funcionamiento ideal del catalizador se identifica mediante la diferencia de parámetros de ingreso y salida de 45 °C a 70 °C. (Flores Peña & Robalino Pontón, 2018)

Interpretación del análisis de gases

Monóxido de carbono (CO)

Es un gas perjudicial que se forma debido a una combustión incompleta. Al obtener valores altos de CO describe una mezcla rica, la misma que se compone de alto nivel de hidrocarburos no combustionados y bajo nivel de parámetros de oxígeno. Los valores correctos de CO se encuentran en el rango de 0 a 0.6 % en volumen. (Globaltech, s.f.)

Dióxido de carbono (CO₂)

Para identificar la eficiencia del motor se debe tomar en cuenta los valores del dióxido de carbono, es decir, el motor funciona correctamente en valores de CO₂ altos, entre 12 y 15 % en volumen.

- CO₂ alto se traduce en una correcta combustión de la mezcla, conllevando a una adecuada operación de trabajo del motor.
- CO₂ bajo presenta una mezcla pobre, alto porcentaje de oxígeno y una baja presencia de partículas por millón de hidrocarburos, puede ser por una mezcla deficiente o fallas en el encendido. (Globaltech, s.f.).

Hidrocarburos no combustionados (HC)

Este parámetro hace referencia a los hidrocarburos que salen del cilindro sin combustionar, su parámetro normal se ubica entre 100 y 200 ppm (partículas por millón), mientras más elevado sea el valor obtenido será más perjudicial para el ambiente. Los hidrocarburos están relacionados con la formación del dióxido de carbono CO, mientras más partículas por millón de HC se presenta, el índice de CO tiende a incrementar. (Globaltech, s.f.).

- HC altos se produce por una mezcla rica, entre otras causas se menciona la presencia de aceite en el o los tubos de escape y dentro del cilindro.
- HC bajos debido a una mezcla pobre (alto nivel de oxígeno).

Oxígeno (O₂)

Hace referencia al oxígeno que sobró producto durante una combustión.

- Oxígeno alto es producto de una mezcla pobre, o a su vez por un tubo de escape defectuoso que permite el ingreso de oxígeno el cual no ha pasado por el sensor MAP.
- Oxígeno bajo se debe a una mezcla rica, ocasionando un aumento de hidrocarburos no combustionados y por ende un aumento de monóxido de carbono. (Globaltech, s.f.).

Relación Lambda (λ)

El factor lambda λ es un parámetro importante a tomar en cuenta cuando se realiza un análisis de gases de escape, indica la relación aire-combustible, que debe ser de 14.7 gramos de aire por 1 gramos de combustible.

- Relación lambda λ inferior a 1, describe una condición de riqueza de la mezcla.
- Relación lambda λ superior a 1, hace referencia a una mezcla pobre, mayor porcentaje de oxígeno que gasolina.

- Relación lambda λ igual a 1, es conocida como mezcla estequiométrica, con una proporción de 14.7 a 1. (Globaltech, s.f.).

Expresión de cálculo de lambda λ

Para la aplicación de la expresión de cálculo para lambda λ , es necesario disponer de datos de los productos de las emisiones mediante una prueba de con el analizador en el vehículo de investigación, detallado los reportes del analizador donde se dispondrá de parámetros necesarios para el cálculo de lambda λ mediante la ecuación.

$$\lambda = \frac{[CO_2] + \left[\frac{CO}{2}\right] + [O_2] + \left[\frac{NO}{2}\right] + \left(0.45425 \left(\frac{3.5}{3.5 + \frac{[CO]}{[CO_2]}}\right)\right) * ([CO_2] + [CO])}{1.45425 * ([CO_2] + [CO] + [HC])}$$

Donde la relación lambda λ se obtiene a partir de los datos obtenidos en el reporte de emisiones como son:

- CO_2 = Porcentaje de dióxido de carbono
- CO = Monóxido de carbono presente en las emisiones
- O_2 = Oxígeno a la salida del convertidor catalítico
- HC = Parámetro de hidrocarburos no combustionados
- NO = Óxido de nitrógeno

Umbral de parámetros de emisiones

Cuando se desarrolla un análisis de emisiones, el reporte emitido presenta opciones de resultados como; aprobado sin falta, aprobado con falta tipo 1, aprobado con falta tipo 2 y rechazado, mismo que se pueden determinar mediante el análisis de los parámetros en rangos permisibles para cada prueba y gas analizado.

Tabla 2

Umbral de hidrocarburos no combustionados (HC)

Umbral de hidrocarburos no combustionados (HC)		
Condición	Resultado	Rango ppm
HC Ralentí – Aceleración	Falta tipo 1	$160 \leq x < 180$
HC Ralentí – Aceleración	Falta tipo 2	$180 \leq x < 200$
HC Ralentí – Aceleración	Rechazado	$x \geq 200$
HC Ralentí – Aceleración	Aprobado sin falta	$0 \leq x < 160$

Nota. La tabla presenta los rangos permisibles en condición de ralentí y en aceleración, para obtener el resultado del test oficial en el analizador. Tomado de (Secretaría de movilidad Quito , 2011)

Para determinar el informe del test oficial analizando el porcentaje de monóxido de carbono se debe tener en consideración los rangos aceptables para cada condición con el fin de obtener un resultado del análisis de gases.

Tabla 3

Umbral de monóxido de carbono (CO)

Umbral de monóxido de carbono (CO)		
Condición	Resultado	Rango % en volumen
CO Ralentí – Aceleración	Falta tipo 1	$0.6\% \leq x < 0.8\%$
CO Ralentí – Aceleración	Falta tipo 2	$0.8\% \leq x < 1.0\%$
CO Ralentí – Aceleración	Rechazado	$x \geq 1\%$
CO Ralentí – Aceleración	Aprobado sin falta	$0\% \leq x < 0.6\%$

Nota. Para determinar el resultado del análisis de gases analizando las condiciones del monóxido de carbono, se debe tomar en cuenta los rangos permisibles para cada condición de acuerdo a la tabla. Tomado de (Secretaría de movilidad Quito , 2011)

Analizado los gases más contaminantes o nocivos emitidos hacia el medio ambiente producto de la combustión, también se analiza el porcentaje de oxígeno emitido al ambiente, este parámetro permite de igual forma determinar un resultado de la prueba de gases.

Tabla 4

Umbral de oxígeno (O₂)

Umbral de oxígeno (O₂)		
Condición	Resultado	Rango % en volumen
O ₂ Ralentí – Aceleración	Falta tipo 1	$3\% \leq x < 4\%$
O ₂ Ralentí – Aceleración	Falta tipo 2	$4\% \leq x < 5\%$
O ₂ Ralentí – Aceleración	Rechazado	$x \geq 5\%$
O ₂ Ralentí – Aceleración	Aprobado sin falta	$0\% \leq x < 3\%$

Nota. El oxígeno es otro factor a analizar al momento de emitir un resultado de la prueba de emisiones, el rango permisible para cada condición se debe analizar de acuerdo a la tabla y en el régimen que se obtiene los datos. Tomado de (Secretaría de movilidad Quito , 2011)

Normativas Técnicas

Normativa técnica ecuatoriana INEN 2203:2013

La normativa técnica en el Ecuador, INEN 2203:2013 provee una guía bajo factores de ponderación que permite establecer procedimientos de medición, para determinar niveles de gases, en motores de encendido provocado.

Para una prueba de gases el procedimiento aplicado para motores de automoción, que durante el desarrollo permanecen bajo condiciones estáticas, con variaciones en el régimen ralentí de 500 rpm como mínimo y 1200 rpm como máximo y para la prueba en aceleración en un rango de 2400 a 2600 rpm, necesarias para obtener un promedio de los gases nocivos producto de la combustión, emitiendo el reporte del análisis desarrollado. (Normativa Técnica Ecuatoriana, 2013).

Normativa técnica ecuatoriana INEN 2204:2017

Limita los parámetros de emisiones contaminantes como el monóxido de carbono (CO) en máximo 1% en volumen, dióxido de carbono (CO₂) en un rango de 12 a 15 % en volumen, hidrocarburos no combustionados (HC) como máximo 200 partículas por millón (ppm) y oxígeno (O₂) en un 5% en volumen como máximo, emitidos al ambiente producidas por motores que emplean gasolina como combustible.

La norma es descrita para automotores con de tres ruedas en adelante, no se puede aplicar en fuentes móviles donde su combustible sea diferente a la gasolina, no se aplica a motores náuticos, trenes, aeronaves, vehículos de competición, entre otros, determina los parámetros de concentración de emisiones conjuntamente con la normativa NTE INEN 2203:2013. (Norma Técnica Ecuatoriana, 2017)

Equipos para la medición de parámetros***Brain Bee AGS – 688 analizador de gases***

El dispositivo de análisis de gases Brain Bee AGS - 688 analiza cuatro gases que se emiten al ambiente producto de la combustión, estos gases son conocidos como dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y el oxígeno (O₂) permitiendo identificar la relación de mezcla aire y combustible con el apartado para la relación lambda. (Brain Bee, 2019).

Dicho instrumento de medición, es capaz de medir las emisiones y la relación lambda en rangos de medición establecido en la fabricación.

Tabla 5

Campos que permite medir el dispositivo analizador

Campos de medición			
Monóxido de carbono (CO)	0 – 9.990	% vol.	Res. 0.010
Dióxido de carbono (CO₂)	0 – 19.90	% vol.	Res. 0.100
Hidrocarburos (HC) hexano	0 – 9999	ppm vol.	Res. 1.000
Oxígeno (O₂)	0 – 25.00	% vol.	Res. 0.001
Óxido de nitrógeno (NO_x)	0 – 5000	ppm vol.	Res. 1.000
Lambda λ	0.5 – 5.00	-	Res. 0.001
Revoluciones Inductancia / Capacitancia	300 – 9990	rpm	Res. 10.00
Temperatura del aceite	20 – 150	°C	Res. 1.000

Nota. La tabla describe los campos de medición a los que el analizador de gases puede soportar sin presentar fallos o datos erróneos de lecturas. Tomado de (Brain Bee, 2019).

Figura 23

Estructura externa del modelo Brain Bee AGS-688



Nota. La representación hace referencia al analizador de emisiones usado para el análisis de gases en la investigación. Tomado de AGS-688 ANALIZADOR DE LOS GASES DE ESCAPE [Figura], Brain Bee, 2019, <https://www.brainbee.mahle.com/media/brainbee/product-lines/emission/ags-688/mahle-brain-bee-ags-688-es.pdf>

Medidor de revoluciones MGT – 300

El MGT-300 es un contador de revoluciones utilizado tanto en motores gasolina como diésel, transfiere datos registrados vía bluetooth hacia el receptor.

El registro de revoluciones se realiza en base a la señal de carga de la pila del vehículo, y/o por medio del sensor magnético de vibración, ubicado en una masa del motor. (Brain Bee, 2019).

El medidor de revoluciones al ser utilizado para determinar parámetros de revoluciones y temperatura funciona en campos de medición establecido por el fabricante.

Tabla 6

Campos de medición medidor de revoluciones MGT – 300

Campos de medición			
RPM	300 – 9990	rpm	Res. 10
Temperatura	20 - 200	°C	Res. 1

Nota. Los rangos en que el medidor de revoluciones puede funcionar se presenta en la tabla.

Tomado de (Brain Bee, 2019).

Figura 24

Medidor de revoluciones MGT – 300



Nota. Se visualizar que la figura refiere al medidor de revoluciones usado en el desarrollo de las pruebas para la investigación. Desarrollado por Arteaga, Venegas.

Scanner Automotriz Innova 3140

El scanner automotriz Innova de la serie 3140, mediante conexión de tipo OBD II a la computadora del vehículo, permite visualizar datos en el momento del funcionamiento tanto de sensores como actuadores del vehículo, lectura de códigos de problemas (DTC) presentes en la computadora con descripción de códigos encontrados, además del borrado de los códigos presentes, siguiendo un protocolo simple presentado en la pantalla del scanner.

Permite una lectura e ingreso a la ECU en vehículos, para años desde el 2000 hasta vehículos del año 2014.

Figura 25

Scanner automotriz Innova 3140



Nota. El scanner automotriz Innova 3140 de la imagen se utilizó para la lectura y borrado de códigos generados en la ECU del vehículo. Elaborado por Arteaga, Venegas.

Capítulo III

Implementación de estudio de la visualización y grabación de señales del sistema post tratamiento de emisiones

La investigación del sistema post tratamiento de emisiones se basa en la visualización y grabación de señales de los sensores de oxígeno antes y después del convertidor catalítico, determinando si existe un ajuste de combustible, analizado con el reporte emitido por el análisis de gases y las tensiones obtenidas con la conexión del osciloscopio USB Autoscope IV, además de la tabulación de datos para realizar un diagnóstico avanzado de fallos en el sistema.

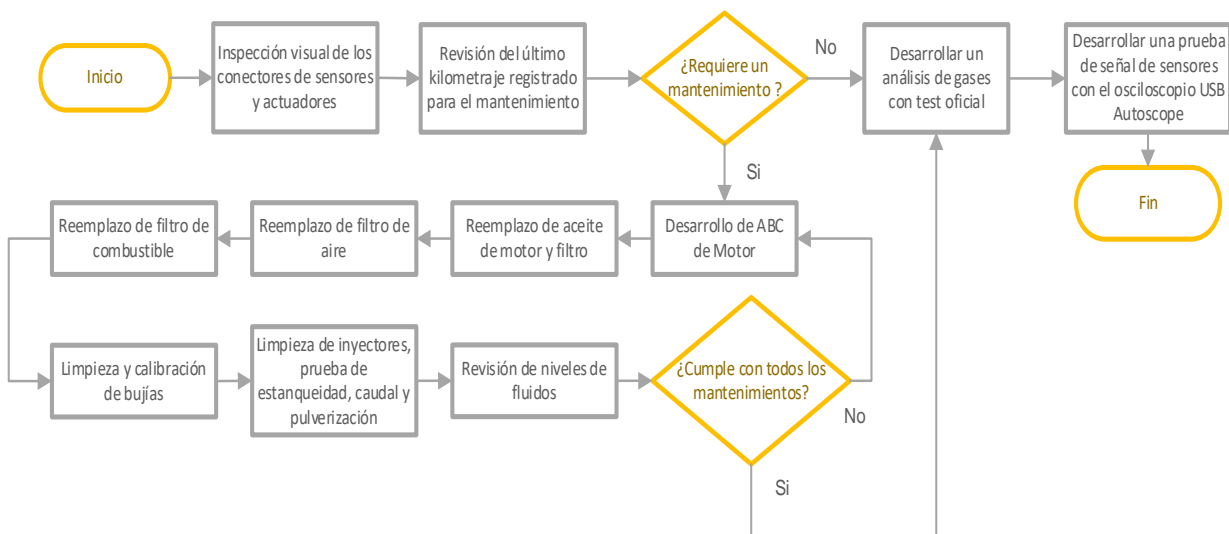
Puesta a punto del motor de encendido provocado

Para el desarrollo del trabajo de investigación es necesario el uso del analizador de gases de escape, donde el vehículo utilizado para las prácticas, se debe encontrar en óptimas condiciones de funcionamiento, con el fin de obtener datos exactos, tanto en el análisis de gases como en las señales obtenidas en el osciloscopio USB Autoscope IV.

El proceso desarrollado se presenta el diagrama de flujo del mantenimiento para prevención de fallos efectuado en los componentes mecánicos y sistemas electrónicos del vehículo de prueba.

Figura 26

Representación del diagrama de puesta a punto para el motor de combustión interna



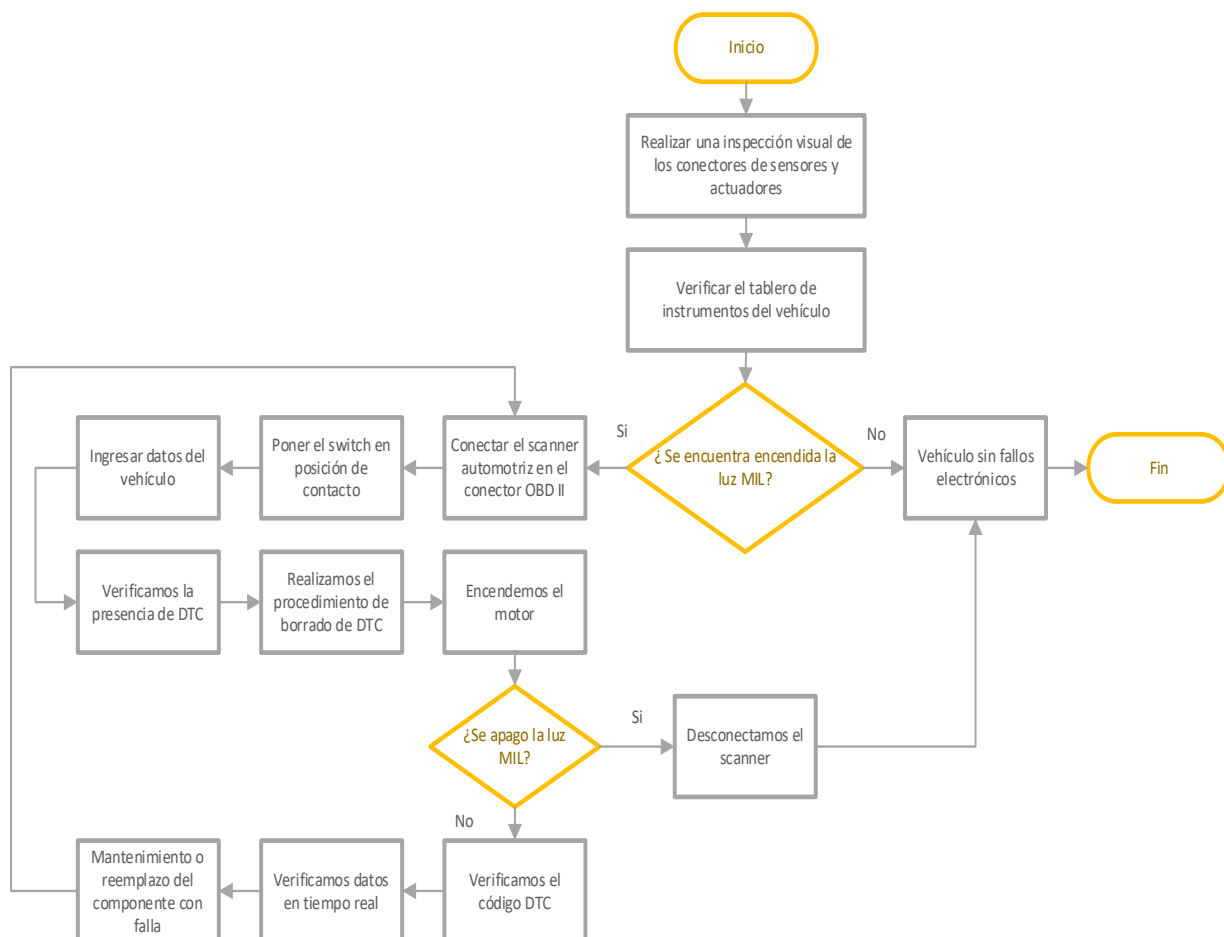
Nota. El diagrama de flujo representado en la figura representa el procedimiento de puesta a punto desarrollado en el vehículo de prueba.

Puesta a punto de los sistemas electrónicos

Al desarrollar una puesta a punto de los componentes y sistemas electrónicos, es necesario un procedimiento de lectura de código de diagnóstico (DTC), con la interacción del scanner automotriz, con el objetivo de determinar fallos de tipo electrónico que pueden suscitarse en el vehículo, generando deficiencia en las señales hacia la unidad del control electrónico (ECU).

Figura 27

Diagrama de flujo de puesta a punto para los sistemas electrónicos



Nota. El diagrama detalla el procedimiento para determinar si el vehículo presenta fallas de tipo electrónico en sensores o actuadores.

Uso de equipos de medición

Uso del USB Autoscope

Comprobado la puesta a punto del vehículo para pruebas, elementos eléctricos y sistemas electrónicos, empieza el proceso para utilizar el osciloscopio USB Autoscope IV.

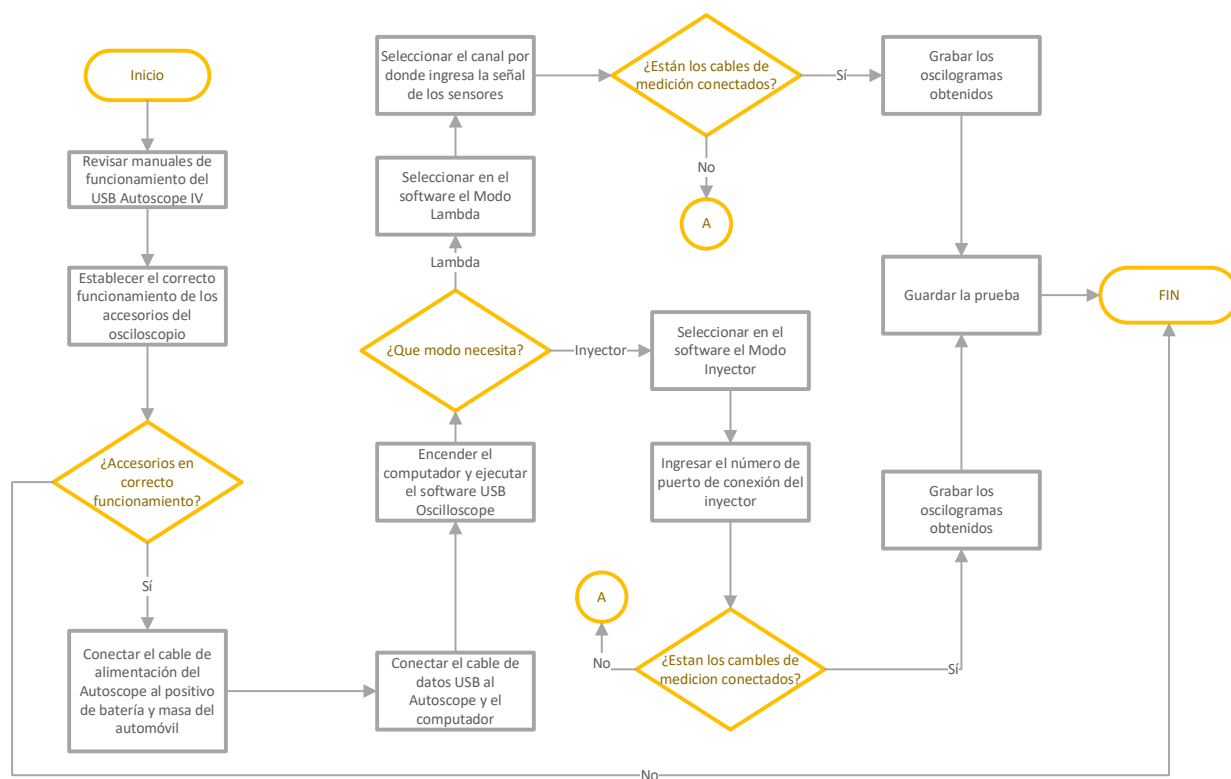
Figura 28

Uso y ubicación del USB Autoscope IV con el computador



Nota. La figura presenta el USB Autoscope IV conjuntamente con el computador y software para obtener las señales que permiten la grabación, visualización y análisis del sistema post tratamiento de emisiones, desarrollando el diagnóstico avanzado.

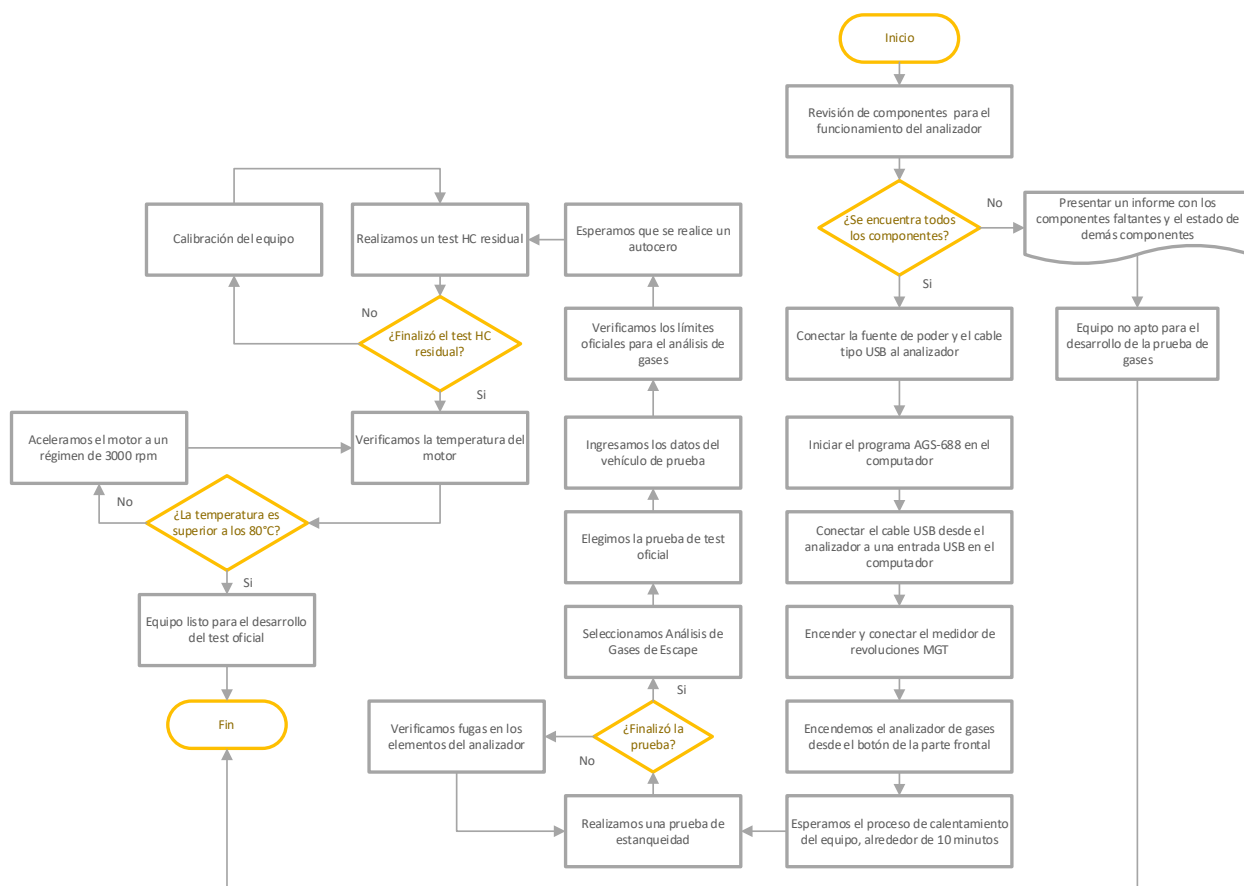
Para utilizar el osciloscopio USB Autoscope IV se debe tomar en cuenta procesos y características del equipo, estableciendo protocolos de uso del osciloscopio, para evitar daños de tipo electrónico en el vehículo de prueba e instrumentos de medición.

Figura 29**Protocolo de uso del USB Autoscope IV**

Nota. El protocolo de uso del USB Autoscope IV se detalla el proceso para obtener los datos de señales del sistema post tratamiento de emisiones vehiculares, para el diagnóstico avanzado del mismo.

Uso del analizador de gases

Para usar el analizador de gases, se toma en cuenta procedimientos antes de empezar con el test oficial, el operador debe revisar el protocolo que permite poner a punto el analizador de gases Brain Bee 800, para empezar con el desarrollo de las pruebas.

Figura 30**Protocolo para el uso del analizador de gases**

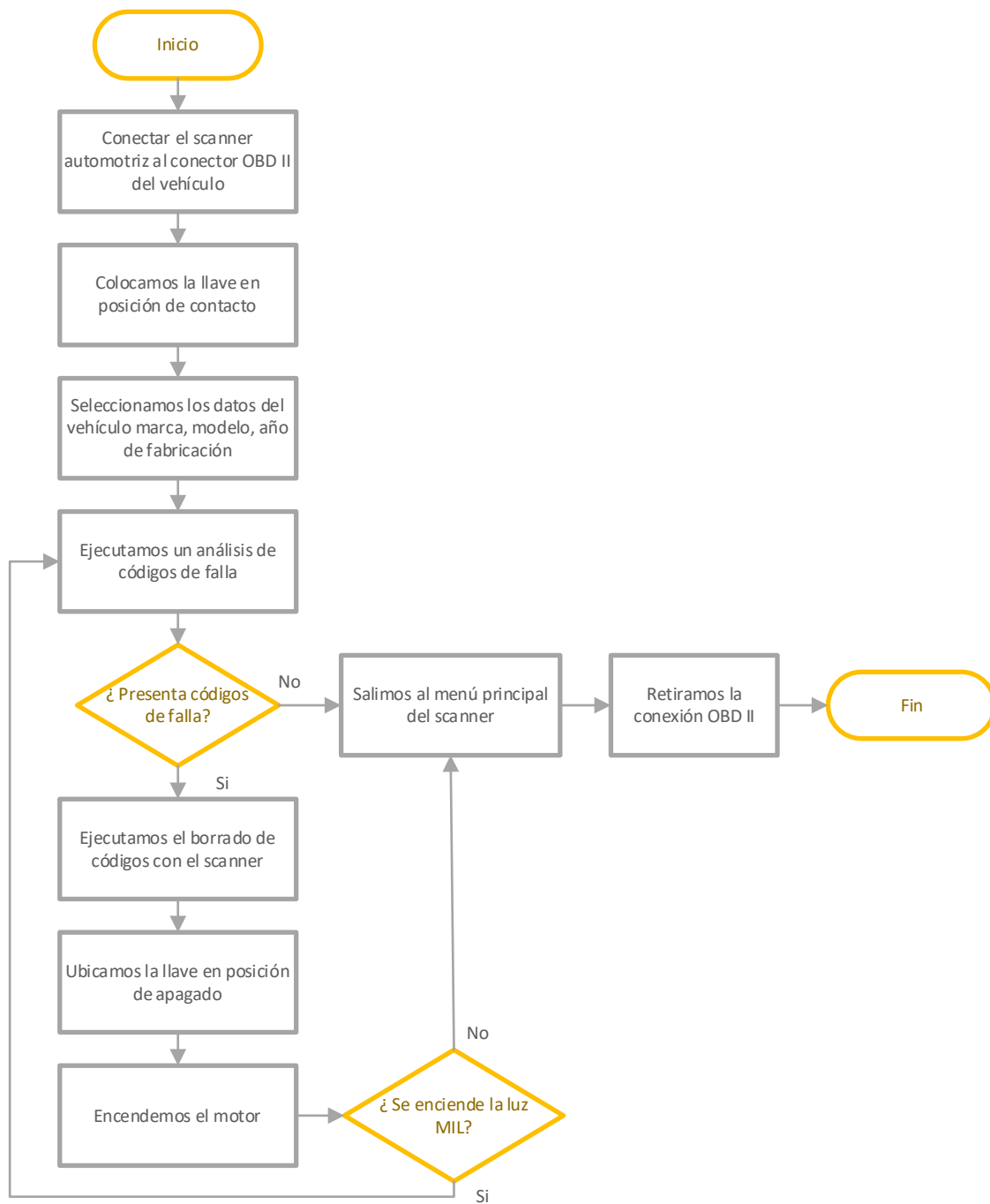
Nota. En la figura se detalla el diagrama de flujo para iniciar con el proceso de funcionamiento del analizador de gases.

Uso del scanner automotriz

El scanner automotriz es un instrumento capaz de borrar códigos de falla que se presentan después de generarse una condición de fallo en el vehículo. Para dicha situación, se presenta un protocolo que permite el borrado de DTC para continuar con el desarrollo de las pruebas y apagar la luz indicadora de mal funcionamiento del motor (MIL) encendida en el tablero interno del vehículo.

Figura 31

Protocolo para el borrado de códigos de falla generados durante las pruebas



Nota. En la figura se observa el diagrama de flujo del borrado de DTC, generados por una condición de fallo presente en el motor del vehículo de prueba, para posterior desarrollar un nuevo análisis de gases como señales de sensores.

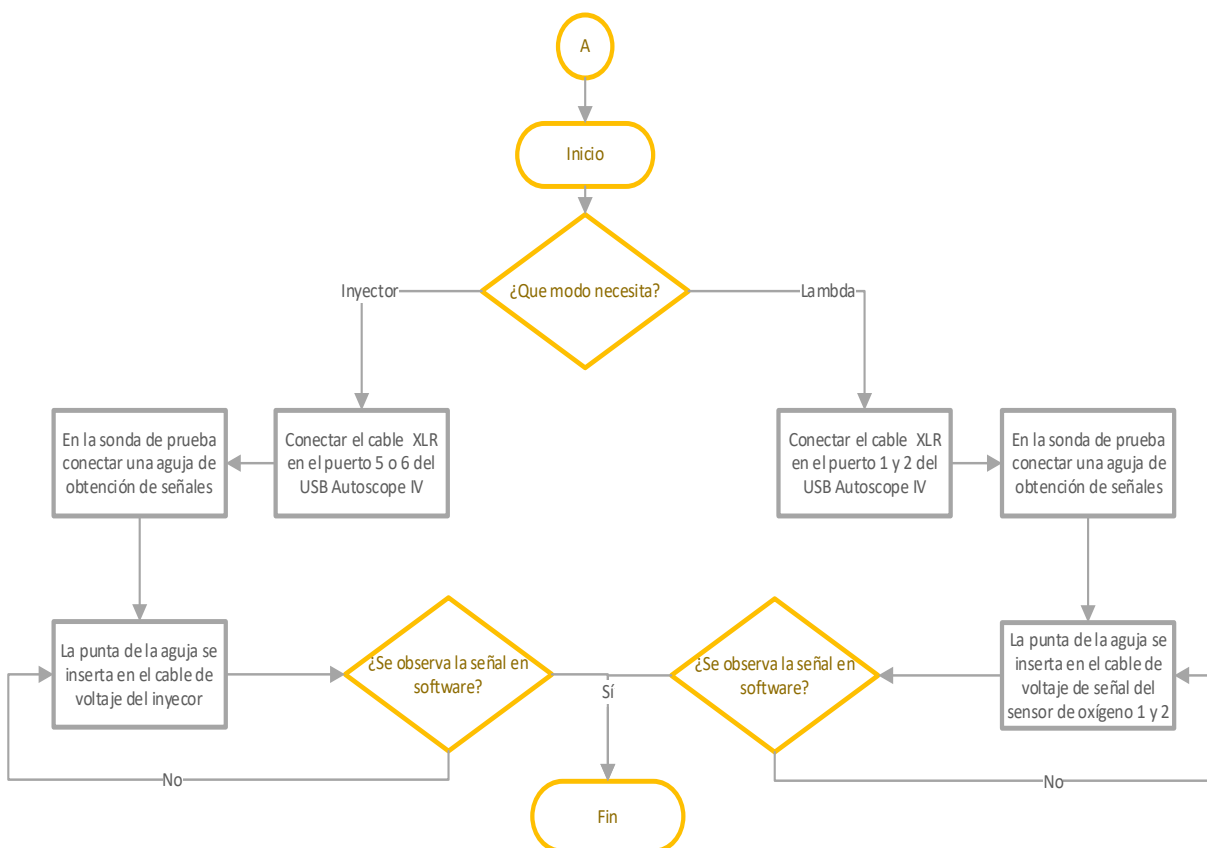
Protocolos para la lectura de datos con USB Autoscope IV

Protocolo de conexión de puntas de obtención de oscilogramas de los sensores e inyector

Antes de realizar la prueba para obtener los datos de señales, es necesario establecer las conexiones de los cables XLR en los sensores de oxígeno e inyector.

Figura 32

Protocolo de conexión de puntas de obtención de oscilogramas de los sensores e inyector



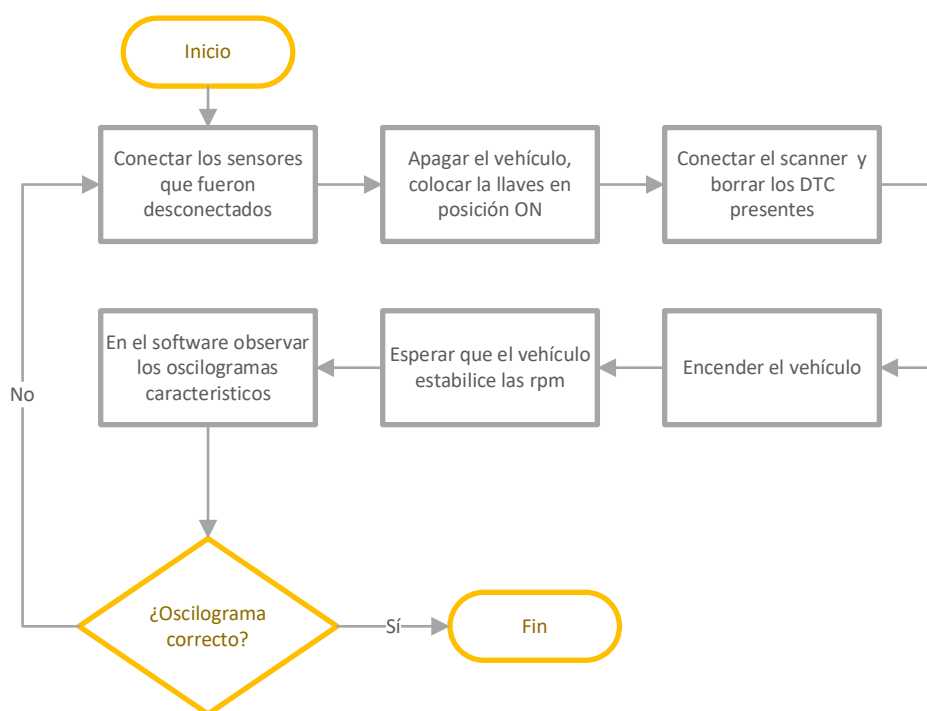
Nota. El protocolo que se detalla en el diagrama, indica la conexión de sondas y puntas de pruebas para la obtención de oscilogramas de los sensores e inyectores.

Protocolo antes de realizar otra prueba

Para obtener datos correctos, cuando ya se ha realizado una prueba con fallas se debe corregir los DTC generados en el computador, realizando una seguidilla de pasos que permite al vehículo volver a su estado normal de funcionamiento, se diseñó un protocolo que permite realizar las pruebas después de presentarse una condición de fallo en el vehículo de investigación.

Figura 33

Protocolo antes de realizar otra prueba



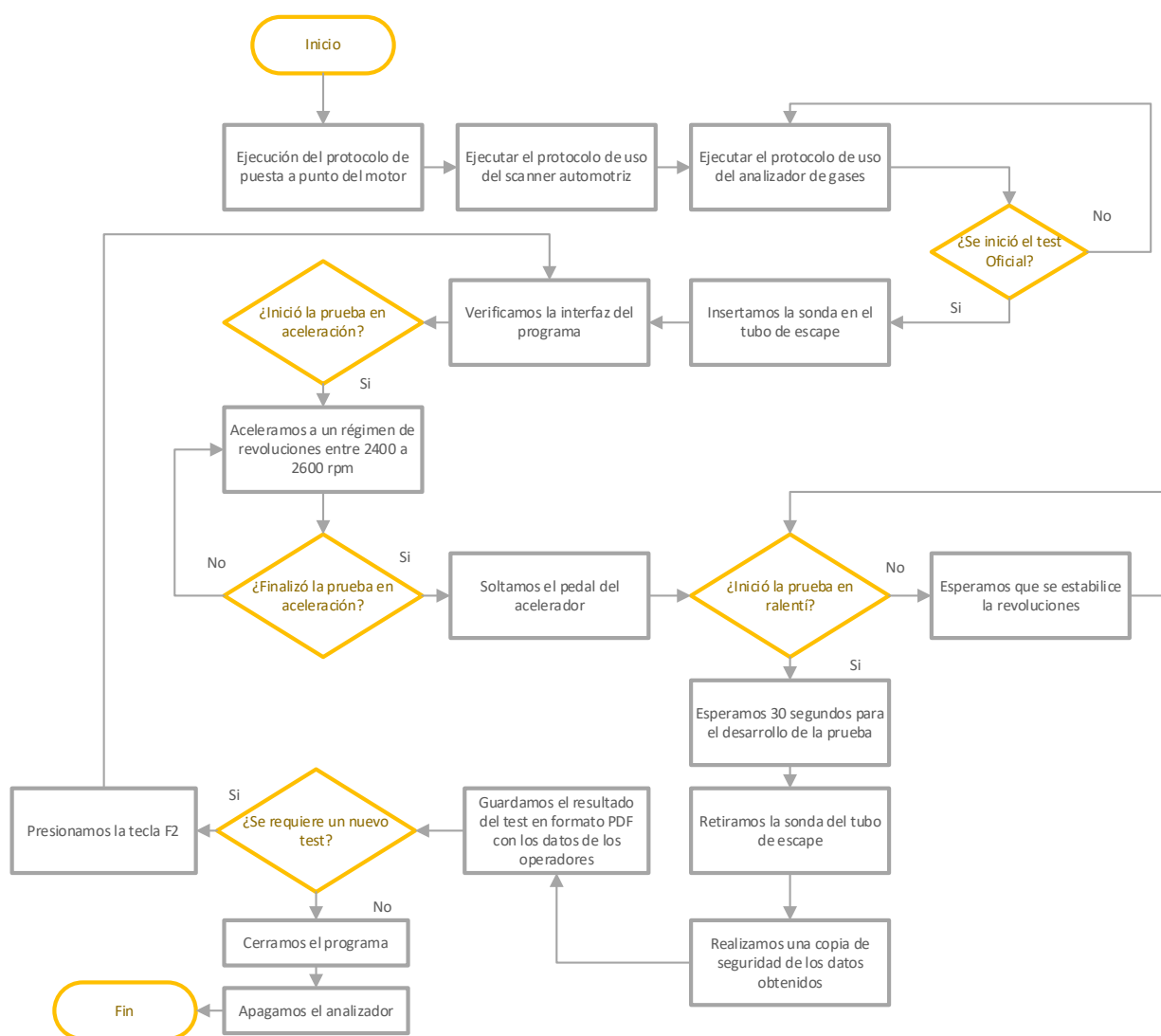
Nota. El diagrama presenta el protocolo mediante una secuencia de flujo antes de realizar otra prueba con el osciloscopio USB Autoscope.

Protocolos para la medición de emisiones de gases de escape

Para desarrollar una prueba de emisión de gases de escape, es importante ir conjuntamente con la obtención de señales de los sensores de oxígeno. El diagrama deflujo muestra el procedimiento a seguir para el desarrollo de un análisis de gases mediante test oficial.

Figura 34

Protocolo de medición de emisiones de gases de escape



Nota. Se detalla el diagrama de flujo para el desarrollo de un test oficial con diferentes combinaciones de sensores.

Ejecución de los protocolos

Prueba de sensores de oxígeno (modo lambda)

Para desarrollar una prueba de los sensores se ha obtenido los datos de los oscilogramas del sensor de oxígeno 1 y sensor de oxígeno 2, estableciendo 34 condiciones que permite la variación de parámetros en la unidad de control, donde los oscilogramas cambian dependiendo de las condiciones de fallo establecidas.

Tabla 7

Condiciones para la obtención de oscilogramas de los sensores de oxígeno

#	Condición	#	Condición
1	Normales	18	Sin sensor IAT + Oxígeno 2
2	Dos sensores de Oxígeno	19	Sin sensor ECT + Oxígeno 2
3	Sin sensor de Oxígeno 1	20	Sin sensor MAP + Oxígeno 1 y 2
4	Sin sensor de Oxígeno 2	21	Sin sensor IAT + Oxígeno 1 y 2
5	Sin sensor de Oxígeno 1 y 2	22	Sin sensor ECT + Oxígeno 1 y 2
6	Sin sensor IAT	23	Sin sensor MAP + IAT + Oxígeno 1
7	Sin sensor ECT	24	Sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 1
8	Sin sensor MAP	25	Sin sensor IAT + ECT + Oxígeno 1
9	Sin Inyector	26	Sin sensor MAP + IAT + ECT + Oxígeno 1
10	Sin sensor MAP + IAT	27	Sin sensor MAP + IAT + Oxígeno 2
11	Sin sensor MAP + ECT	28	Sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 2
12	Sin sensor IAT + ECT	29	Sin sensor IAT + ECT + Oxígeno 2
13	Sin sensor MAP + IAT + ECT	30	Sin sensor MAP + IAT + ECT + Oxígeno 2

#	Condición	#	Condición
14	Sin sensor MAP + Oxígeno 1	31	Sin sensor MAP + IAT + Oxígeno 1 y 2
15	Sin sensor IAT + Oxígeno 1	32	Sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 1 y 2
16	Sin sensor ECT + Oxígeno 1	33	Sin sensor IAT + ECT + Oxígeno 1 y 2
17	Sin sensor MAP + Oxígeno 2	34	Sin sensor MAP + IAT + ECT + Oxígeno 1 y 2

Nota. La tabla presenta las 34 condiciones de prueba para visualizar los oscilogramas de los sensores de oxígeno con el USB Autoscope IV.

Para el desarrollo de las pruebas con el osciloscopio USB Autoscope IV, se debe seguir el procedimiento detallado.

- a) Encender el motor del vehículo de prueba hasta alcanzar una temperatura de superior a los 80 °C que indica una condición de trabajo ideal, con el motor en estas condiciones se realiza el protocolo de uso del USB Autoscope IV establecido en la figura 29.
- b) Revisado los manuales de usuario del USB Autoscope IV, se establece el correcto funcionamiento de los accesorios del mismo, dos sondas de pruebas que se deben encontrar en óptimas condiciones.

Figura 35

Sondas de pruebas



Nota. Las sondas de prueba es un accesorio primordial para la obtención del oscilograma de los sensores de oxígeno. Tomado de (Autoscope, 2014).

- c) Si las sondas están en perfectas condiciones se conecta los cables de alimentación del USB Autoscope IV al positivo de la batería y a masa del vehículo, teniendo en cuenta que terminal de color negro no se ubica en el borne negativo de la batería.

Figura 36

Conexión de alimentación del USB Autoscope IV

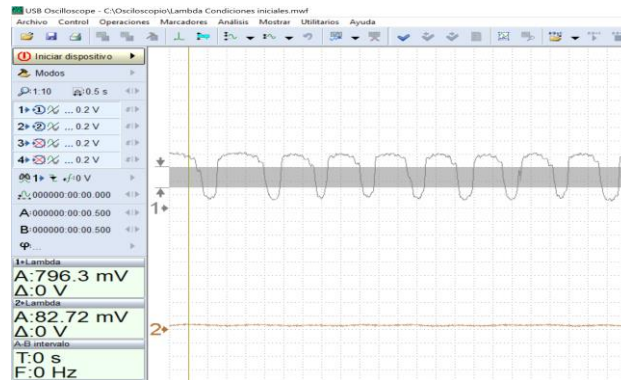


Nota. Se observa la conexión del terminal negro a una masa del vehículo que en este caso es un tornillo de sujeción del lateral y el terminal rojo al borne positivo de la batería.

- d) Conectar el cable de datos USB al Autoscope y al computador, encender el computador y se ejecuta el software USB Osciloscopio.
- e) Una vez abierto el software se selecciona el modo Lambda, este modo tiene la configuración idónea de la escala para presentar de manera rápida y eficaz los oscilogramas de los sensores de oxígeno.

Figura 37

Ventana del USB Osciloscopio Modo Lambda



Nota. Se observa la interfaz del software USB Oscilloscope en la configuración del modo lambda.

- f) Una vez que el computador y el osciloscopio estén funcionando, se procede con la conexión de los cables para obtención de los oscilogramas para esto se ejecuta el protocolo de conexión de puntas de obtención de oscilogramas de los sensores, descrito en la figura 32.
- g) Seleccionado el modo Lambda, se conecta las sondas de pruebas al puerto XLR 1 y 2 del osciloscopio, en la punta de la sonda se conecta una aguja de pruebas, la aguja se conecta al cable de voltaje de señal en el sensor de oxígeno, este proceso se repite para los dos sensores presentes en el vehículo.
- h) Se visualiza si el oscilograma se logra apreciar en el software, si no se presenta el oscilograma se repite los pasos el protocolo.

Figura 38

Conexión de las sondas de pruebas en el USB Autoscope IV y en los sensores de oxígeno



Nota. En la imagen de la izquierda se aprecia la conexión de la sonda de pruebas en el puerto XLR 1 y 2 y en la imagen derecha se visualiza la conexión de la sonda de pruebas en los sensores de oxígeno.

- i) Observar que los oscilogramas obtenidos estén de acuerdo a lo establecido por el manual, obtenido los datos necesarios se procede a desarrollar una grabación y guardar en la memoria del computador.

Prueba de inyectores (modo inyector)

- a) Revisar los manuales de usuario para establecer el correcto funcionamiento de los accesorios y empezar el desarrollo de la prueba.

Figura 39

Conector y Adaptador Universal

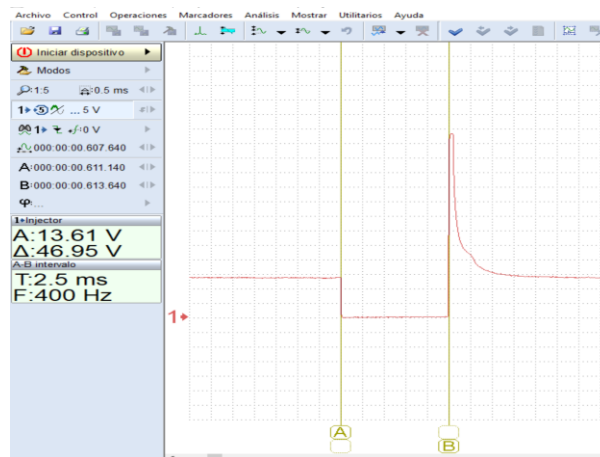


Nota. La figura presenta el conector universal (izquierda) acompañado de un adaptador universal (derecha), este es un accesorio primordial para la obtención del oscilograma de un inyector. Tomado de (Autoscope, 2014).

- b) Conectar la alimentación del osciloscopio al positivo de la batería y a una masa del vehículo, se conecta el cable de datos del osciloscopio a la computadora para tener comunicación entre el equipo y el software.
- c) Encender el computador y ejecutar el software USB Oscilloscope, se selecciona el modo inyector y se ingresa el número de puerto donde está ubicado el conector universal, en este caso el puerto 5.

Figura 40

Ventana del USB Osciloscopio Modo Inyector



Nota. La interfaz del USB Oscilloscope que se observa en la figura hace referencia a la configuración del modo Inyector.

- d) Una vez que el computador y el osciloscopio estén funcionando, se continúa con la conexión de los cables para obtener los oscilogramas, se procede a ejecutar protocolo de conexión de puntas de la figura 32.
- e) Seleccionado el modo Inyector se acopla el conector con el adaptador universal y el osciloscopio en el puerto 5, en la punta del adaptador se conecta una aguja de pruebas, para ubicar en el cable de voltaje de alimentación del inyector, visualizar si el oscilograma es el adecuado para ser interpretado en el software, caso contrario se

repite el protocolo corrigiendo errores que se puede producir al momento de desarrollar las indicaciones.

Figura 41

Conexión del conector y adaptador universal en el USB Autoscope IV y en el inyector



Nota. En la figura de la izquierda se aprecia la conexión del conector universal en el puerto 5 del osciloscopio, en la figura de la derecha se observa la conexión del adaptador universal al inyector. Elaboración Propia.

- f) Observar que los oscilogramas obtenidos se encuentren de acuerdo a lo esperado por parámetros base, una vez obtenido los datos necesarios se procede a grabar y guardar en el software.

Prueba de emisiones de gases (Test Oficial)

Para el desarrollo de un test oficial en el analizador de gases, previamente se debe ejecutar protocolos de puesta a punto del motor, uso del analizador de gases y uso del scanner automotriz, garantizando las condiciones para desarrollar la práctica.

Una vez verificado y desarrollado los protocolos, se procede a desarrollar un test oficial.

- a) Iniciar el programa ómnibus 800 del analizador de gases, en la pantalla inicial dar clic en la parte central para ingresar al menú principal del software.

Figura 42

Pantalla de inicio del software del analizador



Nota. La figura hace referencia a la pantalla inicial del software omniBUS 800, donde se presenta la marca y logo del analizador de gases.

- b) Seleccionar análisis de gases de escape dando clic en el ícono de la pantalla o a su vez presionando la tecla F1.

Figura 43

Pantalla de selección de funcionamiento del analizador



Nota. En la figura se presenta el ícono al que se ingresa para desarrollar una prueba de emisión de gases de escape en vehículos con motor a gasolina.

- c) Seleccionar test oficial presionando F2 en el teclado o de forma manual con el puntero.

Figura 44

Pantalla de selección del tipo de prueba a desarrollar



Nota. En la figura se observa la interfaz de selección de prueba continua o test oficial, presionando el ícono o a su vez mediante el teclado con una pulsación de F2.

- d) En el test oficial se ubica los datos del vehículo de investigación, como placa, marca, modelo, número de chasis, odómetro, tipo de combustible con el que trabajará el motor durante la prueba de gases, número de escapes, tiempos, cilindros y el año de fabricación, mismos que se utilizará para ser emitidos en el reporte final.

Figura 45

Pantalla de ubicación de datos del vehículo para test oficial

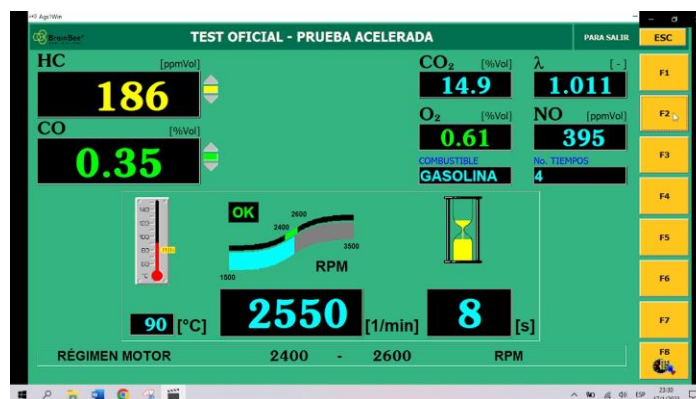
TEST OFICIAL - DATOS DE VEHICULO		PARA SALIR	ESC
PLACA	: PCJ 5697		F1
MARCA	: CHEVROLET		F2
MODELO	: SAIL		F3
No. CHASIS	: 8LAUY5276E0238321		F4
ODÓMETRO	: 253066		F5
PRIMER COMBUSTIBLE	: GASOLINA		F6
SEGUNDO COMBUSTIBLE	: NO PRESENTE		F7
No. TUBOS DE ESCAPE	: 1		F8
No. TIEMPOS	: 4		
No. CILINDROS	: 4		
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	: 2014		

Nota. Pantalla de ubicación de los datos del vehículo como placa, marca, modelo, número de chasis y odómetro, mientras que los datos para el motor se indica el tipo de combustible, número de cilindros, número de tiempos y el año de construcción.

- e) Esperar un momento que el software y el analizador realicen un autocero del sistema.
- f) Verificar los límites permisibles del test oficial que se va a desarrollar, se inicia la prueba y se ubica la sonda en la parte final del tubo de escape.
- g) En la pantalla del software se observará que inicia la prueba en aceleración, un segundo operario presiona el pedal del acelerador hasta ubicar las revoluciones en un régimen entre 2400 a 2600 revoluciones por minuto (rpm).

Figura 46

Pantalla de parámetros durante prueba en aceleración



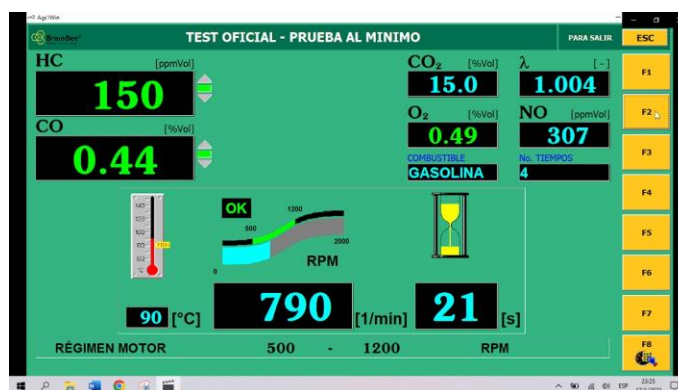
Nota. En la figura se presenta la interfaz del software ómnibus 800 al momento de ejecutar un análisis de emisiones en condición de aceleración a un régimen de giro de 2550 rpm, durante 30 segundos.

- Realizar el procedimiento en aceleración durante 30 segundos, verificando la parte inferior derecha de la pantalla que el contador llegue a cero para soltar el acelerador.

- Verificar el inicio de la prueba en ralentí donde el segundo operario no realiza ninguna actividad de aceleración, las revoluciones deben ubicarse en el rango de 500 a 1200 rpm durante 30 segundos.

Figura 47

Pantalla de parámetros durante prueba al mínimo



Nota. Se observa en la figura la interfaz de la prueba el mínimo con un valor de revoluciones de 790 rpm, indicando una prueba en régimen de giro de ralentí entre 500 a 1200 rpm.

- Finalizada la prueba de análisis de gases, se retira la sonda del escape y se ubica los datos de los operadores que han realizado la prueba.
- Visualizamos los resultados de la prueba antes de realizar una impresión del documento.

Figura 48

Pantalla de resultados obtenidos

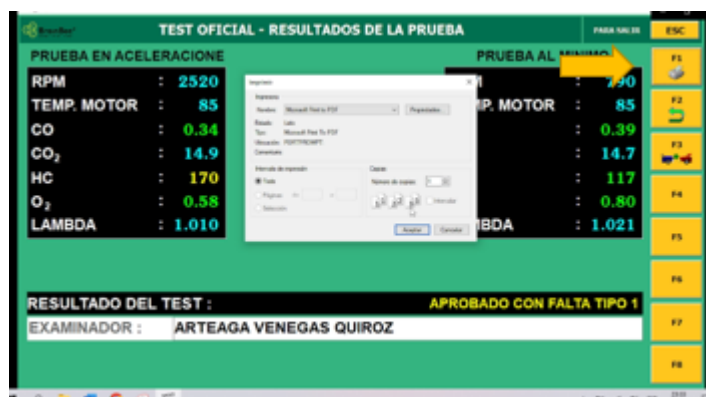


Nota. Se detalla en la figura los resultados principales de los gases contaminantes, analizados en el test oficial, en la pantalla se ubica el nombre de los operarios que han ejecutado el análisis de gases.

- Guardar el documento presionando en el teclado F1 o en el logo de la impresora de la parte superior derecha de la pantalla, en formato pdf con el nombre que el operario vea pertinente.

Figura 49

Pantalla de guardado del documento

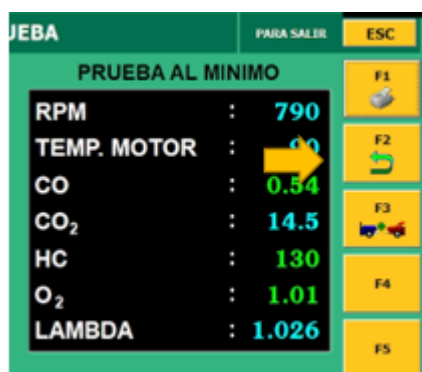


Nota. La figura presenta la interfaz para guardar el reporte emitido por el software ómnibus 800, el cual se ejecuta en formato pdf para identificar datos del vehículo y parámetros de emisiones.

- Para desarrollar una nueva prueba en el mismo vehículo o motor, se presiona el ícono con flecha verde de la parte superior derecha o presionando la tecla F2.

Figura 50

Ícono de selección para una nueva prueba en Test Oficial




Nota. En la parte superior derecha de la figura se puede observar el ícono F2 que permite desarrollar un nuevo test oficial sin ingresar de nuevo los datos del vehículo. Elaboración propia.

- Finalizado el procedimiento, el programa genera un reporte con los parámetros de oxígeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no combustionados, dióxido de carbono y relación lambda λ , que se ha obtenido durante el desarrollo de la prueba.

Figura 51

Reporte emitido en el test oficial por el software

 BrainBee® <small>WORKSHOP SOLUTIONS</small>		TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE		
ANALIZADOR GASES		AGS-688	TACÓMETRO	
Número de Serie :	160513000054	Número de Serie :		
Número de Homologación :	CM00292EST006cNET	Número de Homologación :		
Fecha vencimiento calibración :	12/07/2023	Fecha vencimiento calibración :		
DATOS TALLER				
NAME				
ADDRESS		TELEPHONE		
ZIP - CITY		FAX - EMAIL		
DATOS DEL VEHICULO				
Placa :	PCJ 5607	No. Chasis :	BLAUY5276E0238321	
Marca :	CHEVROLET	No. Tubos de Escape :	1	
Modelo :	SAIL	2 Tiempos / 4 Tiempos :	4	
Año de Constitución :	2014	Odometro :	251616	
Combustible :	GASOLINA			
LIMITES PRESCRITOS				
Temperatura Motor :	80 [°C]			
Régimen Motor al Mínimo :	500 - 1200 [1/min]	Régimen Motor en Aceleración :	2400 - 2600 [1/min]	
O ₂ :	5.0 [%Vol]	CO :	1.0 [%Vol] HC :	200 [ppmVol]
VALORES MEDIDOS				
PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACELERACION		
Temp. Motor :	90 [°C]	Temp. Motor :	90 [°C]	
RPM :	770 [1/min]	RPM :	2510 [1/min]	
CO :	0.35 [%Vol]	CO :	0.32 [%Vol]	
CO ₂ :	14.7 [%Vol]	CO ₂ :	15.1 [%Vol]	
O ₂ :	0.81 [%Vol]	O ₂ :	0.44 [%Vol]	
HC :	89 [ppmVol]	HC :	74 [ppmVol]	
Lambda :	1.025 [-]	Lambda :	1.008 [-]	
RESULTADO DEL TEST : APROBADO SIN FALTAS				
Fecha y hora de inicio prueba :		05/01/2023 10:46:21		
Fecha y hora de termine prueba :		05/01/2023 10:49:46		
Examinador : ARTEAGA VENEGAS QUIROZ				
Firma				

Nota. En la figura se presenta el formato del reporte emitido al finalizar el test oficial de análisis de gases, el cual dispone de 6 secciones que describen diferentes parámetros de control.

Parámetros de comparación

Para analizar los resultados obtenidos, es necesario conocer los parámetros estándar de tensión de sensores de oxígeno y de las emisiones como el monóxido de carbono y los hidrocarburos, elementos importantes para diagnosticar fallos.

Parámetros de funcionamiento de sensores de oxígeno

Para la comparación de los datos de los sensores oxígeno se dispone de los valores característicos de tensión de señal de los sensores de oxígeno.

Tabla 8

Tensión característica de los sensores de oxígeno de zirconio

Sensor	Tensión (mV)
Sensor de oxígeno 1	0 a 900 mV
Sensor de oxígeno 2	0 a 500 mV

Nota. En la tabla se detalla los parámetros de tensión de señal que envía el sensor de oxígeno a la unidad controladora, esto en unidad de medida de milivoltios. Elaboración Propia.

Parámetros normalizados para las emisiones

Los parámetros que inciden en el resultado de una prueba son los hidrocarburos (HC) y el gas emitido al ambiente como el monóxido de carbono (CO), bajo la normativa INEN 2204:2017 se describe los valores permisibles para el análisis, tomando valores para el año 2000 y posteriores.

Tabla 9

Límites de emisiones para fuentes a gasolina

Año modelo	% CO ^a		ppm HC ^a	
	0 - 1500^b	1500 – 3000^b	0 - 1500^b	1500 – 3000^b
2000 y posteriores	1.0	1.0	200	200
1990 a 1999	3.5	4.5	650	750
1989 y anteriores	5.5	6.5	1000	1200

^a Dato de volumen

Año modelo	% CO ^a		ppm HC ^a	
	0 - 1500 ^b	1500 – 3000 ^b	0 - 1500 ^b	1500 – 3000 ^b
^b Valor de altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm)				

Nota. Se describe en la tabla los límites de emisiones en marcha mínima en un rango de 500 a 1200 rpm, para pruebas estáticas en vehículos a gasolina. Tomado de (Norma Técnica Ecuatoriana, 2017)

Capítulo IV

Análisis de resultados de los datos obtenidos de emisiones, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en condiciones normales y condiciones de fallo

Los resultados obtenidos producto de la investigación del sistema post tratamiento de emisiones vehiculares mediante la visualización y grabación de los datos de sensores de oxígeno, permitiendo determinar parámetros de emisiones, tensión de sensores y tiempo de inyección, que conjuntamente con la tabulación y comparación se ha desarrollado el diagnóstico avanzado determinado los fallos más comunes que tienen incidencia en el sistema post tratamiento de emisiones del vehículo de prueba.

Cálculo matemático de la expresión lambda

Cálculo del valor de lambda λ , mediante la expresión matemática para determinar una condición de mezcla rica que conlleva a una prueba de emisiones de rechazado.

$$\lambda = \frac{[CO_2] + \left[\frac{CO}{2}\right] + [O_2] + \left[\frac{NO}{2}\right] + \left(0.45425 \left(\frac{3.5}{3.5 + \left[\frac{CO}{[CO_2]}\right]}\right)\right) * ([CO_2] + [CO])}{1.45425 * ([CO_2] + [CO] + [HC])}$$

$$\lambda = \frac{[13.3] + \left[\frac{2.03}{2}\right] + [1.18] + \left[\frac{550}{2}\right] + \left(0.45425 \left(\frac{3.5}{3.5 + \left[\frac{2.03}{[13.3]}\right]}\right)\right) * ([13.3] + [2.03])}{1.45425 * ([13.3] + [2.03] + [195])}$$

$$\lambda = \frac{[13.3] + [1.015] + [1.18] + [275] + (6.673)}{305.872}$$

$$\lambda = \frac{297.168}{305.872}$$

$$\lambda = 0.972 = \text{Mezcla rica}$$

Desarrollo de la expresión matemática para determinar una relación lambda λ con tendencia a estequiométrica, para obtener una prueba de emisiones de aprobado sin faltas.

$$\lambda = \frac{[CO_2] + \left[\frac{CO}{2}\right] + [O_2] + \left[\frac{NO}{2}\right] + \left(0.45425 \left(\frac{3.5}{3.5 + \frac{[CO]}{[CO_2]}}\right)\right) * ([CO_2] + [CO])}{1.45425 * ([CO_2] + [CO] + [HC])}$$

$$\lambda = \frac{[14.9] + \left[\frac{0.22}{2}\right] + [0.37] + \left[\frac{220}{2}\right] + \left(0.45425 \left(\frac{3.5}{3.5 + \frac{[0.22]}{[14.9]}}\right)\right) * ([14.9] + [0.22])}{1.45425 * ([14.9] + [0.22] + [75])}$$

$$\lambda = \frac{[14.9] + [0.11] + [0.37] + [110] + (6.839)}{131.057}$$

$$\lambda = \frac{132.219}{131.057}$$

$$\lambda = 1.008 = \textit{Mezcla con tendencia a estequiométrica}$$

Nomenclatura utilizada en las tablas de resultados

Para el desarrollo del análisis de resultados, se ha optado por la opción de utilizar nomenclatura en las tablas de datos, a fin de tener una mejor visualización de los resultados por prueba en una sola tabla de datos.

- Rev. = Revoluciones
- Sen 1 O₂ = Sensor de oxígeno 1
- Sen 2 O₂ = Sensor de oxígeno 2
- T. iny = Tiempo de inyección
- N. min = Condición normal al mínimo
- P. min = Prueba al mínimo

- Var. = Variación
- N. acel = Condición normal en aceleración
- P. acel = Prueba en aceleración

Datos con dos sensores de Oxígeno

Los datos obtenidos mediante el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, fueron tabulados y comparados, obteniendo una variación de resultados que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10

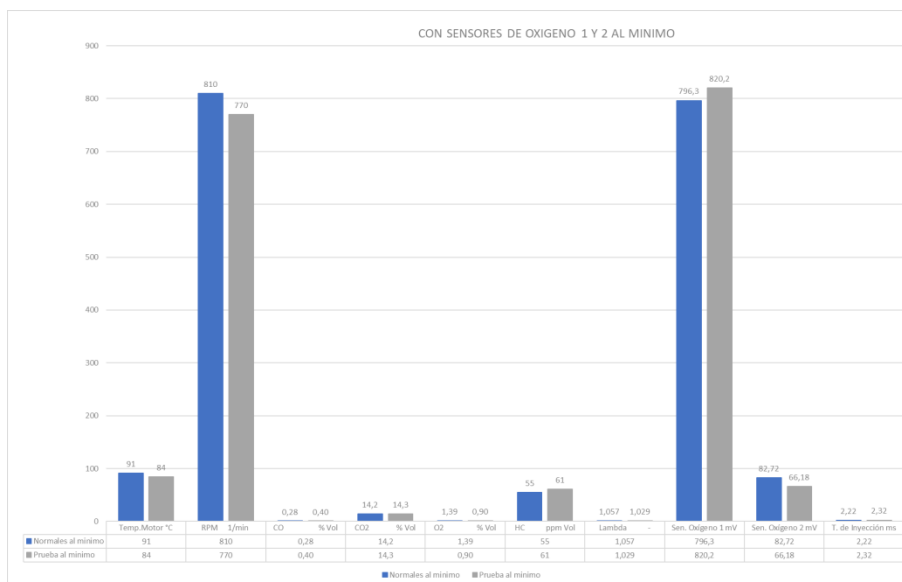
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope con dos sensores de oxígeno

CON SENSOR DE OXÍGENO 1 Y 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	91	810	0,28
P. mín.	84	770	0,40	14,3	0,90	61	1,029	84	770	0,40
Var.	7	40	0,12	0,1	0,49	6	0,028	7	40	0,12
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	91	2540	0,44
P. acel.	84	2490	0,22	14,9	0,37	75	1,008	84	2490	0,22
Var.	7	50	0,22	0,4	0,44	49	0,012	7	50	0,22
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. La tabla presenta los datos obtenidos de emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en pruebas estáticas al mínimo y en aceleración.

Figura 52

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo con dos sensores de oxígeno



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro lento, con dos sensores de oxígeno conectados.

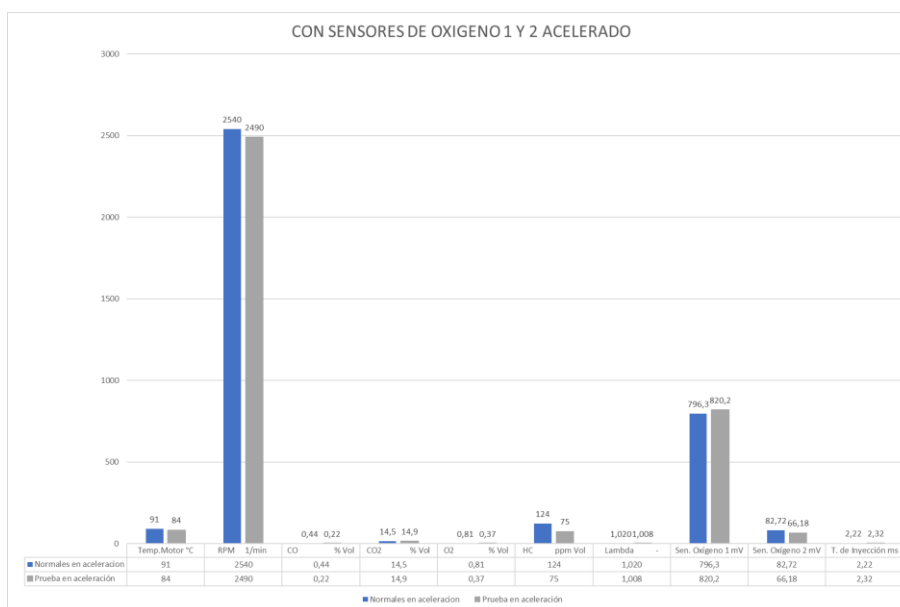
Los valores obtenidos al régimen de giro al mínimo de 770 rpm, se encuentran dentro de los parámetros establecidos, debido a que esta prueba se realizó con los sensores de oxígeno conectados, presentando una mezcla que tiende a estequiométrica con un valor de lambda de 1.029, hidrocarburos no combustionados en 61 ppm, monóxido de carbono de 0.40 % en volumen y oxígeno de 0.90 % en volumen.

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 820.2 mV, el sensor de oxígeno 2 en 66.18 mV indicando un correcto funcionamiento del catalizador y un ajuste de combustible normal con un tiempo de inyección de 2.32 ms, los valores ideales es de 2.2 ms de tiempo de encendido, entre 500 a 800 mV en el sensor de oxígeno 1 y 2.

La variación obtenida en los resultados tanto de análisis de gases como voltaje y tiempo de inyección son despreciables, generando un reporte de emisiones aprobado por estar dentro de los porcentajes de índice de hidrocarburos y monóxido de carbono que establece la norma.

Figura 53

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración con dos sensores de oxígeno



Nota. Los datos obtenidos con dos sensores de oxígeno conectados, presenta la variación de las emisiones de gases, la tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado.

Se evidencia un correcto funcionamiento del convertidor católico, dado los resultados de la medición de tensión 2.36 V de señal del sensor de oxígeno 1 de 820.2 mV, el sensor de oxígeno 2 en 66.18 mV, con un tiempo de inyección de 2.36 ms, dando una variación porcentual del 0.40% en variación con los datos de funcionamiento normal.

Los valores obtenidos al régimen de giro 2490 rpm se encuentran dentro de los parámetros establecidos, debido a que esta prueba se realizó con los sensores de oxígeno conectados, presentando una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1.008,

hidrocarburos no combustionados en ppm 75, monóxido de carbono de 0.22 % en volumen y oxígeno de 0.37 % en volumen.

Estos valores se encuentran en el rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Aprobado sin Faltas.

Datos sin sensor de Oxígeno 1

Mediante la recopilación de parámetros de emisiones y voltaje de sensores se ha tabulado y comparado datos, obteniendo los siguientes resultados de variación.

Tabla 11

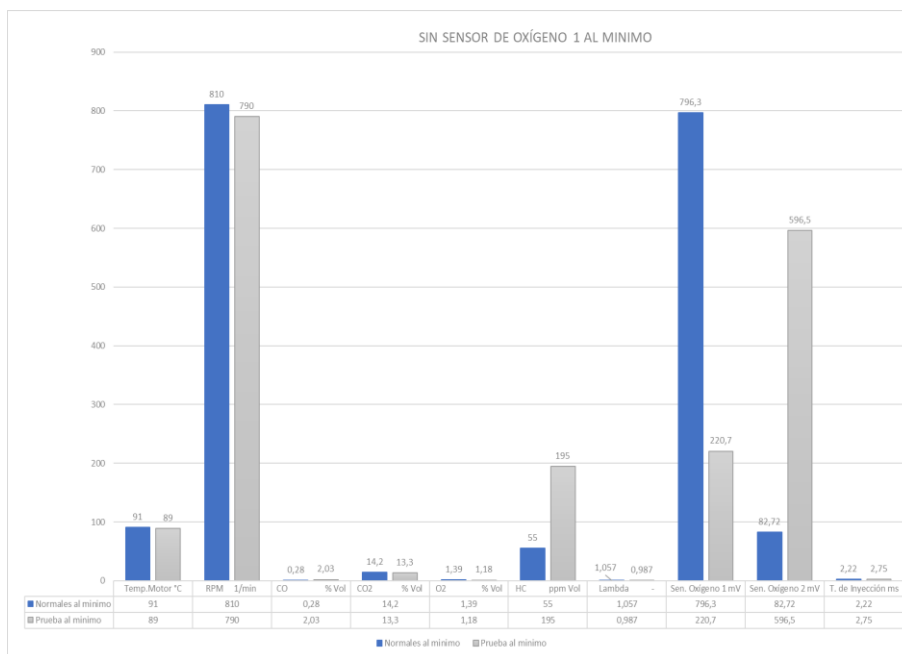
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor de oxígeno 1

SIN SENSOR DE OXÍGENO 1										
Condición	Temp. Motor	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	°C	1/min	% Vol.	% Vol.	% Vol.	ppm Vol.	-	O ₂ mV	O ₂ mV	Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	89	790	2,03	13,3	1,18	195	0,987	220,7	596,5	2,75
Var.	2	20	1,75	0,9	0,21	140	0,07	575,6	513,78	0,53
N. acel.	91	3000	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	89	2520	1,39	14,2	0,44	211	0,972	220,7	596,5	2,75
Var.	2	480	0,95	0,3	0,37	87	0,048	575,6	513,78	0,53
Resultado	RECHAZADO									

Nota. Los datos obtenidos a través de los equipos de medición con diferentes condiciones de pruebas, se ven reflejadas en la variación obtenida en la tabla.

Figura 54

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin sensor de oxígeno 1



Nota. La figura detalla los parámetros sin el sensor de oxígeno 1, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí.

Estos valores se encuentran en el fuera del rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Rechazado teniendo una variación en hidrocarburos no combustionados de 144 ppm.

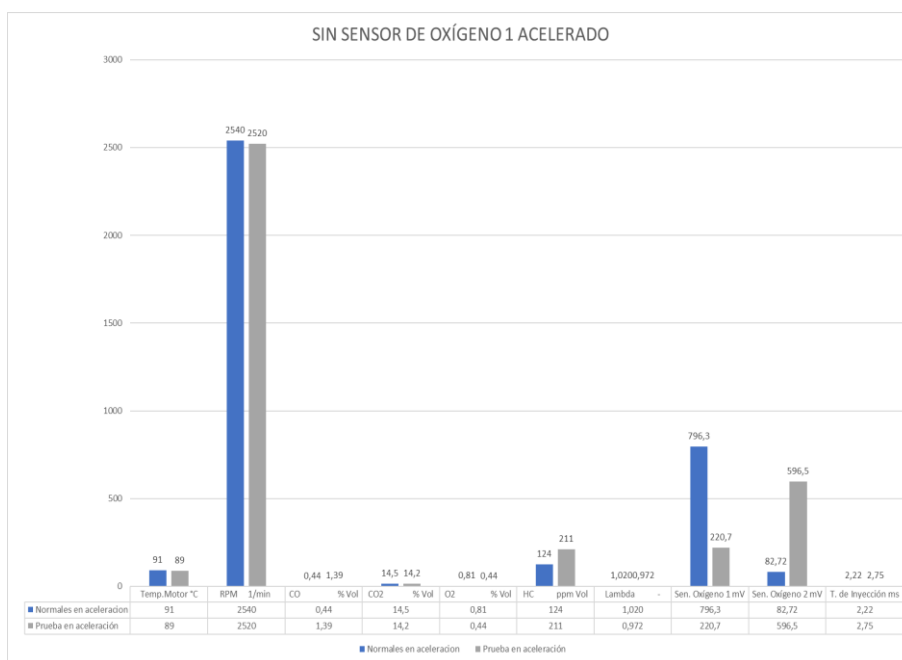
Con un tiempo de inyección de 2.75 ms, el voltaje de señal del sensor de oxígeno 1 de 220.7 mV, el sensor de oxígeno 2 en 569.5 mV indicando una mezcla incorrecta estequiométrica debido a los valores atípicos de del monóxido de carbono, los hidrocarburos no

combustionados al límite de su rango normal, el tiempo de inyección alto y la tensión de los sensores dan una mezcla rica.

Los valores obtenidos al régimen de giro 790 rpm, se encuentran fuera de los parámetros establecidos, debido a que esta prueba se realizó con el sensor desconectado de oxígeno 1, presentando una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 0.987, hidrocarburos no combustionados en 195 ppm, monóxido de carbono de 2.03 % en volumen y oxígeno de 1.18 % en volumen.

Figura 55

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin sensor de oxígeno 1



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, voltajes de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin el sensor de oxígeno 1.

En este régimen de giro se corrobora lo antes mencionado de los valores atípicos como un valor de lambda de 0.972, hidrocarburos no combustionados en 211 ppm, monóxido de carbono de 1.39 % en volumen y oxígeno de 0.44 % en volumen.

Los valores obtenidos al régimen de giro 2520 se encuentran fuera de los parámetros establecidos, debido a que esta prueba se realizó con el sensor desconectado de oxígeno 1,

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 220.7 mV, el sensor de oxígeno 2 en 569.5 mV indicando un incorrecto de la mezcla estequiométrica debido a los valores atípicos de del monóxido de carbono, los hidrocarburos no combustionados supera su rango normal, el tiempo de inyección alto y los voltajes de los sensores dan que es una mezcla rica.

Por lo tanto, se confirma el reporte de rechazado.

Datos sin sensor de Oxígeno 2

Al tabular y comparar los datos obtenidos por el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, las diferencias en los resultados obtenidos se muestran en la tabla.

Tabla 12

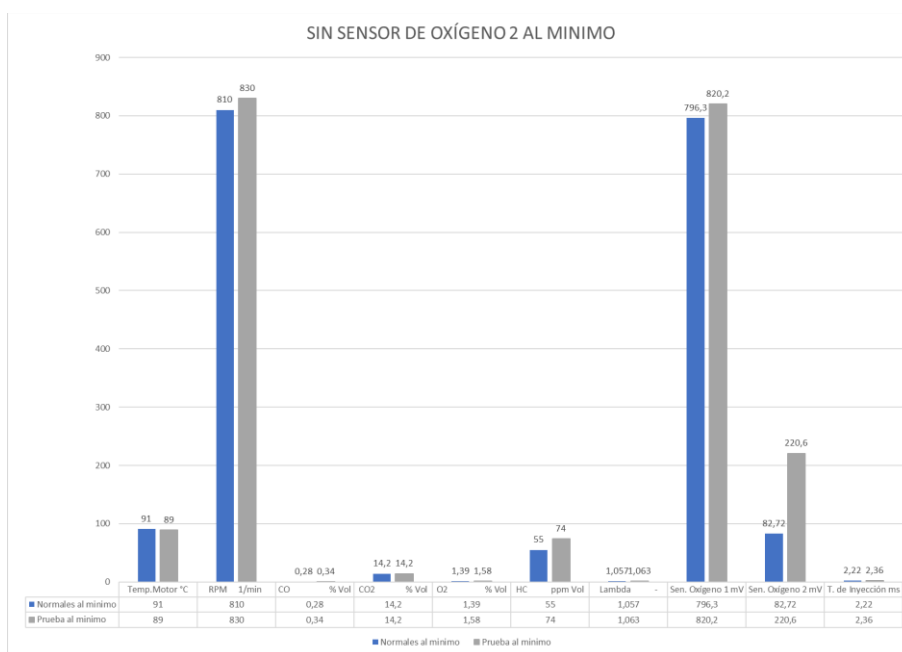
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor de oxígeno 2

SIN SENSOR DE OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	°C	1/min	% Vol.	% Vol.	% Vol.	ppm Vol.	-	O ₂ mV	O ₂ mV	Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	89	830	0,34	14,2	1,58	74	1,063	820,2	220,6	2,36
Var.	2	20	0,06	0	0,19	19	0,006	23,9	137,88	0,14
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	89	2570	0,43	14,4	1,02	103	1,031	820,2	220,6	2,36
Var.	2	30	0,01	0,1	0,21	21	0,011	23,9	137,88	0,14
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. La tabla detalla los datos de emisión de gases, la tensión de los sensores de oxígeno y tiempo de inyección, tienen una variación que determina el resultado de la prueba de gases.

Figura 56

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin sensor de oxígeno 2



Nota. Los datos obtenidos, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor de oxígeno 2.

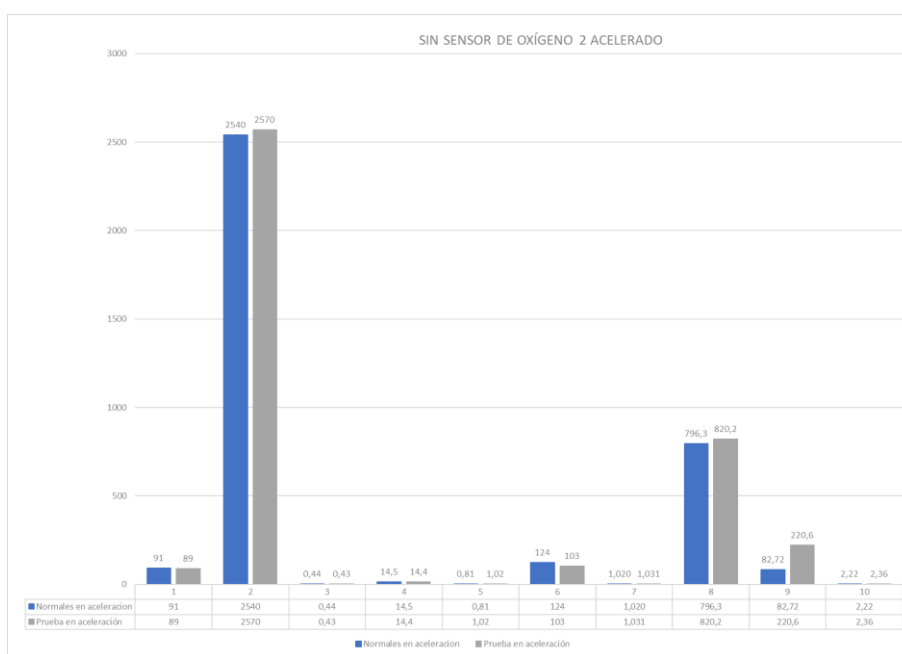
Estos valores se encuentran en el rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Aprobado sin Faltas.

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 820.2 mV, el sensor de oxígeno 2 en 220.6 mV indicando un correcto funcionamiento del catalizador con un tiempo de inyección de 2.36 ms.

Los valores obtenidos al régimen de giro de 830 se encuentran dentro de los parámetros establecidos, debido a que el sensor de oxígeno 2 no afecta al comportamiento del auto este presenta un valor de voltaje como una variable de comparación, presentando una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1.063, hidrocarburos no combustionados en 74 ppm, monóxido de carbono de 0.34 % en volumen y oxígeno de 1.58 % en volumen.

Figura 57

Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin sensor de oxígeno 2



Nota. Sin el sensor de oxígeno 2, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado.

Con el régimen de giro de 2570 rpm, se tiene los mismos resultados que con la prueba de a 830 rpm.

Se presenta una mezcla con tendencia a estequiométrica con un valor de lambda de 1.031, hidrocarburos no combustionados en ppm 103, monóxido de carbono de 0.43 % en volumen y oxígeno de 1.02 % en volumen.

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 820.2 mV, el sensor de oxígeno 2 en 220.6 mV indicando un correcto funcionamiento del catalizador, con un tiempo de inyección de 2.36 ms.

Datos sin sensor de Oxígeno 1 y 2

Los datos obtenidos mediante el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, fueron tabulados y comparados, obteniendo una variación de resultados que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 13

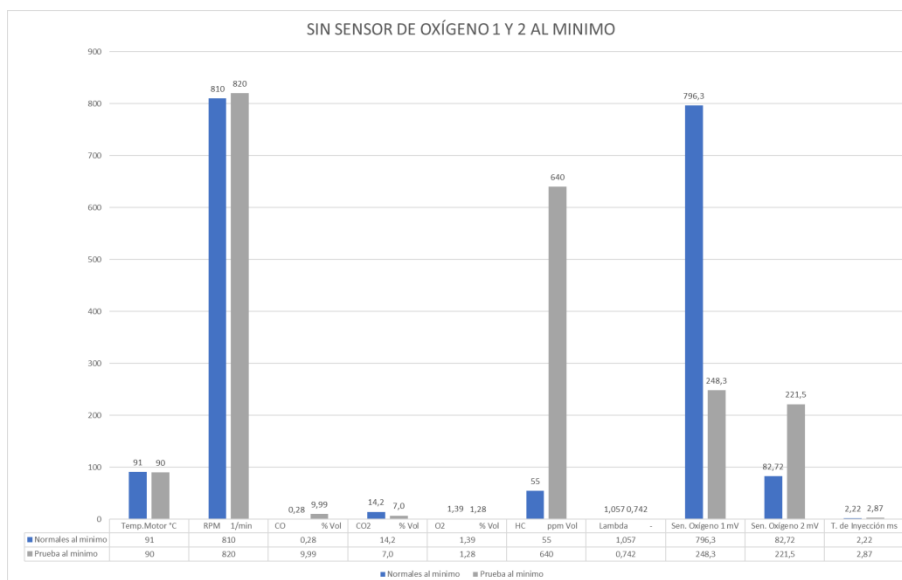
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin los sensores de oxígeno 1 y 2

SIN SENSOR DE OXÍGENO 1 y 2										
Condición	Temp. Motor	Rev. 1/min	CO %	CO₂ %	O₂ %	HC ppm	λ	Sen 1 O₂ mV	Sen 2 O₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	90	820	9,99	7,0	1,28	640	0,742	248,3	221,5	2,87
Var.	1	-10	-9,71	7,2	0,11	-585	0,315	548	138,78	0,65
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	90	2570	8,00	9,9	0,69	376	0,803	248,3	221,5	2,87
Var.	1	-30	-7,56	4,6	0,12	-252	0,217	548	138,78	0,65
Resultado	RECHAZADO									

Nota. La tabla presenta los datos obtenidos de emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en pruebas estáticas al mínimo y en aceleración.

Figura 58

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin los sensores de oxígeno 1 y 2



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro lento, sin los sensores de oxígeno 1 y 2.

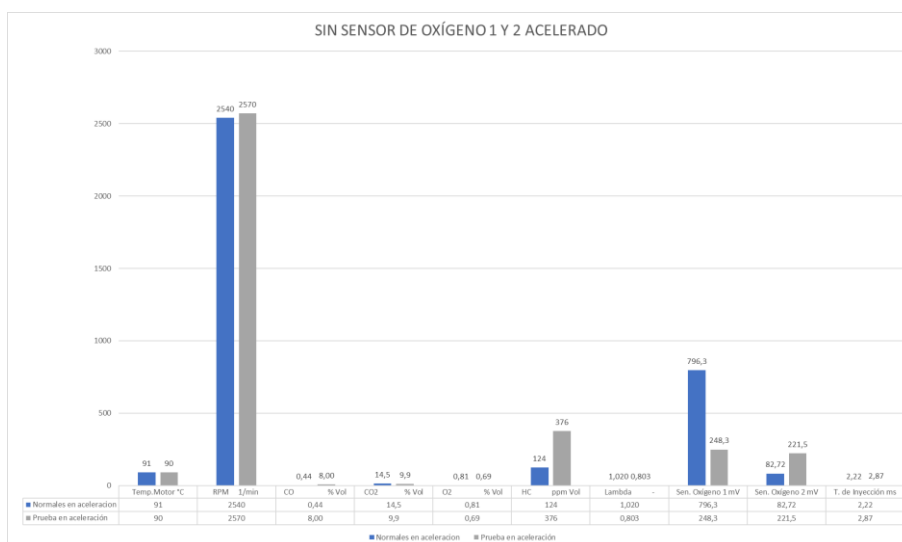
Se presenta una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 0.742, hidrocarburos no combustiónados en 640 ppm, monóxido de carbono de 9.99 % en volumen y oxígeno de 1.28 % en volumen.

Los valores obtenidos al régimen de giro a 820 rpm, se encuentran fuera de los parámetros establecidos, debido a que esta prueba se realizó con los sensores desconectados de oxígeno 1 y 2,

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 248.3 mV, el sensor de oxígeno 2 en 221.5 mV, con un tiempo de inyección de 2.87 ms, indicando un incorrecto de la mezcla estequiométrica debido a los valores atípicos de del monóxido de carbono, los hidrocarburos no combustiónados al límite de su rango normal, el tiempo de inyección alto y los voltajes de los sensores establecen una mezcla rica.

Figura 59

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin los sensores de oxígeno 1 y 2



Nota. La obtención de datos, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin los sensores de oxígeno 1 y 2.

Debido a la desconexión de los sensores de oxígeno 1 y 2 la ECU no sabe cómo gestionar el pulso de inyección debido a que la tensión de señal de los sensores no establece que tipo de mezcla se tiene.

Los valores obtenidos al régimen de 2570 al acelerado se encuentran fuera de los parámetros establecidos, presentando una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 0.803, hidrocarburos no combustionados en 376 ppm, monóxido de carbono de 8 % en volumen y oxígeno de 0.69 % en volumen.

Estos valores se encuentran fuera del rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Rechazado.

Datos sin sensor IAT

Mediante la recopilación de parámetros de emisiones y voltaje de sensores se ha tabulado y comparado datos, obteniendo los siguientes resultados de variación.

Tabla 14

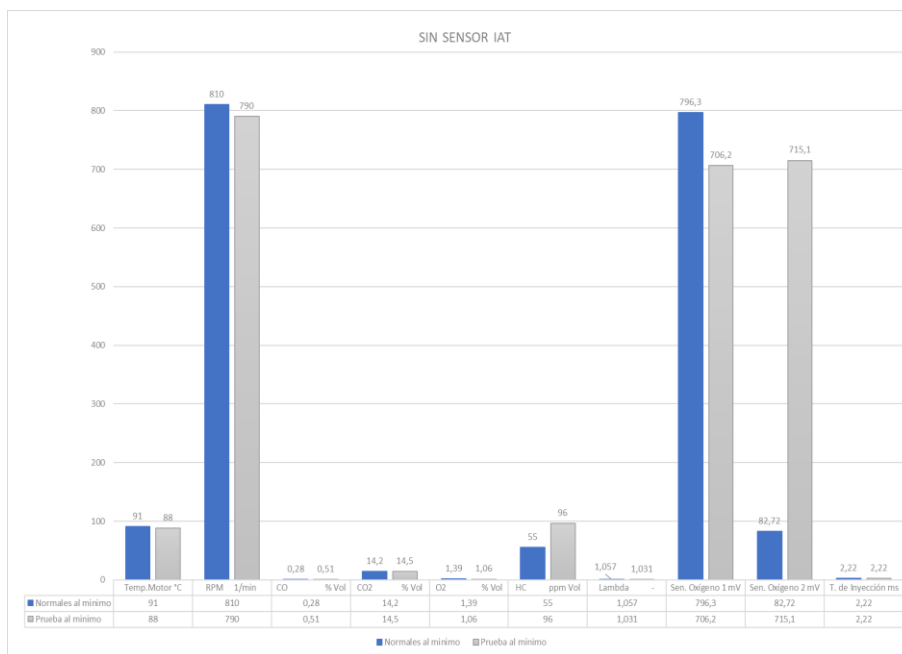
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor IAT

SIN SENSOR IAT										
Condición	Temp. Motor	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	°C	1/min	% Vol.	% Vol.	% Vol.	ppm Vol.	-	O ₂ mV	O ₂ mV	Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	88	790	0,51	14,5	1,06	96	1,031	706,2	715,1	2,22
Var.	3	20	0,23	0,3	0,33	41	0,026	90,1	632,38	0
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	88	2490	0,58	14,5	0,99	121	1,024	706,2	715,1	2,22
Var.	3	50	0,14	0	0,18	3	0,004	90,1	632,38	0
Resultado	APROBADO SIN FALTA									

Nota. Los datos obtenidos a través de los equipos de medición con diferentes condiciones de pruebas, se ven reflejadas en la variación obtenida en la tabla.

Figura 60

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT



Nota. Sin el sensor IAT, se presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor IAT.

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 706,2 mV, el sensor de oxígeno 2 en 715,5 mV, con un tiempo de inyección de 2.22 ms indicando un correcto funcionamiento del catalizador.

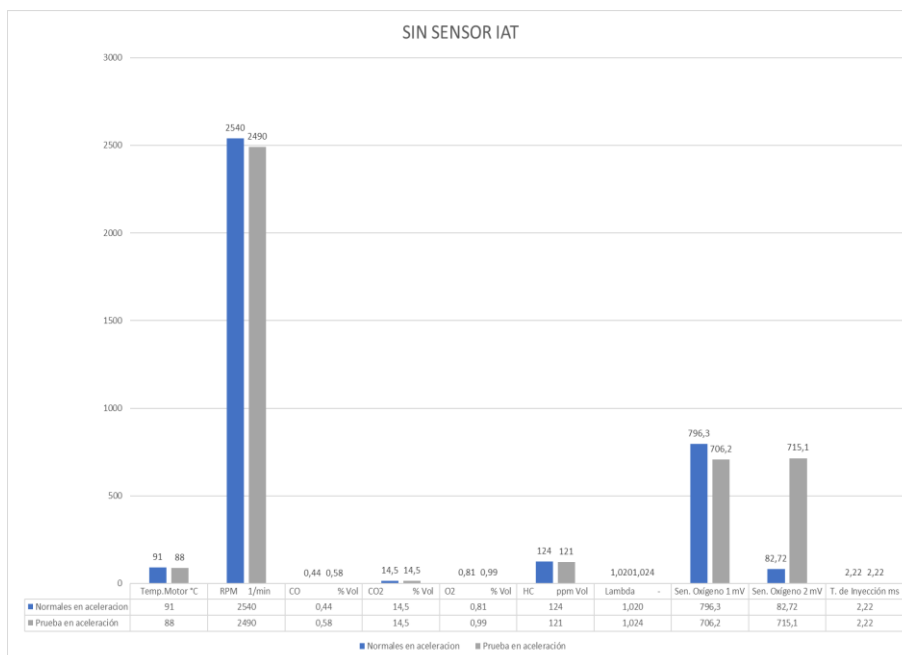
A 790 rpm los datos obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos, debido a que el sensor IAT no genera ningún cambio en el comportamiento de la ECU.

Presentando un valor cercano a la mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1.031, hidrocarburos no combustionados en 96 ppm, monóxido de carbono de 0.51 % en volumen y oxígeno de 1.06 % en volumen.

Estos valores se encuentran en el rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Aprobado sin Faltas.

Figura 61

Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor IAT



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin el sensor IAT. Elaboración propia.

La variación entre parámetros en este caso se mantiene en los regímenes establecido de funcionamiento normal del automóvil de prueba.

Los valores obtenidos al régimen de giro 2490, se encuentran dentro de los parámetros establecidos, debido a que el sensor IAT no genera ningún cambio en el comportamiento de la ECU, presentando una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1.024, hidrocarburos

no combustionados en 121 ppm, monóxido de carbono de 0.58 % en volumen y oxígeno de 0.99 % en volumen.

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 706,2 mV, el sensor de oxígeno 2 en 715,5 mV, con un tiempo de inyección de 2.22 ms indicando un correcto funcionamiento del catalizador por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Aprobado sin Faltas.

Datos sin sensor ECT

Al tabular y comparar los datos obtenidos por el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, las diferencias en los resultados obtenidos se muestran en la tabla.

Tabla 15

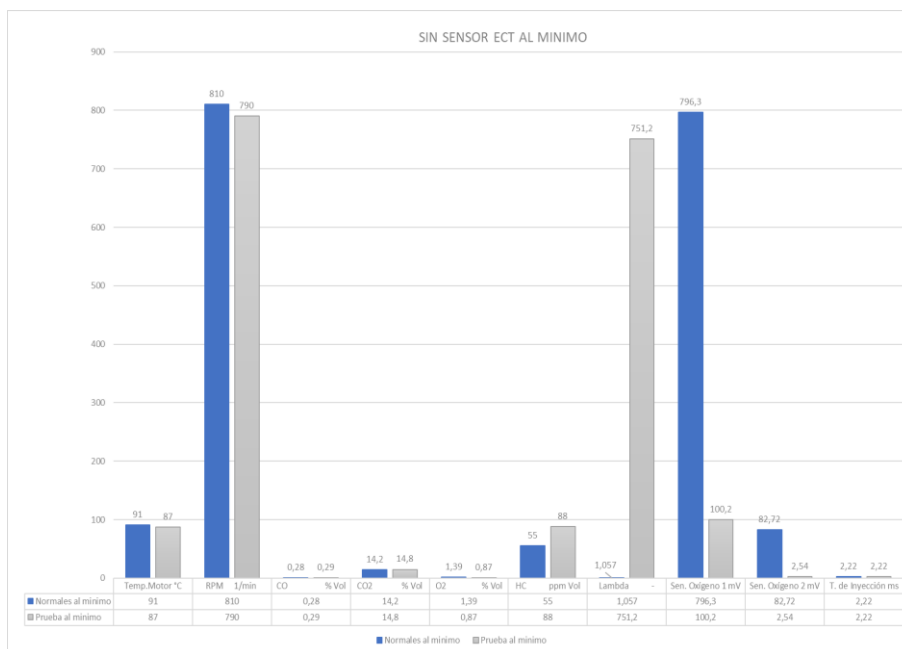
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor ECT

SIN SENSOR ECT										
Condición	Temp. Motor	Rev. 1/min	CO %	CO₂ %	O₂ %	HC ppm	λ	Sen 1 O₂	Sen 2 O₂	T. Iny.
	°C		Vol.	Vol.	Vol.	Vol.	-	mV	mV	ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	87	790	0,29	14,8	0,87	88	1,028	751,2	100,2	2,54
Var.	4	20	0,01	0,6	0,52	33	0,029	45,1	17,48	0,32
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	87	2430	0,38	15,0	0,66	104	1,015	751,2	100,2	2,54
Var.	4	110	0,06	0,5	0,15	20	0,005	45,1	17,48	0,32
Resultado	APROBADO SIN FALTA									

Nota. Los datos de emisión de gases, tensión del sensor de oxígeno y tiempo de inyección, tienen una variación que determina el resultado de la prueba de gases, presentada en esta tabla.

Figura 62

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor ECT



Nota. La obtención de datos, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor ECT.

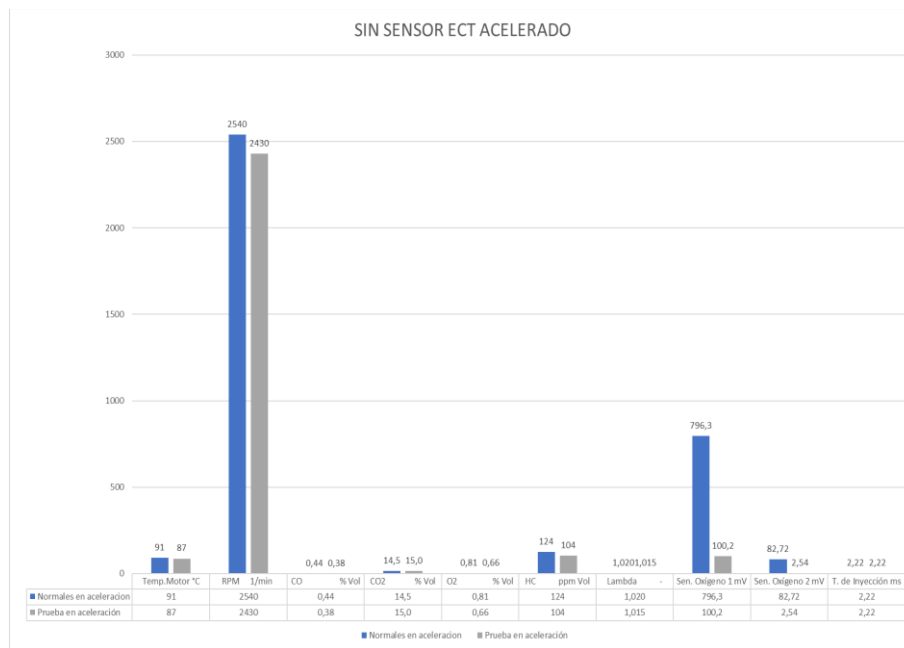
La desconexión del sensor ECT realiza que el electroventilador se encienda y los rpm del vehículo se eleven, en la mezcla estequiométrica no afecta, presentando una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1,028, hidrocarburos no combustionados en 88 ppm, la cual está dentro de lo requerido

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 751,2 mV, el sensor de oxígeno 2 en 100,2 mV, con un tiempo de inyección de 2.54 ms, indicando un correcto funcionamiento del catalizador.

La variación de los parámetros, no haciende al 5% por lo que se tiene un reporte aprobado.

Figura 63

Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor ECT



Nota. Sin el sensor ECT, se presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado.

Los valores obtenidos al régimen de giro 2430 rpm no cambian con los valores de un régimen de giro 720 rpm, se mantiene lo antes mencionado sobre la variación de parámetros.

Datos sin sensor MAP

Los datos obtenidos mediante el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, fueron tabulados y comparados, obteniendo una variación de resultados que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 16

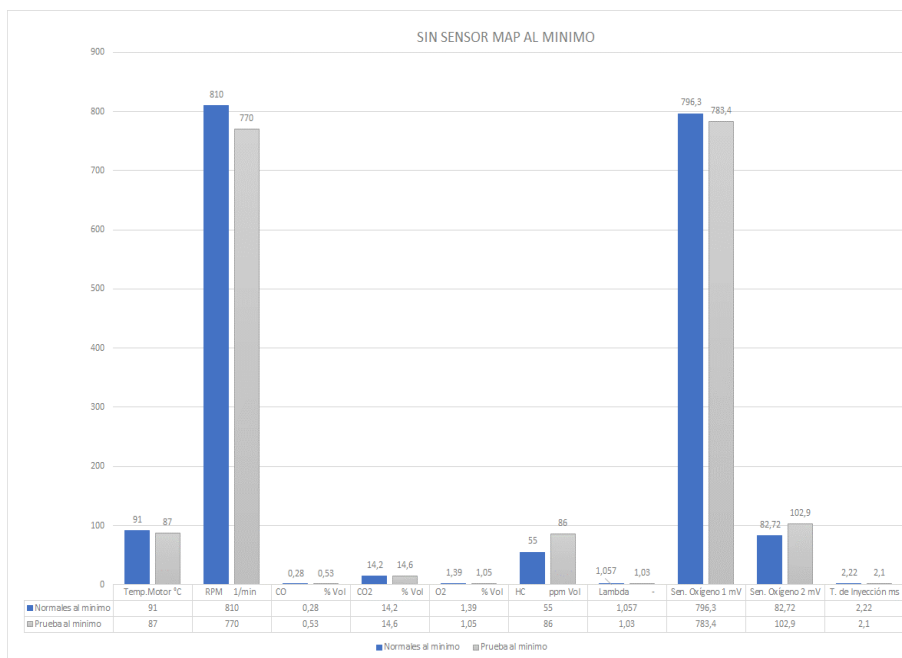
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP

SIN SENSOR MAP										
Condición	Temp.	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	Motor		%	%	%	ppm		O₂	O₂	Iny.
	°C	1/min	Vol.	Vol.	Vol.	Vol.	-	mV	mV	ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	87	790	0,29	14,8	0,87	88	1,03	783,4	102,9	2,1
Var.	4	20	-0,01	-0,6	0,52	-33	0,027	12,9	20,18	0.12
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	87	2430	0,38	15,0	0,66	104	1,015	783,4	102,9	2,1
Var.	4	110	0,06	-0,5	0,15	20	0,005	12,9	20,18	0.12
Resultado	APROBADO CON FALTA TIPO 1									

Nota. La tabla presenta los datos obtenidos de emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en pruebas estáticas al mínimo y en aceleración.

Figura 64

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, voltajes de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor MAP. Elaboración propia.

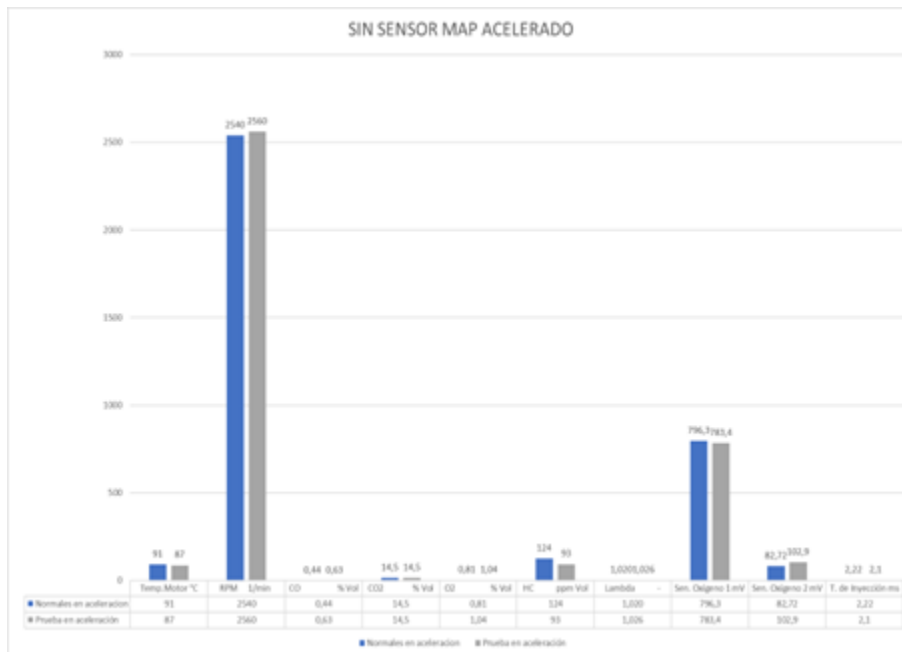
El sensor MAP varia las revoluciones del motor cuando es retirado, pero la ECU gestiona la dosificación de combustible y vuelve a sus revoluciones normales, por aquello la variación de los datos normales con los de la prueba varían por un momento, resultando aprobado con falta tipo 1

Los valores obtenidos al régimen de giro de 770 rpm se encuentran dentro de los parámetros establecidos, presentando una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1,03, hidrocarburos no combustionados en 86 ppm, monóxido de carbono de 0.53 % en volumen y oxígeno de 1.05 % en volumen.

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 783.4 mV, el sensor de oxígeno 2 en 102.9 mV, con un tiempo de inyección de 2.1 ms, indicando un correcto funcionamiento del catalizador.

Figura 65

Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP



Nota. La obtención, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin el sensor MAP.

Con el régimen de giro de 2560 rpm se elevan los hidrocarburos no combustionados, pero dentro del rango establecido y se respeta ellos resultado de régimen de giro mínimo.

Datos sin Inyector

Mediante la recopilación de parámetros de emisiones y voltaje de sensores se ha tabulado y comparado datos, obteniendo los siguientes resultados de variación.

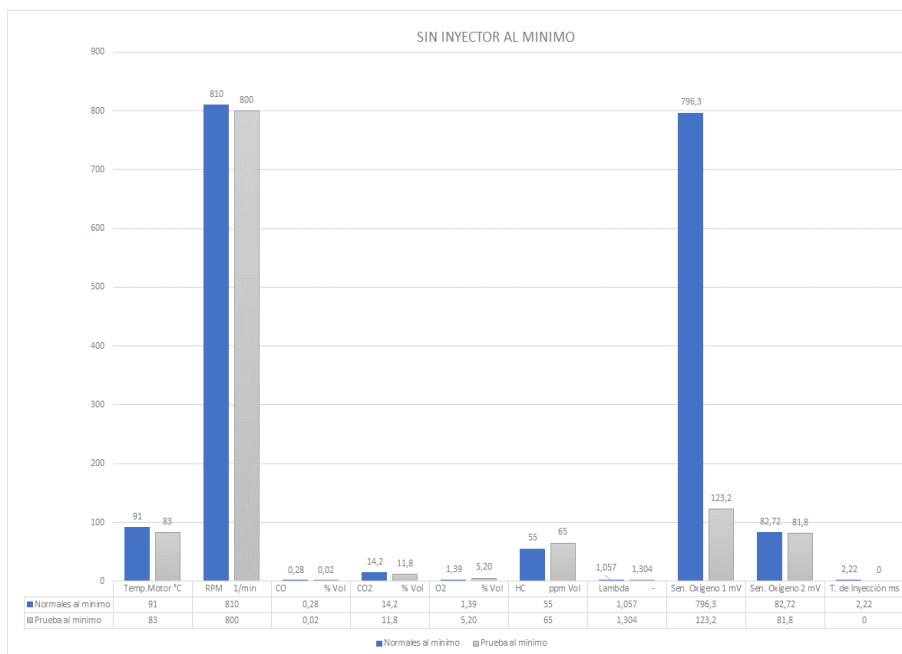
Tabla 17*Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el Inyector*

SIN INYECTOR										
Condición	Temp.	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	Motor		%	%	%	ppm		O₂	O₂	Iny.
	°C	1/min	Vol.	Vol.	Vol.	Vol.	-	mV	mV	ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	83	800	0,02	11,8	5,20	65	1,304	123,2	81,8	-
Var.	8	10	0,26	2,4	3,81	10	0,247	673,1	0,92	0
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	87	2560	0,63	14,5	1,04	93	1,026	123,2	81,8	-
Var.	4	20	0,19	0	0,23	31	0,006	673,1	0,92	0
Resultado	RECHAZADA									

Nota. Los datos obtenidos a través de los equipos de medición con diferentes condiciones de pruebas, se ven reflejadas en la variación obtenida en la tabla.

Figura 66

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el inyector



Nota. Sin el inyector, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el inyector.

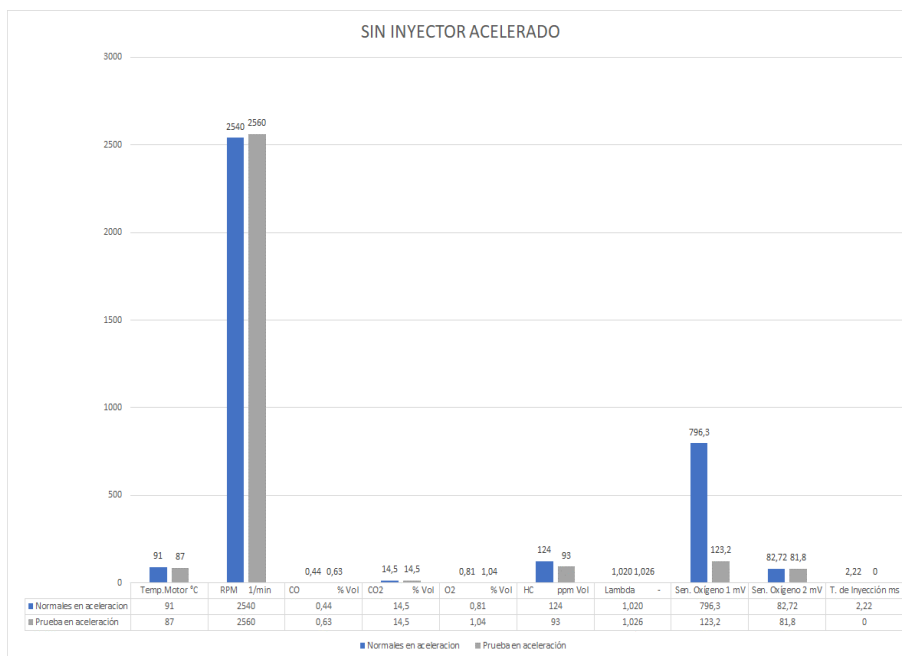
Debido a que el inyector no trabaja las emisiones de oxígeno suben debido a que un cilindro no inyecta gasolina, presentando una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1.304 totalmente fuera del rango.

hidrocarburos no combustionados en 65 ppm, monóxido de carbono de 0.02 % en volumen y oxígeno de 5.20 % en volumen.

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 796.3 mV, el sensor de oxígeno 2 en 82.72 mV, con un tiempo de inyección de 0 ms, indicando un correcto funcionamiento del catalizador.

Figura 67

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el inyector



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin el inyector. Elaboración propia.

Estos valores se encuentran fuera del rango por lo antes mencionado, permisible establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Rechazado.

Datos sin sensor MAP + IAT

Al tabular y comparar los datos obtenidos por el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, las diferencias en los resultados obtenidos se muestran en la tabla.

Tabla 18

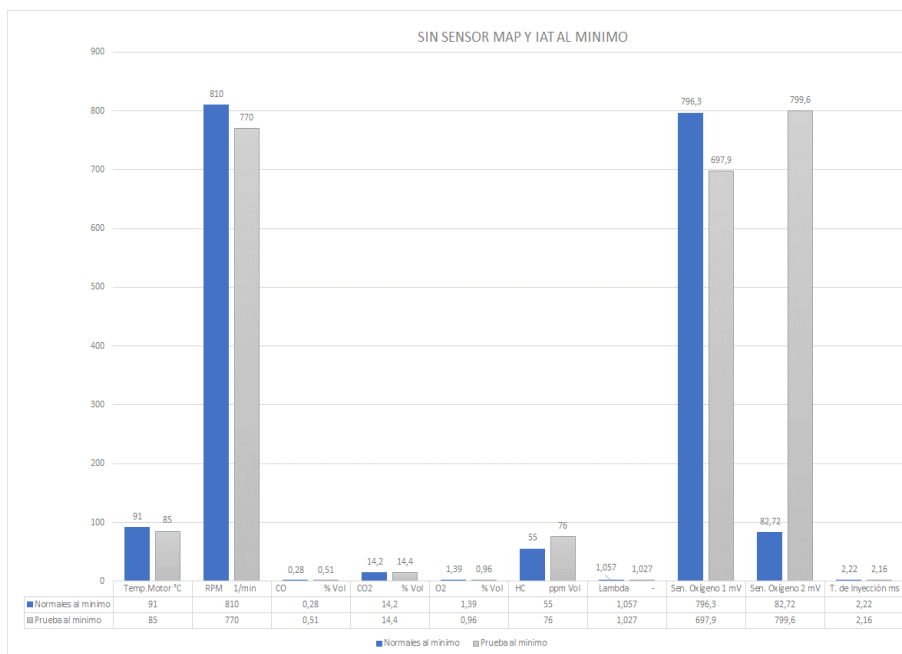
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP y IAT

SIN MAP IAT										
Condición	Temp. Motor	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	°C	1/min	% Vol.	% Vol.	% Vol.	ppm Vol.	-	O ₂ mV	O ₂ mV	Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	85	770	0,51	14,4	0,96	76	1,027	697,9	799,6	2,16
Var.	6	40	0,23	0,2	0,43	21	0,03	98,4	716,88	0,06
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	85	2480	0,56	14,4	0,91	96	1,022	697,9	799,6	2,16
Var.	6	60	0,12	0,1	0,1	28	0,002	98,4	716,88	0,06
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. Los datos de emisión de gases, tensión de los sensores de oxígeno y tiempo de inyección, tienen una variación que determina el resultado de la prueba de gases, presentada en esta tabla.

Figura 68

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP y IAT



Nota. La obtención de datos, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor MAP y IAT.

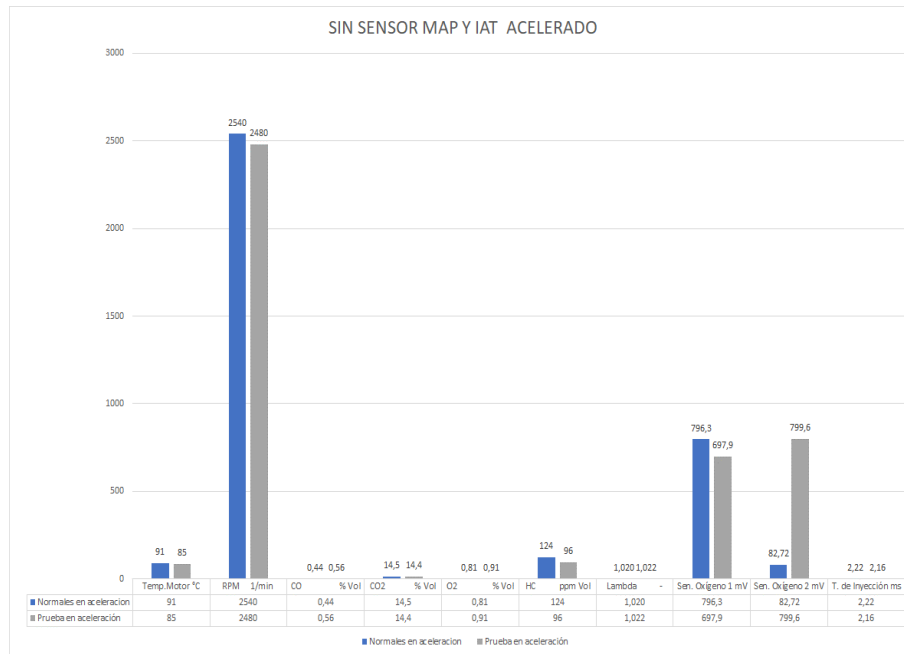
La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 697.9 mV, el sensor de oxígeno 2 en 799.6 mV, con un tiempo de inyección de 2.16 ms, indicando un correcto funcionamiento del catalizador.

Los hidrocarburos no combustionados en 76 ppm, monóxido de carbono de 0.51 % en volumen y oxígeno de 0.96 % en volumen.

Los valores obtenidos al régimen de giro al mínimo se encuentran dentro de los parámetros establecidos, debido a que el sensor MAP y IAT cuando se desconectan los rpm del vehículo se elevan, en la mezcla estequiométrica no afecta, presentando una mezcla cercana a la estequiométrica con un valor de lambda de 1.027.

Figura 69

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP y IAT



Nota. Sin el sensor MAP y IAT, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado.

Estos valores se encuentran en el rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Aprobado sin falta.

Los valores obtenidos al régimen de giro 2480 no cambian con los valores de un régimen de giro 770 rpm, se mantiene lo antes mencionado sobre la variación de parámetros.

Datos sin sensor MAP + ECT

Los datos obtenidos mediante el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, fueron tabulados y comparados, obteniendo una variación de resultados que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 19

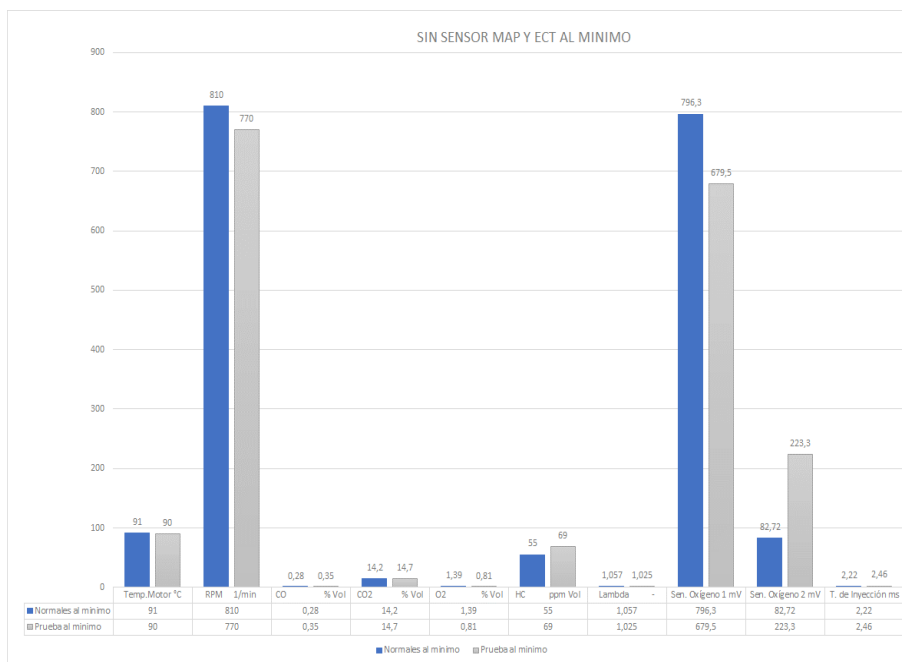
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP y ECT

SIN MAP ECT										
Condición	Temp. Motor	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	°C	1/min	% Vol.	% Vol.	% Vol.	ppm Vol.	-	O ₂ mV	O ₂ mV	Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	90	770	0,35	14,7	0,81	69	1,025	679,5	223,3	2,46
Var.	1	40	0,07	0,5	0,58	14	0,032	116,8	140,58	0,24
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	90	2510	0,32	15,1	0,44	74	1,008	679,5	223,3	2,46
Var.	1	30	0,12	0,6	0,37	50	0,012	116,8	40,58	0,24
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. La tabla presenta los datos obtenidos de emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en pruebas estáticas al mínimo y en aceleración.

Figura 70

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor MAP y ECT



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor MAP y ECT.

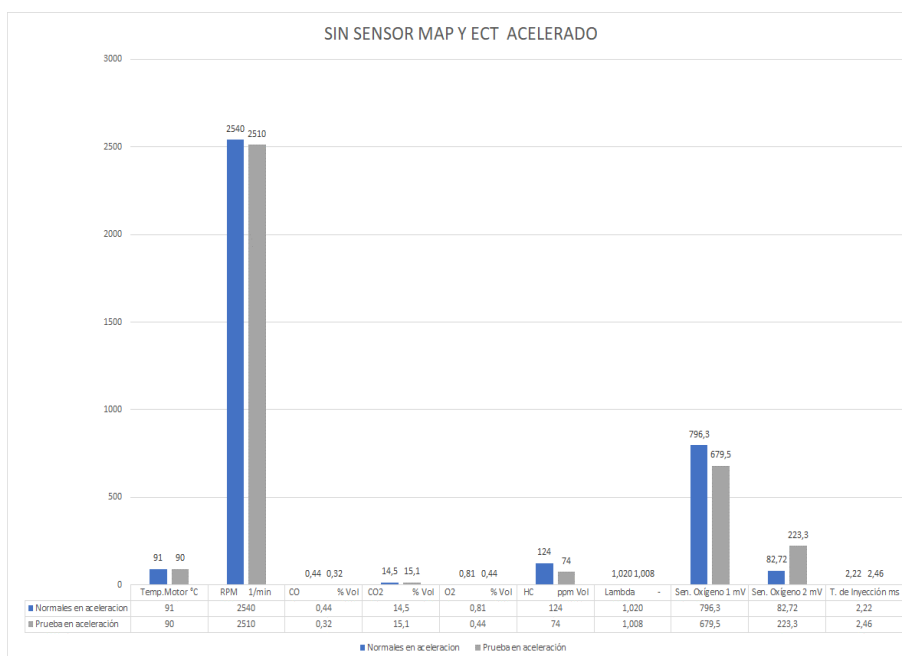
Los valores obtenidos al régimen de giro al mínimo se encuentran dentro de los parámetros establecidos, debido a que el sensor MAP y ECT realiza que el electroventilador se encienda y los rpm del vehículo se eleven, en la mezcla estequiométrica no afecta.

La tensión e de señal del sensor de oxígeno 1 de 679,5 mV, el sensor de oxígeno 2 en 223.3 mV, con un tiempo de inyección de 2.46 ms, indicando un correcto funcionamiento del catalizador.

Presentando una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1.025, hidrocarburos no combustionados en 69 ppm, monóxido de carbono de 0.35 % en volumen y oxígeno de 0.81 % en volumen.

Figura 71

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP y ECT



Nota. La obtención de datos, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin el sensor MAP Y ECT.

La variación entre parámetros en este caso se mantiene en los regímenes establecido de funcionamiento normal del automóvil de prueba.

Estos valores se encuentran en el rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Aprobado sin falta.

Datos sin sensor IAT + ECT

Mediante la recopilación de parámetros de emisiones y voltaje de sensores se ha tabulado y comparado datos, obteniendo los siguientes resultados de variación.

Tabla 20

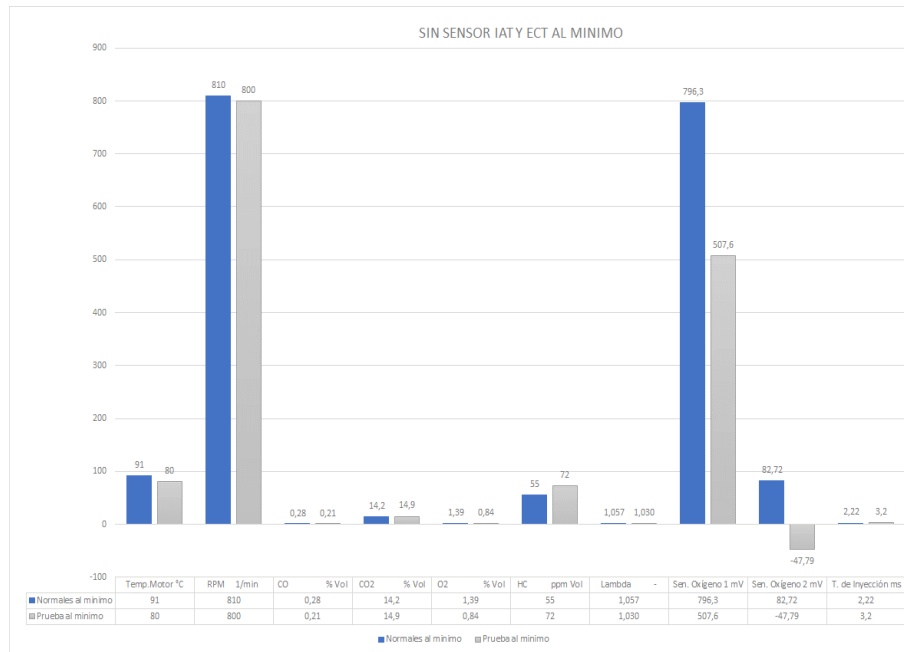
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor IAT y ECT

SIN IAT ECT										
Condición	Temp. Motor	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	°C	1/min	% Vol.	% Vol.	% Vol.	ppm Vol.	-	O ₂ mV	O ₂ mV	Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	800	0,21	14,9	0,84	72	1,030	507,6	47,79	3,2
Var.	11	10	0,07	0,7	0,55	17	0,027	288,7	130,51	0,98
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	80	2510	1,38	13,9	0,77	168	0,989	507,6	47,79	3,2
Var.	11	30	0,94	0,6	0,04	44	0,031	679,5	223,3	2,46
Resultado	RECHAZADO									

Nota. Los datos obtenidos a través de los equipos de medición con diferentes condiciones de pruebas, se ven reflejadas en la variación obtenida en la tabla.

Figura 72

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor IAT y ECT



Nota. Sin el sensor IAT y ECT, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí.

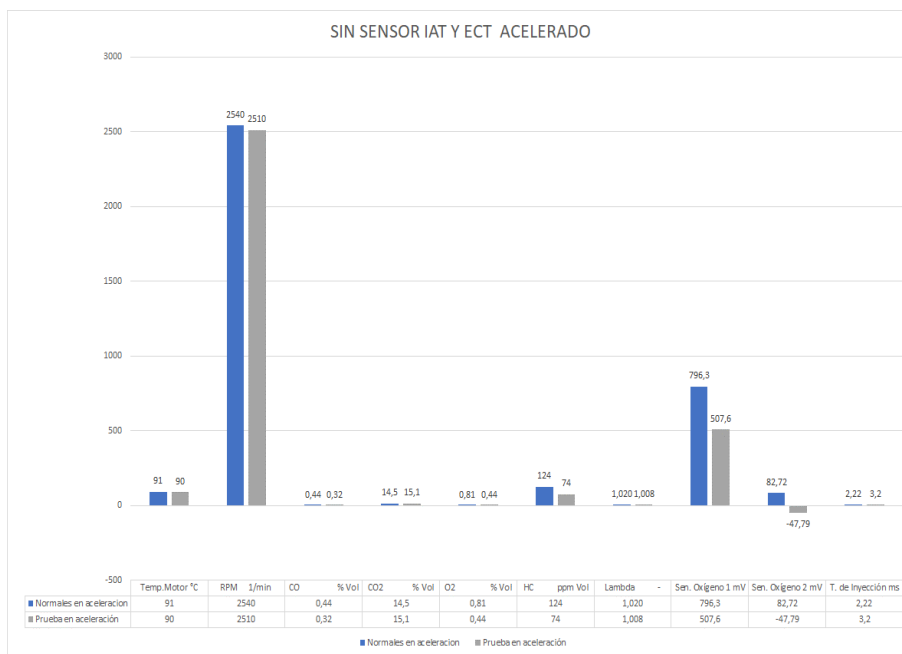
La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 679,5 mV, el sensor de oxígeno 2 en 223.3 mV, con un tiempo de inyección de 3.2 ms.

Los valores obtenidos al régimen de giro al mínimo se encuentran dentro de los parámetros establecidos, debido a que el sensor IAT y ECT realiza que el electroventilador se encienda y los rpm del vehículo se eleven, la mezcla estequiométrica es afectada.

Una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1.030, hidrocarburos no combustionados en 72 ppm, monóxido de carbono de 0.21 % en volumen y oxígeno de 0.81 % en volumen.

Figura 73

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor IAT y ECT



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin el sensor IAT y ECT.

Elaboración propia.

El pulso de inyección con un tiempo de 3.2 ms está fuera de rango por lo que los hidrocarburos no combustiónados y el CO₂ se elevan hasta salir de los rangos permitidos.

Estos valores se encuentran fuera de rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Rechazado.

Datos sin sensor MAP + IAT + ECT

Al tabular y comparar los datos obtenidos por el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, las diferencias en los resultados obtenidos se muestran en la tabla.

Tabla 21

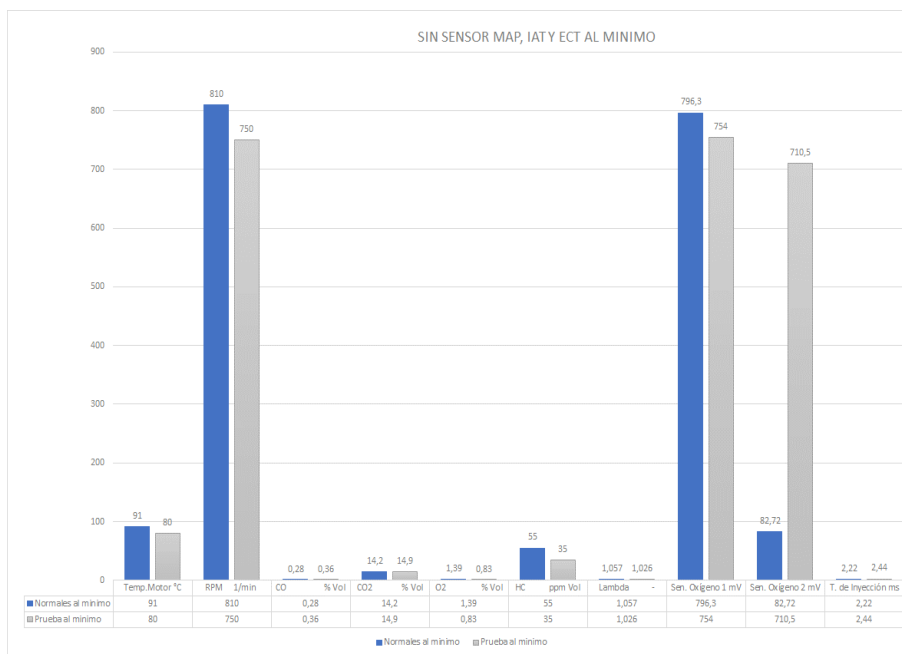
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP, IAT y ECT

SIN MAP IAT ECT										
Condición	Temp. Motor	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	°C	1/min	% Vol.	% Vol.	% Vol.	ppm Vol.	-	O ₂ mV	O ₂ mV	Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	750	0,36	14,9	0,83	35	1,026	754	710,5	2,44
Var.	11	60	0,08	0,7	0,56	20	0,031	42,3	627,78	0,22
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	80	2600	0,27	15,4	0,40	30	1,009	754	710,5	2,44
Var.	11	-60	0,17	0,9	0,41	94	0,011	679,5	223,3	2,46
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. Los datos de emisión de gases, tensión de los sensores de oxígeno y tiempo de inyección, tienen una variación que determina el resultado de la prueba de gases, presentada en esta tabla.

Figura 74

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT y ECT



Nota. La obtención de datos, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor MAP, IAT y ECT.

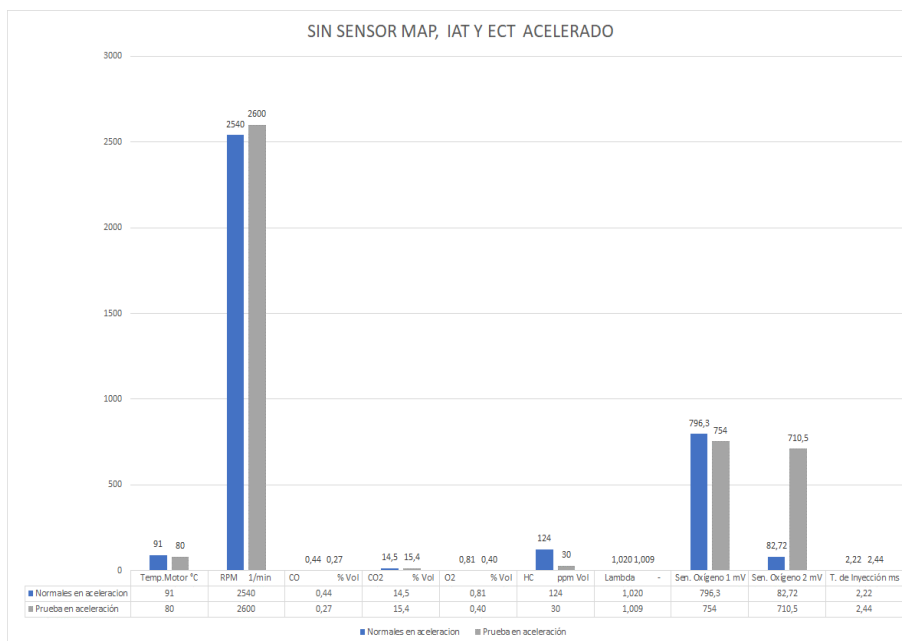
La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 754 mV, el sensor de oxígeno 2 en 710.5 mV, con un tiempo de inyección de 2.44 ms, indicando un correcto funcionamiento del catalizador.

Los valores obtenidos al régimen de giro al mínimo se encuentran dentro de los parámetros establecidos, debido a que el sensor MAP, IAT y ECT realiza que el electroventilador se encienda y los rpm del vehículo se eleven, en la mezcla estequiométrica no afecta.

Se presenta una mezcla estequiométrica con un valor de lambda de 1,026, hidrocarburos no combustionados en 35 ppm, monóxido de carbono de 0.36 % en volumen y oxígeno de 0.83 % en volumen.

Figura 75

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP, IAT y ECT



Nota. Sin el sensor MAP, IAT y ECT, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado.

Estos valores se encuentran en el rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Aprobado sin falta.

El sensor MAP varía las revoluciones del motor cuando es retirado, pero la ECU gestiona la dosificación de combustible y vuelve a sus revoluciones normales, por aquello la variación de los datos normales con los de la prueba varían por un momento, pero se estabiliza dando así un resultado de aprobado sin faltas.

Datos sin sensor MAP + Oxígeno 1

Los datos obtenidos mediante el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, fueron tabulados y comparados, obteniendo una variación de resultados que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 22

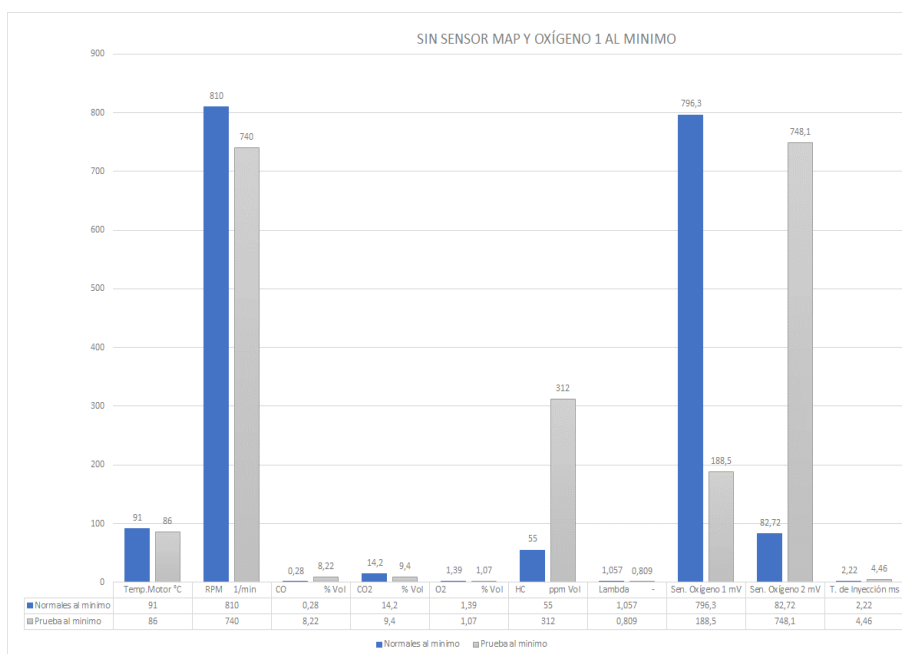
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP y Oxígeno 1

SIN MAP Y OXÍGENO 1										
Condición	Temp. Motor	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	°C	1/min	% Vol.	% Vol.	% Vol.	ppm Vol.	-	O ₂ mV	O ₂ mV	Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	86	740	8,22	9,4	1,07	312	0,809	188,5	748,1	4,46
Var.	5	70	7,94	4,8	0,32	257	0,248	607,8	665,38	2,24
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	188,5	748,1	4,46
P. acel.	86	2460	9,13	9,2	0,74	286	0,779	754	710,5	2,44
Var.	5	80	8,69	5,3	0,07	162	0,241	679,5	223,3	2,46
Resultado	RECHAZADO									

Nota. La tabla presenta los datos obtenidos de emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en pruebas estáticas al mínimo y en aceleración. Elaboración propia.

Figura 76

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP y Oxígeno 1



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor MAP y Oxígeno 1. Elaboración propia.

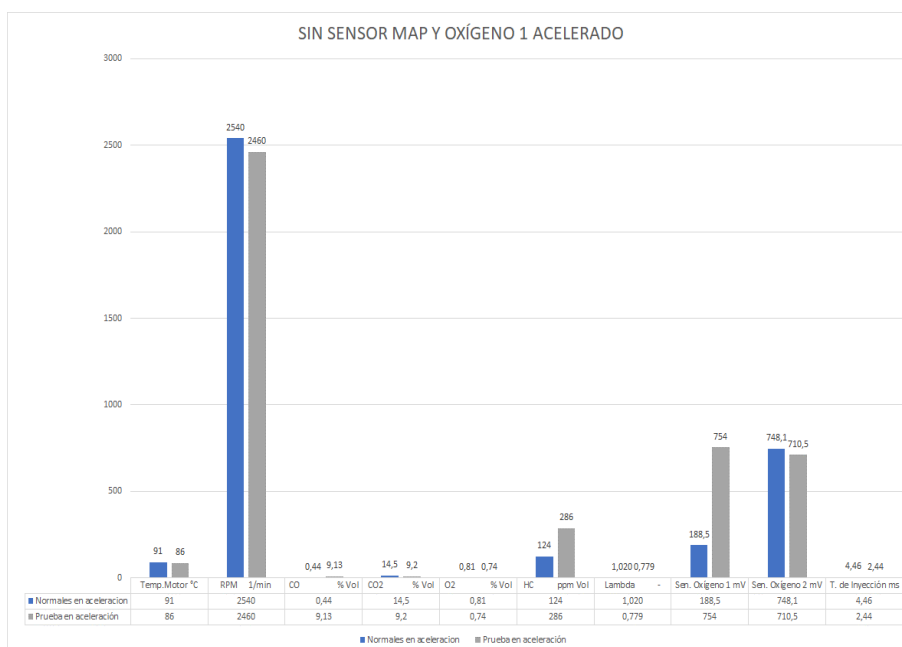
La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 188.5 mV, el sensor de oxígeno 2 en 748.1 mV, con un tiempo de inyección de 4.46 ms, indicando una mezcla incorrecta estequiométrica debido a los valores atípicos de del monóxido de carbono, los hidrocarburos no combustionados supera su rango normal, el tiempo de inyección alto y los voltajes de los sensores dan que es una mezcla rica.

Los valores obtenidos al régimen de giro al 740 se encuentran fuera de los parámetros establecidos, debido a que esta prueba se realizó con el sensor MAP y Oxígeno 1 desconectado.

Presentan una mezcla estequiométrica fuera de rango con un valor de lambda de 0.809, hidrocarburos no combustionados en 312 ppm, monóxido de carbono de 8.22 % en volumen y oxígeno de 1.07 % en volumen.

Figura 77

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP y Oxígeno 1



Nota. La obtención de datos, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin el sensor MAP y Oxígeno 1.

Estos valores se encuentran en el fuera del rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Rechazado.

En régimen de giro 2460 rpm no cambian las condiciones con régimen de giro de 740 rpm.

Datos sin sensor IAT + Oxígeno 1

Mediante la recopilación de parámetros de emisiones y voltaje de sensores se ha tabulado y comparado datos, obteniendo los siguientes resultados de variación.

Tabla 23

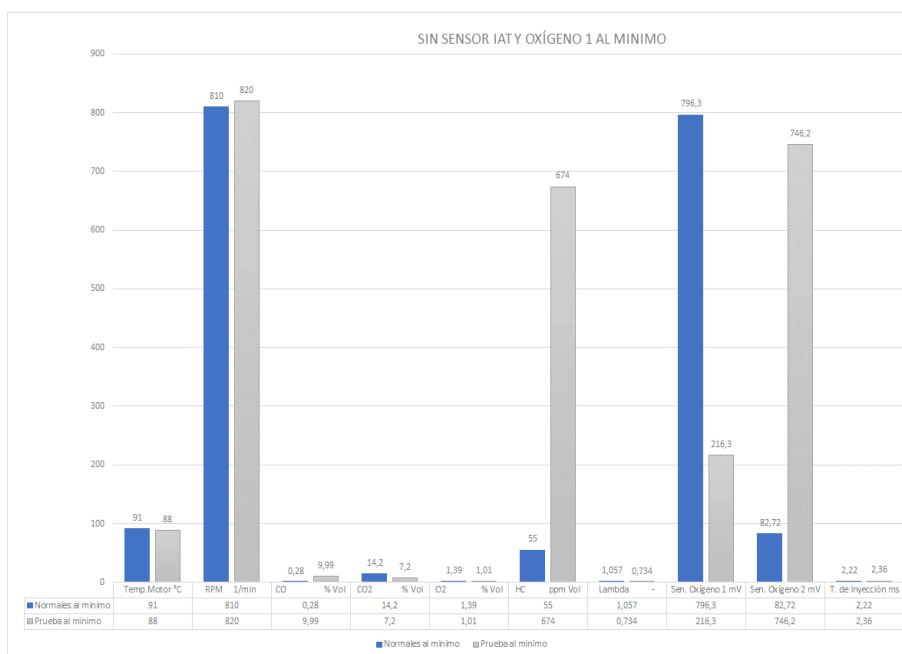
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor IAT y Oxígeno 1

SIN IAT Y OXÍGENO 1										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	88	820	9,99	7,2	1,01	674	0,734	216,3	746,2	2,36
Var.	3	10	9,71	7	0,38	619	0,323	580	663,48	0,14
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	188,5	748,1	4,46
P. acel.	88	2540	8,94	9,6	0,56	376	0,779	216,3	746,2	2,36
Var.	3	0	8,5	4,9	0,25	252	0,241	679,5	223,3	2,46
Resultado	RECHAZADO									

Nota. Los datos obtenidos a través de los equipos de medición con diferentes condiciones de pruebas, se ven reflejadas en la variación obtenida en la tabla.

Figura 78

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor IAT y Oxígeno 1



Nota. Sin el sensor IAT y Oxígeno 1, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralenti.

Los valores obtenidos al régimen de giro a 820 rpm se encuentran fuera de los parámetros establecidos, debido a que esta prueba se realizó con el sensor IAT y Oxígeno 1 desconectado.

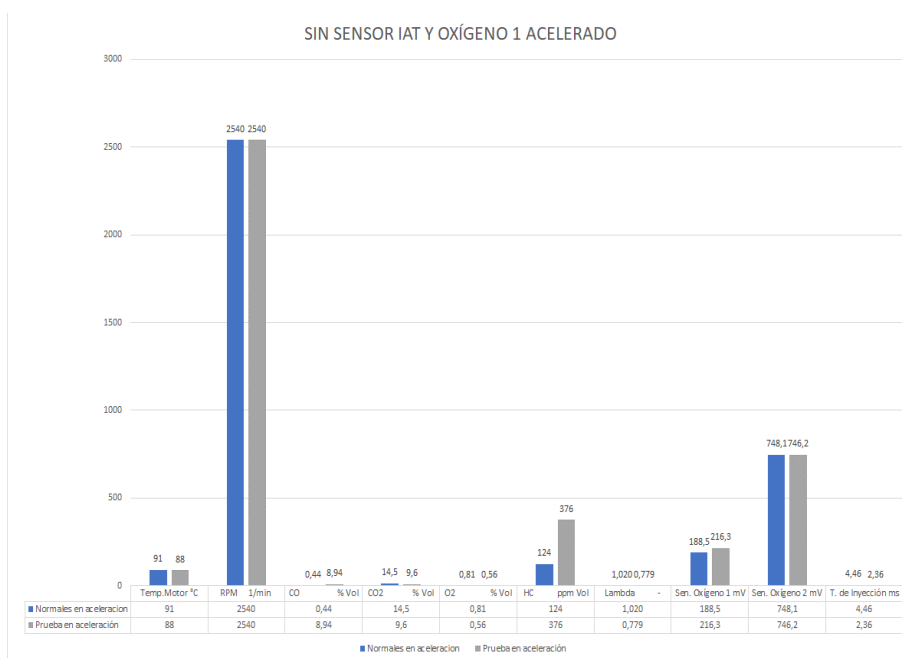
Estos valores se encuentran en el fuera del rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Rechazado.

Presentando una mezcla estequiométrica fuera de rango con un valor de lambda de 0.734, hidrocarburos no combustionados en 674 ppm, con un tiempo de inyección de 2.36 ms, monóxido de carbono de 9.99 % en volumen y oxígeno de 1.01 % en volumen.

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 216.3 mV, el sensor de oxígeno 2 en 746.2 mV.

Figura 79

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor IAT y Oxígeno 1



Nota. La gráfica presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin el sensor IAT y Oxígeno 1. Elaboración propia.

Los valores indican una mezcla incorrecta estequiométrica, debido a los valores atípicos de del monóxido de carbono, los hidrocarburos no combustionados supera su rango normal, el tiempo de inyección alto y los voltajes de los sensores dan que es una mezcla rica.

Estos valores se encuentran en el fuera del rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Rechazado.

Datos sin sensor ECT + Oxígeno 1

Al tabular y comparar los datos obtenidos por el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, las diferencias en los resultados obtenidos se muestran en la tabla.

Tabla 24

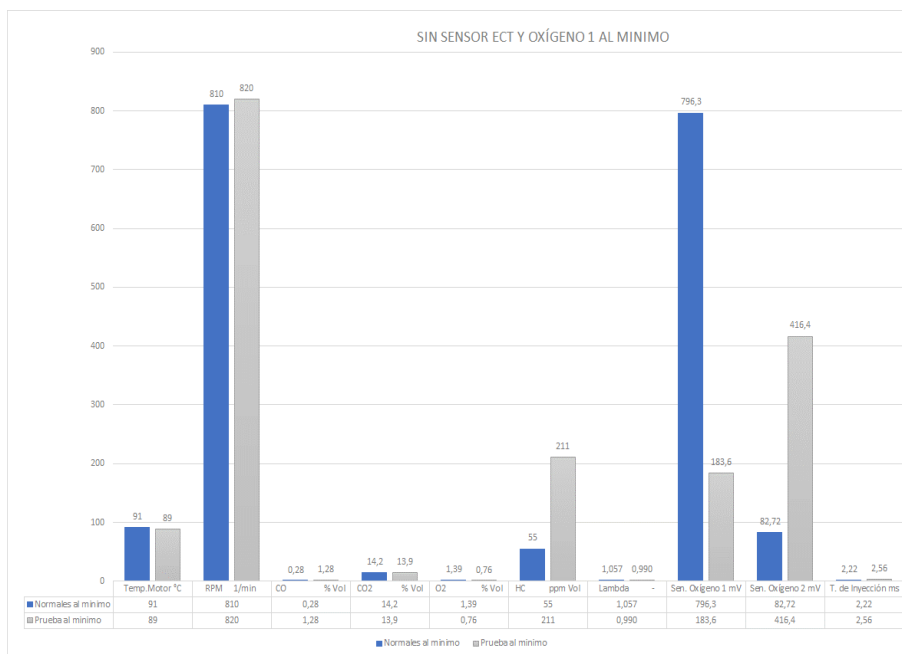
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor ECT y Oxígeno 1

SIN ECT Y OXÍGENO 1										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	89	820	1,28	13,9	0,76	211	0,990	183,6	416,4	2,56
Var.	2	10	1	0,3	0,63	156	0,067	612,7	333,68	0,34
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	188,5	748,1	4,46
P. acel.	89	2570	7,51	10,5	0,45	320	0,811	183,6	416,4	2,56
Var.	2	30	7,07	4	0,36	196	0,209	679,5	223,3	2,46
Resultado	RECHAZADO									

Nota. Los datos de emisión de gases, tensión de los sensores de oxígeno y tiempo de inyección, tienen una variación que determina el resultado de la prueba de gases, presentada en esta tabla.

Figura 80

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor ECT y Oxígeno 1



Nota. La obtención de datos, presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor ECT y Oxígeno 1.

Se presenta una mezcla estequiométrica fuera de rango con un valor de lambda de 0.990, hidrocarburos no combustionados en 211 ppm, con un tiempo de inyección de 2.56 ms, monóxido de carbono de 1.28 % en volumen y oxígeno de 0.76 % en volumen.

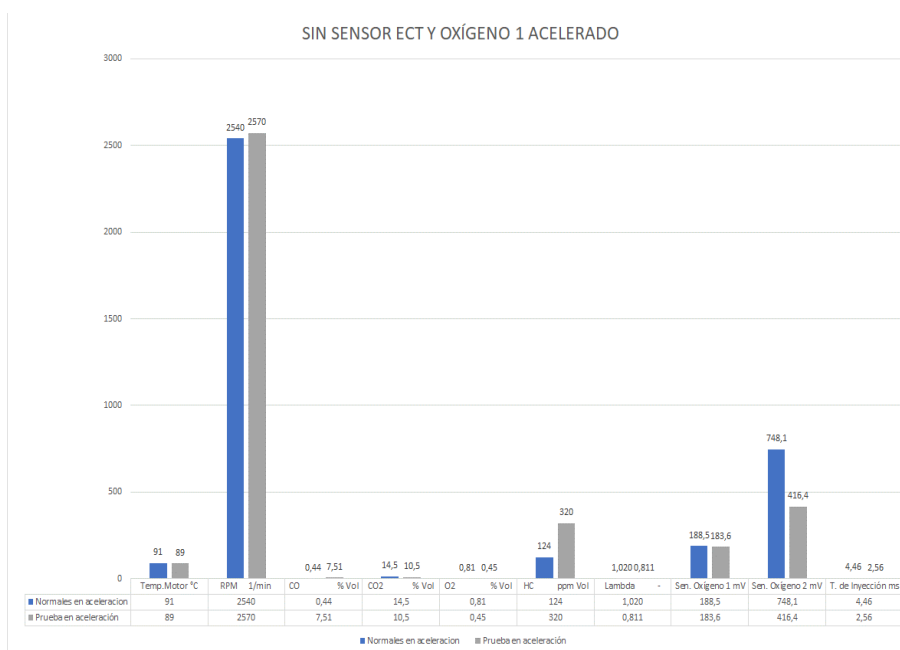
Los valores obtenidos al régimen de giro al mínimo se encuentran fuera de los parámetros establecidos, debido a que esta prueba se realizó con el sensor ECT y Oxígeno 1 desconectado,

La tensión de señal del sensor de oxígeno 1 de 183.6 mV, el sensor de oxígeno 2 en 416.4 mV, indicando una mezcla incorrecta estequiométrica debido a los valores atípicos de del

monóxido de carbono, los hidrocarburos no combustionados supera su rango normal, el tiempo de inyección alto y los voltajes de los sensores dan que es una mezcla rica.

Figura 81

Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor ECT y Oxígeno 1



Nota. Sin el sensor ECT y Oxígeno 1, presenta la variación de las emisiones de gases, voltajes de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado.

Estos valores se encuentran en el fuera del rango establecido por la normativa INEN y por el manual del fabricante por lo cual el reporte emitido por el analizador de gases indica un resultado de Rechazado.

Los valores indican una mezcla incorrecta estequiométrica, debido a los valores atípicos de del monóxido de carbono, los hidrocarburos no combustionados supera su rango normal, el tiempo de inyección alto y los voltajes de los sensores dan que es una mezcla rica.

Datos sin sensor MAP + Oxígeno 2

Los datos obtenidos mediante el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, fueron tabulados y comparados, obteniendo una variación de resultados para el análisis correspondiente que se presenta en la tabla.

Tabla 25

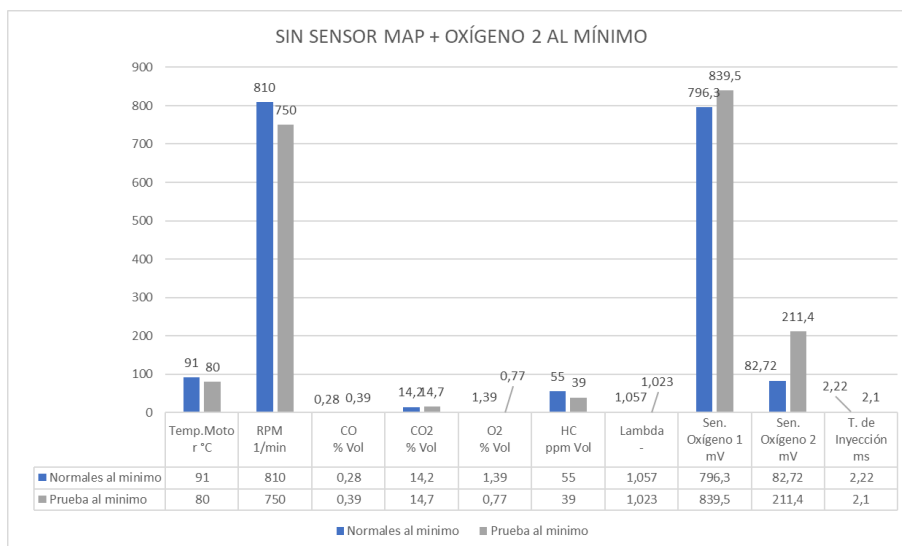
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP y oxígeno 2

SIN SENSOR MAP + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	750	0,39	14,7	0,77	39	1,023	839,5	211,4	2,1
Var.	11	60	0,11	0,5	0,62	16	0,034	43,2	128,68	0,12
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	80	2600	0,18	15,2	0,30	40	1,007	839,5	211,4	2,1
Var.	11	60	0,26	0,7	0,51	84	0,013	43,2	128,68	0,12
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. La tabla se describe los datos al mínimo y en aceleración tanto de análisis de gases como tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección bajo la condición de fallo sin el sensor MAP y oxígeno 2.

Figura 82

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP y oxígeno 2



Nota. La imagen de la gráfica comparativa en régimen de giro de ralentí es bajo condiciones de desconexión del sensor MAP y oxígeno 2.

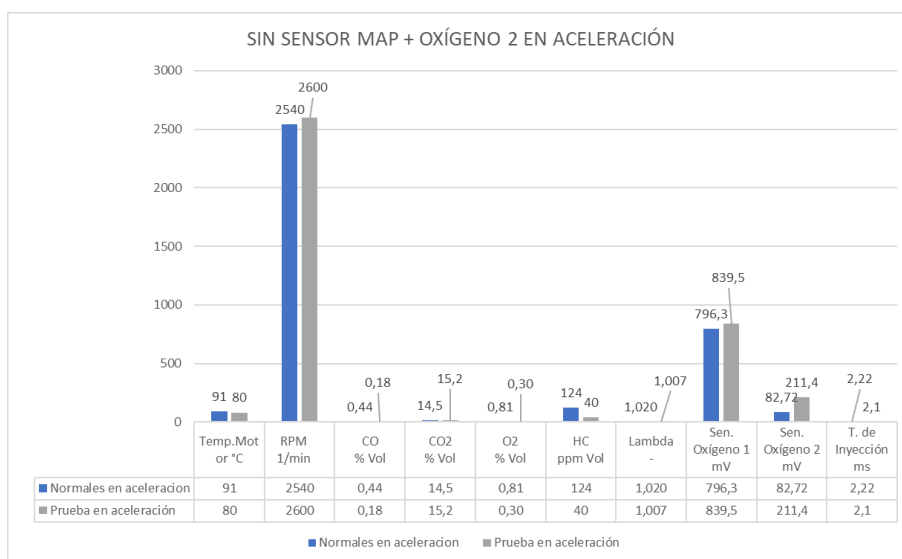
Al desconectar el sensor MAP y sensor de oxígeno 2 después del catalizador se observa que, la prueba de gases al mínimo a un régimen de 750 rpm, se mantiene una relación lambda λ de 1.023, valor que genera una mezcla con tendencia a estequiométrica que conlleva a mantener los niveles de hidrocarburos en 39 ppm, monóxido de carbono 0.39 % en volumen y oxígeno en 0.77 % en volumen, dentro de los rangos establecidos, teniendo la mayor variación con 0.62 % en volumen de oxígeno con respecto a condiciones iniciales. El porcentaje de monóxido de carbono se encuentra por encima del 12% con un valor de 14.7% describiendo una correcta combustión de la mezcla aire combustible en el interior del cilindro.

Con respecto a la tensión de los sensores de oxígeno, se evidencia que el sensor 1 marca un valor de 839.5 mV y el sensor 2 un valor de 239.4 mV, el catalizador desarrolla con normalidad los procesos de oxidación y reducción generando una la salida de oxígeno hacia el medio ambiente en proporciones correctas, el tiempo de inyección se encuentra en 2.1 ms, rango correcto de funcionamiento.

Debido a que los niveles de hidrocarburos y monóxido de carbono no superan las 200 ppm y el 1% en volumen respectivamente se obtiene un resultado de aprobado sin faltas.

Figura 83

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP y oxígeno 2



Nota. La ilustración presenta la variación de las emisiones de gases, voltajes de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, sin el sensor MAP y oxígeno 2.

En la prueba de emisiones en aceleración a 2600 rpm, se observa un tiempo de inyección de 2.1 ms, tiempo correcto de funcionamiento del inyector con respecto a los 2.22 ms de las condiciones iniciales, se verifica que el factor lambda λ se encuentra en el valor de 1.007 una mezcla con tendencia estequiométrica de 14.7 gr de aire y 1gr de combustible, garantizando que los hidrocarburos no combustiónados se encuentren por debajo de las 200 ppm, con 40 ppm un valor bajo que conlleva a que el monóxido de carbono se ubique en un valor de 0.18 % en volumen dentro del umbral permisible de 0 a 0.6 % en volumen ratificando el resultado de aprobado sin faltas.

Datos sin sensor IAT + Oxígeno 2

Mediante la recopilación de parámetros de emisiones y tensión de sensores de oxígeno, se ha tabulado y comparado datos del comportamiento obteniendo los siguientes resultados de variación.

Tabla 26

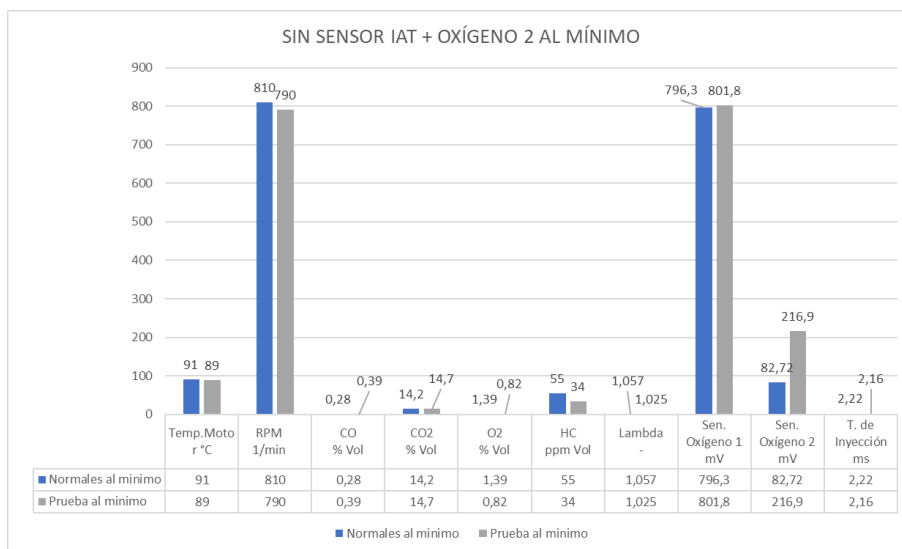
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor IAT + oxígeno 2

SIN SENSOR IAT + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	89	790	0,39	14,7	0,82	34	1,025	801,8	216,9	2,16
Var.	2	20	0,11	0,5	0,57	21	0,032	5,5	134,18	0,06
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	89	2510	0,14	15,3	0,42	36	1,014	801,8	216,9	2,16
Var.	2	30	0,3	0,8	0,39	88	0,006	5,5	134,18	0,06
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. Se describe en la tabla con los valores obtenidos de la prueba de emisiones de gases y tensión de sensores de oxígeno con el osciloscopio, bajo la condición de fallo sin el sensor IAT y oxígeno 2.

Figura 84

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor IAT y oxígeno 2



Nota. Los parámetros sin el sensor IAT y oxígeno 2 a régimen de ralentí de 790 rpm con respecto a los resultados de las condiciones ideales a 810 rpm, se detallan en la representación gráfica de barras.

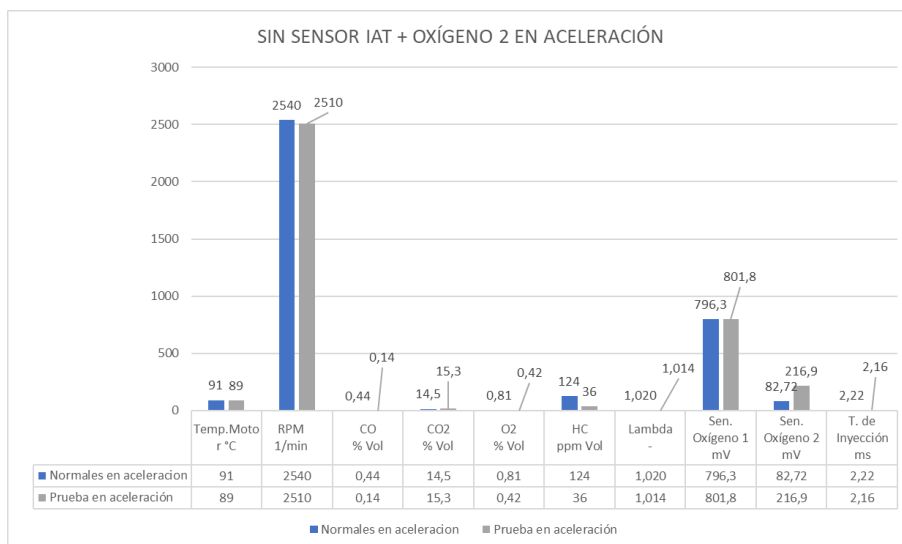
Cuando se presenta un condición de fallo de la ausencia de señal del sensor de temperatura de aire de admisión y sensor de oxígeno 2 después del catalizador hacia la unidad de control, en la prueba al mínimo a 790 rpm, se observa una reducción de los hidrocarburos no combustionados de 55 ppm a 34 ppm con respecto a las condiciones iniciales, al contrario del monóxido de carbono pasa de 0.28% en volumen a 0.39% en volumen una variación de 0.11%, valores que no afectan al resultado final de la prueba de gases al encontrarse dentro del umbral establecido de 0 a 160 ppm en hidrocarburos y 0 a 0.6% en volumen para el monóxido de carbono, para un resultado de aprobación sin falta.

La tensión emitida por los sensores de oxígeno hacia la ECU, refleja un aumento de 134.28 mV en el sensor de oxígeno 2 con respecto a la condición inicial, esto a causa de encontrarse en fallo, con respecto al tiempo de inyección se mantiene con 2.16 ms,

identificando que el sensor de oxígeno 2 no realiza operaciones para el ajuste de combustible, más bien es un sensor que determina el estado del catalizador mediante la lectura de la salida de oxígeno, que para el caso al estar en fallo la computadora interpreta un valor de 216.9 mV.

Figura 85

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración el sensor IAT y oxígeno 2



Nota. Los parámetros descritos en la representación gráfica, hacen referencia a la comparativa de datos sin el sensor IAT y oxígeno 2, bajo condiciones de ralentí en aceleración en un rango comprendido entre 2400 a 2600 rpm.

Durante el desarrollo de la prueba en aceleración a 2510 rpm se mantiene una relación lambda λ de 1.014, analizado el dato se traduce a una mezcla pobre con más presencia de oxígeno que combustible, los parámetros tanto de gases como tiempo de inyección de 2.16 ms no se verán afectados y el motor dispondrá de una combustión de aire combustible adecuada, donde el valor de dióxido de carbono es alto con 15.3 % en volumen, mientras más alto sea este valor la combustión es completa. Por tal motivo se menciona que, al realizar la condición de fallo con combinación de sensores mencionada, el reporte emitido por el analizador de

gases es de aprobado sin faltas, por desarrollarse un ajuste de combustible generado por el sensor de oxígeno 1 conectado.

Datos sin sensor ECT + Oxígeno 2

Al tabular y comparar los datos obtenidos por el análisis de gases y el osciloscopio Autoscope, las diferencias en los resultados obtenidos se muestran en la tabla.

Tabla 27

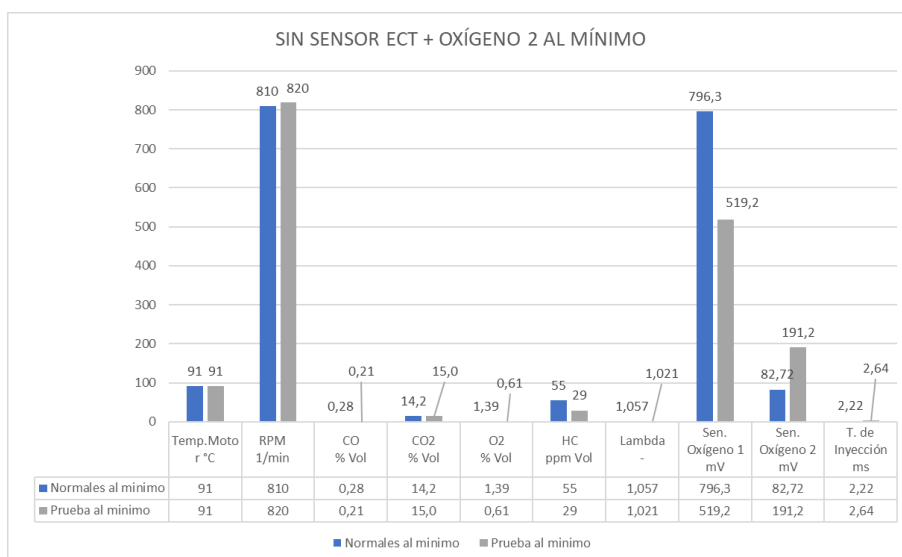
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor ECT + oxígeno 2

SIN SENSOR ECT + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	91	820	0,21	15,0	0,61	29	1,021	519,2	191,2	2,64
Var.	0	10	0,07	0,8	0,78	26	0,036	277,1	108,48	0,42
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	91	2450	0,15	15,4	0,18	33	1,003	519,2	191,2	2,64
Var.	0	90	0,29	0,9	0,63	91	0,017	277,1	108,48	0,42
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. Los datos de tiempo de inyección, emisiones y voltaje de sensores se ubican en la tabla para una prueba sin sensores ECT y oxígeno 2.

Figura 86

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor ECT y oxígeno 2



Nota. La figura se establece la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno 1 y 2 respectivamente y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí entre 500 a 1200 rpm, sin el sensor ECT y oxígeno 2.

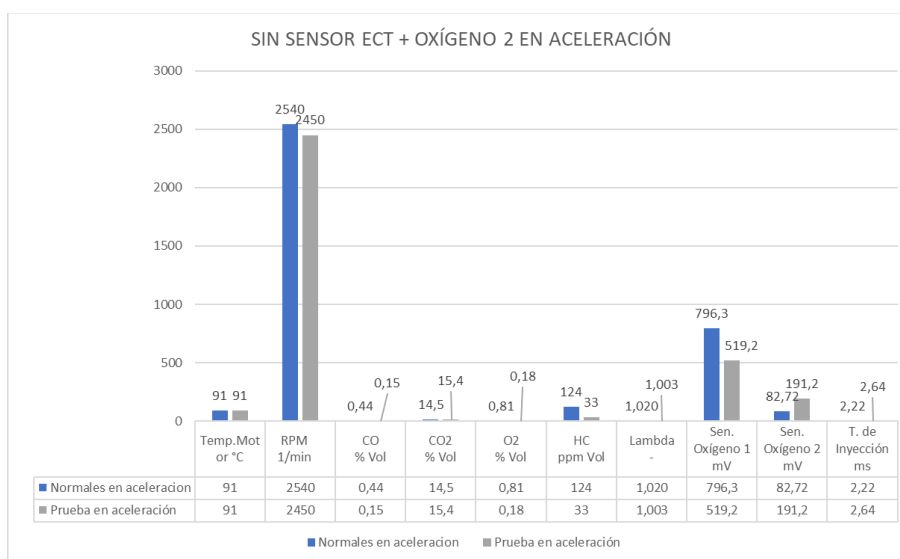
El análisis de gases a un régimen de trabajo del motor al mínimo a 820 rpm sin la presencia de señal del sensor de temperatura de refrigerante del motor hacia la unidad de control, se presencia un ligero aumento en tiempo de inyección con un valor de 2.64 ms, a causa de iniciar el funcionamiento del electroventilador como medida de protección para el motor, mientras que en los valores de emisiones el oxígeno bajó a 0.61% en volumen con respecto a los datos iniciales, por un ligero incremento de combustible ingresado en la cámara de combustión, los hidrocarburos aumentaron 26 ppm por el incremento de 0.42 ms en el tiempo de inyección, valores despreciables que generan un reporte de emisiones aprobado sin faltas.

Analizando el sensor de oxígeno la tensión generada se establece cerca del rango mínimo de los 500 mV con 519.2 mV, ejecutando el ajuste de combustible necesario para

mantener condiciones favorables para la combustión reflejado en la relación lambda de 1.021 una mezcla con tendencia a estequiométrica de 14.7 gr de aire y 1 gr de combustible.

Figura 87

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor ECT y Oxígeno 2



Nota. Sin la presencia de tensión de señal de los sensores ECT y oxígeno 2 hacia la unidad de control, en la prueba en aceleración a 2450 rpm se obtiene los valores detallados en representación de datos en las barras de la figura.

La principal diferencia se puede evidenciar que la relación lambda λ en la prueba en aceleración a un régimen de 2450 rpm con un valor de 1.003 tiene la tendencia a ser una mezcla estequiométrica de 1, que a pesar de estar en funcionamiento el electroventilador, la computadora no interpreta como un estado del motor frío para ajustar la relación lambda menor a 1 a una mezcla rica, esto porque el motor para el desarrollo del test oficial necesariamente debe estar a temperatura ideal de funcionamiento superior a los 80 grados centígrados.

Los hidrocarburos con 33 ppm y el monóxido de carbono con 0.15 % en volumen, valores muy por debajo de establecido, se encuentran dentro de los umbrales para determinar

un resultado de aprobado sin faltas, es decir, los hidrocarburos están en el rango de 0 a 160 ppm y el monóxido de carbono en el rango de 0 a 0.6 % en volumen rango ideal de operación para reporte emitido con resultado de aprobado sin faltas.

Datos sin sensor MAP + Oxígeno 1 y 2

Mediante la recopilación de parámetros de la prueba de emisiones y tensión de sensores de oxígeno bajo condiciones de fallo se tabuló y comparó datos, obteniendo los resultados descritos para condiciones al mínimo y en aceleración.

Tabla 28

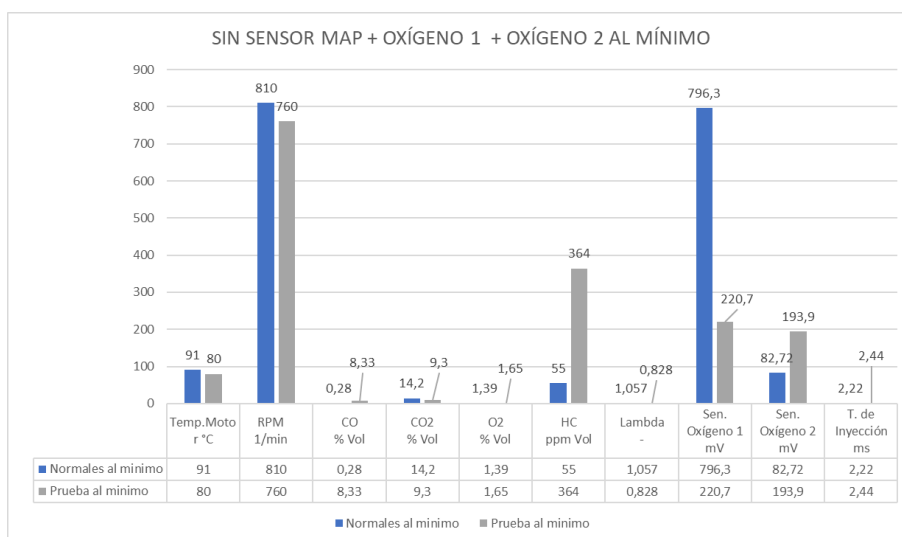
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + oxígeno 1 y 2

SIN SENSOR MAP + OXÍGENO 1 + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	760	8,33	9,3	1,65	364	0,828	220,7	193,9	2,44
Var.	11	50	8,05	4,9	0,26	309	0,229	575,6	111,18	0,22
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	80	2490	9,70	9,1	0,47	471	0,754	220,7	193,9	2,44
Var.	11	50	9,26	5,4	0,34	347	0,266	575,6	111,18	0,22
Resultado	RECHAZADO									

Nota. En la tabla se observa los datos obtenidos en las pruebas al mínimo entre 500 y 1200 rpm y en aceleración a 2540 rpm para condiciones ideales y 2490 rpm para condiciones bajo una condición de fallos sin el sensor MAP + oxígeno 1 y 2.

Figura 88

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor MAP, Oxígeno 1 y 2



Nota. La gráfica compara el valor de emisiones de gases, voltajes de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí, sin el sensor MAP, oxígeno 1 y 2.

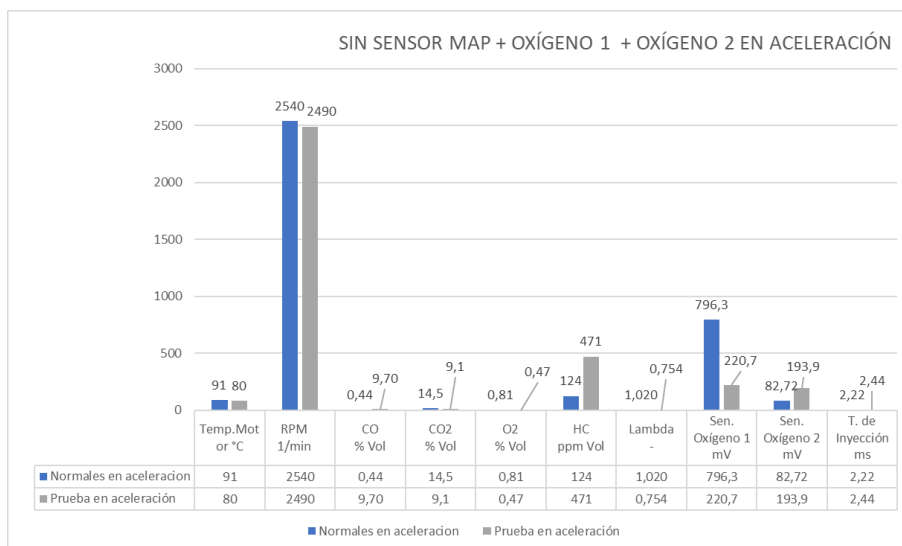
Al generar una condición de fallo para el desarrollo de la prueba sin el sensor MAP y los dos sensores de oxígeno, se verifica que el valor de lambda λ es de 0.828, una mezcla rica que conlleva al aumento de hidrocarburos no combustionados a 364 ppm ubicándose en el umbral superior a las 200 ppm y el de monóxido de carbono aumenta a 8.33 % en volumen 7.33% en volumen del valor permisible respecto a la normativa, el oxígeno por lo contrario es menor a 5% en volumen con 1.65 % conllevando a que el dióxido de carbono esté por debajo del 12% con un valor de 9.3 % en volumen teniendo una considerable variación de 4.9 % en volumen indicando una combustión incompleta y baja eficiencia del motor.

La tensión de los sensores de oxígeno al estar desconectados se mantendrá estables para el caso el sensor 1 está en los 220.7 mV y el sensor 2 en los 193.9 voltios, observando en la interfaz del osciloscopio no se generará la curva característica y debido a la mezcla rica el tiempo de inyección aumentó a 2.44 ms, 0.22 ms por encima de la condición inicial.

Bajo este análisis de los principales gases como el monóxido de carbono y los hidrocarburos se establece una prueba de gases como rechazada, al ubicarse en el umbral superior a los permisible de acuerdo a la normativa.

Figura 89

Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, oxígeno 1 y 2



Nota. La gráfica de barras hace referencia a la variación de las emisiones de gases, tensión de los sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado entre 2400 a 2600 rpm sin la emisión de señal hacia la ECU de los sensores MAP, oxígeno 1 y 2.

A un régimen de giro de 2490 rpm en la prueba de aceleración, la relación lambda λ baja a 0.754 un valor menor a 1 con condición de mezcla rica, saliendo del rango adecuado los valores de hidrocarburos no combustionados con 471 ppm y el monóxido de carbono con 9.26 % en volumen más que la prueba en condiciones ideales, el oxígeno continúa en valores inferiores al 1% en volumen, con una combustión incompleta bajo el análisis del dióxido de carbono, ubicado en un valor de 9.1% en volumen.

Finalizando se puede mencionar que al momento de aumentar los hidrocarburos a 471 ppm y el monóxido de carbono a 9.20% en volumen el resultado del test emitido es de rechazado, por la falta de ajuste de combustible que no realizó el sensor de oxígeno 1 aumentando el tiempo de inyección a 2.44 ms, 0.22ms más que desequilibra las condiciones de mezcla aire combustible ideales.

Datos sin sensor IAT + Oxígeno 1 y 2

Al desarrollar el análisis de emisiones de gases y la tensión de los sensores de oxígeno mediante el osciloscopio Autoscope, se tabuló y comparó los resultados con el fin de obtener un análisis de la condición de mezcla aire combustible, obteniendo una variación de resultados que se presenta en la tabla.

Tabla 29

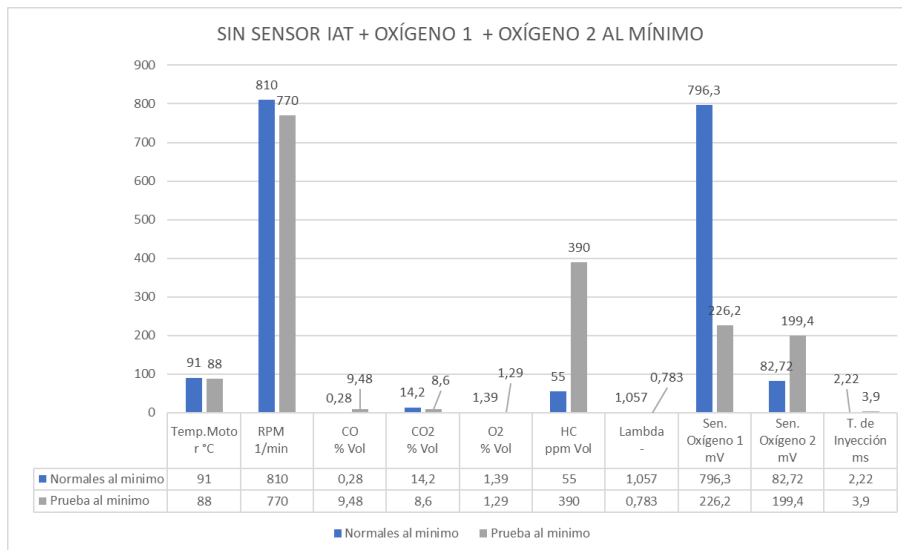
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor IAT + oxígeno 1 y 2

SIN SENSOR IAT + OXÍGENO 1 + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	88	770	9,48	8,6	1,29	390	0,783	226,2	199,4	3,9
Var.	3	40	9,2	5,6	0,1	335	0,274	570,1	116,68	1,68
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	88	2600	7,97	10,0	0,67	283	0,806	226,2	199,4	3,9
Var.	3	60	7,53	4,5	0,14	159	0,214	570,1	116,68	1,68
Resultado	RECHAZADO									

Nota. Se dispone de la tabla con los valores de los principales productos de las emisiones producto de la combustión, tiempo de inyección y tensión de sensores de oxígeno. Resultados sin el sensor IAT + oxígeno 1 y 2 como condición de fallo para el análisis.

Figura 90

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor IAT, oxígeno 1 y 2



Nota. La figura detalla la variación de datos analizado mediante barras de los resultados sin la presencia de señal de los sensores IAT, oxígeno 1 y 2 hacia la unidad de control, en prueba al mínimo en un rango de 500 a 1200 rpm.

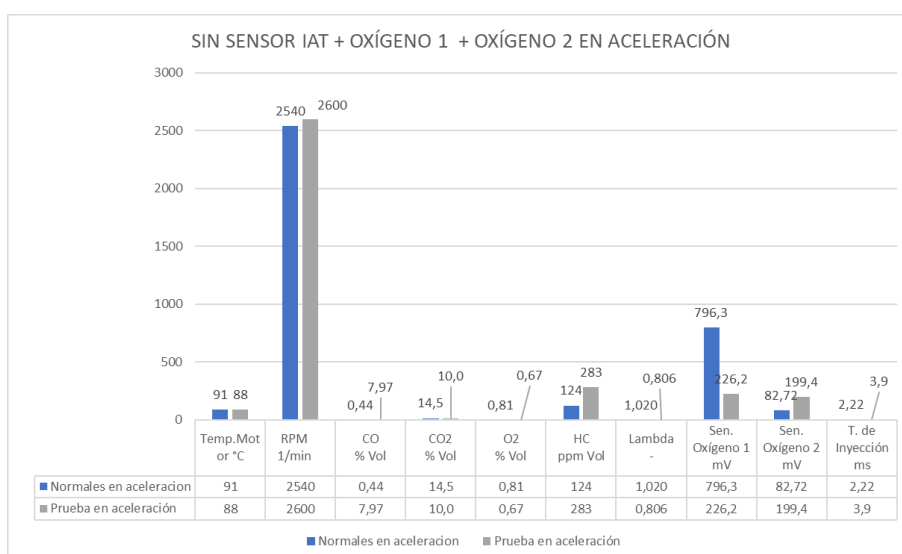
Con el sensor de temperatura de aire de admisión y los sensores de oxígeno en condición de fallo en la prueba al mínimo con 770 rpm, se presencia una mezcla rica con un valor de lambda λ de 0.783, valor que en las emisiones se refleja en el aumento de hidrocarburos con 335 ppm más que las condiciones normales de 810 ppm, además el monóxido de carbono a aumentando un 9.2% en volumen, valores que salen del rango permisible de 200 ppm para hidrocarburos y 1% en volumen para monóxido de carbono.

Al referirnos y analizar el tiempo de inyección se observa un considerable aumento con un tiempo de 3.9 ms, 1.68ms más que la condición ideal de funcionamiento, un aumento de combustible reflejado en el resultado de rechazado de la prueba de gases.

Los sensores de oxígeno durante el desarrollo de la prueba envían a la unidad de control valores de tensión 226.2 mV en el primer sensor y 199.4 mV en el segundo sensor, por tal motivo no se realiza una regulación de combustible generando las condiciones mencionadas de rechazo en la prueba de emisiones.

Figura 91

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor IAT, oxígeno 1 y 2



Nota. La figura permite interpretar la variación de las emisiones de gases, tensión de los sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado de 2600 rpm, mediante diagramas de barras, sin el sensor IAT, oxígeno 1 y 2 como condición de fallo.

Al desarrollar la prueba en aceleración a 2600 rpm no existe un aumento considerable de los hidrocarburos con 283 ppm y 124 ppm en condiciones ideales, pero siguen fuera de los parámetros establecidos, generando un aumento de monóxido de carbono a 7.97% en volumen

ubicado en el umbral de mayor a 1% en volumen de resultado rechazado y el oxígeno se encuentra en rangos adecuados de funcionamiento inferior al 5% en volumen, al encontrarse con una mezcla rica. El dióxido de carbono está por debajo del 12% con un valor de 10% en volumen, traducido a un bajo rendimiento del motor.

Los parámetros antes mencionados en especial la relación lambda λ menor a 1 producto de la falta de ajuste de combustible han generado un reporte de rechazado por elevados índices de gases nocivos para la salud, como el monóxido de carbono y los hidrocarburos.

Datos sin sensor ECT + Oxígeno 1 y 2

Finalizado la prueba de análisis de emisiones de gases y tensión de los sensores de oxígeno se ha tabulado y comparado datos, obteniendo los parámetros necesarios para describir un diagnóstico y comparativa de condiciones.

Tabla 30

Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor ECT + oxígeno 1 y 2

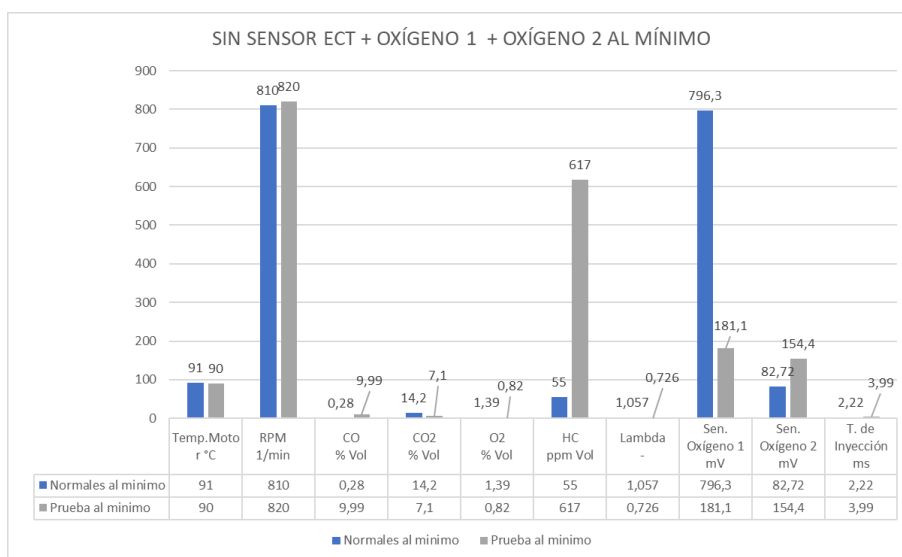
SIN SENSOR ECT + OXÍGENO 1 + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	90	820	9,99	7,1	0,82	617	0,726	181,1	154,4	3,99
Var.	1	10	9,71	7,1	0,57	562	0,331	615,2	71,68	1,77
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	90	2550	7,32	10,6	0,47	349	0,815	181,1	154,4	3,99

SIN SENSOR ECT + OXÍGENO 1 + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO ₂ % Vol.	O ₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
Var.	1	10	6,88	3,9	0,34	225	0,205	615,2	71,68	1,77
Resultado	RECHAZADO									

Nota. La tabla describe los datos obtenidos durante el desarrollo de las pruebas en un régimen de giro del motor al mínimo con 820 rpm y en aceleración a 2550 rpm, bajo la condición de fallo de prueba sin sensor ECT + oxígeno 1 y 2.

Figura 92

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor ECT, oxígeno 1 y 2



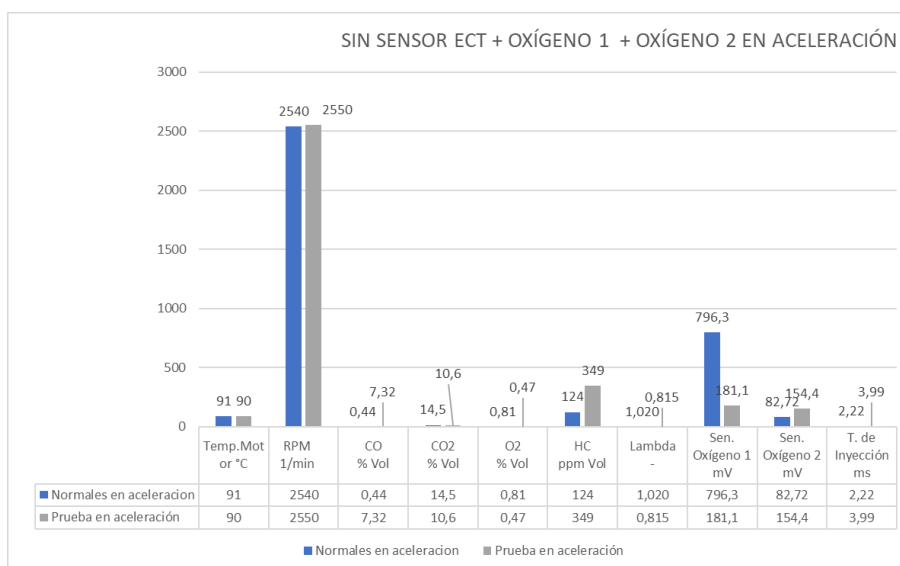
Nota. La comparativa de los resultados de las emisiones de gases producto de la combustión, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro en ralentí, sin el sensor ECT, oxígeno 1 y 2 como condición de fallo se presenta en los diagramas de barras de la figura.

Para el caso de fallo del sensor de temperatura del refrigerante del motor y sensores de oxígeno 1 y 2, se observa un considerable aumento de hidrocarburos a 617 ppm, 417 ppm más que los límites permisibles, de igual forma el dióxido de carbono ha aumentado de 0.28% en volumen de las condiciones ideales a 9.99% en volumen, la relación lambda λ es de 0.726, mezcla rica que se evidencia el aumento del tiempo de inyección de 2.22 ms a 3.99 ms, por accionamiento del electroventilador como medida de protección del motor y la interpretación de la computadora como una temperatura de -40 grados centígrados.

Los sensores de oxígeno al estar desconectados envían una tensión de 181.1 mV para el sensor 1 y 154.4 mV para el sensor 2 hacia la unidad de control, indicando una falta de regulación de combustible.

Figura 93

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor ECT, oxígeno 1 y 2



Nota. La variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado a 2550 rpm, sin el sensor ECT, Oxígeno 1 y 2 como condición de fallo, se detalla en la figura de representación de diagrama de barras.

Al desarrollar la prueba de aceleración a 2550 rpm el factor lambda λ es de 0.815, mezcla rica, aumentando las partículas por millón de hidrocarburos a 225 ppm emitidas al medio ambiente, por otro lado, el oxígeno emitido al ambiente está por debajo del valor límite de 5% en volumen, con un porcentaje de 0.34% en volumen menor que la condición inicial de 0.81% en volumen, por este motivo el valor de relación de lambda λ es menor a 1 y un resultado del test de rechazado, por situarse los hidrocarburos en el umbral superior a 200 ppm y el monóxido de carbono superior al 1% en volumen.

Datos sin sensor MAP + IAT + Oxígeno 1

Finalizado el análisis de gases producto de la combustión del motor de combustión y la obtención de parámetros de señal de los sensores de oxígeno con el osciloscopio Autoscope, los mismo fueron tabulados y comparados, obteniendo una variación de resultados que se presenta.

Tabla 31

Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + IAT + oxígeno 1

SIN SENSOR MAP + IAT + OXÍGENO 1										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	760	9,23	8,8	0,94	805	0,766	248,3	815,2	2,76
Var.	11	50	8,95	5,4	0,45	750	0,291	548	732,48	0,54
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	80	2570	9,99	8,8	0,48	1087	0,731	248,3	815,2	2,76

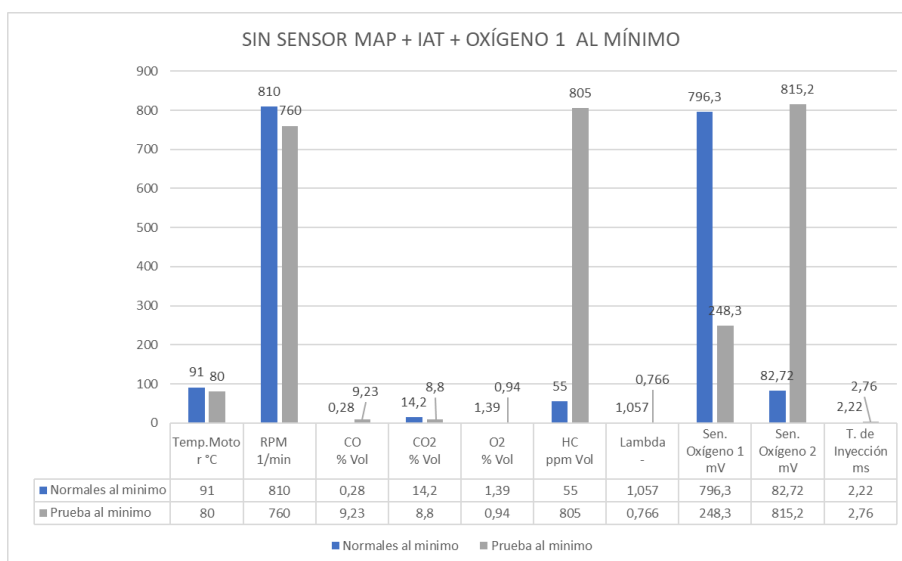
SIN SENSOR MAP + IAT + OXÍGENO 1

Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO ₂ % Vol.	O ₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
Var.	11	30	9,55	5,7	0,33	963	0,289	548	732,48	0,54
Resultado	RECHAZADO									

Nota. Los datos de tiempo de inyección, emisiones de gases y tensión de sensores los sensores de oxígeno 1 y 2 se describen en la tabla, prueba desarrollada bajo la condición de fallo sin los sensores MAP, IAT y Oxígeno1.

Figura 94

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor MAP, IAT y oxígeno1

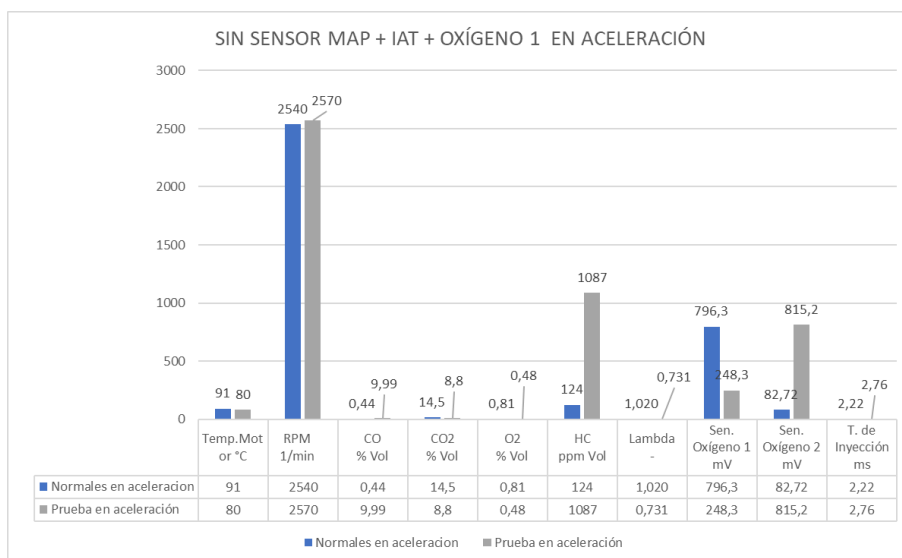


Nota. La figura detalla el diagrama de barras de la variación de los parámetros de emisiones y tensión de los sensores de oxígeno, en una prueba realizada a un régimen de giro ralentí entre 500 a 1200 rpm, sin la presencia de señal de los sensores MAP, IAT y oxígeno 1 hacia la ECU.

De igual forma que los casos antes descritos, al perder la señal del sensor de oxígeno 1 antes del catalizador hacia la unidad de control, no se ejecuta el ajuste de combustible, observando que los hidrocarburos están por encima de parámetros establecidos, para este caso de prueba se tiene 805 ppm, una variación de 750 ppm con respecto a condiciones iniciales de prueba, al tener un aumento de esta condición también se eleva el porcentaje de monóxido de carbono con un 8.95% más que las pruebas iniciales superando el 1% en volumen permisible. En cuanto al dióxido de carbono el valor es de 8.8 % en volumen valor que recalca la condición de combustión incompleta, con presencia de combustible a la salida de los gases de escape.

Figura 95

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP, IAT y Oxígeno 1



Nota. Los parámetros obtenidos durante el desarrollo de la prueba en aceleración sin el sensor MAP, IAT y Oxígeno 1, se detalla en la imagen.

La prueba en aceleración a 2570 revoluciones por minuto se mantiene una condición de mezcla rica con la relación lambda λ de 0.731, acompañado de un aumento del tiempo de inyección de 2.2 ms a 2.7ms, incrementando el porcentaje de hidrocarburo a 1087 ppm un

elevado parámetro de funcionamiento que supera el umbral de las 200 ppm permisibles y por el contrario un bajo porcentaje de oxígeno de 0.48 % en volumen, ubicado en el umbral de 0 a 3% en volumen para una condición ideal solo del oxígeno, por la presencia de una elevado índice de hidrocarburos se obtiene un resultado del test rechazado.

En cuanto a tensión de los sensores de oxígeno se evidencia en el sensor 1, un valor de 248.3 mV y la tensión del sensor 2 de 815.2 mV, la computadora interpreta una entrada alta de oxígeno y salida de oxígeno baja, parámetros suficientes para gestionar una mezcla rica y un resultado de rechazado en análisis de gases.

Datos sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 1

Mediante la recopilación de parámetros de pruebas de emisiones y tensión de sensores de oxígeno del vehículo de prueba, se ha tabulado y comparado datos, obteniendo los resultados de variación de parámetros.

Tabla 32

Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + ECT + oxígeno 1

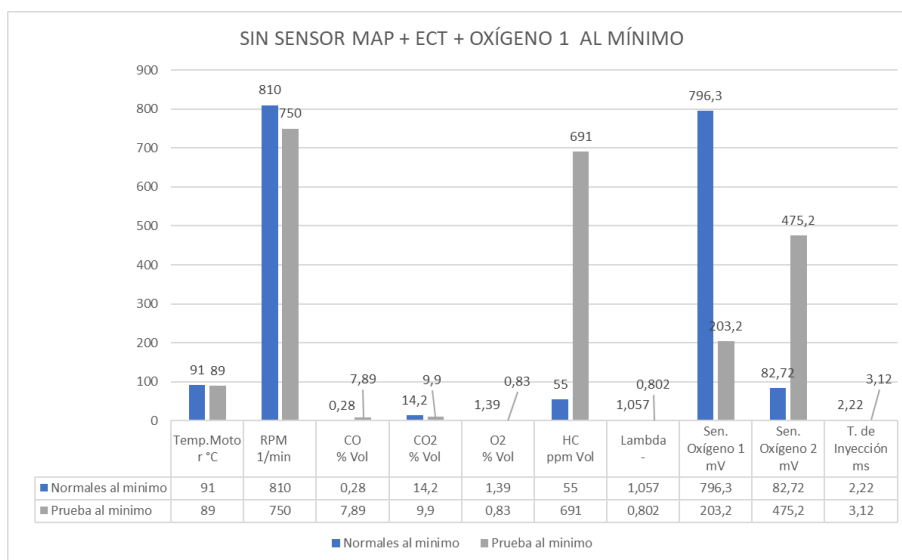
SIN SENSOR MAP + ECT + OXÍGENO 1										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO %Vol.	CO₂ %Vol.	O₂ %Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	89	750	7,89	9,9	0,83	691	0,802	203,2	475,2	3,12
Var.	2	60	7,61	4,3	0,56	636	0,255	593,1	392,48	0,9
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	89	2410	9,01	9,5	0,44	848	0,76	203,2	475,2	3,12

SIN SENSOR MAP + ECT + OXÍGENO 1										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO ₂ % Vol.	O ₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
Var.	2	130	8,57	5	0,37	724	0,26	593,1	392,48	0,9
Resultado	RECHAZADO									

Nota. La tabla presenta los datos obtenidos de tensión de los sensores de oxígeno, tiempo de inyección y prueba de análisis de gases en pruebas estáticas al mínimo entre 500 a 1200 rpm y en aceleración entre 2400 a 2600 rpm, pruebas sin sensores MAP, ECT y oxígeno 1 como condición de fallo.

Figura 96

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, ECT y Oxígeno 1

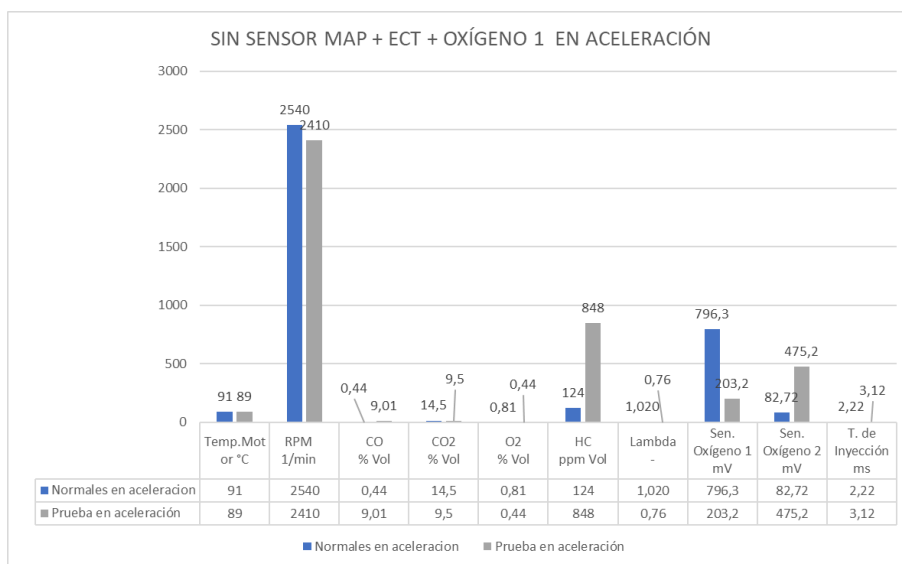


Nota. La variación de las emisiones de gases, voltajes de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralenti, sin el sensor MAP, ECT y Oxígeno 1, se compara en la imagen.

Al generar una condición de fallo en la unidad de control sin la presencia de señal del sensor de oxígeno 1 antes de catalizador, se pierde el ajuste de combustible en condiciones de ralentí a 750 rpm, la relación lambda λ de 0.802 es un indicador de mezcla rica, con elevado porcentaje de monóxido de carbono de 7.89% en volumen e hidrocarburos superando las condiciones ideales de 0 a 160 ppm con 691 ppm emitidas al medio ambiente, con respecto a los sensores de oxígeno, la tensión aumenta en el sensor de salida del catalizador con un valor de 392.48 mV más que la condición normal, la unidad de control electrónico mediante algoritmos determina que el catalizador no se encuentra desarrollando los procesos de oxidación y reducción con total eficiencia.

Figura 97

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP, ECT y oxígeno 1



Nota. La figura detalla la variación de las emisiones de gases, tensión de los sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado a 2410 rpm, sin la presencia de señal del sensor MAP, ECT y oxígeno 1 hacia la unidad de control.

Al analizar los parámetros obtenidos en la prueba de aceleración a 2410 rpm, el tiempo de inyección sufrió una variación de 0.9 ms más que la condición base de 2.22 ms, variación del tiempo de inyección que genera una relación lambda λ de 0.76 valor inferior a 1, una mezcla rica con aumento de hidrocarburos a 848 ppm y consigo 9.01 % en volumen de monóxido de carbono como resultado final, en lo referente al dióxido de carbono se presenta un valor bajo de 9.5 % en volumen por una combustión incompleta y baja eficiencia del motor, con resultado del test de rechazado por el elevado valor de hidrocarburos y monóxido de carbono superior al 1% en volumen.

Datos sin sensor IAT + ECT + Oxígeno 1

Al tabular y comparar los datos de tensión obtenidos por los oscilogramas mediante el osciloscopio Autoscope, y los parámetros de los gases producto de la combustión la diferencia en los resultados obtenidos se detalla para su respectivo análisis.

Tabla 33

Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor IAT + ECT + oxígeno 1

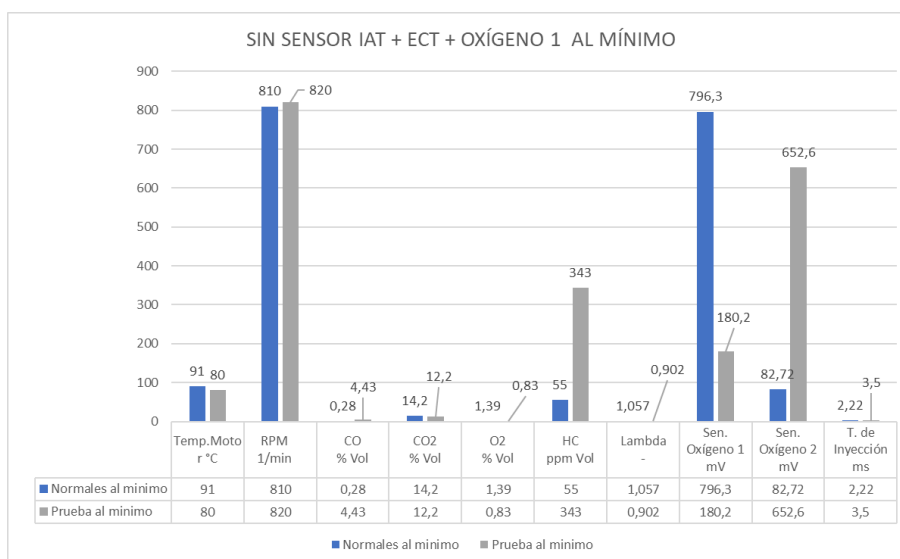
SIN SENSOR IAT + ECT + OXÍGENO 1										
Condición	Temp.	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	Motor		%	%	%	ppm		O₂	O₂	
	°C	1/min	Vol.	Vol.	Vol.	Vol.	-	mV	mV	ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	820	4,43	12,2	0,83	343	0,902	180,2	652,6	3,5
Var.	11	10	4,15	2	0,56	288	0,155	616,1	569,88	1,28
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	80	2420	5,69	11,7	0,45	338	0,856	180,2	652,6	3,5

SIN SENSOR IAT + ECT + OXÍGENO 1										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO ₂ % Vol.	O ₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
Var.	11	120	5,25	2,8	0,36	214	0,164	616,1	569,88	1,28
Resultado	RECHAZADO									

Nota. Se evidencia en la tabla los valores, resultado de la prueba de emisiones de gases y tensión emitida hacia la unidad de control de los sensores de oxígeno 1 y 2, resultados sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 1 como condición de fallo.

Figura 98

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 1



Nota. Los parámetros en ralentí a 820 rpm de acuerdo a las condiciones de fallo de los sensores IAT, ECT y oxígeno 1 se detalla en el diagrama de barras de la figura.

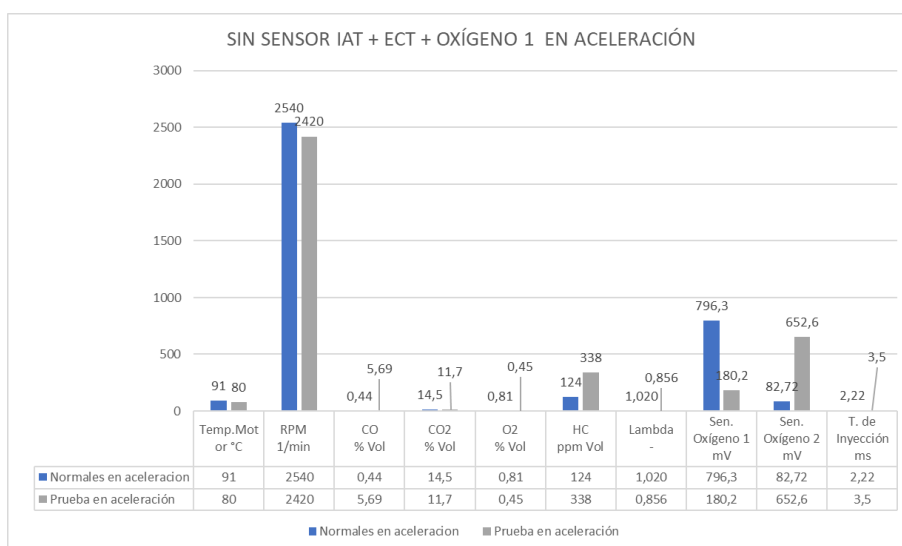
Mediante combinaciones de fallo presentes en la ECU de los sensores de oxígeno 1 y sensor de temperatura de refrigerante del motor se pierde el ajuste de combustible, la

computadora interpreta una temperatura de refrigerante de -40 grados centígrados, lo que conlleva a que el tiempo de inyección aumente 1.28 ms más que la condición inicial de 2.22 ms, ratificando el valor mediante la prueba de emisiones con un aumento de hidrocarburos de 288 ppm más que la condición inicial de 55 ppm, monóxido de carbono en 4.15 % en volumen superando los límites prescritos y bajo porcentaje de oxígeno a la salida de escape.

Existe un deficiente ajuste de combustible, que analizando los parámetros antes descritos se describe un deficiente proceso de oxidación dentro del convertidor catalítico al existir un bajo porcentaje de dióxido de carbono.

Figura 99

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 1



Nota. Las condiciones obtenidas en aceleración a 2420 rpm, mediante el desarrollo de pruebas estáticas sin la presencia de señal de los sensores IAT, ECT y oxígeno 1 hacia la unidad de control se detalla en la figura.

En la prueba en aceleración a un régimen de giro del motor de 2420 rpm, la relación lambda λ es menor a 1 con un valor de 0.856, condición de mezcla rica, en este caso el

aumento de hidrocarburos a 338 ppm genera una reducción del porcentaje de dióxido de carbono en 2.8% en volumen con respecto a las condiciones iniciales de 14.5% en volumen, generando un resultado de rechazado producto de la deficiente combustión y la falta de ajuste de combustible desde la unidad de control.

Con respecto a la tensión obtenida de los sensores de oxígeno, al encontrarse en condición de fallo el sensor de oxígeno 1, se obtiene un valor bajo de 180.2 mV y el sensor de oxígeno 2 informando la baja presencia de oxígeno con un valor alto de 652.6 mV hacia la ECU, describe el deficiente proceso químico de oxidación dentro del catalizador.

Datos sin sensor MAP + IAT + ECT + Oxígeno 1

Culminado el análisis con el osciloscopio Autoscope para la obtención de tensiones de funcionamiento de los sensores de oxígeno y parámetros de emisiones de gases los datos obtenidos en la prueba estática del vehículo de prueba, fueron tabulados y comparados, obteniendo variaciones de resultados para el análisis.

Tabla 34

Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + IAT + ECT + oxígeno 1

SIN SENSOR MAP + IAT + ECT + OXÍGENO 1										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	760	9,99	8,4	1,01	1521	0,734	198,6	638,8	3,46
Var.	11	50	9,71	5,8	0,38	1466	0,323	597,7	556,08	1,24
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22

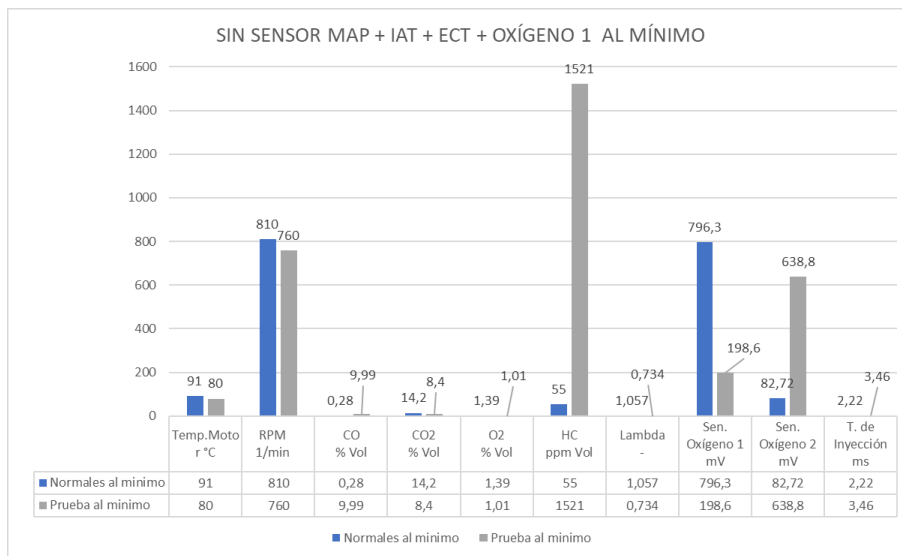
SIN SENSOR MAP + IAT + ECT + OXÍGENO 1

Condición	Temp.	Rev. 1/min	CO	CO ₂	O ₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	Motor		%	%	%	ppm		O ₂	O ₂	Iny.
	°C		Vol.	Vol.	Vol.	Vol.		mV	mV	ms
P. acel.	80	2510	9,99	7,6	0,56	2080	0,691	198,6	638,8	3,46
Var.	11	30	9,55	6,9	0,25	1956	0,329	597,7	556,08	1,24
Resultado	RECHAZADO									

Nota. En la tabla se detalla los parámetros obtenidos producto de pruebas estáticas a régimen de giro en ralentí y aceleración sin la recepción de señal en la unidad de control de los sensores MAP, IAT, ECT y oxígeno 1.

Figura 100

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT, ECT y oxígeno 1

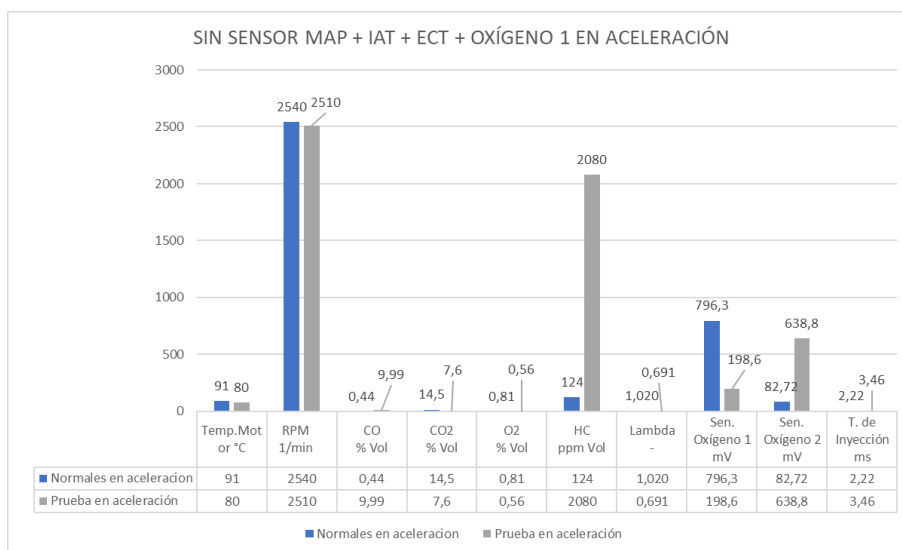


Nota. La imagen presenta las condiciones de operación en régimen de giro ralentí, sin el sensor MAP, IAT, ECT y Oxígeno 1.

En esta combinación de sensores en condición de fallo, la principal causa del resultado del test rechazado se basa en la falta de ajuste de combustible por la carencia de señal del sensor de oxígeno 1 hacia la ECU, esto se evidencia en el valor lambda λ de 0.734, que conlleva a un aumento de hidrocarburos con una variación de 1466 % en volumen más que la condición inicial de 55 ppm, dato que supera excesivamente los parámetros permisibles por la normativa, en cuanto al tiempo de inyección se aumenta a 3.46 ms un resultado elevado para el régimen de giro de 760 rpm, con el análisis de los datos descritos se evidencia un bajo porcentaje de dióxido de carbono de 8.4% en volumen por combustión incompleta que detalla un deficiente trabajo del motor de combustión.

Figura 101

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP, IAT, ECT y oxígeno 1



Nota. La figura detalla los parámetros de la prueba sin la presencia de señal de los sensores MAP, IAT, ECT y oxígeno 1, en un régimen de giro de 2510 rpm.

En la prueba de aceleración a 2510 rpm, se observa un aumento en el valor de tensión del sensor de oxígeno 2 a la salida del catalizador a un valor de 638.8 mV, esto porque el sensor de oxígeno 1 se encuentra como condición de fallo que no permite un adecuado ajuste

de combustible, de igual forma se presenta una relación lambda λ de 0.734 generada por la combustión incompleta de la mezcla aire combustible.

El resultado del test oficial es rechazado, por un considerable aumento de los hidrocarburos de 1956 ppm más que la condición inicial de funcionamiento de 124 ppm, se debe a que el sensor de oxígeno 1 y el sensor de temperatura de refrigerante del motor están en una condición de fallo, suprimiendo el ajuste de combustible e interpretando la computadora un motor frío, que en combinación genera un aumento el tiempo de inyección a 3.46 ms.

Datos sin sensor MAP + IAT + Oxígeno 2

Finalizado la recopilación de parámetros de emisiones de gases y tensión de sensores de oxígeno se ha tabulado y comparado datos, obteniendo resultados de variación con respecto a condiciones iniciales.

Tabla 35

Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + IAT + oxígeno 2

SIN SENSOR MAP + IAT + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	88	790	0,45	14,7	1,01	152	1,028	773,3	-30,33	2,18
Var.	3	20	0,17	0,5	0,38	97	0,029	23	113,05	0,04
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	88	2590	0,61	14,4	1,10	188	1,026	773,3	-30,33	2,18
Var.	3	50	0,17	0,1	0,29	64	0,006	23	113,05	0,04

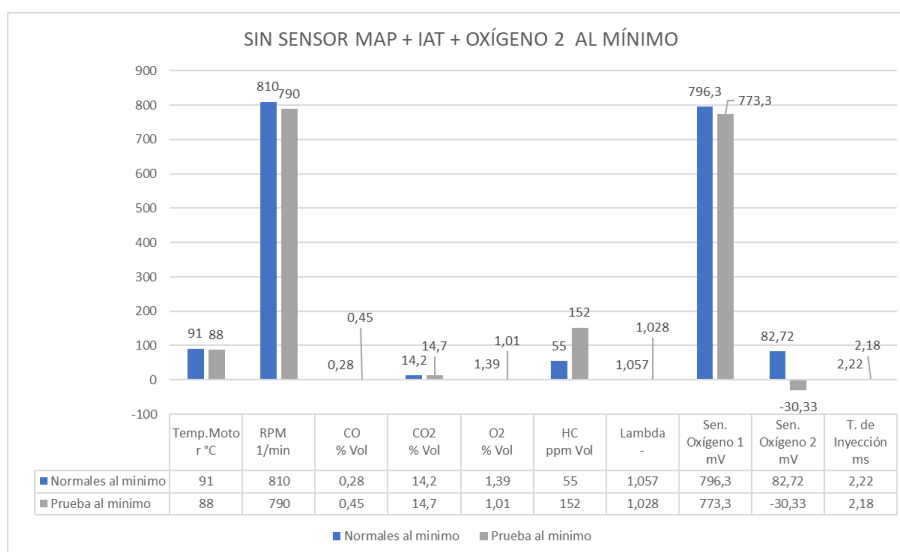
SIN SENSOR MAP + IAT + OXÍGENO 2

Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO ₂ % Vol.	O ₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
Resultado	APROBADO CON FALTA TIPO 2									

Nota. Los datos de la prueba en condición de ralentí y en aceleración sin la señal de los sensores MAP + IAT + oxígeno 2 hacia la unidad de control, con respecto a la condición inicial del vehículo de prueba, se detalla en la tabla.

Figura 102

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT y oxígeno 2



Nota. La figura permite visualizar la variación de las emisiones de gases, tiempo de inyección y tensión emitida por los sensores de oxígeno en régimen de giro ralentí a 790 rpm, con los sensores MAP, IAT y oxígeno 2 en condición de fallo.

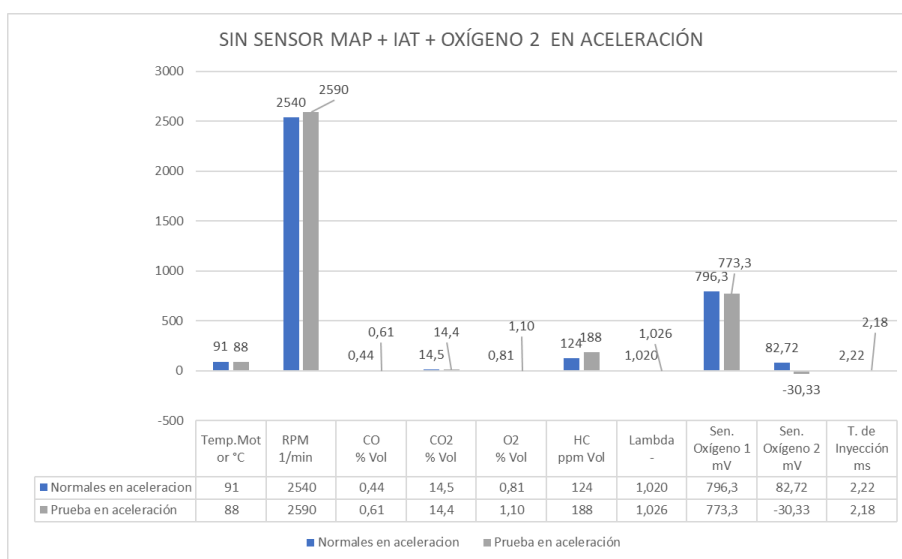
Generando una condición de fallo de los sensores MAP, IAT, y oxígeno 2 se evidencia una relación lambda λ de 1.028 una mezcla con tendencia a estequiométrica por lo cual los

valores de hidrocarburos de 152 ppm se ubica en el rango correcto de emisiones, el monóxido de carbono con 0.45 % en volumen de igual forma y el oxígeno con un valor de 1.01 % en volumen se establece en los valores estipulados por la norma, la variación con respecto a las condiciones iniciales no es considerable por lo cual se desprecia y hasta el momento en régimen de ralentí se tiene una prueba de aprobado sin falta.

El pulso de inyección se encuentra en los 2.18 ms valor correcto para un funcionamiento sin generar aumento de hidrocarburos o monóxido de carbono emitido hacia el medio ambiente.

Figura 103

Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor MAP, IAT y oxígeno 2



Nota. La figura muestra la variación de las emisiones de gases, tensión de los sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado, bajo la condición de fallo sin la presencia de señal de los sensores MAP, IAT y oxígeno 2.

En la prueba en aceleración a 2500 rpm se presenta una condición importante de analizar, empezaremos por la relación lambda λ de 1.026 una mezcla con tendencia a

estequiométrica donde, los valores de hidrocarburos son de 188 ppm que de acuerdo al umbral establecido para la revisión técnica se ubica entre 180 a 199 ppm rango que genera un resultado de aprobación con falta tipo 2, con el aumento de este parámetro se espera un aumento de monóxido de carbono pero en este caso, se presenta un valor de 0.61 % en volumen un valor no muy alto con respecto a los hidrocarburos.

El resultado del test mediante la condición descrita del umbral de aprobación para los hidrocarburos, presenta una aprobación con falta tipo 2, condición descrita en el apartado anterior.

En cuanto a tensión de los sensores de oxígeno se evidencia que existe un ajuste de combustible con el sensor de oxígeno 1 con 773.3 mV y la tensión del sensor de oxígeno 2 al estar en condición de fallo, la computadora recibe una tensión de -30.32 mV, el proceso en el convertidor catalítico según los parámetros se desarrolla incompleto, el proceso de oxidación se realiza con menor porcentaje para los hidrocarburos.

Datos sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 2

Con el uso del osciloscopio Autoscope y el analizador de gases, se ha determinado parámetros de trabajo del convertidor catalítico y monitoreo de los sensores de oxígeno mediante la tensión enviada a la unidad de control, obteniendo diferencia de resultados tabulados para el análisis.

Tabla 36

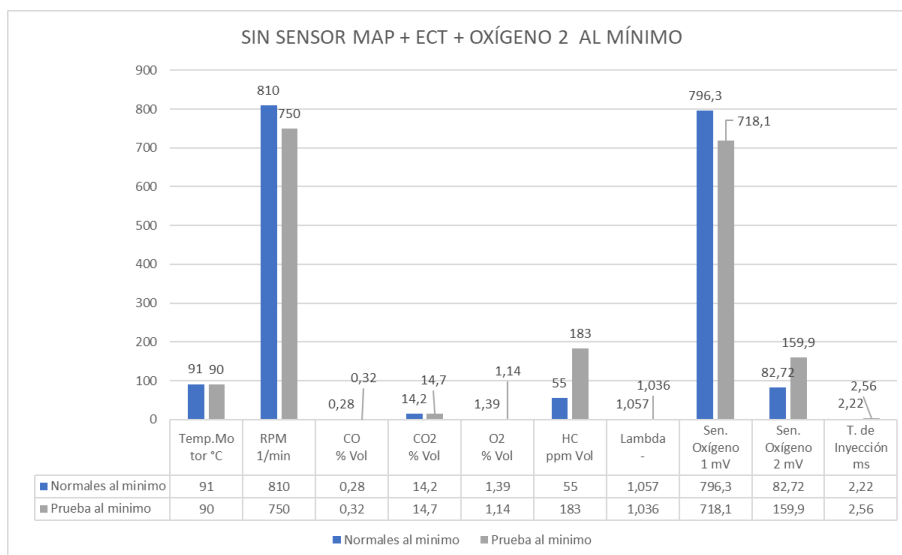
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + ECT + oxígeno 2

Sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	90	750	0,32	14,7	1,14	183	1,036	718,1	159,9	2,56
Var.	1	60	0,04	0,5	0,25	128	0,021	78,2	77,18	0,34
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	90	2420	0,56	14,6	1,07	179	1,026	718,1	159,9	2,56
Var.	1	120	0,12	0,1	0,26	55	0,006	78,2	77,18	0,34
Resultado	APROBADO CON FALTA TIPO 2									

Nota. La tabla presenta datos de las pruebas estáticas en un régimen de giro del motor al mínimo y en aceleración, sin la presencia de señal de los sensores MAP, ECT y oxígeno 2 hacia la unidad de control del vehículo de prueba.

Figura 104

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor MAP, ECT y oxígeno 2



Nota. La representación de datos en los diagramas de barras describe la variación de parámetros en régimen de ralentí a 750 rpm, pruebas desarrolladas sin la señal de los sensores MAP, ECT y oxígeno 2.

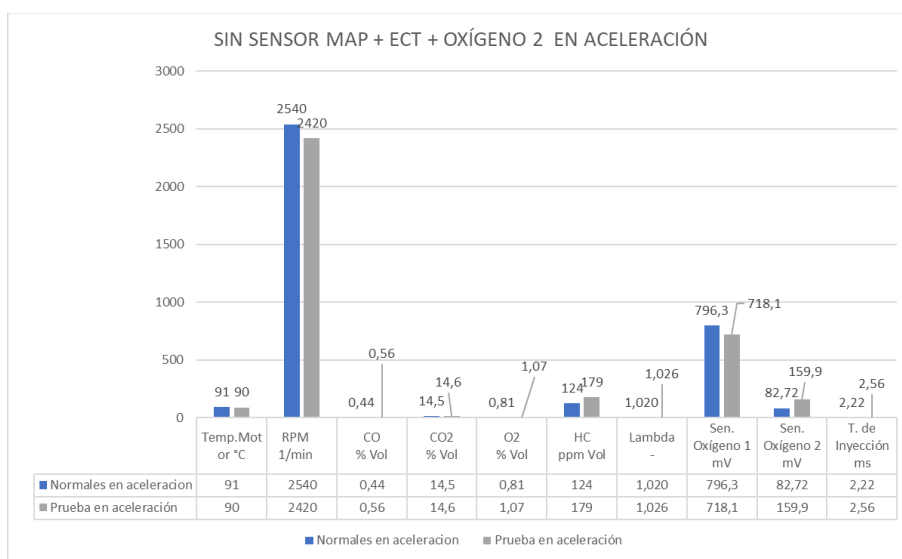
Con la condición de fallo generada en los sensores MAP, ECT y oxígeno 2 se observa en el análisis de gases una relación lambda λ de 1.036, esta relación tiene tendencia a ser estequiométrica con una tendencia a mezcla pobre, se evidencia que los parámetros de hidrocarburos se ubican en el rango de aprobación con falta tipo 2 de 180 a 199 ppm con un valor de 183 ppm, de igual forma el monóxido de carbono se encuentra por debajo del 1% en volumen del valor permitido con 0.32%, dentro del umbral de aprobación sin falta, se dispone de una combustión completa por el parámetro de dióxido de carbono que se encuentra en 14.7% en volumen.

Al interferir la señal desde el sensor de temperatura de refrigerante hacia la unidad de control, el tiempo de inyección tiene un ligero aumento de 0.34 ms con respecto al dato en

condiciones ideales, condición debido al encendido del electroventilador como un método de protección.

Figura 105

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP, ECT y oxígeno 2



Nota. La figura representa los parámetros tabulados con diagramas de barras con la condición de fallo combinado de los sensores MAP, ECT y oxígeno 2 en la prueba de aceleración a 2420 rpm.

En la prueba en aceleración a 2420 rpm se presenta una condición particular la cual se basa en la cantidad de hidrocarburos emitidos al medio ambiente la cual se encuentra en 179 ppm que dentro del análisis de umbrales permisibles se ubica en una falta tipo 1, valor cercano al límite establecido en la normativa, con referente al monóxido de carbono con 0.56% en volumen, es un valor que se encuentra dentro del 1% en volumen permisible de acuerdo a la normativa.

Analizando los resultados en régimen de ralenti y aceleración se detalla que los hidrocarburos al ser un elemento altamente contaminante se toman en cuenta para definir un

resultado del test de aprobado con falta tipo 2, de acuerdo a los establecido en el análisis de parámetros en ralentí.

En lo referente a los sensores de oxígeno se evidencia una tensión alta de 718.1 mV en el sensor de oxígeno 1 realizando un ajuste de combustible para favorecer en las emisiones y una tensión baja de 159.9 mV en el sensor de oxígeno 2 por encontrarse en condición de fallo para efectos de desarrollar la prueba de emisiones y análisis de oscilogramas.

Datos sin sensor IAT + ECT + Oxígeno 2

Los datos obtenidos finalizado el análisis de emisiones de gases producto de la combustión y análisis de oscilogramas el osciloscopio Autoscope, fueron tabulados y comparados, a fin de determinar la variación con respecto a condiciones ideales de funcionamiento de vehículo de prueba.

Tabla 37

Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor IAT + ECT + oxígeno 2

SIN SENSOR IAT + ECT + OXÍGENO 2										
Condición	Temp.	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	Motor		%	%	%	ppm		O₂	O₂	Iny.
	°C	1/min	Vol.	Vol.	Vol.	Vol.	-	mV	mV	ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	800	0,26	14,9	0,80	94	1,026	795,4	-3,676	2,62
Var.	11	10	0,02	-0,7	0,59	-39	0,031	0,9	86,396	-0,4
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	80	2490	0,25	15,3	0,32	102	1,003	795,4	-3,676	2,62
Var.	11	50	0,19	-0,8	0,49	22	0,017	0,9	86,396	-0,4

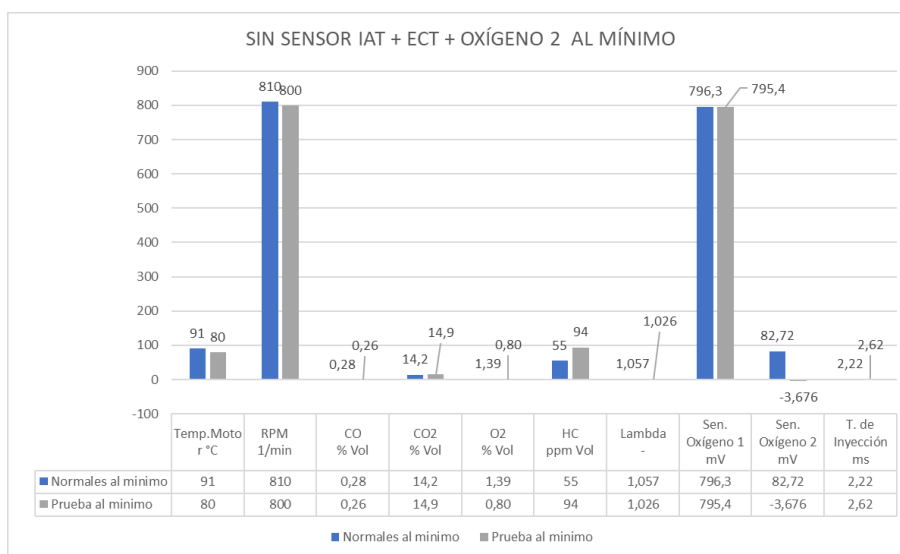
SIN SENSOR IAT + ECT + OXÍGENO 2

Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO ₂ % Vol.	O ₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. Se detalla en la tabla los valores de emisiones de gases y tensión de los sensores de oxígeno 1 y 2 en condiciones normales de funcionamiento y sin la presencia de señal del sensor IAT, ECT y oxígeno 2 hacia la unidad de control.

Figura 106

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 2



Nota. La figura detalla la comparativa de datos mediante diagramas de barras en régimen de giro ralentí a 800 rpm, sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 2 como condición de fallo para el desarrollo de la prueba estática.

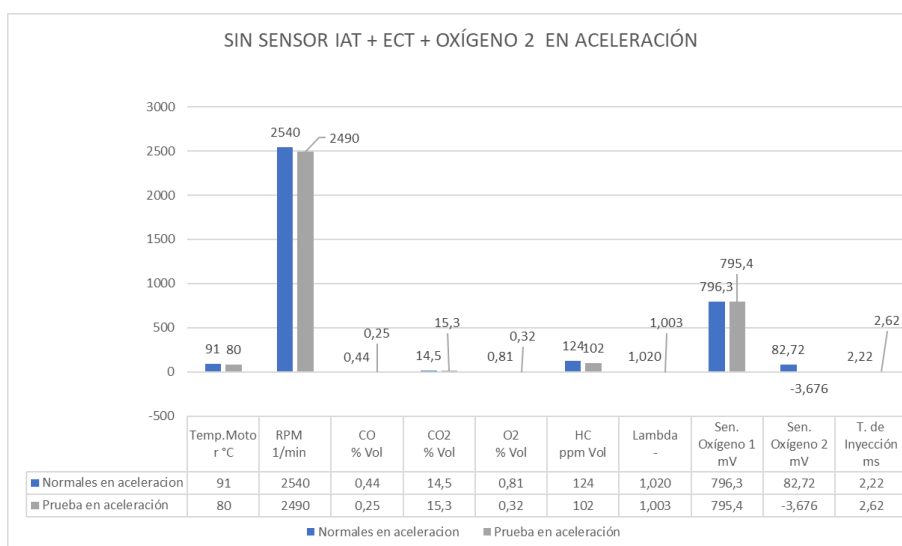
Con los resultados de la prueba al mínimo a 800 rpm, al tener ajuste de combustible mediante el sensor de oxígeno 1, se obtiene una relación lambda λ de 1.026 con tendencia a

ser mezcla estequiométrica, esta condición permite que los hidrocarburos con 94 ppm y el monóxido de carbono con 0.26 % en volumen favorezcan a tener un proceso de combustión correcta con parámetros dentro de los establecido en la normativa, emitiendo gases a la atmósfera en cantidades permisibles.

El tiempo de inyección presenta una variación de 0.4 ms más que la condición inicial del 2.2 ms, con los datos mencionados se puede indicar que el encendido del electroventilador en esta condición no se realiza a su máxima capacidad, la computadora no interpreta como un motor frío para establecer una condición de mezcla rica.

Figura 107

Valores de pruebas desarrollas en aceleración sin el sensor IAT, ECT y oxígeno 2



Nota. La tabulación de datos mediante diagrama de barras en régimen de giro acelerado, sin la presencia de señales del sensor IAT, ECT y oxígeno 2, se presenta en la figura.

Al desarrollar una prueba estática en aceleración a 2490 rpm, la tensión del sensor de oxígeno 1 es de 795.4 mV efectuando un ajuste de combustible, que en consecuencia se obtiene una combustión completa analizado mediante el porcentaje de 15.3% en volumen de

dióxido de carbono, los parámetros como los hidrocarburos y monóxido de carbono se encuentran dentro de los rangos máximos establecidos de 200 ppm y 1% en volumen respectivamente, emitiendo el analizador de gases un informe de test de aprobado sin faltas.

Datos sin sensor MAP + IAT + ECT + Oxígeno 2

Mediante la recopilación de parámetros de emisiones hacia el medio ambiente y tensión de sensores de oxígeno se ha tabulado y comparado datos, obteniendo variación de resultados para el análisis de las condiciones.

Tabla 38

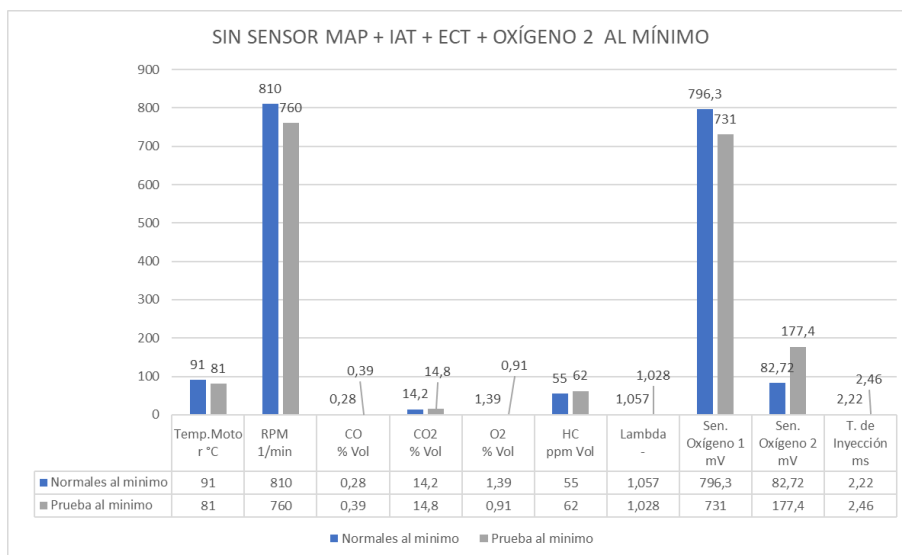
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + IAT + ECT + oxígeno 2

SIN SENSOR MAP + IAT + ECT + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	81	760	0,39	14,8	0,91	62	1,028	731	177,4	2,46
Var.	10	50	0,11	0,6	0,48	7	0,029	65,3	94,68	0,24
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	81	2490	0,25	15,3	0,4	57	1,009	731	177,4	2,46
Var.	10	50	0,19	0,8	0,41	67	0,011	65,3	94,68	0,24
Resultado	APROBADO SIN FALTAS									

Nota. Los parámetros de tiempo de inyección, emisiones y tensión de sensores, se ubican en la tabla, datos obtenidos donde los sensores MAP, IAT, ECT y oxígeno 2 se encuentran en condición de fallo.

Figura 108

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor MAP, IAT, ECT y oxígeno 2



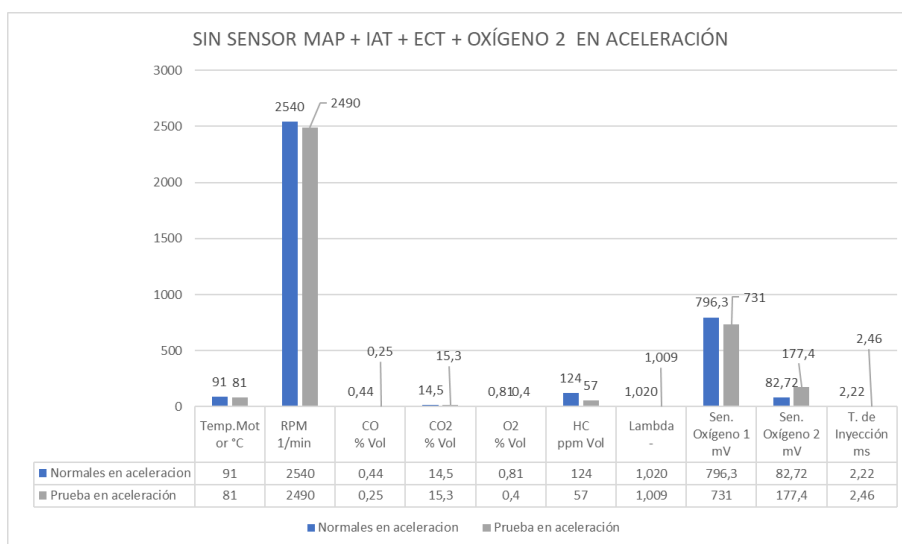
Nota. La figura presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí mediante la tabulación de datos en diagramas de barras.

A 760 rpm la prueba estática en régimen de ralentí, se ha obtenido una relación lambda λ de 1.028, valor con tendencia a una mezcla estequiométrica, es decir, los hidrocarburos no superan las 200 ppm, con un valor de 62 ppm, de igual forma el monóxido de carbono se encuentra en 0.39 % en volumen inferior al 1% en volumen permitido de acuerdo a la normativa. Esta condición se puede relacionar con el tiempo de inyección que tiene un aumento de 0.24 ms, tiempo de inyección despreciable que no genera una mezcla rica en el proceso de combustión.

La tensión del sensor de oxígeno 1 detalla un valor alto de 731 mV, ajustando el combustible para mantener valores permisibles en las emisiones de escape, la tensión del sensor de oxígeno 2 al estar en condición de fallo baja su valor a 177.4 mV.

Figura 109

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP, IAT, ECT y oxígeno 2



Nota. La comparación de parámetros sin la presencia de señal hacia la ECU de los sensores MAP, IAT, ECT y oxígeno 2 en régimen de giro en aceleración a 2490 rpm se detalla en el diagrama de barras de la figura.

En la prueba de aceleración a 2490 rpm, la mezcla se presenta casi estequiométrica con una relación lambda λ de 1.009, los hidrocarburos no combustiónados con 57 ppm han bajado 67 ppm con respecto a la condición inicial, de igual manera el dióxido de carbono ha bajado 0.19 % en volumen ayudando a la calidad de gases de escape emitidos a la atmósfera, por lo dicho con anterioridad, se obtiene un resultado de análisis de gases de aprobado sin faltas al encontrarse el motor casi en condiciones ideales de funcionamiento, resultado que se puede recalcar mediante el porcentaje de dióxido de carbono en 15.3% en volumen con una eficiencia correcta del motor de combustión.

Datos sin sensor MAP + IAT + Oxígeno 1 y 2

Para el desarrollo de las pruebas bajo condiciones de fallo de los sensores oxígeno 1 y 2, MAP e IAT se obtuvo los datos de emisiones contaminante, tensión de oxígeno y tiempo de inyección se detalla en la tabla.

Tabla 39

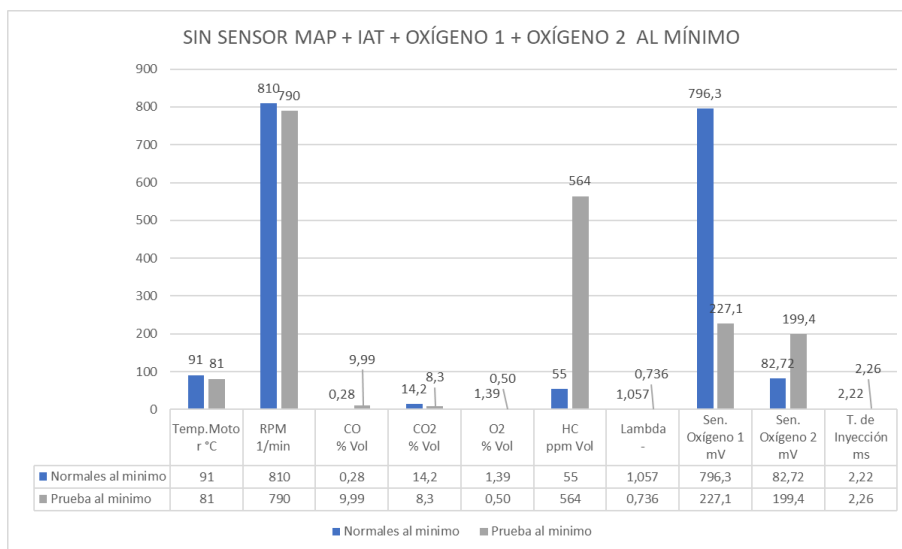
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + IAT + oxígeno 1 y 2

SIN SENSOR MAP + IAT + OXÍGENO 1 + OXÍGENO 2										
Condición	Temp.	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T. Iny.
	Motor		%	%	%	ppm		O₂	O₂	
	°C	1/min	Vol.	Vol.	Vol.	Vol.	-	mV	mV	
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	81	790	9,99	8,3	0,50	564	0,736	227,1	199,4	2,26
Var.	10	20	9,71	5,9	0,89	509	0,321	569,2	116,68	0,04
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	81	2520	9,99	8,2	0,31	437	0,73	227,1	199,4	2,26
Var.	10	20	9,55	6,3	0,5	313	0,29	569,2	116,68	0,04
Resultado	RECHAZADO									

Nota. En la tabla se evidencia datos obtenidos durante el desarrollo de pruebas estáticas al mínimo y en aceleración de las emisiones de gases y tensión de los sensores de oxígeno.

Figura 110

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor MAP, IAT, oxígeno 1 y 2

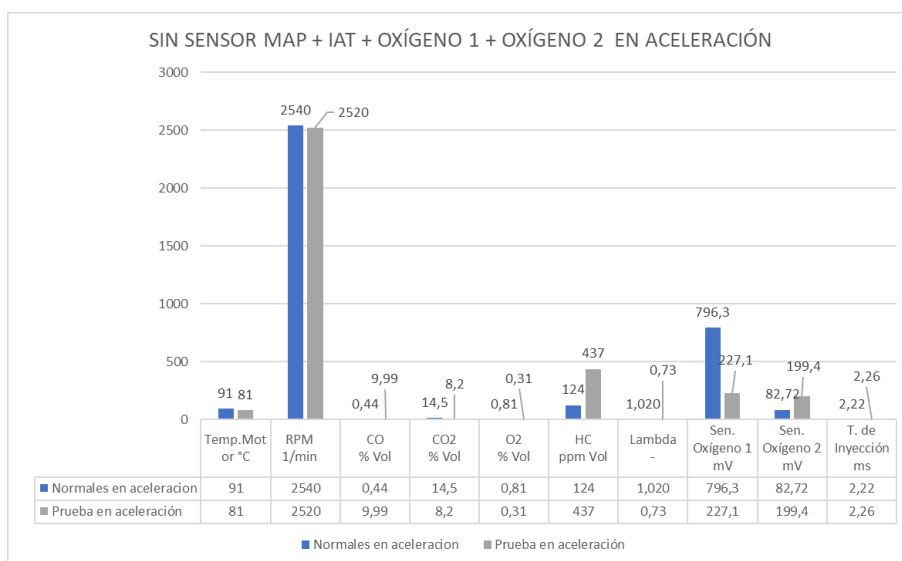


Nota. La figura describe los parámetros de la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro ralentí a 790 rpm, sin el sensor MAP, IAT, oxígeno 1 y 2.

En esta prueba desarrollada a 790 rpm en régimen de giro de ralentí, al no disponer de la señal del sensor de oxígeno 1, se pierde el ajuste de combustible efectuado por la unidad de control, se eleva la cantidad de hidrocarburos a 564 ppm y por consiguiente la cantidad de monóxido de carbono aumenta a 9.99 % en volumen valores fuera del rango establecido por la normativa, bajo estas condiciones el oscilograma del tiempo de inyección se eleva a 2.26 ms que combinado con la falta de señal de temperatura de aire de admisión produce una relación lambda λ de 0.736 mezcla con presencia alta de combustible y bajo porcentaje de oxígeno.

Figura 111

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP, IAT, oxígeno 1 y 2



Nota. El diagrama de barras se presenta la variación de las emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en régimen de giro acelerado a 2520 rpm, sin el sensor MAP, IAT, oxígeno 1 y 2 como condición de fallo presente en el análisis.

En la prueba en aceleración a 2520 rpm se sigue como resultado una relación lambda λ menor a 1 con 0.73, mezcla rica teniendo en cuenta que los hidrocarburos reducen a 437 ppm con respecto a la prueba al mínimo, el dióxido de carbono con un porcentaje de 8.2 % en volumen indica una combustión incompleta que se evidencia en el aumento de monóxido de carbono a 9.99 % en volumen, se presenta una prueba de rechazado por elevados índices de hidrocarburos y monóxido de carbono.

Los datos de tensión de los sensores de oxígeno se destaca un valor bajo de 227.1 mV en el sensor de oxígeno 1 y la tensión del sensor de oxígeno 2 es de 199.4 mV, condición debido a que los sensores se encuentran en fallo, generando un resultado de test rechazado.

Datos sin sensor MAP + ECT + Oxígeno 1 y 2

La variación de los resultados tanto de emisiones de gases, tiempo de inyección y tensión de los sensores de oxígeno se detalla en la tabla, cada uno con los parámetros iniciales para comparación.

Tabla 40

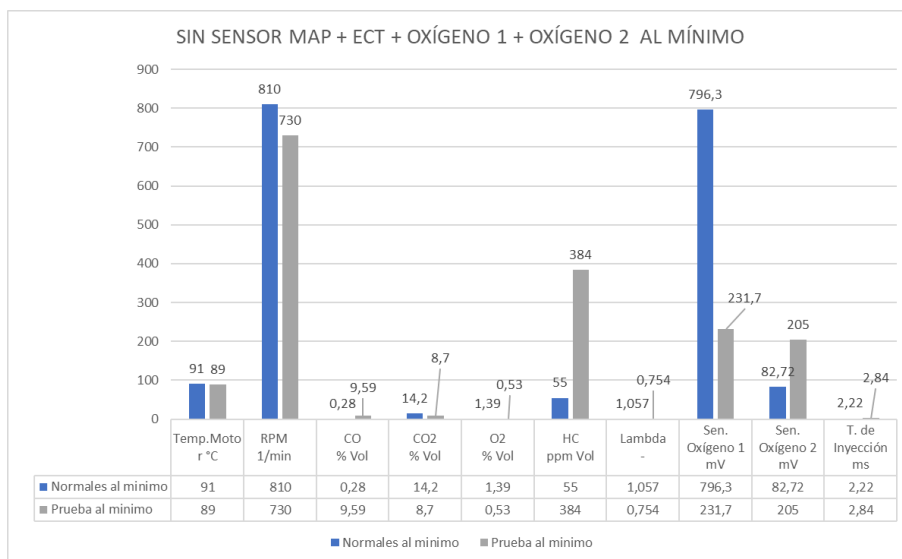
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + ECT + oxígeno 1 y 2

SIN SENSOR MAP + ECT + OXÍGENO 1 + OXÍGENO 2										
Condición	Temp.	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	Motor		%	%	%	ppm		O₂	O₂	Iny.
	°C	1/min	Vol.	Vol.	Vol.	Vol.	-	mV	mV	ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	89	730	9,59	8,7	0,53	384	0,754	231,7	205	2,84
Var.	2	80	9,31	5,5	0,86	329	0,303	564,6	122,28	0,62
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	89	2560	9,99	7,9	0,38	382	0,729	231,7	205	2,84
Var.	2	20	9,55	6,6	0,43	258	0,291	564,6	122,28	0,62
Resultado	RECHAZADO									

Nota. Se observa la tabla con parámetros de tensión de sensores de oxígeno en condiciones de ralentí y aceleración, tiempo de inyección y emisiones de gases bajo las condiciones de fallo sin el sensor MAP, ECT, oxígeno 1 y 2.

Figura 112

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor MAP, ECT, oxígeno 1 y 2



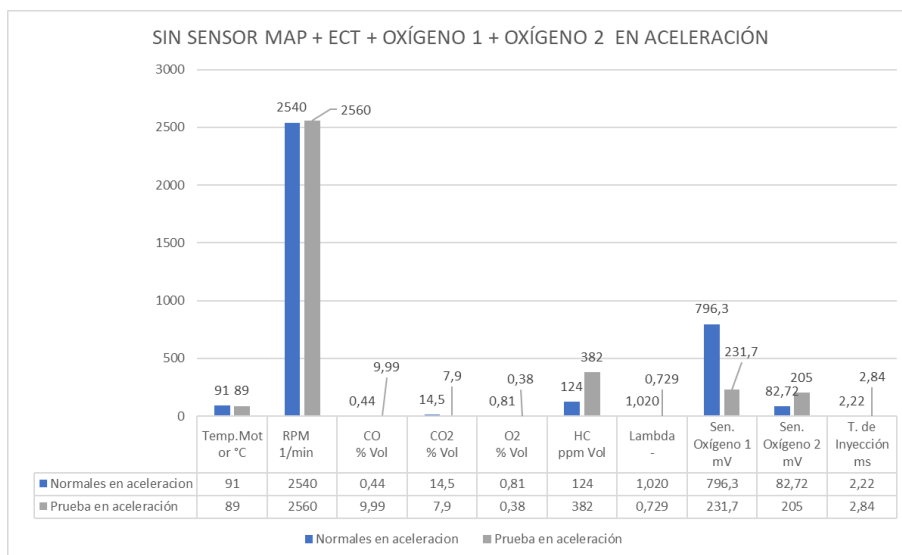
Nota. Los resultados de las pruebas de emisiones de gases, tensión y tiempo de inyección se observan en los diagramas de barras, donde se destaca las condiciones iniciales y la prueba desarrollada bajo condiciones de fallo.

En esta prueba se presenta dos condiciones de fallo que generan una relación lambda λ de 0.754 una mezcla rica, la primera condición se produce debido a la falta de señal del sensor de oxígeno 1 hacia la unidad de control limitando el ajuste de combustible y la segunda se produce por el fallo generado en el sensor de temperatura de refrigerante del motor, aumentando el tiempo de inyección a 2.84 ms, 0.62 ms más que la condición inicial de trabajo.

A causa de las condiciones descritas, existe una variación considerable de hidrocarburos en 329 ppm, monóxido de carbono en 9.31% en volumen con respecto a las condiciones iniciales y por consiguiente la reducción de la cantidad de oxígeno de 1.39 % en volumen a 0.36% en volumen generando la condición de mezcla rica.

Figura 113

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP, ECT, oxígeno 1 y 2



Nota. Los datos tabulados en aceleración sin el sensor MAP, ECT, Oxígeno 1 y 2.

Para la prueba en aceleración a 2560 rpm, se puede destacar el bajo porcentaje de dióxido de carbono de 7.9 % en volumen, indicando una combustión incompleta que genera aumento de hidrocarburos en 258 ppm y de dióxido de carbono en 6.6 % en volumen, resultando un test rechazado por elevado índice de parámetros de gases contaminantes.

Referente a la tensión en los sensores de oxígeno al estar en condición de fallo, la computadora interpreta tensiones para el sensor de oxígeno 1 de 231.7 mV y para el sensor 2 un voltaje de 325 mV, perdiendo el ajuste de combustible y monitoreo del catalizador, aumentando el tiempo de inyección y dificultando los procesos de oxidación y reducción del convertidor catalítico.

Datos sin sensor IAT + ECT + Oxígeno 1 y 2

Los datos obtenidos finalizado el proceso de análisis de gases y análisis de los oscilogramas de señal de los sensores de oxígeno mediante el osciloscopio Autoscope, fueron

tabulados y comparados, a fin de determinar la variación con respecto a las condiciones iniciales.

Tabla 41

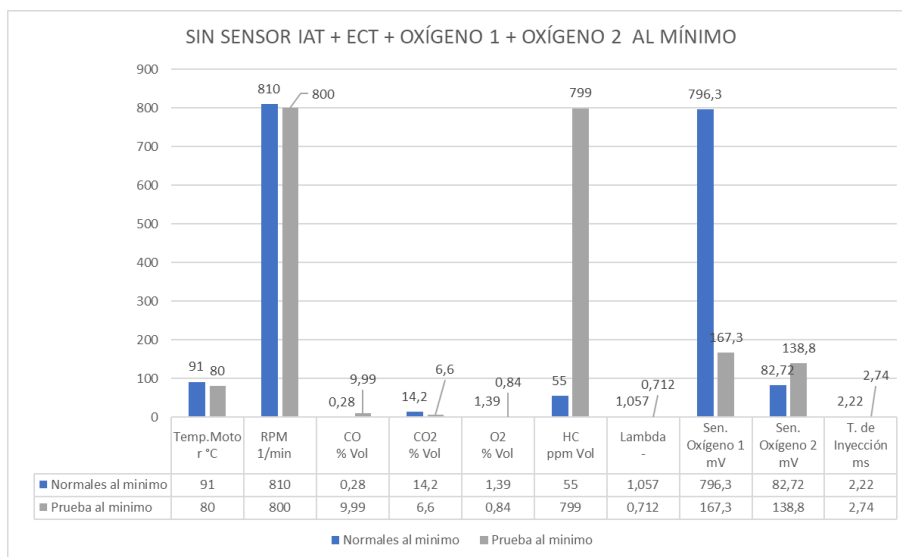
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor IAT + ECT + oxígeno 1 y 2

SIN SENSOR IAT + ECT + OXÍGENO 1 + OXÍGENO 2										
Condición	Temp. Motor °C	Rev. 1/min	CO % Vol.	CO₂ % Vol.	O₂ % Vol.	HC ppm Vol.	λ -	Sen 1 O ₂ mV	Sen 2 O ₂ mV	T. Iny. ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	800	9,99	6,6	0,84	799	0,712	167,3	138,8	2,74
Var.	11	10	9,71	7,6	0,55	744	0,345	629	56,08	0,52
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	80	2530	4,49	12,5	0,45	311	0,888	167,3	138,8	2,74
Var.	11	10	4,05	2	0,36	187	0,132	629	-56,08	0,52
Resultado	RECHAZADO									

Nota. La tabla detalla los datos obtenidos de emisiones de gases, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección en pruebas estáticas al mínimo y en aceleración sin la presencia de señales hacia la ECU de los sensores IAT, ECT, oxígeno 1 y 2.

Figura 114

Valores de pruebas desarrolladas al mínimo sin el sensor IAT, ECT, oxígeno 1 y 2



Nota. En la gráfica se presenta la tabulación de datos mediante diagrama de barras, en régimen de giro ralentí a 800 rpm, sin el sensor IAT, ECT, oxígeno 1 y 2 como condición de fallo para el análisis de emisiones, tensión y tiempo de inyección.

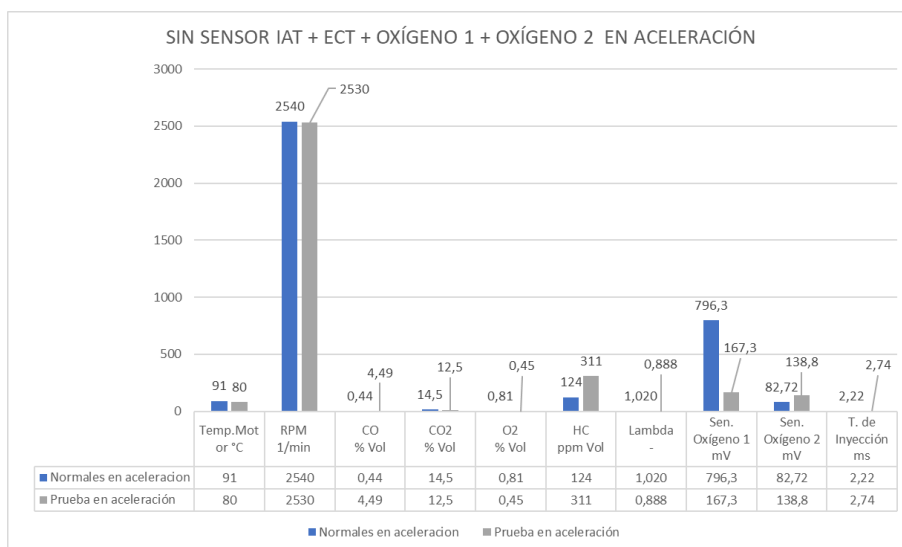
En la prueba sin la señal de trabajo de los sensores de oxígeno y temperatura tanto de aire de admisión como de refrigerante del motor, la computadora interpreta valores de temperatura bajo cero, esta condición se ve reflejado en el valor de la relación lambda λ que es de 0.712 un valor menor a 1, mezcla rica que se produce por el aumento en el tiempo de inyección de 0.52 ms más que lo establecido y consigo un aumento de hidrocarburos de 55 ppm a 799 ppm, una variación de 744 ppm que lo ubica fuera del rango permisible de 200 ppm establecido por la normativa, además de un aumento de monóxido de carbono en 9.99 % en volumen, mientras los parámetros mencionados aumentan el oxígeno tiende a la baja con 0.84% en volumen valor dentro del rango máximo del 5% en volumen.

Al presentarse la condición de fallo en los sensores de oxígeno 1 y 2, la computadora recibe valores de tensión por debajo de lo establecido entre 500 a 800 mV, en el caso del

sensor de oxígeno 1 reduce 56.08 mV limitando el ajuste de combustible que realiza la unidad de control, mientras que el sensor de oxígeno 2 está en los 138.8 mV, perdiendo el monitoreo de la cantidad de oxígeno que sale del catalizador producto de los procesos químicos de oxidación y reducción.

Figura 115

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor IAT, ECT, oxígeno 1 y 2



Nota. Mediante la tabulación de datos con diagramas de barras, se identificó la variación que existe entre los gases emitidos producto de la combustión a un régimen de giro de 2530 rpm en condición de aceleración.

En la prueba en aceleración a 2530 rpm, se destaca el valor obtenido en el dióxido de carbono el cual se sitúa por debajo de los 14.5% en volumen de la condición inicial, con un valor emitido por el reporte de 12.5 % en volumen, con lo que se confirma una combustión incompleta que genera parámetros fuera de lo establecido en los gases nocivos como los hidrocarburos por encima de las 200 ppm y el monóxido de carbono superior al 1% en volumen.

Bajo el análisis de los parámetros descritos, el resultado de la prueba de emisiones de gases es rechazado, por el elevado porcentaje de monóxido de carbono de 4.49% en volumen y los hidrocarburos en 311 ppm, situándolos por encima del umbral establecido en la revisión vehicular para una prueba rechazada.

Datos sin sensor MAP + IAT + ECT + Oxígeno 1 y 2

Para el desarrollo de la prueba final, bajo la condición de fallo de todos los sensores analizados durante la investigación, se ha determinado datos que permiten desarrollar una comparativa de emisiones, tensión de sensores de oxígeno y tiempo de inyección con respecto a las condiciones ideales de funcionamiento del vehículo de prueba.

Tabla 42

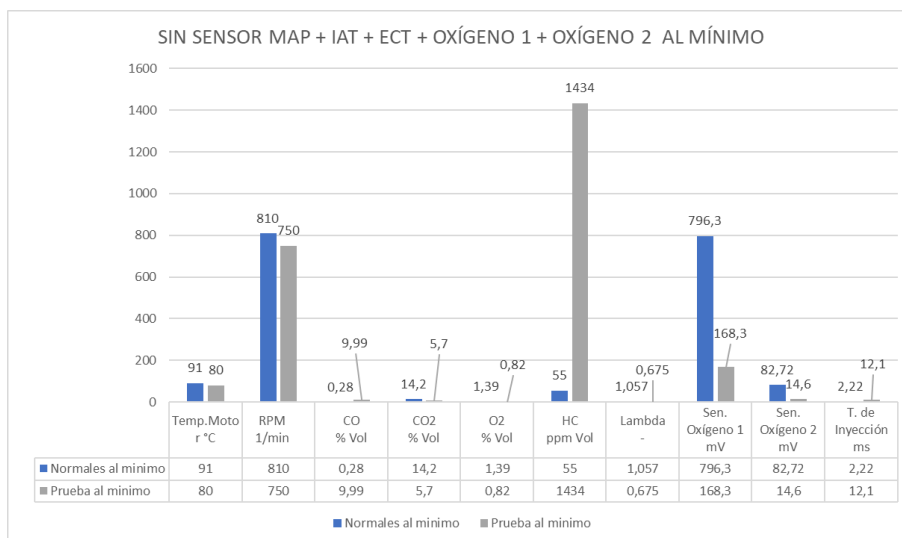
Parámetros determinados del análisis de emisiones y Autoscope sin el sensor MAP + IAT + ECT + oxígeno 1 y 2

SIN SENSOR MAP + IAT + ECT + OXÍGENO 1 + OXÍGENO 2										
Condición	Temp.	Rev.	CO	CO₂	O₂	HC	λ	Sen 1	Sen 2	T.
	Motor		%	%	%	ppm		O₂	O₂	Iny.
	°C	1/min	Vol.	Vol.	Vol.	Vol.	-	mV	mV	ms
N. mín.	91	810	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
P. mín.	80	750	9,99	5,7	0,82	1434	0,675	168,3	14,6	12,1
Var.	11	60	9,71	8,5	0,57	1379	0,382	628	68,12	9,88
N. acel.	91	2540	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
P. acel.	80	2500	8,99	9,3	0,42	392	0,768	168,3	14,6	12,1
Var.	11	40	8,55	5,2	0,39	268	0,252	628	68,12	9,88
Resultado	RECHAZADO									

Nota. Los datos de tiempo de inyección, emisiones de gases hacia el medio ambiente y tensión de sensores de oxígeno 1y 2 se detalla en la tabla para una prueba sin la presencia de señal en la unidad de control de los sensores MAP, IAT, ECT, oxígeno 1 y 2.

Figura 116

Valores de pruebas desarrollas al mínimo sin el sensor MAP, IAT, ECT, oxígeno 1 y 2



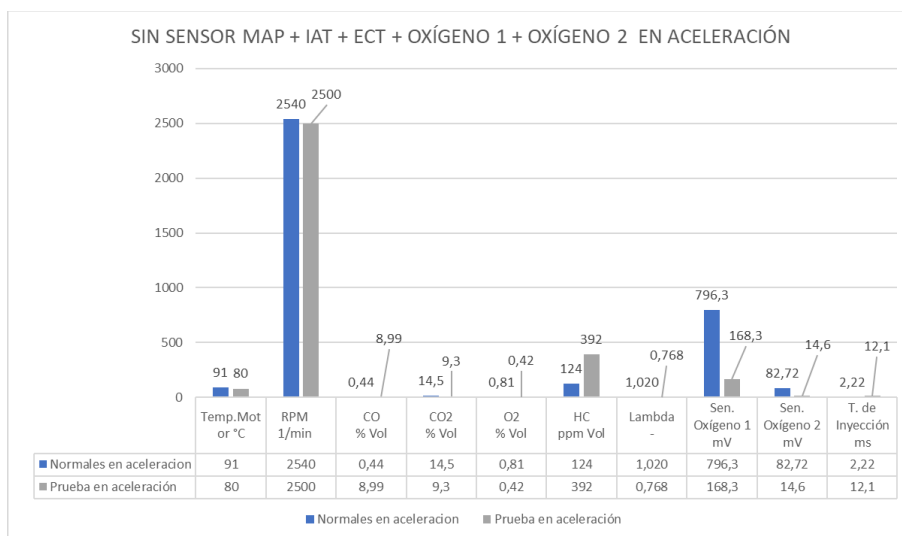
Nota. Datos tabulados mediante diagramas de barras para el análisis de variación de parámetros con respecto a las condiciones iniciales en régimen de giro de ralenti a 750 rpm.

En la combinación de fallo de sensores MAP, IAT, ECT y oxígeno 1 y 2, se evidencia un considerable aumento del tiempo de inyección de 2.22 ms a 12.1 ms, la unidad de control al no efectuar un ajuste de combustible y con el electroventilador en funcionamiento a su máxima capacidad, conlleva a que la relación lambda λ se situó en un valor de 0.675 una mezcla rica, los hidrocarburos han aumentado 1379 ppm con respecto al parámetro de condición ideal, es decir un valor elevado a 1434 ppm extremadamente alto con respecto al límite permisible de 200 ppm, de igual forma se presenta con el monóxido de carbono que se ubica en 9.99 % en volumen, las condiciones antes mencionadas se puede ratificar en el porcentaje de dióxido de

carbono que está muy por debajo de lo establecido con 5.7% en volumen, generando una baja eficiencia del motor y un alto índice de contaminación ambiental.

Figura 117

Valores de pruebas desarrolladas en aceleración sin el sensor MAP, IAT, ECT, oxígeno 1 y 2



Nota. Valores obtenidos y comparados, sin el sensor MAP, IAT, ECT, Oxígeno 1 y 2.

Desarrollada la prueba en aceleración a 2500 rpm se evidencia que los hidrocarburos han bajado considerablemente a 392 ppm con respecto a las 1434 ppm de la prueba en ralentí a 750 rpm, mejorando la eficiencia del motor mediante el porcentaje de dióxido de carbono que ha aumentado a 9.3 % en volumen, considerando que no es un valor que se encuentra dentro de lo recomendable de 12 a 14% en volumen, valor que no es suficiente para un funcionamiento ideal, pero mejor a comparación con la prueba al mínimo.

Refiriéndose a las tensiones de los sensores de oxígeno, al estar en condición de fallo se evidencia que el sensor de oxígeno 1 se encuentra en 168.3 mV, suprimiendo el ajuste de combustible que ha generado el aumento de hidrocarburos y la baja presencia de oxígeno en los residuos de una combustión incompleta, el monitoreo del catalizador no se realiza por la falta de señal del sensor de oxígeno 2 y el proceso de oxidación y reducción del convertidor

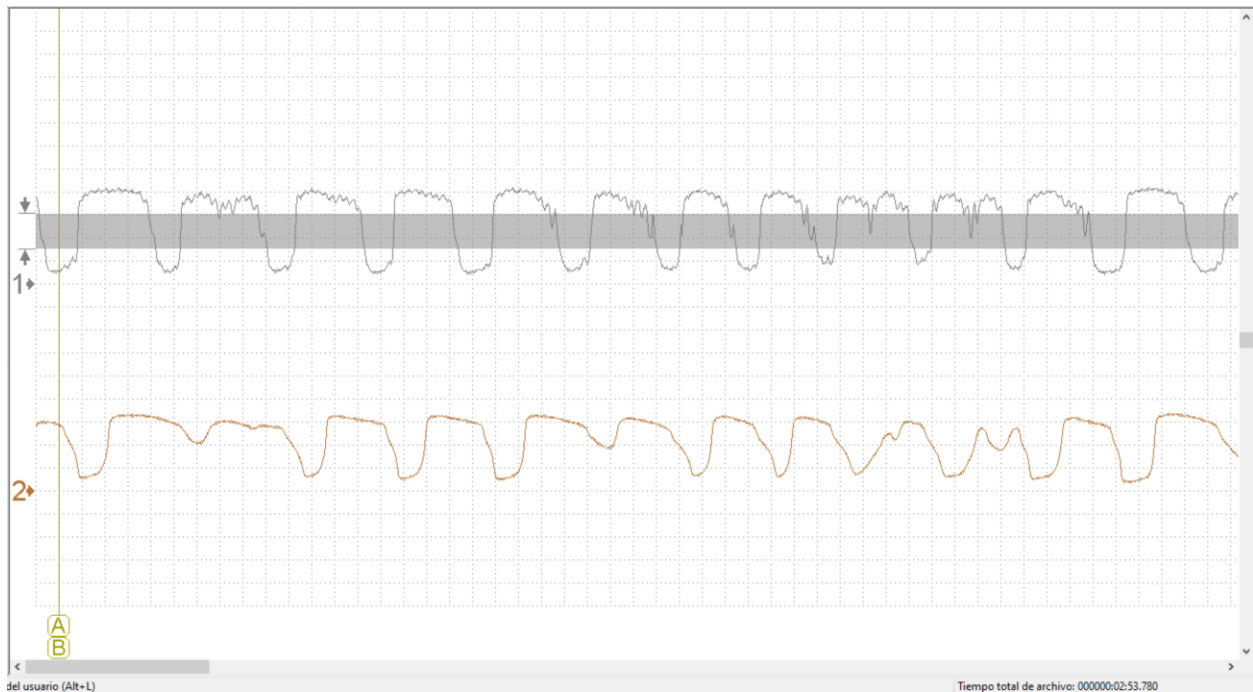
catalítico no tiene un monitoreo que permita establecer los valores de emisiones en los rangos establecidos por la normativa de 200 ppm para hidrocarburos y 1% en volumen como máximo para el monóxido de carbono, generando un reporte de emisiones como rechazado.

Oscilogramas característicos de los sensores lambda λ

Se presenta los oscilogramas de los sensores de oxígeno 1 y 2 en condición de trabajo óptimo y de fallo los cuales fueron obtenidos en atreves del USB Autoscope IV en el modo lambda.

Figura 118

Oscilograma de los sensores de oxígeno en estado ideal del vehículo de prueba.

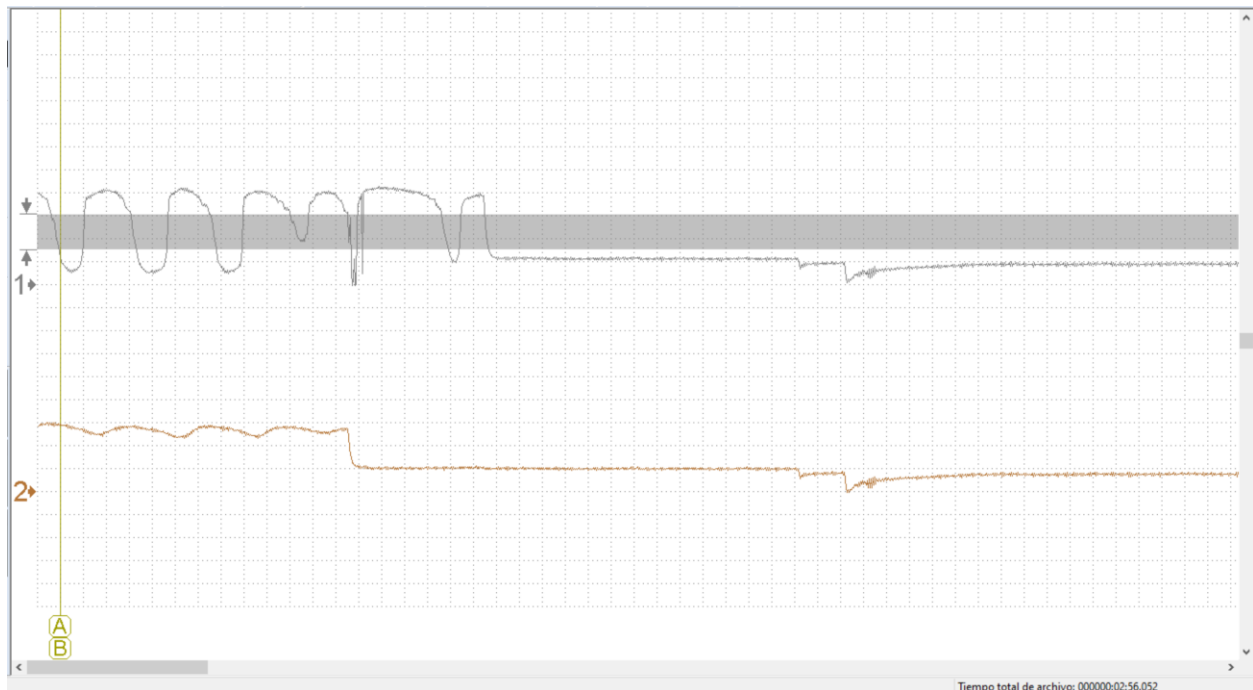


Nota. Los oscilogramas que se presenta en la figura representan las señales de los sensores lambda λ en correcto funcionamiento sin condición de fallo.

La tensión de los oscilogramas fluctúa entre los 300 a 800 mV con un tiempo de 2.32 ms y una frecuencia de 431 mHz, esto para los dos sensores de oxígeno.

Figura 119

Oscilograma de los sensores de oxígeno en condición de fallo del vehículo de prueba.



Nota. Los oscilogramas que se presenta en la figura se presenta una condición de fallo, las señales de los sensores lambda λ varían su comportamiento habitual.

En condición de fallo los sensores de oxígeno dejan de variar su tensión y frecuencia, esta señal de mantienen de forma lineal, lo cual nos da un indicio de fallo de los sensores de oxígeno, por lo tanto, la ECU al no recibir la señal característica no puede gestionar el tiempo de inyección.

Diagnostico avanzado del sistema post tratamiento de emisiones

Para el diagnostico avanzado se tomó en cuenta los datos que tienen más variación con respecto a las condiciones iniciales obtenidas en el vehículo de prueba, estos datos permitieron detectar el sensor que presenta una condición de fallo, dentro de los datos más relevantes para el análisis se destaca el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos no combustionados (HC)

como gases contaminantes para el medio ambiente y para las personas, además de la tensión de señal del sensor de oxígeno 1 para el ajuste de combustible y tensión de señal del sensor de oxígeno 2 como elemento de monitoreo de los procesos químicos de oxidación y reducción del convertidor catalítico.

Para el diagnóstico avanzado se ha desarrollado un método de interpretación de resultados por colores, donde un parámetro con color rojo tiene tendencia a generar un resultado de rechazado, los valores en color verde representan parámetros en condiciones ideales de acuerdo a la normativa, un color azul en los resultados tiene como tendencia a una falta de tipo 2 y un color amarillo en los valores de emisiones concluye un resultado de emisiones de aprobado con falta tipo 1.

Tabla 43

Datos obtenidos a ralentí en el analizador de gases y Autoscope de las 34 condiciones

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ									
#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
0	Parámetros establecidos de emisión de gases por la normativa y tensión de sensores de oxígeno de acuerdo al fabricante del vehículo de prueba	1,0	12 - 15	5,0	200	$\lambda < 1$ $\lambda = 1$ $\lambda >$	500- 900	80- 300	2,22
1	Condiciones iniciales del vehículo de prueba finalizado los protocolos de puesta a punto del motor.	0,28	14,2	1,39	55	1,057	796,3	82,72	2,22
2	Correcto funcionamiento de los sensores de oxígeno y proceso químico del convertidor catalítico adecuado.	0,40	14,3	0,90	61	1,029	820,2	66,18	2,32
3	Por un elevado parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	2,03	13,3	1,18	195	0,987	220,7	596,5	2,75
4	Cuando la tensión del sensor de oxígeno 2 es	0,34	14,2	1,58	74	1,063	820,2	220,6	2,36

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	alrededor de los 200 mV, se presenta un sensor de oxígeno 2 defectuoso.								
5	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,99	7,0	1,28	640	0,742	248,3	221,5	2,87
6	Cuando se presenta una condición de fallo en el sensor IAT, la computadora no relaciona esta señal para realizar una variación en el ajuste de combustible.	0,51	14,5	1,06	96	1,031	706,2	715,1	2,22
7	Cuando se presenta una condición de fallo en el sensor ECT, la computadora no relaciona esta señal para realizar una variación en el ajuste de	0,29	14,8	0,87	88	1,028	751,2	100,2	2,54

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	combustible.								
8	En la prueba a ralentí sin el sensor MAP, las condiciones de emisiones y tensión de los sensores de oxígeno se establecen dentro de los rangos permisibles.	0,53	14,6	1,05	86	1,03	783,4	102,9	2,1
9	Cuando el oxígeno es superior al 5% en volumen y los parámetros restantes de emisiones se ubican dentro del rango establecido se determina un fallo en el inyector, donde el tiempo de inyección no se determina por la ausencia de trabajo.	0,02	11,8	5,20	65	1,304	123,2	81,8	-
10	La combinación de fallo de los sensores IAT y MAP no intervienen en el ajuste de combustible y la tensión en los sensores de oxígeno se mantienen dentro del	0,51	14,4	0,96	76	1,027	697,9	799,6	2,16

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	rango de funcionamiento correcto.								
11	La combinación de fallo de los sensores MAP y ECT no intervienen en el ajuste de combustible y la tensión en los sensores de oxígeno se mantienen dentro del rango de funcionamiento correcto.	0,35	14,7	0,81	69	1,025	679,5	223,3	2,46
12	Cuando se presenta un fallo combinado en los sensores de lectura de temperatura, en régimen de ralentí, los parámetros de emisiones se encuentran dentro de rango de acuerdo a la normativa y la tensión del sensor de oxígeno 2 cae significativamente y el tiempo de inyección se eleva.	0,21	14,9	0,84	72	1,030	507,6	-47,79	3,2
13	En la prueba realizada la ECU no realizó el ajuste de combustible necesario para determinar el ajuste de	0,36	14,9	0,83	35	1,026	754	710,5	2,44

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	combustible.								
14	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	8,22	9,4	1,07	312	0,809	188,5	748,1	4,46
15	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,99	7,2	1,01	674	0,734	216,3	746,2	2,36
16	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	1,28	13,9	0,76	211	0,990	183,6	416,4	2,56

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
17	Cuando se presenta un fallo donde las emisiones de gases se encuentran dentro del rango establecido, el sensor de oxígeno 2 presenta tensiones entre los 200 mV e inferiores.	0,39	14,7	0,77	39	1,023	839,5	211,4	2,1
18	Cuando se presenta un fallo donde las emisiones de gases se encuentran dentro del rango establecido, el sensor de oxígeno 2 presenta tensiones entre los 200 mV e inferiores.	0,39	14,7	0,82	34	1,025	801,8	216,9	2,16
19	Cuando se presenta un fallo donde las emisiones de gases se encuentran dentro del rango establecido, el sensor de oxígeno 2 presenta tensiones entre los 200 mV e inferiores.	0,21	15,0	0,61	29	1,021	519,2	191,2	2,64
20	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y	8,33	9,3	1,65	364	0,828	220,7	193,9	2,44

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.								
21	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,48	8,6	1,29	390	0,783	226,2	199,4	3,9
22	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,99	7,1	0,82	617	0,726	181,1	154,4	3,99
23	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos	9,23	8,8	0,94	805	0,766	248,3	815,2	2,76

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.								
24	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	7,89	9,9	0,83	691	0,802	203,2	475,2	3,12
25	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	4,43	12,2	0,83	343	0,902	180,2	652,6	3,5
26	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de	9,99	8,4	1,01	1521	0,734	198,6	638,8	3,46

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	oxígeno 1.								
27	Con las emisiones de gases dentro del rango ideal de acuerdo a la normativa, se analiza las tensiones de los sensores de oxígeno cuando es inferior a los 200 mV el sensor está en fallo, para este caso el sensor de oxígeno 2.	0,45	14,7	1,01	152	1,028	773,3	-30,33	2,18
28	Cuando la tensión del sensor de oxígeno 2 es inferior a 200 mV y los hidrocarburos se encuentran en el rango entre 180 a 199 ppm se presenta una falta tipo 2, con fallo en el sensor de oxígeno 2	0,32	14,7	1,14	183	1,036	718,1	159,9	2,56
29	Analizando las tensiones de los sensores de oxígeno se presenta un voltaje inferior a los 200 mV en el sensor de oxígeno 2, es decir se encuentra en	0,26	14,9	0,80	94	1,026	795,4	-3,676	2,62

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	condición de fallo, mientras que el análisis de gases se ubica dentro de los parámetros establecidos.								
30	Analizando las tensiones de los sensores de oxígeno se presenta un voltaje inferior a los 200 mV en el sensor de oxígeno 2, es decir se encuentra en condición de fallo, mientras que el análisis de gases se ubica dentro de los parámetros establecidos.	0,39	14,8	0,91	62	1,028	731	177,4	2,46
31	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,99	8,3	0,50	564	0,736	227,1	199,4	2,26
32	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos	9,59	8,7	0,53	384	0,754	231,7	205	2,84

DATOS DE PRUEBAS EN RALENTÍ

#	Prueba desarrollada	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.								
33	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,99	6,6	0,84	799	0,712	167,3	138,8	2,74
34	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,99	5,7	0,82	1434	0,675	168,3	14,6	12,1

Nota. Los datos de mayor relevancia de la tabla son CO, HC y los voltajes de los sensores de oxígeno 1 y 2, se relacionaron las 34 condiciones en el vehículo de pruebas, los datos de esta tabla fueron tomados a un régimen de giro de ralentí.

Tabla 44

Datos obtenidos acelerado en el analizador de gases y Autoscope de las 34 condiciones

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN									
#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
0	Parámetros establecidos de emisión de gases por la normativa y tensión de sensores de oxígeno de acuerdo al fabricante del vehículo de prueba	1,0	12 -15	5,0	200	$\lambda < 1$ $\lambda = 1$ $\lambda >$	500- 900	80- 300	2.22
1	Condiciones iniciales del vehículo de prueba finalizado los protocolos de puesta a punto del motor.	0,44	14,5	0,81	124	1,020	796,3	82,72	2,22
2	Correcto funcionamiento de los sensores de oxígeno y proceso químico del convertidor catalítico adecuado.	0,22	14,9	0,37	75	1,008	820,2	66,18	2,32
3	Por un elevado parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono se presenta una condición de	1,39	14,2	0,44	211	0,972	220,7	596,5	2,75

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	fallo en el sensor de oxígeno 1.								
4	Cuando la tensión del sensor de oxígeno 2 es alrededor de los 200 mV, se presenta un sensor de oxígeno 2 defectuoso.	0,43	14,4	1,02	103	1,031	820,2	220,6	2,36
5	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	8,00	9,9	0,69	376	0,803	248,3	221,5	2,87
6	Cuando se presenta una condición de fallo en el sensor IAT, la computadora no relaciona esta señal para realizar una variación en el ajuste de combustible.	0,58	14,5	0,99	121	1,024	706,2	715,1	2,22
7	Cuando se presenta una condición de fallo en el	0,38	15,0	0,66	104	1,015	751,2	100,2	2,54

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	sensor ECT, la computadora no relaciona esta señal para realizar una variación en el ajuste de combustible.								
8	En la prueba en aceleración cuando el monóxido de carbono se encuentra entre los rangos de 0,6 a 0,8% en volumen y los parámetros restantes en condición normal, existe una condición de fallo en el sensor MAP.	0,63	14,5	1,04	93	1,026	783,4	102,9	2,1
9	Cuando el oxígeno es superior al 5% en volumen y los parámetros restantes de emisiones se ubican dentro del rango establecido se determina un fallo en el inyector, donde el tiempo de inyección no se determina por la ausencia de trabajo.	0,03	11,8	5,24	77	1,305	123,2	81,8	-

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
10	La combinación de fallo de los sensores IAT y MAP no intervienen en el ajuste de combustible y la tensión en los sensores de oxígeno se mantienen dentro del rango de funcionamiento correcto.	0,56	14,4	0,91	96	1,022	697,9	799,6	2,16
11	La combinación de fallo de los sensores MAP y ECT no intervienen en el ajuste de combustible y la tensión en los sensores de oxígeno se mantienen dentro del rango de funcionamiento correcto.	0,32	15,1	0,44	74	1,008	679,5	223,3	2,46
12	Cuando se presenta un fallo combinado en los sensores de lectura de temperatura, en régimen de ralentí, los parámetros de emisiones se encuentran dentro de rango de acuerdo a la normativa y la tensión del sensor de oxígeno 2 cae	1,38	13,9	0,77	168	0,989	507,6	-47,79	3,2

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	significativamente y el tiempo de inyección se eleva.								
13	En la prueba realizada la ECU no realizó el ajuste de combustible necesario para determinar el ajuste de combustible.	0,27	15,4	0,40	30	1,009	754	710,5	2,44
14	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,13	9,2	0,74	286	0,779	188,5	748,1	4,46
15	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	8,94	9,6	0,56	376	0,779	216,3	746,2	2,36
16	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y	7,51	10,5	0,45	320	0,811	183,6	416,4	2,56

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.								
17	Cuando se presenta un fallo donde las emisiones de gases se encuentran dentro del rango establecido, el sensor de oxígeno 2 presenta tensiones entre los 200 mV e inferiores.	0,18	15,2	0,30	40	1,007	839,5	211,4	2,1
18	Cuando se presenta un fallo donde las emisiones de gases se encuentran dentro del rango establecido, el sensor de oxígeno 2 presenta tensiones entre los 200 mV e inferiores.	0,14	15,3	0,42	36	1,014	801,8	216,9	2,16
19	Cuando se presenta un fallo donde las emisiones de gases se encuentran dentro del rango establecido, el	0,15	15,4	0,18	33	1,003	519,2	191,2	2,64

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	sensor de oxígeno 2 presenta tensiones entre los 200 mV e inferiores.								
20	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,70	9,1	0,47	471	0,754	220,7	193,9	2,44
21	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	7,97	10,0	0,67	283	0,806	226,2	199,4	3,9
22	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de	7,32	10,6	0,47	349	0,815	181,1	154,4	3,99

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	oxígeno 1.								
23	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,99	8,8	0,48	1087	0,731	248,3	815,2	2,76
24	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,01	9,5	0,44	848	0,76	203,2	475,2	3,12
25	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	5,69	11,7	0,45	338	0,856	180,2	652,6	3,5

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
26	Quando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,99	7,6	0,56	2080	0,691	198,6	638,8	3,46
27	Al analizar las tensiones de los sensores de oxígeno, cuando es inferior a los 200 mV el sensor está en fallo, para este caso el sensor de oxígeno 2, además el monóxido de carbono al estar en el rango de 0,6 a 0,8% en volumen y los hidrocarburos en el rango de 180 a 199 ppm, existe una condición de fallo en los sensores MAP e IAT.	0,61	14,4	1,10	188	1,026	773,3	-30,33	2,18
28	Quando la tensión del sensor de oxígeno 2 es inferior a 200 mV y los hidrocarburos se encuentran en el	0,56	14,6	1,07	179	1,026	718,1	159,9	2,56

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	rango entre 180 a 199 ppm se presenta una falta tipo 2, con fallo en el sensor de oxígeno 2								
29	Analizando las tensiones de los sensores de oxígeno se presenta un voltaje inferior a los 200 mV en el sensor de oxígeno 2, es decir se encuentra en condición de fallo, mientras que el análisis de gases se ubica dentro de los parámetros establecidos.	0,25	15,3	0,32	102	1,003	795,4	-3,676	2,62
30	Analizando las tensiones de los sensores de oxígeno se presenta un voltaje inferior a los 200 mV en el sensor de oxígeno 2, es decir se encuentra en condición de fallo, mientras que el análisis de gases se ubica dentro de los parámetros establecidos.	0,25	15,3	0,4	57	1,009	731	177,4	2,46
31	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y	9,99	8,2	0,31	437	0,73	227,1	199,4	2,26

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
	monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.								
32	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	9,99	7,9	0,38	382	0,729	231,7	205	2,84
33	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.	4,49	12,5	0,45	311	0,888	167,3	138,8	2,74
34	Cuando se tiene un parámetro de hidrocarburos y monóxido de carbono superior a los límites prescritos	8,99	9,3	0,42	392	0,768	168,3	14,6	12,1

DATOS DE PRUEBAS EN ACELERACIÓN

#	Diagnóstico avanzado	CO % Vol	CO2 % Vol	O2 % Vol	HC ppm Vol	λ -	Sen1. Ox mV	Sen2. Ox mV	T. de Iny. ms
---	----------------------	----------------	--------------	-------------	------------------	----------------	-------------------	-------------------	------------------------

se presenta una condición de fallo en el sensor de oxígeno 1.

Nota. Los datos más relevantes de la tabla son los voltajes de CO, HC y sensor de oxígeno 1 y 2 relacionados con las 34 condiciones de funcionamiento en el vehículo de prueba. Los datos de esta tabla se miden en aceleración.

Comprobación y conclusión de la hipótesis

En la siguiente tabla se describe los resultados del diagnóstico avanzado, desarrollado mediante el análisis de los datos de obtenidos durante el estudio de las 34 condiciones que se describe y analiza en el apartado anterior.

Tabla 45

Resultados del diagnóstico avanzado analizado para cada sensor

Sensor y actuador	Descripción
Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)	Al estar en condición de fallo el sensor IAT, la unidad de control del vehículo no toma la señal de este sensor para realizar un ajuste de combustible.
Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT)	Cuando el electroventilador inicia su funcionamiento de manera consecutiva, se presenta una condición de fallo en el sensor ECT, realizando un ajuste de combustible después de un determinado número de ciclos de trabajo del motor.
Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)	Cuando la condición de fallo del sensor MAP está presente en el análisis de gases, los hidrocarburos tienen a ubicarse en el rango de 180 a 199 ppm, generando un resultado de aprobación con falta tipo 2.
Sensor de oxígeno 1 (O ₂)	Cuando el sensor de oxígeno 1 está en condición de fallo, el monóxido de carbono (CO) sobrepasa el 1.0 % Volumen establecido en la normativa, los hidrocarburos no combustionados (HC) supera el umbral de las 200 ppm como

Sensor y actuador	Descripción
Sensor de oxígeno 2 (O ₂)	<p>límite máximo, la tensión de señal del sensor de oxígeno 1 cae alrededor de los 200 mV.</p> <p>Cuando el sensor de oxígeno 2 se encuentra en condición de fallo, la tensión de señal del sensor de oxígeno 2 cae alrededor de los 200 mV</p>
Inyector	<p>Cuando un inyector no realizar el trabajo de inyección el porcentaje en volumen de oxígeno (O₂) supera el límite establecido del 5%, la tensión en los sensores de oxígeno se encuentra cerca de los 100 mV.</p>

Nota. Los datos más relevantes obtenidos durante el desarrollo del diagnóstico avanzado se detallan en la tabla, el diagnóstico se basa en el análisis de la tensión emitida desde los sensores de oxígeno hacia la unidad de control, además del monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC), relacionando los datos de las 34 condiciones de funcionamiento en el vehículo de prueba.

Capítulo V

Marco administrativo

La presente investigación se llevó a cabo gracias a diferentes recursos, humanos, tecnológicos, materiales, presupuesto y el financiamiento para el desarrollo del tema “Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares en motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado”.

Recursos humanos

Los recursos humanos utilizados en la investigación, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 46

Recursos humanos

Orden	Personal	Función
1	Arteaga Fabara Carlos David	Investigador
2	Venegas Alvarado Alex Xavier	investigador Investigador
3	Ing. Quiroz Erazo Leonidas Antonio	Colaborador científico Especialista emisiones

Nota. En la tabla se presenta los recursos humanos, determinando el personal y la función que cumplió durante la investigación del tema propuesto.

Recursos tecnológicos

Para la investigación se utilizó recursos tecnológicos, que fueron fundamentales para la obtención de los datos necesarios, con los cuales se realizó la investigación, en tabla se menciona los recursos utilizados, mismos que son de propiedad de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” sede Latacunga y/o de los investigadores.

Tabla 47*Recursos tecnológicos*

Orden	Nombre
1	Laptop “envy, hp”
2	Scanner “Innova”
3	USB Autoscope IV
4	Analizador de gases “Brain Bee AGS-688”
5	Medidor de revoluciones “MGT-300”
6	Software “USB Oscilloscope”
7	Internet
8	Dispositivos móviles

Nota. los recursos tecnológicos utilizados en la investigación se detallan en la siguiente tabla la cual contiene el nombre de estos recursos.

Recursos materiales

Los materiales utilizados en la investigación fueron de gran importancia, permitió cuidar los equipos y el vehículo de prueba para que estos se encuentren en óptimas condiciones.

Tabla 48*Recursos materiales*

Orden	Nombre
1	Filtros
2	Caja herramientas
3	Franelas
4	Linterna

Nota. la tabla presenta los recursos materiales que se utilizó en el proceso de obtención de datos, así como, en el cuidado de los equipos y vehículo de prueba.

Presupuesto

El presupuesto que se utilizó para el desarrollo de la investigación se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 49

Presupuesto para el desarrollo de la investigación

Detalle	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor Unitario (USD)
Materiales Equipo			
Equipo de diagnóstico en tiempo real	1	400	800
Equipos de medición de emisiones	1	120	120
Filtros para analizador de gases	10	15	150
Pruebas desarrolladas en el vehículo de prueba			
Pruebas sistemas post tratamiento en el vehículo de prueba	6	30	180
SUMA TOTAL			1250

Nota. Se detalla el presupuesto utilizado en la investigación, el presupuesto fue dividido en los materiales, Equipo, pruebas, mantenimientos, movilidad de los investigadores que se presentaron a lo largo de la investigación.

Financiamiento

El financiamiento de la investigación fue realizado por los investigadores del proyecto de “Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema complementario post tratamiento de emisiones vehiculares en motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado”.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Mediante la fundamentación teórica se conoció los diferentes aspectos importantes sobre los equipos de medición, datos de comparación y funcionamiento eléctrico y electrónico de los sensores, para el diagnóstico avanzado de fallas existentes en el vehículo mediante la interpretación de datos obtenidos del sistema post tratamiento de emisiones vehiculares con el uso del USB Autoscope IV y el analizador de gases.
- Se realizó protocolos de diagnóstico combinado con las pruebas de emisiones de gases producto de la combustión, de acuerdo a la normativa NTE INEN 2203:2013 que establece los procedimientos de medición para determinar los niveles de emisiones y la obtención de la tensión de los sensores de oxígeno, se pudo determinar el comportamiento y ajuste de combustible es desarrollado mediante la interpretación de datos del sensor de oxígeno 1 ubicado antes del catalizador, mediante la unidad de control.
- Las técnicas de procesamiento de datos estadística y comparativa ayudaron a establecer variaciones entre parámetros de funcionamiento ideal y datos obtenidos mediante el fallo combinado de sensores MAP, IAT, ECT y O₂ los cuales ayudan a establecer el comportamiento de la unidad de control con respecto a la variación del tiempo inyección.
- El procesamiento de la información mediante las técnicas BATCH y STREAM en tiempo real durante la visualización o posteriormente sobre los oscilogramas grabados y almacenados, generó un método de diagnóstico avanzado con una eficiencia del 85% con un diagnóstico casi instantáneo en fallos del sistema post tratamiento de emisiones

vehiculares, debido a que, de 6 sensores y actuadores analizados en diagnóstico avanzado desarrollo en 2 sensores dos de oxígeno y el inyector.

- Mediante la visualización y recolección de voltajes durante el funcionamiento de los sensores de oxígeno 1 y 2 se puede mencionar que el rendimiento y desempeño del sistema post tratamiento de emisiones funciona de manera adecuada cuando el voltaje de señal del sensor de oxígeno 1 (antes del catalizador) se encuentra en el rango de 600 a 900 mV, y la unidad de control no realiza el ajuste de combustible cuando el voltaje de señal de este sensor es inferior a los 500 mV generando una mezcla rica que eleva los porcentajes de hidrocarburos no combustionados y monóxido de carbono generando un reporte del análisis de gases rechazado.
- Mediante el análisis de señales de los sensores de oxígeno conjuntamente con un test oficial de emisiones de gases, se identificó que el fallo de mayor importancia se ejecuta al momento de la desconexión del sensor de oxígeno 1, generando una falla de ajuste de combustible en la unidad de control, incidiendo en el aumento en el tiempo de inyección, donde la relación lambda es menor a uno, por consiguiente, los gases como hidrocarburos no combustionados superan el límite de 200 ppm permisible y el monóxido de carbono supera el 1% en volumen obteniendo como resultado una prueba rechazada producto de una combustión incompleta.
- Bajo una condición de fallo el sensor IAT en la unidad de control del vehículo no toma la señal emitida por el sensor para realizar un ajuste de combustible, la señal es tomada del sensor ECT, conjuntamente con la señal del sensor de oxígeno 1.
- Observando que electroventilador inicia su funcionamiento de manera continua como método de protección para el motor, se presenta una condición de fallo en el sensor

ECT, emitiendo una señal de tensión alta hacia la ECU, realizando un ajuste de combustible después de un determinado número de ciclos de trabajo del motor.

- Cuando la condición de fallo del sensor MAP está presente mediante un diagnóstico avanzado del análisis de gases, los hidrocarburos (HC) tienden a ubicarse en el rango de 180 a 199 ppm, generando un resultado de aprobación con falta tipo 2.
- Cuando el sensor de oxígeno 1 está en condición de fallo, el monóxido de carbono (CO) sobrepasa el 1.0 % Volumen establecido en la normativa, los hidrocarburos no combustionados (HC) supera el umbral de las 200 ppm como límite máximo, la tensión de señal del sensor de oxígeno 1 cae alrededor de los 200 mV, ejecutando un diagnóstico avanzado en las emisiones descritas para determinar el fallo correcto.
- Cuando el sensor de oxígeno 2 se encuentra en condición de fallo un diagnóstico avanzado se describe que la tensión de señal del sensor de oxígeno 2 cae alrededor de los 200 mV o inferior perdiendo la unidad de control el monitoreo del catalizador.
- Al momento que un inyector no realizar el trabajo de inyección de combustible hacia el cilindro, el porcentaje en volumen de oxígeno (O₂) supera el límite establecido del 5% ubicando la relación lambda λ en valores superiores a 1 y una tensión en los sensores de oxígeno cercana a los 100 mV, que mediante el diagnóstico avanzado permite determinar un resultado de rechazado en la emisión de gases.

Recomendaciones

- Para diagnosticar el correcto funcionamiento del sistema post tratamiento de emisiones, el USB Autoscope IV dispone de una herramienta llamada Script PX que ayuda a determinar si el catalizador se encuentra restringido, afectando al proceso de evacuación de los gases de escape.
- Para evitar lecturas altas en el test residual de hidrocarburos (HC) al momento de desarrollar un test oficial, se recomienda trabajar en lugares que dispongan de una adecuada ventilación para evitar la acumulación de gases de escape producidos por el vehículo de prueba que se encuentra en funcionamiento.
- Para desarrollar un diagnóstico avanzado más eficiente se recomienda tomar los valores de voltaje y señal de los sensores que se encuentran conectados al momento de realizar las pruebas, para verificar la variación que presentan cuando se produce un fallo.
- Al momento de desarrollar una prueba de emisiones de gases se recomienda obtener información del tiempo de inyección de todos o la mayor parte de inyectores para comparar con los parámetros de hidrocarburos, monóxido de carbono y relación lambda presentados en el test oficial.
- Desarrollar las pruebas de análisis de gases, lectura de señales con el Autoscope conjuntamente con los datos en vivo emitidos por un scanner automotriz, para verificar que la falla establecida para la prueba a desarrollar se ha generado y la unidad de control la detecte.
- Después del desarrollo de cada prueba que se ha desconectado uno o varios sensores, se debe realizar una lectura de códigos de falla para posteriormente realizar el borrado, permitiendo estabilizar los parámetros en la unidad de control para desarrollar una nueva prueba.

Bibliografía

- Augeri, F. (03 de Febrero de 2011). *Que es el ajuste de combustible ? Fuel trim*. Obtenido de cise.com: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/318-quees-el-ajuste-de-combustible-?-fuel-trim.html>
- Auto Avance. (11 de Octubre de 2013). *Funcionamiento del Convertidor Catalítico*. Obtenido de autoavance.co: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/174-funcionamiento-del-convertidor-catalitico/>
- Auto Avance. (21 de 10 de 2015). *Osciloscopio Automotriz Calibración de las Escalas Eje X/Y*. Recuperado el 2 de 02 de 2023, de autoavance.co: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/196-osciloscopio-automotriz-calibracion-de-las-escalas-eje-x-y/>
- Auto Avance. (11 de 02 de 2020). *Usar el Osciloscopio Automotriz - Aprender - Auto Avance*. Recuperado el 02 de 02 de 2023, de autoavance.co: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/aprender-osciloscopio-automotriz/>
- Autoscope. (2014). *USB AUTOSCOPE IV KIT*. Obtenido de Autoscope.eu: <http://autoscope.eu/products/?lang=es>
- Autosensores. (2013). *Sensor Oxigeno Chevrolet Sail 1.4 2013 A 2019*. Obtenido de autosensores.com: https://www.autosensores.com/MCO-555581983-sensor-oxigeno-chevrolet-sail-14-2013-a-2019-_JM
- Brain Bee. (2019). *Analizador de los gases de escape*. Obtenido de brainbee.mahle.com: <https://www.brainbee.mahle.com/media/brainbee/product-lines/emission/ags-688/mahle-brain-bee-ags-688-es.pdf>

Brain Bee. (2019). *MGT - 300 EVO*. Obtenido de brainbee.mahle.com:

<https://www.brainbee.mahle.com/media/brainbee/product-lines/emission/mgt-300-evo/mahle-brain-bee-mgt-300-evo-es.pdf>

CEA. (2017). *USB Autoscope IV*. Obtenido de Ceeaelectronica:

<https://ceaelectronica.com/product/usb-autoscope-iv/>

Cise Electronics Corp. (2004). *Boletín Técnico Ajuste de Combustibles*. Obtenido de

es.scribd.com: <https://es.scribd.com/document/89872077/Boletin-Tecnico-Ajuste-de-Combustibles#>

Cortés, J., & Chaves, J. (2021). *Diseño y construcción de un osciloscopio digital implementado*

en MATLAB. Obtenido de Utp.edu.co: <https://repositorio.utp.edu.co/items/eab3ad27-7b8c-4519-9524-f6df3e18d71a/full>

Diagtools. (s.f.). *EL PROGRAMA " USB OSCILLOSCOPE" GUÍA DEL USUARIO*. Obtenido de

diagtools.eu: <https://diagtools.eu/es/equipos-de-medicion/54-usb-autoscope-iv.html>

Encendido Electrónico. (12 de Julio de 2015). *Sensores MAP – Parte 1*. Obtenido de

encendidoelectronico.com: <https://www.encendidoelectronico.com/sensores-map/sensores-map-parte-1/>

Equipo Automotriz Javaz. (s.f. de s.f. de s.f.). *Sensor de oxígeno*. Obtenido de

equipoautomotrizjavaz.com:
https://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/electronica_automotriz4.pdf

Flores Peña, F. J., & Robalino Pontón, S. (Julio de 2018). *Eficiencia Térmica de los*

Catalizadores. Obtenido de repositorio.uide.edu.ec:
<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2800>

Globaltech. (s.f.). *Interpretación de análisis de gases*. Obtenido de Globaltechla:

<https://www.globaltechla.com/eBusiness/entrenamiento/analisis-de-gases-en-vehiculos.pdf>

Hella. (08 de Diciembre de 2022). *Sistema postratamiento de gases de escape: Estructura, funcionamiento y diagnóstico*. Obtenido de Hella:

<https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Tecnologia-de-gases-de-escape/El-sistema-postratamiento-de-gases-de-escape-74805/>

Hella. (s.f.). *La electronica del vehículo explicada con claridad*. Obtenido de es.slideshare.net:

<https://es.slideshare.net/CarlosCastro282/electrnica-del-automovial-explicada-con-claridad>

Ingeniería y Mecánica Automotriz. (14 de Febrero de 2020). *¿Qué es el sensor de temperatura de motor y cómo funciona?* Obtenido de ingenieriaymecanicaautomotriz.com:

<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-temperatura-de-motor-y-como-funciona/>

La Hora. (19 de Abril de 2022). *Parque automotor creció 13% en los últimos tres años*.

Obtenido de lahora.com.ec: <https://www.lahora.com.ec/pais/crecimiento-parque-automotor-desde-2018/>

Medina, S. (08 de Noviembre de 2018). *Sensores automotrices*. Obtenido de ResearchGate:

https://www.researchgate.net/publication/328808726_Sensores_Automotrices

Narváez, J., & Jhonatan Narváez. (2019). *Análisis de los sistemas eléctricos y electrónicos de un motor de combustión interna mediante la utilización del osciloscopio automotriz bosch fsa – 500 [Trabajo de grado, Universidad Tecnica del Norte]*. Repositorio institucional. Obtenido de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9007/1/04%20MAUT%20085%20TRA%20BAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Norma Técnica Ecuatoriana. (2017). *Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/>:
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2204-2.pdf

Normativa Técnica Ecuatoriana. (2013). *Medición de emisiones de gases de escape en motores de combustión interna*. Obtenido de [normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec/):
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2203-1.pdf>

Noroña, M. (2019). *Enfoque UTE*. Quito: Universidad UTE.

Power Data. (2016). *Los 3 principales tipos de técnicas de procesamiento y análisis de datos*. Obtenido de blog.powerdata.es: <https://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/los-3-principales-tipos-de-tecnicas-de-procesamiento-y-analisis-de-datos>

Secretaría de movilidad Quito . (2011). Revisión técnica vehicular. *Instructivo de revision vehicular 2011*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Unknown. (2013 de Mayo de 2013). *Sensor de temperatura de aire de admisión* Blogger. Obtenido de leinac1997.blogspot.com: <http://leinac1997.blogspot.com/2013/05/sensor-iat-sensor-de-temperatura-del.html>

D'Addario, M. (2017). Manual de mecanica del automovil fundamentos, componentes y funcionamiento. CreateSpace Independent.

Amador, G. F. (2005). Sensores Magnéticos e Inductivos. (Tesis de Ingeniería), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Pachuca.

Anexos