



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

**TEMA: ESTUDIO INTENSIVO DE LOS PARÁMETROS PID'S CON
AJUSTE FUEL TRIM DEL MOTOR 2ZR-FXE.**

AUTORES:

FALCON JACOME KEVIN STALIN

QUELAL VALLEJOS BRYAN ANDRÉS

DIRECTOR: ING. IGNACIO BAYARDO BENAVIDES CEVALLOS MSc.

Ibarra, Enero 2024

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

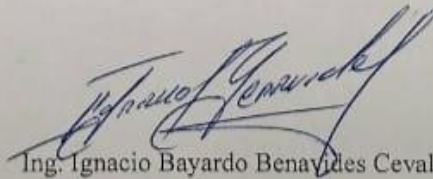
En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es “ESTUDIO INTENSIVO DE LOS PARÁMETROS PID'S CON AJUSTE FUEL TRIM DEL MOTOR 2ZR-FXE” presentado por el señor Falcon Jacome Kevin Stalin con número de cédula 1755486352 y el señor Quelal Vallejos Bryan Andrés con número de cédula 1004179097, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 30 días del mes de Enero del 2024.

Atentamente:



Ing. Ignacio Bayardo Benavides Cevallos MSc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004179097		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Quelal Vallejos Bryan Andres		
DIRECCIÓN:	Cuesaca, Bolivar, Carchi		
EMAIL:	baquelalv@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	No	TELÉFONO MÓVIL:	0987742299
DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1755486352		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Falcon Jacome Kevin Stalin		
DIRECCIÓN:	San Isidro de Cajas		
EMAIL:	ksfalconj@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0968312707

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Estudio Intensivo De Los Parámetros Pid's Con Ajuste Fuel Trim Del Motor 2zr-Fxe.
AUTOR (ES):	Falcon Jacome Kevin Stalin, Quelal Vallejos Bryan Andres
FECHA: DD/MM/AAAA	30/01/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	


PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Mafla MSc / Ing. Ignacio Benavides MSc

2. CONSTANCIAS

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

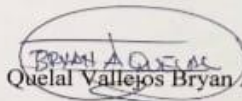
Ibarra, a los 30 días del mes de Enero del 2024.

AUTORES:



Falón Jacome Kevin Stalin

1755486352



Quelal Vallejos Bryan Andrés

1004179097

DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado con profundo cariño y gratitud a dos personas extraordinarias: mi madre, Ana Jacome, y mi padre, Segundo Falcon. Ellos son mi fuente inagotable de inspiración, mi razón para esforzarme constantemente y mi ancla en los momentos de adversidad. A lo largo de mi vida, su amor incondicional y su apoyo inquebrantable han iluminado mi camino, enseñándome valores y principios respetables. Gracias a su guía, he aprendido a enfrentar obstáculos con determinación, perseverancia y dedicación a mis pasiones.

A mis adorados hermanos, Ángel, Selena y Ana, va mi más sincera dedicación. Ustedes son una parte fundamental de mi vida, y juntos se ha creado risas, lágrimas, aventuras y momentos inolvidables. En cada desafío y en cada alegría, su apoyo inquebrantable ha sido un regalo invaluable que ha enriquecido mi camino.

Kevin Falcon

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a mis padres Matías Quelal y Ligia Vallejos, los cuales me dieron las bases para formarme como la persona que he logrado ser en esta etapa de mi vida y han sido los que me han acompañado durante este proceso, a la madre de mi hija Karen Ibujés que me apoyó de una manera incondicional en los buenos y sin dudarle en los malos momentos, y a mi hija Valentina Quelal por ser uno de los pilares fundamentales de inspiración para luchar y perseverar cada día hasta poder lograr cada una de mis metas propuestas. A mi hermana Mayerly Quelal que en el transcurso de todo este tiempo se ha convertido en alguien fundamental en la formación de mi carácter.

Bryan Quelal

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios por bendecirme con salud, sabiduría, paz y fortaleza a lo largo de este trayecto hacia mi profesionalización. Reconozco que su guía ha sido esencial en este camino. Quiero extender mi sincero agradecimiento a mi familia, quienes siempre me han brindado un apoyo incondicional. Su presencia y aliento son invaluable para mí, y han sido fundamentales en mi vida y mi desarrollo como profesional.

Asimismo, quiero expresar mi gratitud a la UTN y a los distinguidos. Su dedicación y enseñanzas en las aulas y laboratorios han sido cruciales para mi formación académica durante esta etapa universitaria. Agradezco especialmente a nuestro director, y a nuestro asesor, por su valiosa orientación y sus contribuciones en el proceso de desarrollo y culminación de este trabajo de grado.

Por último, quiero agradecer a nuestros amigos y compañeros de estudios, quienes fueron leales y brindaron su apoyo, contribuyendo de manera significativa a la conclusión exitosa de nuestra carrera. Cada uno de ustedes ha desempeñado un papel importante en este logro y estoy profundamente agradecido por su presencia en mi vida.

Kevin Falcon

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por su paciencia y comprensión, a mi hija por ser el motor diario que impulsa mis sueños, a mi madre por su apoyo incondicional y por estar presente en momentos difíciles, a mis docentes por ser los pilares de conocimiento que me han hecho realizar este trabajo y concluir mi carrera, y a mis compañeros con los cuales he aprendido a través de día a día y de muchos entendí el valor de una buena amistad.

Bryan Quelal

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Situación Actual.....	1
1.3 Planteamiento del problema.....	2
1.4 Prospectiva.....	3
1.5 Alcance	3
1.6 Objetivos de la investigación.....	4
1.6.1 Objetivo general	4
1.6.2 Objetivos específicos.....	4
1.7 Justificación	4
1.8 Evolución e historia del vehículo híbrido	5
1.9 Vehículo Toyota Prius III Generación.....	7
1.10 Componentes del sistema híbrido	8
1.10.1 Motor térmico de ciclo Atkinson.....	9
1.10.2 Motor eléctrico	9
1.10.3 Batería.....	10
1.10.4 Inversor.....	11

1.10.5	Freno regenerativo	11
1.10.6	Sistema de control electrónica	12
1.11	Vehículos híbridos en serie- paralelo	13
1.12	OBD II.....	14
1.12.1	Luz “Check Engine” o MIL.....	14
1.12.2	Puerto de Comunicación.....	15
1.12.3	Protocolos de comunicación del estándar OBDII.....	15
1.13	Análisis de Falla (DTC)	16
1.14	Control o parámetros de los PID´s	17
1.14.1	Aplicaciones de controladores PID’s en el sistema del vehículo.	17
1.14.2	Sensor de oxígeno (O ₂).....	17
1.14.3	Sensor de flujo de aire (MAF).....	21
1.14.4	Sensor de presión absoluta del distribuidor (MAP).....	26
1.14.5	Sensor de temperatura refrigerante del motor (ECT)	29
1.15	Ajuste de combustible	31
1.15.1	Proceso de Ajuste de Combustible:.....	32
1.15.2	Ajuste de combustible a largo plazo (LFT)	33
1.15.3	Ajuste de combustible a corto plazo (SFT)	33
1.15.4	Sistema de inyección electrónica del combustible	34
1.15.5	Modo de lazo cerrado (Closed loop)	34
1.15.6	Modo de lazo abierto (Open loop).....	35
CAPÍTULO II.....		36
2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
2.1	MATERIALES	36
2.1.1	Scanner	36

2.1.2	Analizador de gases de escape.....	37
2.1.3	Motor Híbrido (2ZR-FXE)	38
2.2	MÉTODO	40
2.3	CONDICIONES DE ESTUDIO	41
2.4	PARÁMETROS DEL MANUAL DEL FABRICANTE	41
2.4.1	Diagrama eléctrico de la ECM	41
2.4.2	Parámetros de valores del sensor de O ₂	42
2.4.3	Parámetros de valores del sensor MAF.	43
2.4.4	Parámetros de valores del sensor MAP.	44
2.4.5	Parámetros de valores del sensor ECT.	45
2.5	EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL MOTOR 2ZR- FXE.....	46
2.5.1	Información del Estado del Motor.....	46
2.5.2	Informe de códigos de falla	47
2.5.3	Informe de flujo de datos del motor 2ZR-FXE.	47
2.5.4	Identificación y ubicación de los sensores.	49
2.5.5	Motor en óptimas condiciones.....	50
2.6	DEFINICIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO.	51
2.7	PRUEBAS INICIALES Y VALORES REFERENCIALES A TRAVÉS DEL CONECTOR OBDII.....	52
	Prueba 1: Comprobación de ajuste de combustible corto y largo plazo a 1000 RPM gasolina extra de 85 octanos.	53
	Prueba 2: Comprobación de ajuste de combustible corto y largo plazo a 3500 RPM con gasolina extra de 85 octanos.	53
	Prueba 3: Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 1000 RPM con gasolina super de 92 octanos.	54

Prueba 4: Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 3500 revoluciones por minuto con gasolina super de 92 octanos.	55
Prueba 5: Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 1000 RPM con aditivo elevador de octanaje.	56
Prueba 6: Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 3500 RPM con aditivo elevador de octanaje.	57
Prueba 7: Sensor de O ₂ con falla generada.	58
Prueba 8: Sensor de MAF con falla generada.	58
Prueba 9: Sensor de MAP con falla generada.	59
Prueba 10: Sensor de ECT con falla generada.	60
Prueba 11: Analizador de gases de escape.	61
CAPÍTULO III	63
3 RESULTADOS Y ANÁLISIS	63
3.1 ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS APLICADAS CON GASOLINA SUPER Y CON ADITIVO.....	63
3.1.1 COMPARATIVA ENTRE GASOLINA EXTRA Y SUPER.....	64
3.1.2 COMPARATIVA ENTRE GASOLINA SUPER Y ADITIVADA.....	66
3.2 ANÁLISIS DE AJUSTE DE COMBUSTIBLE EN CORTO Y LARGO PLAZO CON DESCONEXIÓN DE LOS SENSORES O ₂ , MAF, MAP Y ECT.	67
3.2.1 SENSOR O ₂	67
3.2.2 Sensor MAF.....	69
3.2.3 Sensor MAP.....	70
3.2.4 Sensor ECT.....	72
3.3 RESULTADOS DE LAS EMISIONES CON EL ANALIZADOR DE GASES..	74
CAPÍTULO IV	77
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77

4.1	CONCLUSIONES	77
4.2	RECOMENDACIONES	80
5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
6	ANEXOS	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Diseño de vehículo eléctrico	5
Figura 1.2.	Creación del vehículo Voiturette.	6
Figura 1.3.	Primer Híbrido creado por Porsche.....	6
Figura 1.4.	Toyota Prius Híbrido Japón 1997.	7
Figura 1.5.	Toyota Prius IV Generación.	8
Figura 1.6.	Motor térmico de ciclo Atkinson.	9
Figura 1.7.	Motor eléctrico.....	10
Figura 1.8.	Batería Toyota Prius.....	10
Figura 1.9.	Inversor.	11
Figura 1.10.	Función del Freno Regenerativo.	12
Figura 1.11.	Unidad de control Electrónica.....	13
Figura 1.12.	Terminal de Conector OBD II.	16
Figura 1.13.	Representación Código de Fallas.....	16
Figura 1.14.	Partes del Sensor O ₂	19
Figura 1.15.	Partes de un sensor MAF hilo caliente.....	22
Figura 1.16.	Diagrama del Sensor MAP.	26
Figura 1.17.	Partes del Sensor MAP.	27
Figura 1.18.	Circuito del Sensor ECT.	29
Figura 1.19.	Partes del Sensor ECT.....	30
Figura 1.20.	Mescla Aire-Combustible.	31
Figura 1.21.	Desventajas del Carburador.	34

Figura 1.22. Proceso del Bucle Abierto y Cerrado.....	35
Figura 2.1. Scanner.....	37
Figura 2.2. Analizador de gases de escape.....	37
Figura 2.3. Cuentarrevoluciones Rpm.....	38
Figura 2.4. Toyota Prius 2010.....	38
Figura 2.5. Flujograma de metodología.....	40
Figura 2.6. Conexión del Sensor de banda ancha.....	43
Figura 2.7. Conexión del Sensor MAF.....	44
Figura 2.8. Conexión del Sensor MAP.....	45
Figura 2.9. Conexión del Sensor ECT.....	46
Figura 2.10. Ubicación de los sensores.....	49
Figura 3.1. Comparativa de la gasolina extra y super.....	65
Figura 3.2. Comparativa de la gasolina super y aditivada.....	66
Figura 3.3. Comportamiento del SFT y LFT con desconexión del sensor O ₂	68
Figura 3.4. Análisis de parámetros con el sensor O ₂ desconectado.....	68
Figura 3.5. Comportamiento del SFT y LFT con desconexión del sensor MAF.....	69
Figura 3.6. Análisis de parámetros con el sensor MAF desconectado.....	70
Figura 3.7. Comportamiento del SFT y LFT con desconexión del sensor MAP.....	71
Figura 3.8. Análisis de parámetros con el sensor MAP desconectado.....	72
Figura 3.9. Comportamiento del SFT y LFT con desconexión del sensor ECT.....	73
Figura 3.10. Análisis de parámetros con el sensor ECT desconectado.....	74
Figura 3.11. Análisis de los gases de escape.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Protocolos de comunicación OBDII.....	15
Tabla 1.2. Tabla de Valores del Sensor MAF.....	21
Tabla 1.3. Tabla de Valores de un Sensor MAP.....	26
Tabla 1.4. Tabla de valores de un sensor ECT.....	29
Tabla 2.1. Especificaciones Técnicas Scanner.....	36

Tabla 2.2. Especificaciones Técnicas.....	39
Tabla 2.3. Descripción de los componentes.....	39
Tabla 2.4. Parámetros del Sensor de Oxígeno 1.....	42
Tabla 2.5. Parámetros del sensor MAF.....	43
Tabla 2.6. Parámetros del sensor MAP.....	44
Tabla 2.7. Parámetros del sensor ECT.....	46
Tabla 2.8. Estado del motor 2ZR- FXE.....	47
Tabla 2.9. Código de fallo DTC.....	47
Tabla 2.10. Flujo de datos estables del motor.....	48
Tabla 2.11. Motor con proceso en condiciones óptimas.....	50
Tabla 2.12. Variables de estudio.....	51
Tabla 2.13. Pruebas tratadas en la investigación.....	52
Tabla 2.14. Proceso de prueba 1 con gasolina extra.....	53
Tabla 2.15. Proceso de prueba 2 con gasolina extra.....	54
Tabla 2.16. Proceso de prueba 3 con gasolina super.....	55
Tabla 2.17. Proceso de prueba 4 con gasolina super.....	55
Tabla 2.18. Proceso de prueba 5 con aditivo.....	56
Tabla 2.19. Proceso de prueba 6 con aditivo.....	57
Tabla 2.20. Proceso de prueba 7 con falla en el sensor O ₂	58
Tabla 2.21. Proceso de prueba 8 con falla en el sensor MAF.....	59
Tabla 2.22. Proceso de prueba 9 con falla en el sensor MAP.....	60
Tabla 2.23. Proceso de prueba 10 con falla en el sensor ECT.....	60
Tabla 2.24. Analices de Gases de Escape.....	62
Tabla 2.25. Límites máximos permitidos para motores a gasolina.....	62
Tabla 3.1. Tabla referencial aplicado con gasolina extra, super y aditivada.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Equipos utilizados para la medición.	87
Anexo 2. Scanner Multimarca.	87
Anexo 3. Preparación de tablas para las mediciones a realizar.	88
Anexo 4. Verificación del Diagrama ECM.	88
Anexo 5. Revisión del estado del motor a través del Scanner Multimarca.	89
Anexo 6. Toma de datos de los sensores a estudiar.	89

RESUMEN

La presente investigación se basó en realizar un estudio a los parámetros PID's con ajuste Fuel Trim en el motor 2ZR-FXE del Toyota Prius, con ajustes externos en cuanto a la calidad de combustible mejorando su combustión interna. Este análisis se centró en los problemas que pueden surgir en el ajuste de combustible al momento de la variación de los parámetros PID's, al emitir valores anormales en sus datos de diagnóstico afectan a la mezcla estequiométrica para una óptima combustión en el motor. Para ello, se llevaron a cabo simulaciones de fallo en los sensores O2, MAF, MAP y ECT, y se registraron los códigos de falla generados durante las pruebas. Se realizaron diversas pruebas en los sensores, como desconexión eléctrica, mejora de octanaje de gasolina extra, super con aditivo y su posterior análisis de los gases de escape, donde se evaluó los cambios que afectan a los parámetros en el ajuste de combustible como en su arranque y potencia. Se empleó el uso de un scanner automotriz multimarca que permitió monitorear el comportamiento de las señales y detectar las deficiencias en las mediciones de los sensores. Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionaron una comprensión más profunda de los rangos de funcionamiento del motor y permitieron evaluar la gravedad de los códigos de error registrados. Esto, a su vez, proporcionó bases sólidas para proponer soluciones anticipadas con el objetivo de mejorar el rendimiento del motor y, en última instancia, la eficiencia del vehículo.

Palabras claves: PID's, Motor Híbrido, Sensores.

ABSTRACT

This research was based on a study of the PID parameters with Fuel Trim adjustment in the Toyota Prius 2ZR-FXE engine, with external adjustments in terms of fuel quality to improve its internal combustion. This analysis focused on the problems that can arise in the fuel trim at the time of the variation of the PID's parameters, when emitting abnormal values in their diagnostic data affect the stoichiometric mixture for optimal combustion in the engine. For this purpose, failure simulations were carried out on the O₂, MAF, MAP and ECT sensors, and the failure codes generated during the tests were recorded. Several tests were performed on the sensors, such as electrical disconnection, improvement of extra gasoline octane, super with additive and its subsequent analysis of the exhaust gases, where the changes that affect the parameters in the fuel adjustment as in its start and power were evaluated. The use of a multi-brand automotive scanner was used to monitor the behavior of the signals and detect deficiencies in the sensor measurements. The results obtained in this investigation provided a deeper understanding of the engine operating ranges and allowed the severity of the error codes recorded to be evaluated. This, in turn, provided a solid basis for proposing early solutions to improve engine performance and, ultimately, vehicle efficiency.

Keywords: PID's, Hybrid Motor, Sensors.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país desde inicios del año 2000 con la llegada de los vehículos con inyección electrónica se experimentó un giro drástico en la manera de diagnosticar los vehículos, así como manejo de datos técnicos del fabricante, el uso de nuevas herramientas y equipos de comprobación y una actualización continua de la parte operativa, los organismos gubernamentales de control se vieron obligados también a generar nuevos reglamentos e instructivos, para la normalización de límites máximos permitidos de contaminación.

Actualmente los vehículos híbridos eléctricos son cada vez más populares en todo el mundo, debido a su capacidad para reducir la contaminación ambiental. Por lo tanto, los sensores O₂, MAF, MAP y ECT son partes esenciales del MCI que brindan un ajuste preciso de combustible, los parámetros PID se ejecutan según cada tiempo de combustión. La información recopilada se envía a la ECU, que puede identificar y corregir posibles defectos en el funcionamiento, asegurando así la formación de una mezcla estequiométrica en la ignición. Cuando un sensor falla gravemente, la ECU no puede realizar las correcciones necesarias en el ajuste de combustible en tiempo real. Como resultado, la mezcla puede ser demasiado rica o demasiado pobre, provocando emisiones perjudiciales para el medio ambiente.

El objetivo determinado es que a través de los equipos de medición adecuados como scanner automotriz multimarca y analizador de gases AGS-688, se priorice a identificar los códigos de fallo almacenados en el DTC, a través con un diagnóstico detallado en tiempo real, con el cual se podrá resolver los posibles defectos de los sensores, con esta recolección de datos, se podrá abordar de una manera más efectiva y precisa a los problemas surgidos, garantizando así una mejor solución. La importancia de generar una guía técnica de los parámetros PID's con ajuste Fuel Trim, permitirá abordar las fallas con soluciones precisas y comprender su origen. Debido a las condiciones adversas a las que están expuestos los sensores, se recomienda reemplazarlos en caso de defectos para prevenir futuros problemas en el motor.

CAPÍTULO I

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes

Durante las últimas dos décadas, los sistemas OBD II instalados en los vehículos han monitoreado continuamente la electrónica del motor en busca de emisiones. En caso de error, el sistema es responsable de detectar la violación y cargar el código de error en su memoria. El sistema está dedicado al monitoreo continuo de las emisiones contaminantes, además de controlar el correcto funcionamiento de la gestión del motor, el sistema OBD II se ha transformado prácticamente en una herramienta sutil de manejo para los mecánicos que ha permitido determinar fallas que se producen en el vehículo (Delgado & Andrés, 2016).

Por otra parte, se puede decir que el control electrónico del motor monitorea las diversas fluctuaciones en los diferentes valores de PID's para detectar posibles errores y se utiliza esta información para poder controlar varias funciones. (Vidarte & Unzueta, 2014). Los valores proporcionados de los diferentes PID's son importantes para diagnosticar problemas que el sistema no reconoce y para los que no genera un código.

Hay varios PID's que pueden ayudar con la solución de problemas de diagnóstico y en la mayoría de los casos, solo se necesitaría el número mínimo para resolver el problema que se encontró.

1.2 Situación Actual

Actualmente, el uso de vehículos con nuevas tecnologías se ha transformado en uno de los mejores aliados para reducir la asfixiante contaminación provocada por los combustibles fósiles. Las grandes ciudades y los países desarrollados en recursos están en la implementación y adaptación de estos vehículos por sus mejoras para el medio ambiente y apostarán a poner fin al ciclo de uso de combustibles fósiles que todavía tienen participación en varios campos de las industrias.

Por el cual es necesario que para décadas futuras la industria del automóvil fabrique sus mejores vehículos donde no tengan alcance de contaminación brusca con el medio

ambiente, por lo que la inmersión de este proceso ha llamado mucho la atención sobre los vehículos híbridos que están aún paso de ser más rentables que los vehículos que utilizan todo el tiempo combustible fósil, esta tecnología híbrida es una progresión favorable para la industria automotriz que tendrá buen ingreso de impacto a los mercados a nivel mundial.

1.3 Planteamiento del problema

El problema a investigar se centró en los parámetros PID's que influyen en el funcionamiento del vehículo los cuales presentan errores y fluctuaciones en la información que se tiene en el tablero del conductor desde su inicio, lo que se busca, es tener información relevante a través del sistema OBDII con el propósito de solucionar esos códigos de falla o síntomas que se presentan con el uso de equipos de diagnóstico al igual de pruebas para dar soluciones muy certeras con el Fuel Trim para que no exista un aumento exuberante del consumo de combustible en el vehículo y tenga un mejor rendimiento y que sus valores de fluctuación en los sensores estén estables en el instante de la conducción.

Todos los sensores relacionados con el funcionamiento del motor están representados por los PID's y estos sensores se encargan de brindar información para detectar errores que de no corregirse aumentarían la emisión de gases que se encuentran contaminados. Sin embargo, los PID's se muestran perjudicados por la conducción, el arranque, los cambios de marcha y los efectos del funcionamiento del freno del motor.

Por consiguiente al no estar bien señalados pueden afectar directamente al funcionamiento de los PID's, y que exista errores de localización de fallas dicho de otro modo se presente falsos diagnósticos, lo que significa más tiempo de reparación y costos de mantenimiento (Romero Vacacela & Rivera Carrión, 2018). Hoy en día, los automóviles tienen sistemas de diagnóstico del motor que pueden identificar una falla si la señal eléctrica del sensor se desvía de los parámetros de funcionamiento normal especificados por el fabricante.

Por este motivo el problema que ocasiona la señal eléctrica de un sensor es que se comienza a comportar mal dentro de su rango de operación y puede deberse a malas condiciones de los terminales, agua en el conector, expansión o contracción de componentes eléctricos por cambios de temperatura y malos contactos, presencia de vibración,

obsolescencia programadas del sensor y del sistema que como defecto presente errores en el sistema de diagnóstico y se vincule a no poder identificar la causa y evidenciar la generación DTC (Delgado & Andrés, 2016).

1.4 Prospectiva

Las preocupaciones sobre el aumento de los precios del petróleo y sus consecuencias ambientales han obligado a la industria automotriz a acelerar el desarrollo de vehículos con nuevas tecnologías y de crear celdas de combustible para que tenga una acogida generalizada dentro del mercado. Dado que los vehículos de pila de combustible aún se encuentran en las primeras etapas de investigación, los vehículos eléctricos híbridos (HEV) parecen ser la opción más económica y viable hasta el momento y en el futuro previsible (Saju et al., 2022).

Sin embargo, en la industria automotriz de nuestro país por nuestra parte a tenido varios movimientos de crecimiento donde se ha indagado y esforzado en garantizar una adaptabilidad de efecto confiable del que los vehículos sean óptimos en rendimiento y amigables con el ambiente. Según Genaro Baldeón, titular de AEADE, las tendencias entre los consumidores ecuatorianos están relacionadas con la necesidad de un transporte sostenible y la protección del ecosistema, lo que significa una mejor calidad del combustible, vehículos más eficientes y una política integral de modernización del parque automotor (AEADE, 2018).

1.5 Alcance

Establecer un documento de guías donde se permita obtener información calificada y distinguida para los procesos de cómo llevar un buen diagnóstico en función de los parámetros PID's concretados en la experimentación, donde se disponga con un alto grado de precisión.

Proporcionar a la carrera de Ingeniería Automotriz UTN un manual de usuarios que oriente al personal sobre las soluciones que se puede realizar si presenta fallas en los sistemas sensoriales automotrices PID's en sus parámetros, ya sea como una fuente de consulta de profesionales en el área de la temática.

1.6 Objetivos de la investigación

1.6.1 Objetivo general

Realizar un análisis de estudio a los parámetros PID's con ajuste Fuel Trim LFT-SFT del motor 2ZR-FXE.

1.6.2 Objetivos específicos

- Realizar una investigación bibliográfica referente al tema en artículos científicos, libros y repositorios académicos.
- Analizar el comportamiento de las señales de los PID's durante los ajustes de combustible requeridos en LFT y SFT.
- Identificar los tipos de fallas que se presentan al momento del ajuste de combustible LFT y SFT.
- Realizar una guía técnica que permita conocer y diagnosticar de mejor manera los fallos posibles en los parámetros PID's con ajuste de combustible.

1.7 Justificación

La importancia de generar el estudio de los parámetros PID's con Fuel Trim permitirá dar soluciones para reducir de manera latente las emisiones de gases que se producen, la creación de esta guía de documento permitirá solventar problemas comunes que se pueden exhibir en la realización de estudios similares de los que se puede encontrar en los vehículos, otra manera también que ayudara será en el rendimiento y eficiencia del motor, al tener un control del sistema electrónico que se puede mejorar el funcionamiento del motor para que no provoque un consumo excesivo de combustible durante largos periodos de tiempo.

La presente realización de trabajo de grado tiene la finalidad de que con la generación del documento permita ayudar a los compañeros de carrera a focalizar en detalle de cómo resolver problemas que se puedan presentar en los parámetros PID's en sus modos de prácticas que tendrán durante el trayecto de sus diferentes niveles de la carrera de ingeniería automotriz estas guías ayudarán a entender de mejor manera cómo se puede disipar DTC en caso de presentarse.

1.8 Evolución e historia del vehículo híbrido

El desarrollo de este prototipo de accionamiento eléctrico comenzó en el siglo XIX, donde se utilizaba motores eléctricos para impulsar los vehículos. Sin embargo, su escasa autonomía y el peso de los componentes no les generaba considerable ventaja durante el arranque desde su nacimiento como medio de uso de transporte. Durante ese tiempo varios científicos e industriales de diferentes partes del mundo intentaron producir energía de la manera más económica para el funcionamiento de sus vehículos que se iniciaba su perfeccionamiento.

A finales del período, esta tecnología de motores eléctricos estimuló el desarrollo en la mayoría del transporte como turismo, transporte urbano, etc. Fue en 1890 donde W.H. Patton tuvo la idea de diseñar y fabricar un tranvía de propulsión híbrida en serie que estuviera equipado con un motor de gasolina y un motor eléctrico.

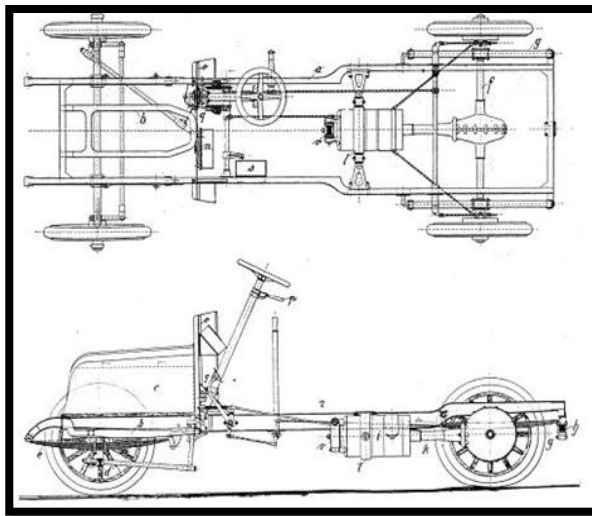


Figura 1.1. *Diseño de vehículo eléctrico*

El Sr. Dowsing entusiasta por los automóviles realizó algunas pruebas en un vehículo en el que instaló un dínamo que arrancaba el motor de gasolina o recargara las baterías, que fue conocido como el primer híbrido de la historia que se analizó con su montaje propuesto.

En el año 1899 dos hermanos talentosos Henri y Nicolás Pieper de origen belga construyeron su modelo Voiturette en el que se conectó un motor de gasolina con un motor eléctrico colocándose debajo del asiento. Su dedicación de creación fue excelente tenía todo lo necesario, con el tiempo vendieron su invento a la empresa de Henry Pescatore.



Figura 1.2. *Creación del vehículo Voiturette.*
(Costas, 2009)

Durante ese año apareció un joven de 24 años de nombre Ferdinand Porsche quién innovó y creó los primeros vehículos híbridos, el vehículo eléctrico y el vehículo con tracción en las cuatro ruedas. De hecho a principios del siglo pasado había una creciente demás coches eléctricos que de combustión interna (Díaz Hervás, 2017). Este vehículo es considerado como el primer híbrido en producción del mundo y también como primer vehículo de tracción delantera que fue presentado en una exhibición en la ciudad de París el 14 de abril de 1900. Solo se produjeron 300 modelos y donde a Porsche se le reconoció como un ingeniero de desarrolladores de automóviles.

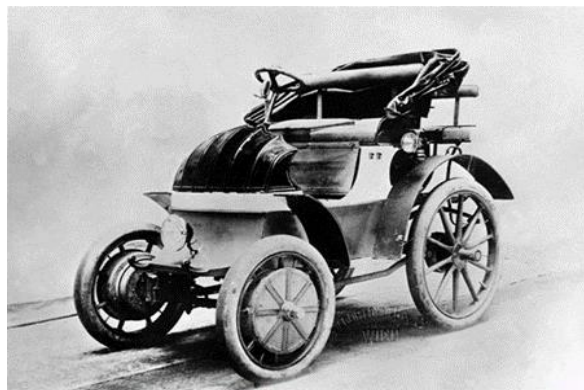


Figura 1.3. *Primer Híbrido creado por Porsche.*
(Costas, 2009)

Desde la década de 1920 hasta principios de 1960, el desarrollo de automóviles híbridos vaciló y se tambaleó. La crisis mundial del petróleo de 1973 y el plan nacional de los Estados Unidos para desarrollar ejemplares de vehículos eléctricos fueron dos eventos importantes que impulsaron la investigación híbrida. En este caso, el ingeniero Victor Wouk, conocido como el padre del automóvil híbrido y Charlie Rosen crearon conjuntamente el modelo Buick Skylark. Las emisiones contaminantes se redujeron en un 9% lo que no estaba mal para esa época. Los vehículos eléctricos indicaban que aún queda mucho por hacer, debido al gran tamaño y peso de las baterías que mantenían su rendimiento que era muy pobre y la autonomía era muy lamentable, por lo que el híbrido fue la mejor opción ante los eléctricos (German, 2015).



Figura 1.4. *Toyota Prius Híbrido Japón 1997.*
(Costas, 2009)

A finales de los años 90 llegaron al mercado los primeros coches híbridos. El Toyota Prius (en latín, "pionero") fue el primer automóvil que se vendió en Japón en 1997 (Díaz Hervás, 2017). Actualmente, Toyota tiene en el mercado a sus modelos híbridos más demandados los cuales ocupan los primeros puestos de ventas tales como: Auris, Yaris, Prius y Prius+.

1.9 Vehículo Toyota Prius III Generación.

La evolución de vehículos icónicos en la industria automotriz se ha puesto el foco en los vehículos eléctricos con el objetivo de reemplazar los autos con motores de combustión interna, pero hasta que suceda la vista que se tiene como solución para reducir el consumo

de combustible y de las emisiones contaminantes están en la tecnología que se desarrolla e investiga en los vehículos híbridos.

El automóvil Toyota Prius es visible desde ambos lados. Por un lado, es un símbolo de ecología, que se convierte en un vehículo económico que se puede trasladar de un lugar a otro. Por otro lado, ha sido bastante favorable en la reducción de los costos de combustible que consumen los automóviles convencionales.

Luego en 2009 apareció el Toyota Prius de tercera generación, un automóvil que se vendió en Ecuador y en todo el mundo. Ahora, con el lanzamiento de su cuarta generación en 2015, el automóvil híbrido ha introducido una innovación sin precedentes. Además de mejorar la aerodinámica, la seguridad y la tecnología, también mejora el rendimiento y la economía del combustible(Hernández, 2017) .



Figura 1.5. *Toyota Prius IV Generación.*
(Toyota, 2016)

1.10 Componentes del sistema híbrido

Los vehículos que combinan un motor eléctrico y uno de combustión interna para producir gases de escape se denominan vehículos híbridos. Ya sea que la arquitectura sea en serie, paralela o híbrida, estos tipos de vehículos comparten varios componentes comunes entre sí.

1.10.1 Motor térmico de ciclo Atkinson

Se trata de un motor de gasolina Atkinson con una eficiencia récord del 40%. En donde si encaso se necesitará más potencia, el motor principal funcionará a alta velocidad. Además de completar la función de conducción del vehículo, también carga la batería de alto voltaje en cruceo y detecta si su reserva es insuficiente, siempre que no afecte a la conducción y la seguridad en ese momento(Plaza, 2020). Por lo que el motor del Toyota Prius utiliza la sincronización variable de válvulas del tipo VVT-i que puede cerrar la válvula de admisión de 78° a 105° pasado el punto muerto inferior.

En otras palabras, se depende de las condiciones de operación, la válvula de admisión puede cerrarse solo a la mitad de su carrera. La relación de compresión real nunca excederá de 9 a 1, mientras que la relación de expansión está entre 1 y 13(Toyota, 2017).



Figura 1.6. Motor térmico de ciclo Atkinson.
(Villarreal, 2014)

1.10.2 Motor eléctrico

El desarrollo del motor eléctrico se basa en tecnologías que Toyota ha acumulado en el progreso de vehículos eléctricos. Es un motor síncrono con imanes permanentes de neodimio que impulsa al propio automóvil con más eficiente en aceleración suave y frenado, que complementa al motor de combustión interna (Pinto, 2018). Por un lado, el motor eléctrico debe ser capaz de convertir la energía eléctrica de la batería en energía mecánica para accionar las ruedas y como también el motor eléctrico es bidireccional debe poder girar.

Se tiene en cuenta el desarrollo de la caja de cambios del vehículo y su velocidad máxima (170 km/h), la velocidad máxima del motor eléctrico es de aproximadamente 6.150 rpm.



Figura 1.7. *Motor eléctrico.*
(Toyota, 2017)

1.10.3 Batería

La batería del Prius es una batería Ni-MH fabricada por Panasonic. Donde tiene una proporción de un voltaje de 202V y una capacidad total de 6.5Ah (alrededor de 3 horas) y un peso de 42kg, y muestra que la densidad de energía es la más alta del mundo entre baterías del mismo tamaño.

La batería se carga únicamente mediante un generador accionado por un motor térmico. No tiene ningún tipo de conexión para conectarse a internet u otros dispositivos de carga. Aunque a finales de 2012 se presentó una nueva versión del Prius que permitía la carga rápida, es decir, casi una hora y media a través de un enchufe doméstico normal (Francisco, 2012).



Figura 1.8. *Batería Toyota Prius.*
(Noya, 2016)

1.10.3.1 Batería Auxiliar

Esta es una pequeña unidad de 12V que alimenta varios componentes del automóvil, como las luces, el sistema de sonido o los reguladores de las ventanas. En versiones anteriores de este dispositivo, la batería extra solía estar en la parte posterior, pero ahora se encuentra en el compartimento del motor.

1.10.4 Inversor

Su función es controlar el flujo de electricidad entre la batería y el motor eléctrico, y también tiene un convertidor integrado que puede enviar parte de esa corriente a un sistema de batería convencional.

El inversor es responsable de:

- Convertir los 201,6 V de CC suministrados por la batería en 201,6 V de corriente trifásica (CA).
- Convierte 201,6 voltios CC a 201,6 voltios CA para compresor eléctrico de aire acondicionado.
- Al convertir 201,6 V CC a 12 V CC y 100 A, cargar baterías normales de 12 V y hacer funcionar los circuitos normales del vehículo.



Figura 1.9. *Inversor.*
(Fran, 2020)

1.10.5 Freno regenerativo

El frenado regenerativo es un sistema basado en la recuperación de energía cinética en el momento que el vehículo desacelera convirtiéndola en energía eléctrica. En el caso de

los vehículos eléctricos e híbridos. La regeneración ocurre bajo dos condiciones: de este modo el conductor presiona el pedal del freno y suelta el pedal del acelerador, para que el vehículo se mueva. En ambos casos, el sistema genera electricidad para cargar la batería.

Esto significa en cuanto a mayor sea la fuerza de frenado mayor será la corriente. En definitiva, la energía percibida por el sistema depende de la velocidad del vehículo y de la duración de la deceleración (Kia , 2022). La marca Toyota también ha introducido otros frenos como:

- **ECB:** Control electrónico del frenado.
- **ABS:** Sistema antibloqueo de frenos.
- **BA:** Asistente de frenada.
- **EBC:** Distribución electrónica de frenado.
- **TRC:** Control de tracción.
- **VSC:** Control de estabilidad del vehículo.

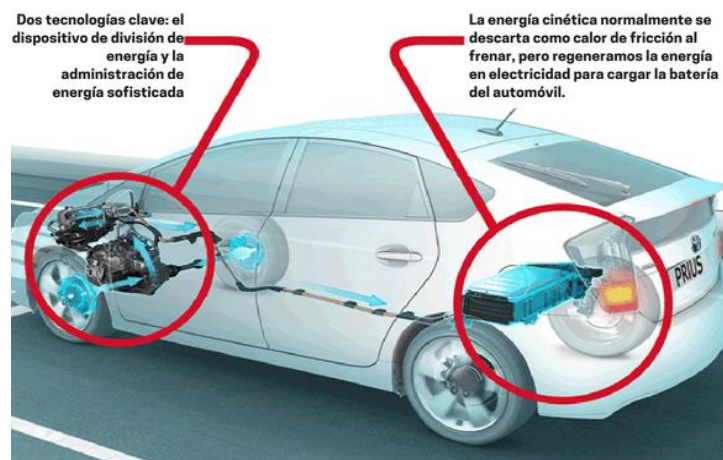


Figura 1.10. *Función del Freno Regenerativo.*
(Iberisa, 2018)

1.10.6 Sistema de control electrónica

La unidad de control electrónico es el cerebro del sistema híbrido. La unidad de control electrónico determina cuándo arranca o para un motor individual de acuerdo con las necesidades de conducción siempre esforzándose por lograr la mayor economía de combustible posible la máxima eficiencia y las mínimas emisiones contaminantes, se asegura siempre el máximo rendimiento que el sistema puede proporcionar (Narea & Yordano, 2023).

La unidad de control electrónico realiza un seguimiento en tiempo real de las condiciones de funcionamiento de los componentes que conforma el sistema híbrido que incluye:

- Motor de combustión interna como principal fuente de energía del vehículo.
- Motor eléctrico este alimentado por la energía eléctrica de la batería que participa en la tracción del vehículo.
- El generador se utilice como motor de arranque para el MCI que maneja la energía residual del motor para producir electricidad para cargar la batería.
- La Batería HV de alto voltaje almacena la energía generada por el propio motor eléctrico para las fases de desaceleración que presente.

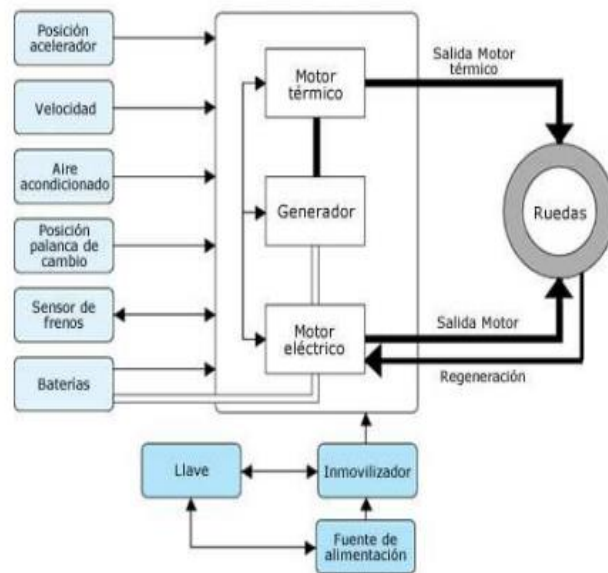


Figura 1.11. *Unidad de control Electrónica.*
(Mondragón & Torres, 2011)

1.11 Vehículos híbridos en serie- paralelo

En las configuraciones híbridas de motores híbridos, el motor de combustión interna está conectado directamente a las ruedas a través de una unidad diferencial, lo que permite que el motor participe en la conducción del vehículo en determinadas condiciones de funcionamiento, garantizando así el máximo rendimiento y un menor consumo de combustible. Esta arquitectura híbrida en serie-paralelo permite al Toyota Prius aprovechar la eficiencia del motor eléctrico en situaciones de baja velocidad y mantener la capacidad de

proporcionar potencia adicional cuando sea necesario. El sistema también incluye una batería de alto voltaje que almacena la energía eléctrica generada durante el frenado regenerativo y la utiliza para alimentar el motor eléctrico.

1.12 OBD II

El objetivo del sistema es reducir la contaminación causada del vehículo a través de las normas desarrolladas por corporaciones internacionales, programa diseñado para monitorear el desempeño de los componentes, la clave del motor es usar a los sensores: CKP, VSS, CMP, MAP, MAF, TPS, ECT y O₂, así como actuadores.

El sistema OBDII como tal están diseñados para monitorear continuamente la condición del vehículo. En el momento que ocurra un caso defectuoso, el OBD enciende un indicador en el tablero del vehículo o en la interfaz de usuario que señala una falla existente, en el que la ECU almacena el código de diagnóstico (DTC) estandarizado en la memoria. Con la ayuda de herramientas de diagnóstico, se puede acceder al DTC desde la ECU para confirmar de forma rápida y precisa las características y la ubicación de la falla de acuerdo con las instrucciones del DTC. Además en todo momento el sistema OBD II también puede monitorear varias condiciones de manejo en tiempo real, tales como: velocidad del vehículo, velocidad del motor, posición del acelerador, temperatura del aire de admisión, temperatura del refrigerante del motor, como también los voltajes, corrientes y SOC de la batería EV y HEV y de muchas otras variables (Verdugo & Morocho, 2020).

1.12.1 Luz “Check Engine” o MIL

Si la señal de error es causada por un problema grave, la luz “Check Engine” permanecerá encendida hasta que se resuelva el problema y la MIL reiniciará (reset).

Si ocurre una falla intermitente, la MIL se encenderá y apagará brevemente antes de que se pueda determinar el problema. Las lecturas del sensor almacenadas en la computadora en el momento de la falla pueden ser muy valiosas y es necesario diagnosticar estos problemas (MEDINA, 2017).

1.12.2 Puerto de Comunicación

Una interfaz de comunicación comúnmente utilizada para sistemas de vehículos es el conector SAE J196, también conocido como conector OBDII. Aunque hay espacio para 16 pines. Estas diferencias se derivan del protocolo de transferencia OBDII del que se utiliza (Miller, 2019).

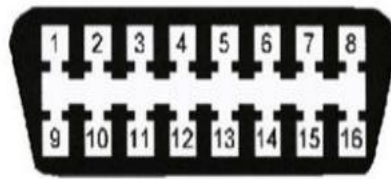
1.12.3 Protocolos de comunicación del estándar OBDII

El sistema OBDII usa diferentes protocolos de comunicación de los cuáles el protocolo CAN (Controller Área Network, ISO15765-4) se utiliza para la comunicación de datos en el sistema del vehículo.

Tabla 1.1. *Protocolos de comunicación OBDII.*

PROTOCOLOS ESTÁNDAR UTILIZADOS EN VEHÍCULOS	
SAE J1850	Ancho de pulso variable
SAE J1850	Modulación de anchura de impulso
ISO 9141-2	
ISO 14230	Protocolo de palabra clave 2000
ISO 15765-4/SAE J2480	Controlador de Red de Zona (CAN)

La **Tabla 1.1** refleja que los protocolos mencionados son ampliamente adoptados en diversos modelos de vehículos. Entre ellos, destaca el ISO15765-4, el cual se implementa de manera obligatoria en todos los vehículos vendidos en los Estados Unidos desde el año 2008. Este protocolo ha sido ampliamente aceptado y adoptado en la industria automotriz, consolidándose como un estándar esencial para la comunicación efectiva entre los sistemas electrónicos de los vehículos modernos.



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

Figura 1.12. Terminal de Conector OBD II.
(AUTOMOTRIZ, 2020a)

1.13 Análisis de Falla (DTC)

Los códigos de error están relacionados con el sistema y no necesariamente indican una falla específica de los componentes. Para hacer esto, se debe comprender e interpretar cómo afecta el código de error en el sistema. Los códigos de falla están definidos por el protocolo estándar SAE J1979 utilizado por los fabricantes de automóviles en la actualidad. Los códigos de error constan de 5 caracteres, 1 letra y 4 números.

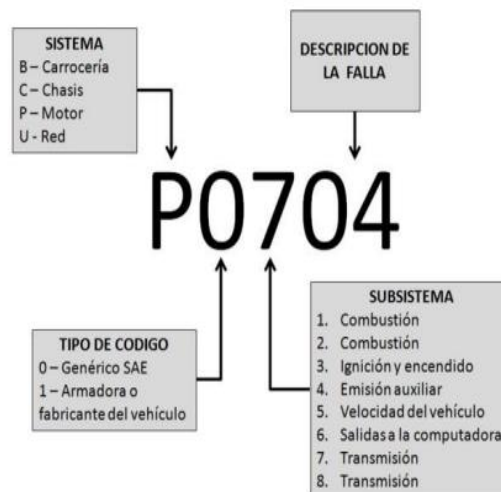


Figura 1.13. Representación Código de Fallas.
(Medina, 2017)

1.14 Control o parámetros de los PID's

Los controladores PID (Proporcional, Integral y Derivativo) son un tipo de controlador utilizado en sistemas de control automático para mantener una variable controlada (por ejemplo, la temperatura, la velocidad, la presión, etc.) tan cerca como sea posible de un valor deseado o de referencia (García, 2023). Estos controladores se utilizan en diversos sistemas y componentes automotrices para garantizar su funcionamiento dentro del rango requerido.

1.14.1 Aplicaciones de controladores PID's en el sistema del vehículo.

Estos reguladores se emplean en diversos sistemas y componentes automotrices para garantizar su funcionamiento dentro de los rangos específicos. A continuación, se mencionan algunas de las aplicaciones:

1. Control del Motor: Los controladores PID se utilizan en el sistema de gestión del motor para ajustar la cantidad de combustible inyectado y el tiempo de encendido de las bujías. Esto ayuda a mantener la mezcla aire-combustible en la proporción adecuada y a optimizar el rendimiento y la eficiencia del motor.

2. Control de Temperatura del Motor: La temperatura del motor está controlada por un controlador PID, que regula la velocidad del ventilador de refrigeración.

3. Control de Emisiones: Los sistemas de control de emisiones utilizan controladores PID para regular la cantidad de recirculación de gases de escape y otros parámetros con el fin de reducir las emisiones contaminantes.

1.14.2 Sensor de oxígeno (O₂)

El sensor de oxígeno se encarga de medir la concentración de oxígeno en los gases de escape del motor. Su función principal es proporcionar información precisa a la (ECU) para ajustar la relación aire-combustible, lo que contribuye a maximizar la eficiencia del motor y minimizar las emisiones contaminantes.

El funcionamiento básico de un sensor de oxígeno se basa en la diferencia de voltaje generada en función de la concentración de oxígeno en los gases de escape. Cuando la concentración de oxígeno es baja (mezcla de combustible rica), la señal del sensor de O₂ tiende a estar en el extremo superior del rango, alrededor de 4,5 V a 5 V, y cuando la

concentración de oxígeno es alta (mezcla de combustible pobre), el sensor de O_2 la señal tiende a estar en el extremo alto del rango, alrededor de 4,5 V a 5 V. Extremo bajo del rango, alrededor de 0 V a 0,5 V, estequiometría (mezcla ideal de aire/combustible): la señal del sensor de O_2 está en el medio del rango, aprox. 2,5 V; Estos cambios de mezcla se hacen de manera cíclica y continua durante el funcionamiento del motor. La ECU utiliza esta información para ajustar la inyección de combustible y el encendido del motor (García, 2023).

1.14.2.1 Sensor de oxígeno de banda ancha

Este tipo de sensor mide la concentración de oxígeno en los gases de escape y proporciona una lectura en tiempo real de la mezcla aire-combustible. Ayuda a la ECU a ajustar la relación aire-combustible para mantenerla lo más cercana posible a la relación estequiométrica (14.7:1) para una combustión eficiente. El sensor de oxígeno (O_2) tiene cuatro cables o cables de conexión. Estos cables sirven para proporcionar energía al sensor y transmitir las señales del sensor a la unidad de control del motor ECU (García, 2023). Los cuatro cables tienen funciones específicas:

1. **Cable de señal de oxígeno:** Este cable transporta la señal generada por el sensor de oxígeno que indica la concentración de oxígeno en los gases de escape.
2. **Cable de tierra:** Este cable conecta el sensor de oxígeno a tierra (masa) para asegurar que funcione adecuadamente y que las señales se transmitan con precisión.
3. **Cable de calentador:** Los sensores de oxígeno modernos, incluidos los utilizados en el Toyota Prius, a menudo incluyen un calentador interno. Este cable suministra energía al calentador para que el sensor alcance su temperatura de operación más rápidamente, lo que mejora la precisión y la eficiencia del sensor.
4. **Cable de referencia:** Este cable proporciona una referencia para el sensor de oxígeno y se utiliza para comparar la señal generada por el sensor con una referencia conocida para determinar la concentración de oxígeno en los gases de escape.

Estos cuatro cables permiten que el sensor de oxígeno funcione de manera efectiva y proporcione información importante a la ECU para el control de la mezcla aire-combustible y la reducción de emisiones.

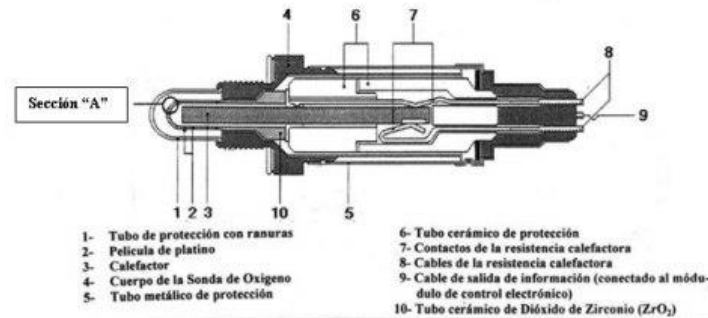


Figura 1.14. Partes del Sensor O₂.
(García, 2023)

Estos sensores están diseñados para medir con precisión la relación aire-combustible en el sistema de escape. A continuación, se presentan los componentes clave de un sensor de oxígeno de banda ancha:

1. **Cabeza del Sensor:** La cabeza del sensor es la parte visible del sensor de oxígeno que se encuentra en el sistema de escape del vehículo. Esta cabeza contiene una sonda con una serie de elementos críticos, incluyendo:
 - **Electrodo de referencia:** Está expuesto al oxígeno atmosférico, que se encuentra en el aire ambiente. El oxígeno atmosférico contiene una concentración constante de oxígeno, que se asume en condiciones normales de 20.9%.
 - **Electrodo de medición:** El electrodo de medición está expuesto a los gases de escape y registra la concentración de oxígeno en ellos. La diferencia de potencial entre el electrodo de referencia y el electrodo de medición genera una señal eléctrica que varía dependiendo de la concentración de oxígeno.
2. **Calentador Interno:** La mayoría de los sensores de oxígeno de banda ancha incluyen un calentador interno que permite que el sensor alcance rápidamente su temperatura de operación óptima. Esto es especialmente importante durante el arranque en frío del vehículo.

3. **Conexiones Eléctricas:** Los sensores de banda ancha tienen varios cables que se conectan a la unidad de control del motor (ECU) del vehículo (García, 2023). Estos cables transmiten la señal eléctrica generada por el sensor y proporcionan energía al calentador interno.
4. **Carcasa:** El sensor de oxígeno está contenido en una carcasa resistente que protege los componentes internos del sensor del entorno del sistema de escape.

1.14.2.2 Fallas comunes en el Sensor O_2

Los sensores de oxígeno (O_2) son componentes críticos en el sistema de control de emisiones de un vehículo y desempeñan un papel fundamental en la regulación de la mezcla aire-combustible (García, 2023). Cuando un sensor de oxígeno falla o presenta problemas, puede tener varios efectos negativos en el rendimiento del vehículo y las emisiones. Aquí hay algunos fallos comunes de un sensor de oxígeno:

1. **Fallo del sensor:** El sensor de oxígeno puede dejar de funcionar correctamente debido al desgaste, la contaminación o la exposición a altas temperaturas. Cuando falla, puede dejar de enviar señales precisas a la unidad de control del motor (ECU).
2. **Señales erráticas:** Un sensor de oxígeno defectuoso puede generar señales erráticas o inconsistentes, lo que dificulta que la ECU ajuste la mezcla aire-combustible de manera efectiva (García, 2023). Esto puede dar como resultado un rendimiento deficiente del motor, una economía de combustible reducida y un aumento en las emisiones contaminantes.
3. **Señal constantemente rica o pobre:** Un sensor de oxígeno defectuoso puede enviar una señal que indica constantemente una mezcla rica o pobre en combustible, lo que puede llevar a una mala eficiencia de combustible, una pérdida de potencia y un aumento en las emisiones.
4. **Aumento del consumo de combustible:** Un sensor de oxígeno que no funcione correctamente puede causar una mezcla de aire-combustible incorrecta, lo que puede provocar un aumento en el consumo de combustible.

1.14.3 Sensor de flujo de aire (MAF)

El sensor MAF también se utiliza en motores de ciclo Atkinson, que son un tipo de motor de combustión interna comúnmente empleado en vehículos híbridos, como el Toyota Prius, continúa haciendo uso del sensor MAF para su función principal: medir la cantidad de aire que entra en el motor. Sin embargo, en un motor de ciclo Atkinson, se configuran las válvulas de admisión y escape para abrirse en momentos diferentes, con el objetivo de potenciar la eficiencia del motor.

El diseño del sensor MAF incluye un Venturi equipado con dos hilos de platino: un hilo caliente y otro de compensación, destinados a medir la temperatura del aire admitido. Este Venturi está suspendido en el tubo sensor principal. A través de un circuito electrónico integrado, el sensor mantiene el hilo caliente a una temperatura constante, fijada en 100 °C, por encima de la temperatura del aire que ingresa. Cuando el aire fluye a través del sensor, el hilo caliente se enfría debido al flujo de aire. El circuito electrónico compensa la disminución de calor al aumentar la corriente eléctrica que fluye a través del hilo caliente, garantizando que la diferencia de temperatura de 100 °C se conserve constante.

La variación en la corriente eléctrica necesaria para mantener la temperatura del hilo caliente siempre 100°C por encima de la temperatura del aire se utiliza para determinar la cantidad de aire que entra en el motor, lo que a su vez se traduce en una medida de la masa de aire admitida.

Tabla 1.2. *Tabla de Valores del Sensor MAF.*

Condición de Prueba	Valor en voltios	Observaciones
Rango de voltaje general	0 a 5 voltios	Para algunos modelos, de 1 a 5 voltios.
Voltaje durante el ralentí o marcha mínima	0.8 a 1.2 voltios	Alerta de sensor defectuoso si está por debajo de este valor.
Voltaje a plena apertura de la mariposa	4.5 a 5 Voltios	Carga completa al Motor.
Caída brusca de carga	0.4 voltios	Señala una desaceleración fuerte.

1.14.3.1 Sensor de Hilo Caliente

El sensor MAF de tipo hilo caliente es habitualmente utilizado en el Toyota Prius, así como en otros vehículos híbridos y convencionales de Toyota. Este tipo de sensor MAF es uno de los diseños más comunes y se caracteriza por utilizar un filamento caliente para medir el flujo de aire que ingresa al motor.

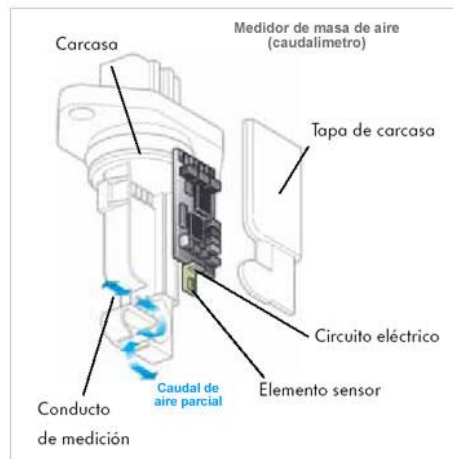


Figura 1.15. *Partes de un sensor MAF hilo caliente.*
(sensoresautomotrices, 2023)

1. **Cuerpo del Sensor:** La estructura del sensor MAF constituye el envoltorio que resguarda los elementos internos de dicho sensor y se instala en el conducto de admisión del aire. Suele estar diseñado de forma aerodinámica para garantizar un flujo de aire suave a través del sensor.
2. **Hilo Caliente:** El hilo caliente es el componente interno más crítico. Consiste en un filamento o hilo caliente, generalmente de platino que se calienta eléctricamente a una temperatura constante (sensoresautomotrices, 2023). El flujo de aire que pasa sobre el filamento enfría el filamento, y la cantidad de enfriamiento es proporcional a la velocidad del flujo de aire.
3. **Conexiones Eléctricas:** Las conexiones del sensor MAF de 5 cables pueden variar ligeramente según el fabricante y el modelo del vehículo, a continuación, se proporciona una descripción general de las conexiones comunes en un sensor MAF de 5 cables:
 - **Alimentación:** Este cable proporciona energía eléctrica al sensor MAF. Por lo general, es de color rojo o rosa. La fuente de alimentación proviene del

sistema eléctrico del vehículo y proporciona la energía necesaria para el funcionamiento del sensor.

- **Tierra:** El cable de tierra es esencial para completar el circuito eléctrico del sensor MAF. Por lo general, es de color negro o marrón. Se conecta a una fuente de tierra del vehículo para asegurar un camino eléctrico adecuado.
 - **Señal de Salida:** Este cable es donde el sensor MAF envía su señal eléctrica que varía en función del flujo de aire. La señal se envía a la unidad de control del motor (ECU) para su procesamiento (Velázquez, 2023b). Por lo general, es de color blanco o verde.
 - **Sensor Interno o Calentador:** Algunos sensores MAF de 5 cables pueden incluir un cuarto cable que se utiliza para alimentar un sensor interno (como un sensor de temperatura) o un calentador interno. Este cable puede variar en color y función, según el diseño específico del sensor.
 - **Elemento Calentador:** En algunos casos, especialmente en sensores MAF utilizados en climas fríos, puede haber un quinto cable que se utiliza para alimentar un elemento calentador interno. Este elemento calentador ayuda a evitar la formación de hielo o condensación en el sensor. El color de este cable puede variar según el fabricante.
4. **Conector Eléctrico:** El conector eléctrico es la parte del sensor que se conecta al arnés de cables del vehículo. Facilita una conexión eléctrica segura entre el sensor MAF y el sistema eléctrico del automóvil.
 5. **Carcaza o Cubierta Protectora:** Algunos sensores MAF pueden tener una cubierta protectora que ayuda a proteger el elemento sensor y otros componentes internos de la contaminación o daños externos.
- **Ventajas de un sensor MAF hilo caliente.**

Los sensores de flujo de aire tipo hilo caliente, como los utilizados en los sensores MAF, tienen varias ventajas que los hacen comunes en la industria automotriz y en sistemas de control de motores.

1. **Consumo de Energía Moderado:** Aunque se requiere una corriente eléctrica para mantener el hilo caliente a una temperatura constante, el consumo de energía

suele ser moderado en comparación con otros tipos de sensores, lo que contribuye a una eficiencia general del sistema (Pamela Sánchez, 2015).

2. **Menor Sensibilidad a la Obstrucción del Flujo de Aire:** En comparación con algunos otros tipos de sensores de flujo de aire, los sensores de hilo caliente son menos propensos a ser afectados por obstrucciones en el conducto de admisión (Velázquez, 2023a). Esto puede ayudar a mantener una medición más precisa incluso en condiciones menos ideales.
3. **Capacidad para Medir Dirección del Flujo de Aire:** Algunos sensores de hilo caliente avanzados pueden tener la capacidad de medir la dirección del flujo de aire, lo que proporciona información adicional sobre las condiciones de funcionamiento del motor y permite una mejor optimización del rendimiento.
4. **Menor Influencia de las Vibraciones del Motor:** Son menos susceptibles a interferencias causadas por las vibraciones del motor, lo que mejora la estabilidad de la señal y la precisión de la medición.
5. **Integración con Sistemas de Diagnóstico a Bordo (OBD):** Los sensores de hilo caliente son compatibles con los sistemas de diagnóstico a bordo, lo que facilita la detección y solución de problemas en el motor mediante la identificación de posibles fallas en el flujo de aire.
6. **Adaptabilidad a Cambios en la Geometría del Conducto de Admisión:** Pueden adaptarse relativamente bien a cambios en la geometría del conducto de admisión, lo que puede ocurrir debido a modificaciones en el sistema de escape o en el motor.
7. **Menor Susceptibilidad a Errores Debidos a Cambios en la Presión Barométrica:** A diferencia de algunos otros tipos de sensores, los sensores de hilo caliente pueden ser menos susceptibles a errores causados por cambios en la presión barométrica, lo que mejora su capacidad para adaptarse a diferentes altitudes.

- **Fallas más comunes en un Sensor MAF de Hilo Caliente**

Los sensores MAF de hilo caliente pueden experimentar diversas fallas debido a factores como la contaminación, el desgaste o problemas eléctricos.

1. **Contaminación:** El hilo caliente puede acumular suciedad, aceite o residuos del aire que fluye a través de él. Esto reduce la eficiencia del sensor y afecta la precisión de las mediciones(Velázquez, 2023a).
 2. **Desgaste del Hilo:** Con el tiempo, el hilo caliente puede desgastarse debido a la exposición constante a corrientes eléctricas y a la acción del aire. El desgaste puede afectar la capacidad del sensor para mantener una temperatura constante y, por lo tanto, influir en la precisión de las mediciones.
 3. **Problemas Eléctricos:** Conexiones sueltas, cables deteriorados o fallos en el circuito eléctrico del sensor pueden ocasionar lecturas imprecisas o la ausencia de señal. Estas incidencias podrían derivarse de inconvenientes en el conector del sensor, en el cableado correspondiente o en el propio sensor.
 4. **Falla en el Elemento Calefactor:** En el caso de un fallo en el elemento calefactor, es decir, el hilo caliente, o si no logra mantener una temperatura constante, ello podría resultar en mediciones imprecisas del flujo de aire.
 5. **Errores de Calibración:** En ocasiones, los sensores MAF pueden requerir recalibración después de ciertos servicios o reparaciones. De no llevarse a cabo de manera adecuada, esto podría ocasionar mediciones incorrectas.
 6. **Falla en el Módulo de Control del Motor (ECM):** Problemas en el módulo de control del motor, que interpreta la señal del sensor MAF, pueden afectar el rendimiento del sensor y generar problemas en la mezcla aire-combustible(García, 2023).
 7. **Falla en el Filamento del Hilo Caliente:** El filamento del hilo caliente puede romperse o dañarse, lo que afectará directamente la capacidad del sensor para medir con precisión el flujo de aire.
- **Síntomas de un Sensor MAF de Hilo Caliente Defectuoso:**
 - Pérdida de potencia.
 - Marcha inestable o ralenti irregular.
 - Aumento del consumo de combustible.
 - Fallos en la aceleración.
 - Testigos luminosos en el tablero como el de "Check Engine" encendido.

1.14.4 Sensor de presión absoluta del distribuidor (MAP).

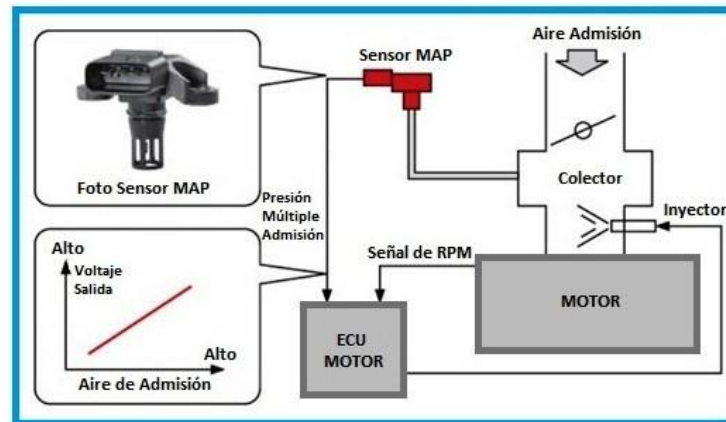


Figura 1.16. Diagrama del Sensor MAP.
(Narea & Yordano, 2023)

El sensor MAP es un componente importante en muchos motores, incluidos aquellos que utilizan el ciclo de Atkinson. El ciclo de Atkinson es un tipo de ciclo termodinámico que se utiliza en motores de combustión interna para mejorar la eficiencia del combustible.

En un motor Atkinson, el tiempo de compresión es más largo en comparación con el tiempo de expansión, lo que permite una mayor eficiencia térmica al costo de una menor potencia específica.

Tabla 1.3. Tabla de Valores de un Sensor MAP.

MAP-BOSCH	
0" Hg	4.8V
2.5" Hg	4.2V
5" Hg	3.6V
7.5" Hg	3.2V
10" Hg	2.8V
12.5" Hg	2.4V
15" Hg	1.9V
17.5" Hg	1.5V
20" Hg	1.1V
22.5" Hg	0.8V
25" Hg	0.5V

- **Partes de un Sensor MAP**

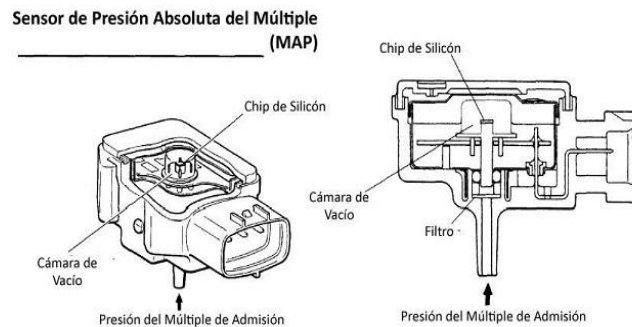


Figura 1.17. Partes del Sensor MAP.
(Velázquez, 2023b)

Los detalles específicos pueden variar según el diseño del sensor y el fabricante, los sensores MAP típicamente constan de varias partes clave. Aquí hay una descripción general de las partes comunes de un sensor MAP.

1. **Cuerpo del Sensor:** El cuerpo del sensor es la carcasa exterior que protege y encapsula las partes internas del sensor. Por lo general, está hecho de plástico resistente o metal.
2. **Diafragma o Sensor de Presión:** En el corazón del sensor MAP se encuentra un diafragma sensible a la presión. Este diafragma se deforma en respuesta a cambios en la presión del múltiple de admisión.
3. **Celda de Presión o Transductor:** El diafragma está conectado a una celda de presión o transductor que convierte las deformaciones del diafragma en una señal eléctrica proporcional a la presión.
4. **Circuito Electrónico Interno:** La señal eléctrica generada por la celda de presión se procesa a través de un circuito electrónico interno. Este circuito a menudo incluye un amplificador para acondicionar la señal y hacerla adecuada para su lectura por el sistema de control del motor.
5. **Conector Eléctrico:** El sensor MAP se conecta al sistema eléctrico del vehículo mediante un conector eléctrico. Este conector proporciona la conexión eléctrica necesaria para transmitir la señal del sensor al módulo de control del motor (ECM).

6. **Módulo de Control del Motor (ECM):** Aunque no forma parte física del sensor MAP, desempeña un papel crucial en el sistema. La señal del sensor MAP se transmite al ECM, que interpreta la información y la utiliza para ajustar la mezcla aire-combustible y otros parámetros del motor.

1.14.4.1 Funciones Principales del Sensor MAP en un Motor Atkinson:

1. **Medición de la Presión en el Múltiple de Admisión:** El sensor MAP mide la presión absoluta en el múltiple de admisión del motor (García, 2023). Esto proporciona información clave sobre la carga del motor y la densidad del aire en la cámara de combustión.
2. **Ayuda en el Control del Combustible:** La información de presión del sensor MAP se utiliza para ajustar la cantidad de combustible inyectado en los cilindros, lo que permite mantener una mezcla aire-combustible óptima para condiciones variables de funcionamiento (García, 2023).
3. **Optimización del Rendimiento:** El sensor MAP contribuye al control del avance de encendido y otros parámetros del motor para optimizar el rendimiento y la eficiencia del combustible.
4. **Adaptación a Cambios de Altitud y Carga:** La medición de la presión absoluta ayuda al sistema de control del motor a adaptarse a cambios en la altitud y en la carga del motor, lo que es crucial para un rendimiento consistente.

1.14.4.2 Consideraciones Específicas para un Motor Atkinson:

1. **Ajuste del Tiempo de Válvulas:** Dado que los motores Atkinson tienen un tiempo de compresión más largo, el control del tiempo de las válvulas es crítico. La información del sensor MAP puede utilizarse para optimizar los ajustes del tiempo de las válvulas según las condiciones de operación.
2. **Optimización del Ciclo:** El sensor MAP contribuye al ajuste del ciclo Atkinson, asegurando que el tiempo de admisión y otros parámetros estén optimizados para lograr la eficiencia térmica deseada.

3. **Control de la Mezcla Aire-Combustible:** La información del sensor MAP es esencial para el control preciso de la mezcla aire-combustible, adaptándola a las condiciones de funcionamiento variables típicas de los motores Atkinson.

1.14.5 Sensor de temperatura refrigerante del motor (ECT)

La señal del sensor ECT informa a la ECU de la temperatura del refrigerante del motor para que enriquezca la mezcla de aire-combustible si el motor está frío automáticamente y la vierte gradualmente a medida que aumenta la temperatura hasta que alcance la temperatura de funcionamiento ideal para inyectar combustible en la mezcla. Al mismo tiempo la ECU utiliza la señal de este sensor para controlar la válvula EGR y controlar el trabajo del ventilador de refrigeración eléctrico (Castro & Yascual, 2011).

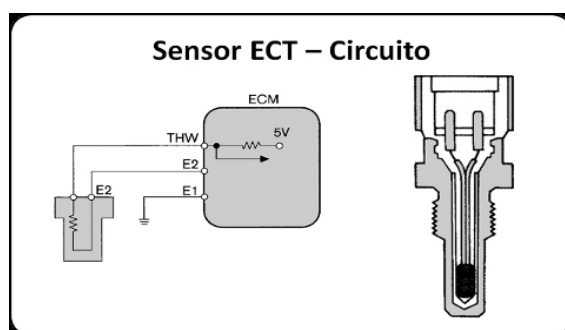


Figura 1.18. Circuito del Sensor ECT.

El ciclo de Atkinson representa un tipo de ciclo termodinámico empleado en motores de combustión interna con el fin de alcanzar una eficiencia térmica más elevada. El sensor ECT monitorea la temperatura del refrigerante del motor y proporciona esta información al sistema de control del motor para optimizar el rendimiento y la eficiencia.

Tabla 1.4. Tabla de valores de un sensor ECT.

Temperatura	Resistencia	Tensión
0°C	5500-8000Ω	3.8 - 4V
20°C	2200-3000Ω	3 - 3.2V
30°C	1500-2000Ω	2.2 - 3V
40°C	1000-1500Ω	2 - 2.2V
50°C	700-1000Ω	1.4 - 2V
60°C	520-700Ω	1.2 - 1.4V

70°C	340-520Ω	0.8 - 1.2V
80°C	280-340Ω	0.6 - 0.8V
90°C	220-270Ω	0.4 - 0.6V
100°C	180-210Ω	0.3 - 0.1V

1.14.5.1 Funciones del Sensor ECT en un Motor Atkinson:

1. **Medición de la Temperatura del Refrigerante:** El sensor ECT mide la temperatura del refrigerante del motor, que es crucial para determinar el estado térmico del motor.
2. **Control de la Mezcla Aire-Combustible:** La temperatura del refrigerante influye en la densidad del aire y en la cantidad de combustible que se debe inyectar para mantener una mezcla aire-combustible adecuada. El sensor ECT proporciona esta información al sistema de gestión del motor.
3. **Optimización del Tiempo de Encendido:** La temperatura del refrigerante también afecta el tiempo de encendido del motor. El sensor ECT contribuye al control del avance de encendido para optimizar la eficiencia del ciclo de Atkinson.
4. **Adaptación a Condiciones de Temperatura Variable:** El sensor ECT ayuda al sistema de control del motor a adaptarse a las variaciones de temperatura, asegurando un rendimiento óptimo en diversas condiciones de funcionamiento (García, 2023).
5. **Protección del Motor:** El sensor ECT también puede contribuir a la protección del motor al detectar condiciones anormales de temperatura y alertar al sistema de control para que tome medidas preventivas, como reducir la potencia o activar el ventilador de enfriamiento.

1.14.5.2 Componentes Principales del Sensor ECT:

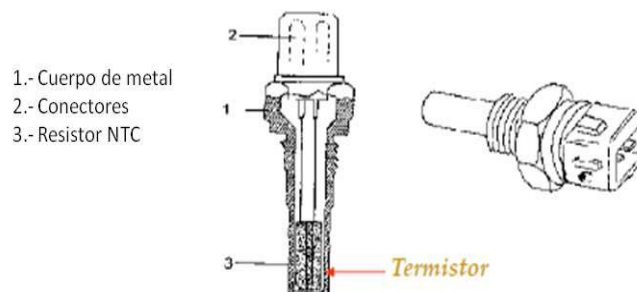


Figura 1.19. Partes del Sensor ECT.

1. **Termistor o Sensor de Temperatura:** Generalmente, el sensor ECT emplea un termistor, un componente cuya resistencia eléctrica se modifica en función de la temperatura. Esta alteración en la resistencia del termistor se utiliza para calcular la temperatura del refrigerante.
2. **Conector Eléctrico:** El sensor ECT se conecta al sistema eléctrico del vehículo a través de un enchufe eléctrico. Este conector facilita la transmisión de la señal de temperatura al módulo de control del motor (ECM).
3. **Carcasa o Bulbo:** El sensor ECT suele estar ubicado en el bloque del motor o en la culata, en contacto directo con el refrigerante. La carcasa o bulbo del sensor garantiza un contacto eficiente con el líquido refrigerante para obtener mediciones precisas.

1.15 Ajuste de combustible

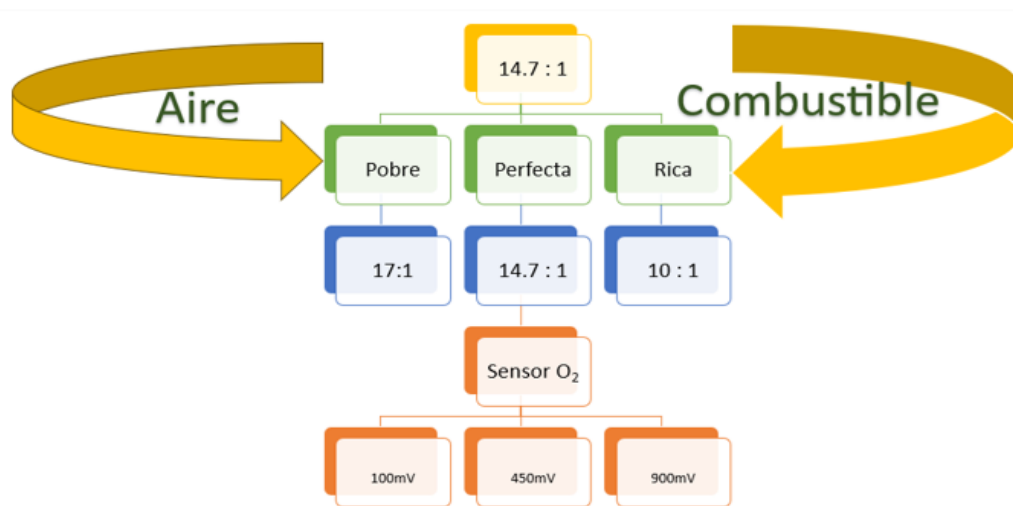


Figura 1.20. *Mescla Aire-Combustible.*

El ajuste de combustible en un motor Atkinson es un proceso clave para optimizar la eficiencia del combustible y el rendimiento del motor. El motor Atkinson se caracteriza por tener un tiempo de compresión más largo en comparación con el tiempo de expansión, lo que mejora la eficiencia térmica. A continuación, se describen aspectos relacionados con el ajuste de combustible en un motor Atkinson:

1. **Sistema de Inyección de Combustible:** La mayoría de los motores modernos, incluidos los que siguen el ciclo de Atkinson, utilizan sistemas de inyección de combustible para suministrar la cantidad precisa de combustible a los cilindros. Estos sistemas son controlados electrónicamente (sensores automotrices, 2023).
 2. **Sensor MAF y Sensor MAP:** Los sensores MAF (Sensor de Flujo de Aire) y MAP (Sensor de Presión Absoluta del Múltiple) son componentes clave para medir la cantidad de aire que entra al motor y la presión en el múltiple de admisión. Estos datos son esenciales para calcular la cantidad adecuada de combustible que debe ser inyectada.
 3. **(ECT):** El sensor ECT monitorea la temperatura del refrigerante del motor. La temperatura del refrigerante influye en la densidad del aire y, por lo tanto, afecta la cantidad de combustible que se debe inyectar para lograr una mezcla aire-combustible óptima.
 4. **Sonda Lambda (O₂):** La sonda lambda mide la cantidad de oxígeno en los gases de escape. Esta información se utiliza para ajustar la mezcla aire-combustible en tiempo real, permitiendo una combustión más eficiente y reduciendo las emisiones.
 5. **Módulo ECM:** El ECM o módulo de control del motor es la unidad electrónica encargada de procesar la información de los diversos sensores y controlar el sistema de inyección de combustible.
- 1.15.1 **Proceso de Ajuste de Combustible:**
- **Medición de la Cantidad de Aire:** El sensor MAF mide la cantidad de aire que ingresa al motor.
 - **Determinación de la Presión en el Múltiple:** El sensor MAP mide la presión en el múltiple de admisión.
 - **Monitoreo de la Temperatura del Refrigerante:** El sensor ECT proporciona información sobre la temperatura del refrigerante, lo que afecta la densidad del aire.

- **Cálculo de la Mezcla Aire-Combustible:** Utilizando la información de los sensores, el ECM calcula la cantidad de combustible que debe ser inyectada para lograr una mezcla adecuada.
- **Adaptación en Tiempo Real:** El sistema ajusta continuamente la inyección de combustible en tiempo real para adaptarse a las condiciones cambiantes de operación del motor(Alberto, 2023).
- **Optimización del Rendimiento y Eficiencia:** El objetivo es lograr una combustión eficiente y una mezcla aire-combustible óptima, maximizando la eficiencia del combustible y reduciendo las emisiones.

1.15.2 Ajuste de combustible a largo plazo (LFT)

El objetivo del ajuste de combustible a largo plazo en un vehículo es mantener y optimizar la relación adecuada entre aire-combustible a lo largo del tiempo(admin, 2021). Este sistema evalúa y ajusta continuamente la cantidad de combustible inyectada en el motor para garantizar una mezcla de combustión ideal y eficiente. Su ajuste se expresa en porcentaje de acuerdo con lo que se inyecte combustible. En caso de alcanzar un $\pm 25\%$ genera un código continuo y en algunos modelos al superar el $\pm 30\%$ enciende la Luz “Check Engine”.

El Ajuste de Combustible LFT entra en acción para corregir y ajustar gradualmente la cantidad de combustible inyectada cuando el sistema detecta una discrepancia persistente en la relación aire-combustible a lo largo del tiempo. Si se encuentran valores fuera de los límites óptimos, esto puede indicar problemas en el sistema de inyección de combustible.

1.15.3 Ajuste de combustible a corto plazo (SFT)

El propósito del Ajuste de Combustible a corto plazo es corregir de inmediato las desviaciones en la proporción aire-combustible, garantizando que permanezca en los límites ideales. Esta corrección se realiza en tiempo real para ajustar la cantidad de combustible y mantener la relación adecuada entre aire-combustible en niveles eficientes cuando se encuentra una discrepancia inmediata. Los valores medidos se muestran como un porcentaje en el flujo de datos que puede ser positivo o negativo de $\pm 0\%$ a $\pm 5\%$ para una mezcla ideal.

El Ajuste de Combustible SFT actúa rápidamente si el sistema detecta una desviación en la relación aire-combustible que está fuera de los límites ideales. Esto mejora el rendimiento del vehículo y aumenta la eficiencia del motor.

1.15.4 Sistema de inyección electrónica del combustible

Se trata de un sistema de inyección electrónica que, utilizando el principio de una paleta de sonda, cuantifica el flujo de aire y administra la inyección de combustible en el colector de admisión mediante control electromagnético. La exigencia de generar una mezcla adecuada para impulsar incluso los cilindros más desafiantes a veces resulta en una cantidad excesiva de combustible. Con el cambio en las condiciones de carga, este combustible se acumula en las paredes del colector de admisión forma una película y luego se degrada (Mosquera & Galarza, 2012). Algunas de las consecuencias que recaen del carburador se detalla en la **Figura 1.21**. cómo se presenta a continuación en el esquema conceptualizado.

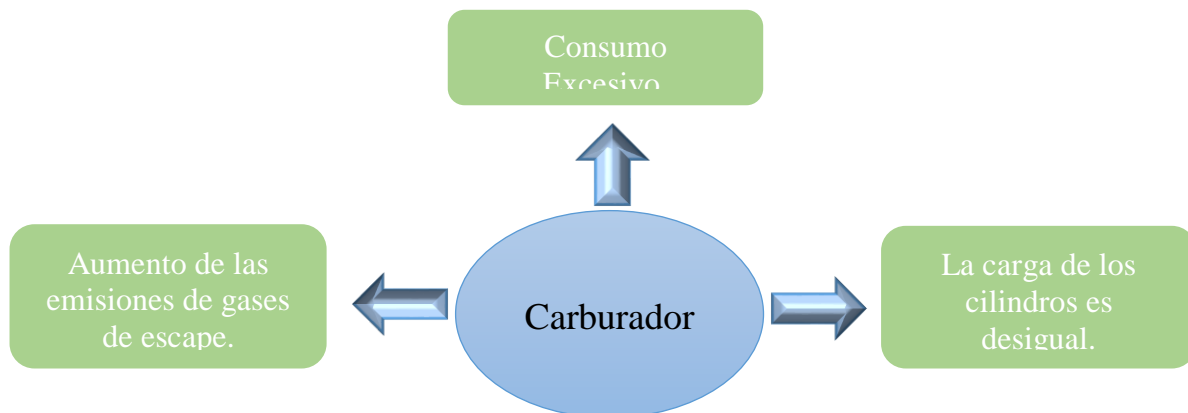


Figura 1.21. *Desventajas del Carburador.*
(Mosquera & Galarza, 2012)

1.15.5 Modo de lazo cerrado (Closed loop)

En el bucle cerrado, el ECM usa la señal del sensor de oxígeno para hacer pequeños ajustes en el tiempo de inyección (Salvador, 2023). Esto se hace para ayudar a que el catalizador funcione con la máxima eficiencia, es decir:

- Si el voltaje es superior a 450 mV/ 0.45 voltios, la relación aire-combustible se considera más rica que la ideal y la cantidad de combustible inyectado disminuye a un ritmo constante.

- Si la señal de voltaje es inferior a 450 mV/ 0.45 voltios, la relación aire-combustible se considera pobre a la ideal y el ECM aumenta la duración de inyección de combustible.

1.15.6 Modo de lazo abierto (Open loop)

En ciertos casos, las condiciones de operación requieren que la mezcla sea más rica o pobre de lo ideal donde la ECM detectará si está en modo de lazo abierto referente a condiciones como:

- Al arrancar el motor.
- En el momento que el motor está frío.
- Durante la aceleración.

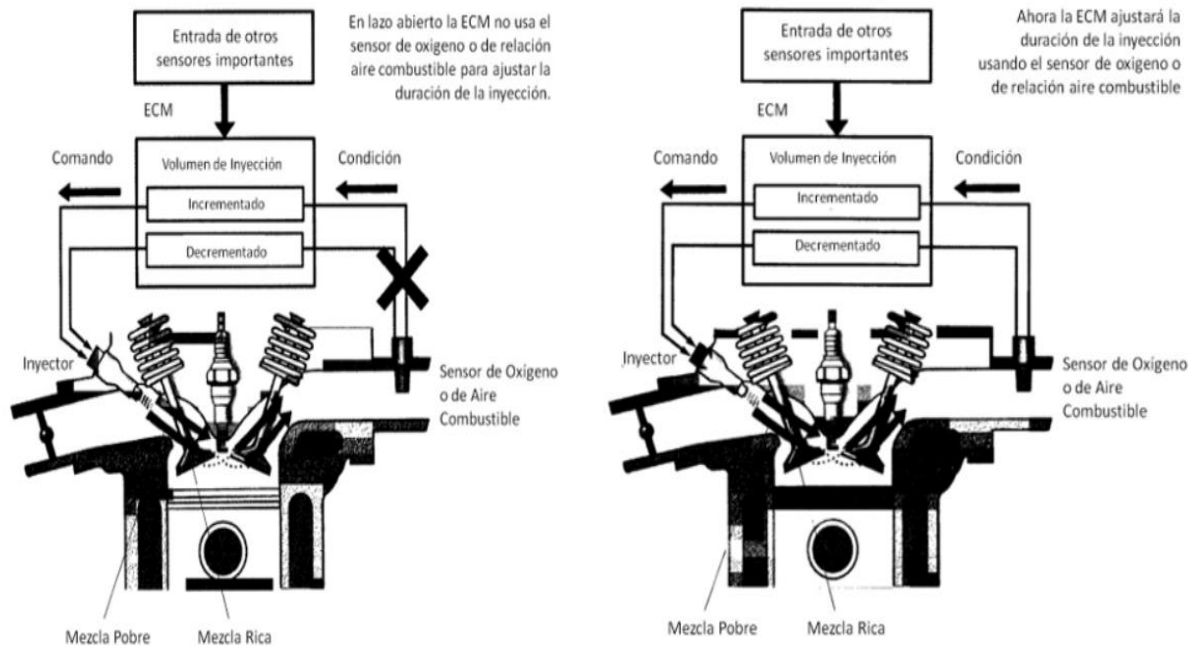


Figura 1.22. Proceso del Bucle Abierto y Cerrado.
(Salvador, 2023)

CAPÍTULO II

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES

Se emplearon equipos técnicos convencionales y especializados para recabar datos sobre los parámetros PID del motor de prueba del Toyota Prius. Los materiales utilizados se seleccionaron específicamente en función de las lecturas y mediciones requeridas para el desarrollo de la investigación.

- Scanner.
- Analizador de gases de escape.
- Motor Híbrido 2ZR-FXE. (Toyota Prius 1.8)

2.1.1 Scanner

El scanner es un dispositivo cuya función principal es evaluar y diagnosticar cualquier defecto, especialmente los componentes electrónicos, que pueden causar que el vehículo falle. El scanner se conecta en los vehículos que cuentan con el OBD I y OBDII que hace contacto con la computadora del vehículo y brinda información sustancial sobre el estado del motor.

Tabla 2.1. *Especificaciones Técnicas Scanner.*

DESCRIPCIÓN	INDICADORES
Dispositivo de entrada	Pantalla táctil
Almacenamiento	64GB
CPU	2,0 GHz de 4 núcleos
Cámara	Trasera 8 megapíxeles
Memoria	4GB
Modulo WIFI	On Board
Modulo Bluetooth	On Board
Batería	47,88Wh (7,6V/6300Mh)



Figura 2.1. Scanner.

2.1.2 Analizador de gases de escape

El propósito de este equipo automotriz radica en analizar los gases de escape generados por los motores de combustión interna, incluyendo gases químicos como el (CO₂), (CO), oxígeno (O₂), (HC) y (NO_x). La **Figura 2.2.** muestra cómo este dispositivo es fundamental para diagnosticar la causa de posibles fallas en componentes, ya sea un sensor o problemas derivados de una mala combustión en la mezcla aire/combustible.



Figura 2.2. Analizador de gases de escape.

El equipo AGS-688 tiene como objetivo determinar el porcentaje de gases de escape emitidos por el motor durante la prueba experimental. Tras el análisis, puede imprimir los resultados mediante su impresora térmica incorporada. Además, cuenta con un rango de medición homologado que asegura la precisión de las mediciones. Este dispositivo no solo mide los gases de escape, sino que también registra las revoluciones del motor. Su conexión directa a los bornes de la batería del vehículo simplifica su integración en el sistema eléctrico, permitiendo una medición eficiente de las revoluciones durante las pruebas.

La capacidad de imprimir los resultados a través de una impresora térmica agrega practicidad al AGS-688, ofreciendo una forma conveniente de documentar y almacenar los datos obtenidos durante las pruebas. En resumen, este equipo multifuncional desempeña un papel crucial al evaluar las emisiones de gases de escape y medir las revoluciones del motor, proporcionando datos valiosos para el análisis del rendimiento y la eficiencia del motor en el estudio experimental.



Figura 2.3. *Cuentarrevoluciones Rpm.*

En la **Figura 2.3.** presentada anteriormente se puede observar el captador de cuentarrevoluciones en donde el motor trabaja a un régimen de prueba propuesto de 990 rpm del motor de estudio.

2.1.3 Motor Híbrido (2ZR-FXE)

El motor híbrido se utilizó para proceder con las pruebas y los análisis del trabajo del proyecto de titulación es perteneciente a las instalaciones del taller de la carrera de automotriz. El motor híbrido 2ZR-FXE de la marca Toyota año 2010, es uno de los modelos más sobresalientes en su serie de vehículos híbridos.



Figura 2.4. *Toyota Prius 2010.*

Con el transcurso de los años, el modelo ha experimentado modificaciones y mejoras y cada versión responde a las necesidades de los usuarios. Esta versión rivaliza con competidores fuertes, pero tiene una oportunidad tan importante que cada vez más personas apuestan por este modelo (Total Renting, 2023). En la siguiente **Tabla 2.2.** y **Tabla 2.3.** se verifica los datos relevantes del vehículo y sus componentes que mantiene el motor para su posterior estudio.

Tabla 2.2. *Especificaciones Técnicas.*

Datos Informativos	
Marca	Toyota Prius
Año	2009
Identificación del motor	2ZR-FXE.
Cilindrada	1798 cm ³ (109,7 pulg ³).
Tipo	4 cilindros en línea, 4 ciclos, gasolina.
Tipo de combustible	Solo gasolina sin plomo.
Potencia máxima	73 KW/5,000 rpm.
Torque máximo	142 Kg/rpm.

(Manual Toyota Prius, 2010)

Tabla 2.3. *Descripción de los componentes.*

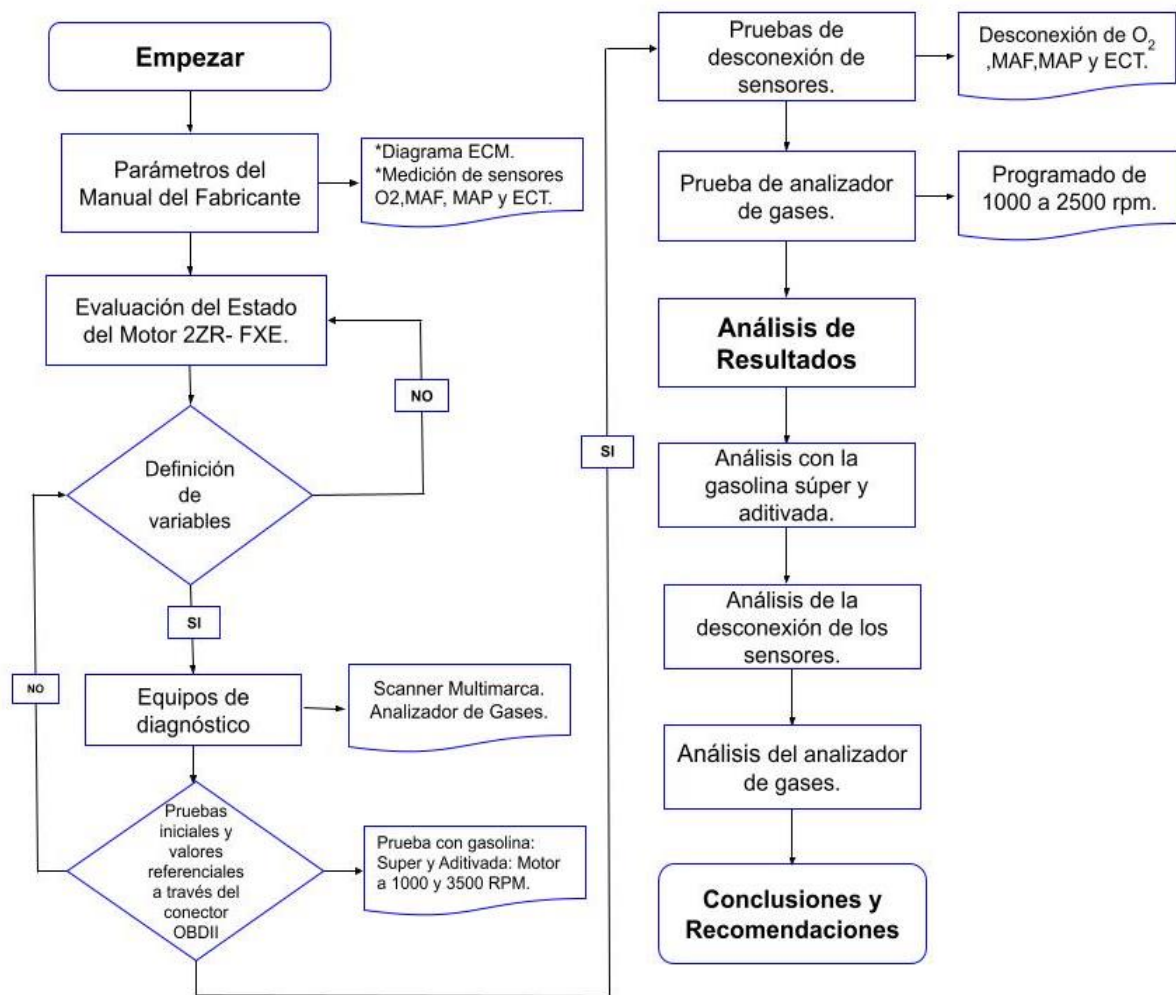
Toyota Prius 2009	
Motor de gasolina	Motor de aleación a aluminio de 1.8 litros y 98 HP (73kW).
Motor eléctrico	Motor de imán permanente con 80 HP (60 kW).
Transmisión:	Automática solamente (transeje variable continuo con control eléctrico).
Batería HV	Batería NiMH sellada de 201.6 voltios.
Peso al vacío	1,397 kg/3,080 lb.
Tanque de combustible	45.0 litros/11.9 galones.
Especificaciones de economía de combustible	51/48 (ciudad/carretera) millas/galón. 4.7/4.8 (ciudad/carretera) litros/100 km.
Capacidad para	5 pasajeros

(Toyota Prius III Generación, 2009)

2.2 MÉTODO

El presente proyecto de investigación se desarrolló siguiendo un proceso delineado, tal como se ilustra en la **Figura 2.5**. Este flujo proporcionará una visión clara del alcance definido en el estudio. La metodología se estructuró en distintas fases de proceso donde se conocerá sobre los parámetros de los sensores O₂, MAF, MAP y ECT, el estado de motor, definición de variables, equipos de diagnóstico, al igual de los pruebas y procesos llevados para conocer su comportamiento en el ajuste de combustible estas etapas establecerán las bases sólidas en el desarrollo de la investigación que finalmente se obtendrá los análisis de las pruebas.

Figura 2.5. *Flujograma de metodología.*



2.3 CONDICIONES DE ESTUDIO

Este estudio fue realizado en las siguientes condiciones:

- Ciudad de Cayambe que cuenta con una altura 2,830 msnm.
- La presión atmosférica varía dependiendo de las condiciones climáticas, pero la presión aproximada en la ciudad de Cayambe es de 72 kPa.
- Los sensores en un vehículo son componentes esenciales que recopilan datos y proporcionan una información precisa al sistema de control del motor y a otros sistemas del vehículo.
- Los sensores O₂, MAP, MAF Y ECT desempeñan roles esenciales en el ajuste de combustible. En conjunto, estos sensores permiten a la ECU que ajuste la cantidad de combustible inyectada en el motor, para mantener una mezcla aire combustible óptima en una amplia variedad de condiciones de funcionamiento. Sin embargo, para este estudio se dará una trayectoria a los sensores de autoridad enfocándose en pruebas y verificaciones detalladas de estos sensores específicos en el sistema de ajuste de combustible, se facilitará la identificación de posibles inconvenientes asociados a la regulación del combustible con el funcionamiento de estos sensores. El análisis se lo realizará mediante un estudio intensivo a los parámetros PID's en los sensores antes mencionados.

2.4 PARÁMETROS DEL MANUAL DEL FABRICANTE

2.4.1 Diagrama eléctrico de la ECM

El esquema eléctrico del Prius 2010 es fundamental para comprender las funciones de cada terminal dentro de la Unidad de Control del Motor (ECM) recibe una variedad de señales procedentes de diversos sensores relacionados con el funcionamiento del motor. La ECM analiza estas señales y utiliza la información para calcular los parámetros necesarios para controlar cada actuador del sistema.

El entendimiento del esquema eléctrico del Prius 2010 resulta esencial para desentrañar las funciones asignadas a cada terminal en la ECM. Posteriormente, la ECM analiza estas señales y emplea la información obtenida para calcular los parámetros

requeridos a fin de controlar de manera precisa cada actuador del sistema. Esta interacción entre el esquema eléctrico y la funcionalidad de la ECM es crucial para comprender el funcionamiento integral del sistema en el Prius 2010.

2.4.2 Parámetros de valores del sensor de O₂.

El sensor de O₂ desempeña un papel crucial al supervisar y regular la mezcla de aire - combustible en el motor. En caso de un mal funcionamiento del sensor, la composición de la mezcla puede desequilibrarse, llevando a una mezcla rica o pobre. Esta alteración tiene consecuencias directas en la eficiencia del combustible (García, 2023). Por lo tanto, comprender los parámetros operativos del sensor como indica la **Tabla 2.4**, es esencial para identificar posibles defectos y asegurar que realice mediciones dentro de los rangos ideales. Obtener este conocimiento permitirá identificar de manera efectiva cualquier anomalía en el sensor de oxígeno, asegurando un funcionamiento óptimo del motor y una eficiencia adecuada en el consumo de combustible.

Tabla 2.4. *Parámetros del Sensor de Oxígeno 1.*

Numero De Cables	Motor Funcionando	Descripción
1	12V	Elemento Calefactor
2	12V	Elemento calefactor
3	2.9V	Masa
4	3.3V	Señal de voltaje

(SÁNCHEZ, 2015)

- **Diagrama eléctrico de la conexión del sensor.**

Con el propósito de ubicar el sensor de oxígeno, se consultó el diagrama eléctrico, tal como se detalla en la **Figura 2.8**, y se reconoció la conexión del sensor.

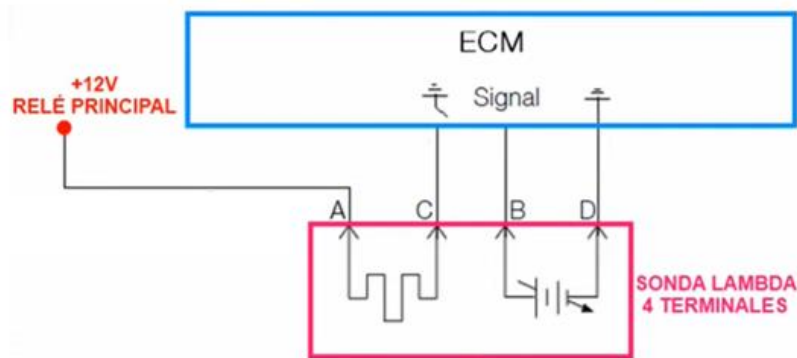


Figura 2.6. Conexión del Sensor de banda ancha.

2.4.3 Parámetros de valores del sensor MAF.

La comprensión de los parámetros del sensor MAF resulta fundamental para garantizar una mezcla aire-combustible óptima, lo que contribuye a un funcionamiento suave y eficiente del motor. En el ámbito del diagnóstico, conocer y entender los parámetros del MAF facilita la identificación de posibles problemas en el sistema de admisión. Esto posibilita abordar cualquier falla de manera efectiva, optimizando así el mantenimiento y el rendimiento del vehículo. Mantener los parámetros apropiados del sensor, según se detalla en la Tabla 2.5, no solo beneficia la eficiencia del motor, sino que también desempeña un papel crucial en la prevención de condiciones que podrían resultar en un desgaste prematuro de los componentes internos del motor.

Tabla 2.5. Parámetros del sensor MAF.

Número de Cables	Motor funcionando	Socket Desconectado	Descripción
1	0.8V	0.4mV	Señal sensor MAF
2	0.4mV	0.6mV	Masa
3	11.62V	11.66V	Voltaje de Referencia
4	7.6V	5.6mV	Masa
5	1.84v Señal	5V	Señal sensor IAT

(SÁNCHEZ, 2015)

- **Diagrama eléctrico de la conexión del sensor.**

En el diagrama eléctrico, representado en la **Figura 2.7**, se puede observar con precisión cómo se establece la conexión del sensor MAF en el sistema eléctrico del vehículo.

La identificación clara de los cables es esencial para asegurar la correcta toma de muestras de la señal por parte de la ECM. Específicamente, se presta especial atención a la conexión segura del cable que se conecta a la ECM, con el objetivo de evitar cualquier posible interferencia o error en la transmisión de la señal.

Este enfoque detallado en el diagrama eléctrico asegura una instalación precisa y libre de errores del sensor MAF, lo que, a su vez, garantiza un rendimiento óptimo del sistema de gestión del motor. La comprensión clara de la disposición de los cables y su conexión adecuada a la ECM es crucial para mantener la integridad de la señal y, en última instancia, para el funcionamiento eficiente del sensor MAF en el contexto del vehículo.

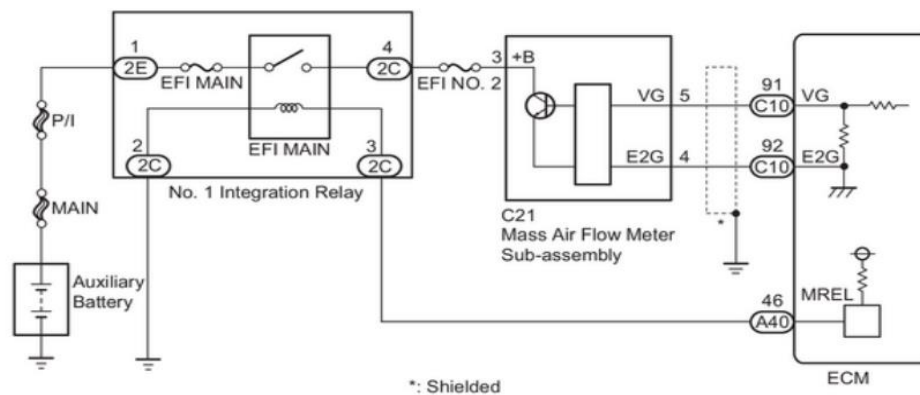


Figura 2.7. Conexión del Sensor MAF.
(Valentin, 2023)

2.4.4 Parámetros de valores del sensor MAP.

La comprensión de los parámetros de medición del sensor MAP como indica la **Tabla 2.6.** permite tener una gestión más precisa de la mezcla aire-combustible. Este conocimiento directo incide significativamente en la eficiencia del combustible, ya que una mezcla equilibrada maximiza el rendimiento del motor mientras minimiza el consumo innecesario de combustible. Es importante destacar que un funcionamiento inadecuado del sensor MAP puede tener consecuencias directas en la vida útil del motor.

Tabla 2.6. Parámetros del sensor MAP.

Número de Cables	Motor Funcionando	Descripción
1	5.02V	Voltaje de referencia

2	9.3mV	Masa
3	2.79V	Señal

- **Diagrama eléctrico de la conexión del sensor.**

La determinación de la ubicación precisa del sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión (MAP). Se realizó un análisis detallado del diagrama eléctrico, representado en la **Figura 2.8**. En este esquema, se examinó minuciosamente la conexión del sensor, identificando con claridad los cables asignados a la señal, tierra y, simultáneamente, se aseguró de confirmar cuál de ellos se dirige hacia la ECM (Módulo de Control del Motor). Este enfoque detallado fue esencial para evitar posibles fallas al tomar la muestra de la señal y garantizar una operación sin contratiempos.

En el diagrama eléctrico, se puede observar en detalle la disposición de los cables que están vinculados al sensor MAP. La identificación precisa de los cables de señal y tierra fue un aspecto fundamental en este proceso, permitiendo así una conexión adecuada del sensor al sistema eléctrico del vehículo. Además, se puso un énfasis particular en verificar y confirmar cuál de estos cables se dirige hacia la ECM, asegurando de esta manera una comunicación eficiente y sin errores en la toma de la muestra de señal.

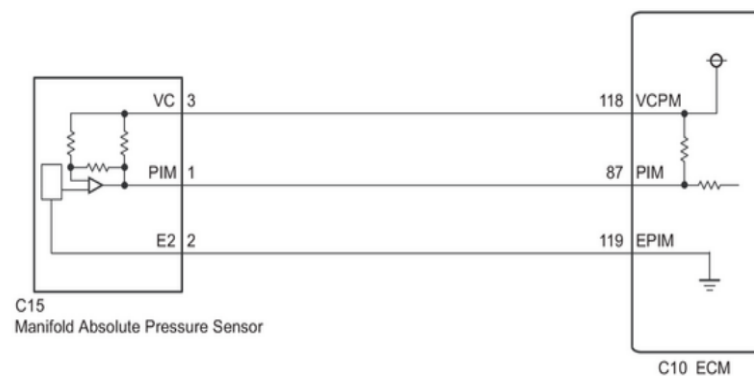


Figura 2.8. *Conexión del Sensor MAP.*
(Valentin, 2023)

2.4.5 Parámetros de valores del sensor ECT.

Comprender los parámetros de medición del sensor ECT resulta crucial para asegurar un control preciso de la temperatura del motor, ya que esta variable incide en la eficiencia del combustible esto habilita al sistema de gestión del motor ajustar de manera óptima la mezcla aire-combustible, evitando así problemas que podrían afectar el rendimiento del

motor, ocasionando la pérdida de potencia e incluso provocar inconvenientes en el arranque(García, 2023).

Garantizar que la temperatura del motor se mantenga dentro de los límites apropiados como indica la **Tabla 2.7**, no solo es esencial para la eficiencia del vehículo, sino que también contribuye de manera significativa a la durabilidad y longevidad del motor.

Tabla 2.7. *Parámetros del sensor ECT.*

Numero de Cables	Motor Funcionando	Descripción
1	1.75V	Señal
2	0.7mV	Masa

- **Diagrama eléctrico de la conexión del sensor.**

La determinación precisa de la ubicación del sensor de temperatura del refrigerante (ECT) se basó en un examen detallado del diagrama eléctrico, representado en la **Figura 2.9**. Este esquema proporciona una clara representación de la conexión del sensor que, en este caso, consta de dos cables de conexión. La identificación minuciosa de estos cables es esencial para asegurar una instalación precisa y un funcionamiento óptimo del sensor ECT en el sistema eléctrico del vehículo.

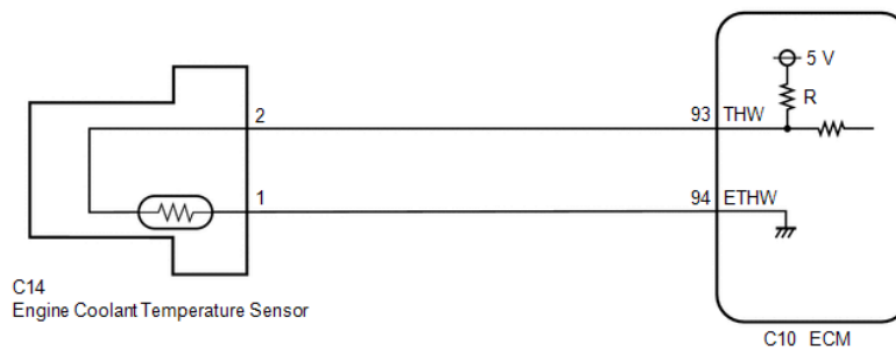


Figura 2.9. *Conexión del Sensor ECT.*
(Valentin, 2023)

2.5 EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL MOTOR 2ZR- FXE.

2.5.1 Información del Estado del Motor.

En cuanto al estado del motor al momento de ingresar con los equipos de diagnóstico a través del OBDII se puede determinar como indica la **Tabla 2.8**. que todos los módulos

de control electrónico se encuentran sin presencia de códigos de falla, lo que permite continuar con las respectivas pruebas y desarrollo de resultados. Con el uso del scanner multimarca fue posible conocer los estatus en detalle sobre el estado de los datos que gestiona el motor 2ZR-FXE.

Tabla 2.8. Estado del motor 2ZR- FXE.

Toyota Prius conector de 16 PIN	
U0293 Comunicación de GV/EV ECU	Historia
ECEMECT (Motor y ECT)	Normal
HC (Control Híbrido)	Normal
CCS (Control de Crucero)	Normal
TCM (Módulo de Control de Transmisión)	Normal
SRS (Sistema de Restricción Inflable Suplementaria)	Normal
AC (Aire Acondicionado)	Normal
PM1GW (Gateway PM1)	Normal
PM2GW (Gateway PM2)	Normal
DDM (Motor de la Puerta del Conductor)	Normal
PDM (Motor de Puerta de Pasajeros)	Normal
MSW (Interruptor Maestro)	Normal

2.5.2 Informe de códigos de falla

Para iniciar las pruebas experimentales como indica la **Tabla 2.9.** se verifica la ausencia de cualquier código de falla DTC. Esto indica que, durante el escaneo del sistema del motor, se confirmó que el motor del vehículo está en un estado estable, lo que permite proceder con las pruebas propuestas.

Tabla 2.9. Código de fallo DTC.

Informe de fallo	
Nombre del sistema	Estado
ECMECT (Motor y ECT)	No existe Códigos de Falla

2.5.3 Informe de flujo de datos del motor 2ZR-FXE.

El informe técnico que se obtuvo del diagnóstico con el equipo del scanner Launch proporcionó una información fundamental en tiempo real, sobre varios parámetros y

sensores relacionados con el funcionamiento del motor con indica la **Tabla 2.10.** a continuación.

Tabla 2.10. *Flujo de datos estables del motor.*

Flujo de datos		
Nombre	Valor	Unidad
Aire de admisión	43	°C
Aire de Objetivo-Relación de combustible	0.687	
Ajuste combustible TOTAL N° 1	0	
Ajuste de combustible a Corto Plazo B1S1	0	%
Ajuste de combustible a Largo Plazo B1S1	0	%
Alimentación/actuador	APAGADO	
MAP (Presión absoluta colector)	72	kPa
Ángulo de Meta de VVT #1	0	%
Aprendiendo Control velocidad al ralentí	Incompleto	
Sensor 2 de oxígeno Banco 1	0	V
Sensor masa flujo de aire	0.230	g/s
Temperatura de Refrigerante	28	°C
Temperatura de Refrigerante del motor inicial	27.500	°C
Estado de Sistema de Combustible #1	0L	
Estado de Sistema de Combustible #2	No es utilizado	
Estado velocidad bomba combustible	APAGADO	
Inyector (Puerto)	0	μs
Lambda de Aire-Combustible B1S1	0.998	

El informe detallado del flujo de datos, presentado de manera clara y estructurada en la **Tabla 2.10**, constituye una herramienta invaluable para comprender a fondo el estado del motor 2ZR-FXE. A través de esta recopilación de datos, se logra obtener una visión completa de cómo se están comportando y operando los diferentes parámetros que intervienen en el correcto funcionamiento del motor.

El análisis no solo abarca ofrecer simplemente una visión general de la salud y el rendimiento del motor, sino que también permite identificar posibles áreas de mejora o cualquier anomalía que requiera atención. Al desglosar cada uno de los parámetros, se facilita la detección temprana de cualquier desviación respecto a los valores esperados, lo que

contribuye a una gestión proactiva del mantenimiento y a la optimización continua del rendimiento del motor en el contexto del motor 2ZR-FXE.

2.5.4 Identificación y ubicación de los sensores.

La **Figura 2.10.** detalla los sensores que integran el motor, y en este escenario, se emplea un equipo de diagnóstico para verificar el estado de los sensores que estarán involucrados en el estudio.

Este enfoque garantiza una evaluación íntegra de la condición operativa de cada sensor clave antes de realizar pruebas experimentales. La utilización del equipo de diagnóstico proporciona una herramienta precisa y eficaz para evaluar la funcionalidad de estos componentes cruciales del motor, asegurando así una base sólida para las etapas subsiguientes del estudio.

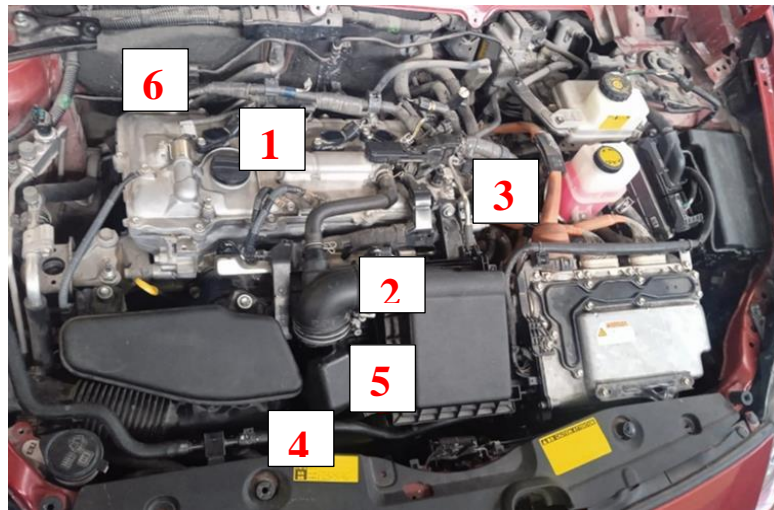


Figura 2.10. *Ubicación de los sensores.*

- 1) Inyectores de combustible (ubicados en la parte delantera del motor cerca del colector de admisión).
- 2) Sensor de masa de flujo de aire (MAF).
- 3) Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT) (ubicado en la parte trasera del motor).
- 4) Cuerpo del acelerador electrónico/sensor (TPS).
- 5) Sensor de presión (MAP) (ubicado junto al cuerpo del acelerador).
- 6) Sensor de Oxígeno (O₂) (ubicado en la parte del catalizador del vehículo).

2.5.5 Motor en óptimas condiciones

En este proceso se comprueba el estado de los parámetros que es crucial para recopilar todos los datos necesarios con el motor en condiciones óptimas como indica la **Tabla 2.11**. Al llegar a la temperatura óptima y operar en lazo cerrado, se garantiza la obtención de información precisa y completa para llevar a cabo un análisis en proporción del rendimiento del motor. En donde la presión en cuanto al MAP es bajo porque ya existe un vacío, el motor está encendido y empieza a succionar el aire, entonces ya hay la diferencia de presión desde la presión ambiental que era de 72kPa a 53kPa, debido a que el motor se encuentra encendido. Se tiene el paso detectado de aire por el sensor MAF que es de 5.7 g/s este valor es directamente proporcional al momento de la aceleración realizada en el vehículo.

Tabla 2.11. Motor con proceso en condiciones óptimas.

MOTOR ENCENDIDO		
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA	TEMPERATURA MOTOR
MAP	53kPa	MOTOR RALENTÍ
MAF	5.7 g/s	
ECT	70°C	
O ₂	1	
ajuste de corto plazo		1.56%
ajuste de largo plazo		4.68%

La temperatura por otro lado también empieza a ganar y a estar en 70°C, acercándose a una temperatura ambiente. En este punto, el motor comienza a succionar aire, y la resistencia eléctrica comienza a enfriarse aún más. En términos de ajuste a corto plazo, se observa que la mezcla inicialmente es rica, con un valor aproximado del 1.56%, pero tiende a disminuir a medida que el motor alcanza su temperatura óptima de funcionamiento, pasando a una mezcla más pobre. En cambio, el ajuste a largo plazo sigue manteniendo una mezcla ligeramente rica, registrando valores de alrededor del 4.68%, indicando que el motor aún no ha alcanzado su temperatura de operación ideal.

2.6 DEFINICIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO.

Este segmento se centra en la definición de las variables dependientes fundamentales para el estudio relacionado con la optimización del combustible. Estas variables exhiben cambios en respuesta a las pruebas planificadas que se llevarán a cabo en el motor del vehículo de prueba. La identificación precisa y la comprensión de estas variables son fundamentales para capturar y analizar de manera precisa los efectos del ajuste de combustible.

En esta situación, las variables dependientes son las que se prevé que sufran cambios directos como consecuencia de intervenciones específicas en el sistema de combustible. La selección meticulosa y la definición precisa de estas variables posibilitarán la evaluación, tanto cuantitativa como cualitativa, del impacto de los ajustes de combustible en diversas condiciones operativas del motor. Este enfoque sienta las bases para realizar una modelación robusta y una interpretación significativa de los resultados obtenidos durante el estudio.

Tabla 2.12. *Variables de estudio.*

Variable de estudio	Abreviatura	Unidad de medida
AFS lambda B1S1	O ₂	Lambda (λ)
Sensor de flujo de aire	MAF	g/s
Presión del colector	MAP	kPa
Temperatura del refrigerante	ECT	°C
Short FT	SFT	%
Long FT	LFT	%

El resultado implica la adquisición de las señales provenientes de los sensores electrónicos para su análisis detallado. En la **Tabla 2.12.** se presentan las variables fundamentales necesarias para llevar a cabo el análisis de las pruebas relacionadas con el ajuste de combustible en el vehículo de prueba.

2.7 PRUEBAS INICIALES Y VALORES REFERENCIALES A TRAVÉS DEL CONECTOR OBDII.

En esta sección, se llevarán a cabo las pruebas necesarias para obtener la información relevante sobre los parámetros específicos que se está investigando. El objetivo es describir de manera detallada las diversas situaciones que se presentan durante las pruebas, proporcionando una visión integral de cómo se comportan los distintos elementos bajo diferentes condiciones de operación.

Tabla 2.13. *Pruebas tratadas en la investigación.*

PROCESO DE PRUEBAS	
Prueba 1	Comprobación de ajuste de combustible corto y largo plazo a 1000 RPM gasolina extra de 85 octanos.
Prueba 2	Comprobación de ajuste de combustible corto y largo plazo a 3500 RPM con gasolina extra de 85 octanos.
Prueba 3	Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 1000 RPM con gasolina super de 92 octanos.
Prueba 4	Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 3500 RPM con gasolina super de 92 octanos.
Prueba 5	Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 1000 RPM con aditivo elevador de octanaje.
Prueba 6	Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 3500 RPM con aditivo elevador de octanaje.
Prueba 7	Sensor de O ₂ con falla generada.
Prueba 8	Sensor de MAF con falla generada.
Prueba 9	Sensor de MAP con falla generada.
Prueba 10	Sensor de ECT con falla generada.
Prueba 11	Analizador de gases de escape.

Prueba 1: Comprobación de ajuste de combustible corto y largo plazo a 1000 RPM gasolina extra de 85 octanos.

Después de obtener información del motor en su condición ideal, se llevó a cabo una prueba específica utilizando gasolina de 85 octanos, manteniendo una aceleración constante de 1000 RPM. Los resultados de la evaluación, expuestos en la **Tabla 2.14**, revelan de manera evidente un ajuste inmediato en la cantidad de combustible del -1.58%, denotando una disminución instantánea, y un ajuste a largo plazo del -2.30%, indicando una reducción mantenida a lo largo del tiempo. Igualmente, se cuenta con información sobre la lectura de presión del map, que alcanza los 24 kPa debido al vacío generado durante el funcionamiento del vehículo, asimismo, el sensor maf empieza a succionar aire de alrededor de 6.60 g/s cantidad que entra a través del cuerpo de aceleración.

Tabla 2.14. *Proceso de prueba 1 con gasolina extra.*

GASOLINA EXTRA		
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA	TEMPERATURA MOTOR
MAP	24kPa	MOTOR A 1000 RPM
MAF	6.60 g/s	
ECT	70°C	
O ₂	1.07	
ajuste de corto plazo		-1.58%
ajuste de largo plazo		-2.30%

Es importante destacar que estos ajustes indican las correcciones realizadas por el sistema de gestión del motor para mantener la mezcla aire-combustible en niveles óptimos. Como indica la Tabla 2.14, la temperatura del motor ha llegado a los 70°C, incrementando gradualmente hacia la temperatura de funcionamiento ideal durante el funcionamiento del vehículo, él sensor de O₂ se encuentra estable en un nivel óptimo de 1.07 ideal.

Prueba 2: Comprobación de ajuste de combustible corto y largo plazo a 3500 RPM con gasolina extra de 85 octanos.

Durante la siguiente prueba, que implicó el uso de gasolina extra mientras se mantenían las RPM a 3500, se registraron ajustes de combustible significativos como señala la **Tabla**

2.15. El ajuste a corto plazo se registró en -0.08%, señalando una corrección menor e inmediata en la cantidad de combustible inyectado. En cambio, el ajuste a largo plazo fue más notable, alcanzando un valor de -9.30%.

Tabla 2.15. *Proceso de prueba 2 con gasolina extra.*

GASOLINA EXTRA		
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA	TEMPERATURA MOTOR
MAP	19kPa	MOTOR A 3500 RPM
MAF	8.2 g/s	
ECT	95°C	
O ₂	0.9	
ajuste de corto plazo		-0.08%
ajuste de largo plazo		-9.30%

Este ajuste prolongado señala una corrección más extensa en la cantidad de combustible a lo largo del tiempo, lo que podría indicar una adaptación continua por parte de la ECU para mantener la mezcla aire-combustible en niveles óptimos en estas condiciones particulares de prueba también se comprueba que el ECT ha alcanzado una temperatura ideal de 95°C, al igual de los otros sensores que empiezan a tener mejor estabilidad. Estos resultados proporcionan información valiosa sobre la respuesta de las demandas que presenta el sistema de combustible al emplear gasolina de mayor octanaje y las necesidades de ajuste en distintas RPM.

Prueba 3: Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 1000 RPM con gasolina super de 92 octanos.

Durante la evaluación realizada con gasolina de mayor octanaje, específicamente con la variante de 92 octanos, y manteniendo el motor a 1000 RPM, se observaron modificaciones significativas en el sistema de combustible, como se indica en la **Tabla 2.16** previamente. El ajuste a corto plazo se situó en -1.56%, indicando una ligera reducción inmediata en la cantidad de combustible inyectado. Este ajuste se efectuó con el propósito de mantener la mezcla aire-combustible en niveles óptimos, adaptándose a las características particulares de la gasolina de mayor calidad. En contraste, el ajuste a largo plazo se posicionó en 6.88%, señalando una corrección más extensa y sostenida en la cantidad de combustible inyectado a lo largo del tiempo.

Tabla 2.16. *Proceso de prueba 3 con gasolina super.*

GASOLINA SUPER		
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA	TEMPERATURA MOTOR
MAP	22kPa	MOTOR A 1000 RPM
MAF	3.40 g/s	
ECT	82°C	
O ₂	0.99	
ajuste de corto plazo		-1.56%
ajuste de largo plazo		6.88%

Los ajustes en los demás sensores son relevantes debido a que también la presión sube a 22kPa mientras se tiene un vacío y existe un menor de flujo de aire que va de 3.40g/s contando en el sistema con temperatura cerca de lo ideal y sensor de O₂ manteniéndose en 1. La reducción a corto plazo puede indicar una adaptación inmediata para optimizar la mezcla, mientras que el aumento a largo plazo sugiere que la ECU ha ajustado su estrategia para acomodar y mantener la mezcla en niveles ideales con este tipo de gasolina de mayor octanaje.

Prueba 4: Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 3500 revoluciones por minuto con gasolina super de 92 octanos.

En el análisis realizado utilizando gasolina súper de 92 octanos y manteniendo las revoluciones del motor a 3500 RPM, se detectaron modificaciones específicas en el sistema de combustible. Se verificó un ajuste de combustible a corto plazo del -1.56%, lo que señala una leve reducción inmediata en la cantidad de combustible inyectado para alcanzar una mezcla óptima de aire y combustible en las condiciones particulares de la prueba.

Tabla 2.17. *Proceso de prueba 4 con gasolina super.*

GASOLINA SUPER		
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA	TEMPERATURA MOTOR
MAP	18kPa	MOTOR A 3500 RPM
MAF	5.56 g/s	
ECT	94°C	
O ₂	0.98	
ajuste de corto plazo		-1.56%
ajuste de largo plazo		1.562%

Se verifica también que mientras más se acelera el vehículo la presión baja a 18kPa y existe un ingreso de flujo de aire de 5.56 g/s cantidad que va entrando por el cuerpo del acelerador. No obstante, la característica más sobresaliente fue la adaptación extendida del 1.56%, indicando un incremento progresivo en la cantidad de combustible inyectado a lo largo del tiempo.

Este ajuste prolongado señala una adaptación continua de la ECU la cual trabaja de manera continua para corregir y mantener la mezcla aire-combustible en niveles óptimos durante un período extendido de funcionamiento a 3500 RPM con el tipo específico de gasolina de alto octanaje utilizada en la prueba. Este hecho también indica que el ECT ha alcanzado una temperatura de funcionamiento ideal al igual del sensor de oxígeno que mantiene cerca de 1 para la estequiometría de la mezcla.

Prueba 5: Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 1000 RPM con aditivo elevador de octanaje.

En el marco de la siguiente prueba, se implementó la introducción de un aditivo a la gasolina con el propósito específico implica analizar la respuesta de la computadora del vehículo y evaluar las posibles variaciones en los ajustes de combustible. Los datos demostraron un ajuste de combustible a corto plazo de -2.35%, señalando una reducción inmediata en la cantidad de combustible inyectado. Este ajuste rápido evidencia la capacidad del sistema de gestión del motor como señala la **Tabla 2.18**, para adaptarse de manera inmediata a la presencia del aditivo, ajustando la mezcla aire-combustible con el objetivo de mantenerla en niveles óptimos para el rendimiento del motor.

Tabla 2.18. *Proceso de prueba 5 con aditivo.*

ADITIVO		
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA	TEMPERATURA MOTOR
MAP	23kPa	MOTOR A 1000 RPM
MAF	3.3 g/s	
ECT	83°C	
O2	0.99	
ajuste de corto plazo		
ajuste de largo plazo		1.562%

Por otro lado, se registró un ajuste de combustible a largo plazo de 1.56%. La presencia de este valor positivo señala un incremento progresivo en la cantidad de combustible inyectado varía con el tiempo tras la incorporación del aditivo a la gasolina. Esta adaptación constante pone de manifiesto la respuesta continua de la computadora del vehículo, dirigida a corregir y estabilizar la proporción de aire-combustible.

Prueba 6: Comprobación de ajuste de combustible a corto y largo plazo a 3500 RPM con aditivo elevador de octanaje.

Al mantener las revoluciones del motor constantes a 3500 RPM y emplear un aditivo elevador de octanaje, los datos de la prueba desvelaron ajustes distintivos en el sistema de combustible. Se destacó un ajuste de combustible a corto plazo significativo, alcanzando un 3.96%. Esta cifra indica un aumento inmediato en la cantidad de combustible inyectado, revelando la capacidad del sistema de gestión del motor para adaptarse dinámicamente a las condiciones específicas introducidas por el aditivo.

Tabla 2.19. *Proceso de prueba 6 con aditivo.*

ADITIVO		
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA	TEMPERATURA MOTOR
MAP	48kPa	MOTOR A 3500 RPM
MAF	4.78g/s	
ECT	95°C	
O2	1	
ajuste de corto plazo		3.960%
ajuste de largo plazo		1.562%

Paralelamente, se observó un ajuste de combustible a largo plazo de 1.56%, señalando una corrección sostenida en la cantidad de combustible inyectado a lo largo del tiempo después de la introducción del aditivo elevador de octanaje lo cual busca llegar a tener una mezcla estequiométrica. La persistencia de este ajuste a largo plazo subraya la habilidad de la ECU para efectuar cambios graduales en tiempo real y que sea sostenido en la inyección de combustible, ajustándose de manera proactiva para optimizar el rendimiento del motor.

Prueba 7: Sensor de O₂ con falla generada.

En el contexto de enfrentar fallas en varios sensores críticos del sistema de encendido del vehículo, los cuales desempeñan un papel crucial en los ajustes simultáneos de combustible, se llevó a cabo la desconexión del sensor de O₂ para evaluar cómo esto impactaría en dichos ajustes. Los datos conseguidos revelaron un ajuste de combustible a corto plazo de 0.00%, indicando una ausencia de corrección inmediata por la ECU en la cantidad de combustible inyectado tras la desconexión del sensor de oxígeno. Sin embargo, el ajuste a largo plazo se situó en 1.56%, señalando una corrección más sostenida en la cantidad de combustible inyectado a lo largo del tiempo, a pesar de la desconexión realizada.

Tabla 2.20. *Proceso de prueba 7 con falla en el sensor O₂.*

O₂ DESCONECTADO	
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA
MAP	23kPa
MAF	3.15g/s
ECT	94°C
O ₂	0
Ajuste a corto plazo	0.000%
Ajuste a largo plazo	1.562%

Al desconectar el sensor de O₂, se interrumpe la retroalimentación hacia la computadora del vehículo lo que muestra valor de 0 en el sensor, esto provoca la carencia de un ajuste inmediato en la cantidad de combustible a corto plazo, ya que la ECU no obtiene información en tiempo real acerca de la mezcla de aire-combustible. Sin embargo, la manifestación del ajuste prolongado del 1.56% proviene de la habilidad de la ECU para mantener información histórica en su memoria, utilizando datos almacenados previamente de pruebas anteriores. Este proceso posibilita la implementación de ajustes de forma continua en la inyección de combustible.

Prueba 8: Sensor de MAF con falla generada.

La desconexión del sensor MAF se reflejó en los registros una adaptación evidente del ajuste de combustible a corto plazo de 0.00% y un ajuste a largo plazo de 1.56%. Estos datos

son indicativos de la incapacidad de la computadora para obtener datos precisos sobre la cantidad de aire que ingresa al motor y calcular la mezcla aire-combustible de manera inmediata. La desconexión del sensor MAF muestra valor de 0.090g/s lo que impide que la ECU reciba información crucial sobre el flujo de aire nominal, resultando en la ausencia de ajustes inmediatos en la inyección de combustible para mantener una proporción adecuada.

Tabla 2.21. *Proceso de prueba 8 con falla en el sensor MAF.*

MAF DESCONECTADO	
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA
MAP	21kPa
MAF	0.090g/s
ECT	95°C
O ₂	0.821
Ajuste a corto plazo	0.000%
Ajuste a largo plazo	1.562%

El ajuste de combustible a corto plazo de 0.00% indica una falta de ajuste inmediato en la inyección de combustible, ya que la computadora no cuenta con la información del sensor MAF para realizar correcciones en tiempo real. En cambio, la revelación del ajuste de combustible a largo plazo del 1.56% indica que la ECU está aplicando datos previamente guardados en su memoria para llevar a cabo esta corrección extendida, fundamentándose en información histórica y permitiendo una cierta adaptación en la inyección de combustible, aunque no es precisa debido a la falta de datos en tiempo real del sensor MAF.

Prueba 9: Sensor de MAP con falla generada.

Al proceder con la desconexión del sensor MAP, se observó que el vehículo inició en modo de contingencia como indica la **Tabla 2.22**, la falta de datos precisos fue notable ya que la Unidad de Control del Motor no recibió información del sensor. La falta de datos pertinentes tuvo un impacto directo en la capacidad de la ECU para realizar cálculos precisos y llevar a cabo ajustes de inyección de combustible de manera adecuada.

Con la desconexión del sensor se privó a la ECU de información crucial sobre la presión absoluta en el colector de admisión, lo cual es esencial para determinar la cantidad

óptima de combustible a inyectar. Como consecuencia, la ECU operó en un modo de contingencia, comprometiendo la capacidad del motor para optimizar la mezcla aire-combustible y afectando negativamente su rendimiento general.

Tabla 2.22. *Proceso de prueba 9 con falla en el sensor MAP.*

MAP DESCONECTADO	
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA
MAP	0.0kPa
MAF	1.095g/s
ECT	95°C
O ₂	0.979
Ajuste a corto plazo	0.000%
Ajuste a largo plazo	13.281%

El arranque en modo de contingencia sugiere que la ECU activó protocolos de respaldo o estrategias predefinidas para mantener el funcionamiento básico del motor. Aunque el vehículo pudo arrancar y operar, la falta de información del sensor MAP limitó severamente la capacidad de la ECU para realizar ajustes precisos en la inyección de combustible mostrando un ajuste de largo plazo de 13.28% de mezcla rica en el sistema.

Prueba 10: Sensor de ECT con falla generada.

Al llevar a cabo la desconexión del sensor ECT, se pudieron identificar ajustes notables en el sistema de combustible. Los registros revelaron un ajuste de combustible a corto plazo de -3.9% y un ajuste a largo plazo de -0.78%. Estos valores indican una respuesta considerable por parte de la ECU ante la falta de datos provenientes del sensor de temperatura del refrigerante. La desconexión del sensor mostro temperatura de -40°C afectando así la capacidad de la ECU para recibir información sobre la temperatura del motor, un parámetro esencial para determinar la cantidad óptima de combustible a inyectar.

Tabla 2.23. *Proceso de prueba 10 con falla en el sensor ECT.*

ECT DESCONECTADO	
SENSORES	VALORES DE REFERENCIA
MAP	28kPa
MAF	2.2g/s
ECT	-40°C
O ₂	1.05
Ajuste a corto plazo	-3.900%
Ajuste a largo plazo	-0.781%

La consecuencia más destacada de esta desconexión fue la activación de los electros ventiladores automáticamente queda prendido de forma directa, porque el circuito se abre y por seguridad todo vehículo que se desconecta el sensor reflejando así si funciona correctamente el circuito. El ajuste de combustible a corto plazo de -3.9% indica una reducción inmediata en la cantidad de combustible inyectado.

Esta corrección sugiere que la ECU intenta compensar la falta de datos del sensor ECT ajustando la mezcla aire-combustible para evitar problemas relacionados con la temperatura del motor. Por otro lado, el ajuste a largo plazo de -0.78% sugiere una corrección menos pronunciada y más gradual en la inyección de combustible. Esto indica que la ECU está utilizando información previa almacenada en su memoria para realizar ajustes más sutiles y prolongados, aunque no tan significativos como los ajustes inmediatos a corto plazo.

Prueba 11: Analizador de gases de escape.

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos a través de las mediciones de gases de escape, llevadas a cabo mediante el uso del analizador de gases AGS-688. Estos datos proporcionan una representación detallada de las emisiones actuales generadas por el motor y han sido meticulosamente organizados en la **Tabla 2.13**. Esta tabla constituye una síntesis estructurada y precisa que resume los diversos parámetros de emisión identificados durante el proceso de análisis.

La información recopilada brinda una visión integral de la calidad de las emisiones del vehículo, lo cual es esencial para evaluar su desempeño ambiental y adoptar medidas adecuadas, en caso de ser necesario, para optimizar la eficiencia y reducir el impacto ambiental del motor.

Tabla 2.24. *Analices de Gases de Escape.*

N° Rev.	CO (% vol.)	HC (ppm)	CO2 (% vol.)	O2 (% vol.)	Lambda (λ)
1000	0.13	68	14.9	0.68	1.03
1500	0.09	37	14.5	0.33	1.01
2000	0.03	22	14.6	0.19	1.007
2500	0.73	35	14.2	0.31	1.004

Como se observa los datos cumplen con los valores permitidos por la normativa INEN 2 204:2002. Dicha normativa menciona que toda fuente móvil en circulación que tenga motor a gasolina en territorio ecuatoriano debe funcionar sin liberar cantidades significativas elevadas de monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) ya sea en marcha mínima o ralentí y con temperatura normal de operación, que no sean superiores a las estipuladas por la normativa de las que maneja la siguiente **Tabla 2.25.** que se presenta a continuación.

Tabla 2.25. *Límites máximos permitidos para motores a gasolina.*

Año Modelo	%CO*		Ppm HC*	
	0 - 1500*	1500 - 3000**	0 -1500**	1500 - 3000**
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

*Volumen
**Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

(NTE INEN 2204, 2002)

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

En la presente investigación se realizó pruebas de comprobación con aplicación de gasolina al igual de pruebas de simulación de fallas aplicadas a los sensores de O₂, MAF, MAP y ECT que están más involucrados con el ajuste de combustible, las pruebas aplicadas fueron: con gasolina extra, super aplicado con motor a 1000 y 3500rpm. Además, se llevó a cabo pruebas con la incorporación de un aditivo elevador de octanaje, diseñado para mejorar la combustión, con el motor funcionando a 1000 y 3500 rpm. En cada fase de las pruebas, se procedió a la desconexión selectiva de los sensores mencionados, y se realizó un análisis de los gases de escape.

Estas evaluaciones detalladas permitieron obtener información valiosa sobre el comportamiento del sistema en distintas condiciones, proporcionando una visión clara del comportamiento del ajuste de combustible.

Los resultados adquiridos fueron recogidos a través de la herramienta del scanner multimarca en donde se consiguió tener un análisis óptimo de las pruebas ejecutadas en cada uno de los sensores para validar los parámetros de rendimiento y verificar la existencia de fallas durante los ajustes de combustible a corto y largo plazo. Las pruebas y las mediciones se realizaron dentro de un Taller en la ciudad de Cayambe.

3.1 ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS APLICADAS CON GASOLINA SUPER Y CON ADITIVO.

Las pruebas realizadas en el motor 2ZR-FXE, indicaron que con la selección del tipo de gasolina se comienza con alto índice en sus parámetros y con la incorporación de gasolina super y con aditivo pueden influir de manera notable en el desempeño y la eficiencia del vehículo que empieza a bajar sus niveles y a estabilizarse, es decir que mientras más se mejora la combustión con mejor combustible, la relación de ajuste a corto y largo plazo, siempre muestra ya una mejor combustión como indica la **Tabla 3.1**, en donde la computadora tiende a dejarlo entre 0 y 1 que es relativa a tener una mezcla estequiométrica

siempre la ECM tratara de dejarlo en ese rango porque detecta la calidad de combustible ingresado una vez que empieza su funcionamiento.

Tabla 3.1. *Tabla referencial aplicado con gasolina extra, super y aditivada.*

TABLA COMPARATIVA DEL USO DE GASOLINA EXTRA, SUPER Y ADITIVADA			
AJUSTE DE COMBUSTIBLE	GASOLINA EXTRA CON MOTOR A 3500 RPM	GASOLINA SUPER CON MOTOR A 3500 RPM	ADITIVO CON MOTOR A 3500 RPM
Ajuste a corto plazo	-0.08%	-1.56%	3.960%
Ajuste a largo plazo	-9.30%	1.562%	1.562%

A medida que el motor alcanza la temperatura de funcionamiento, se observa un ajuste notable en la composición de la mezcla de combustible. Este fenómeno es crucial, ya que la eficiencia del motor está directamente influenciada por la precisión en la relación entre aire-combustible. Durante el proceso de calentamiento, la gestión electrónica del motor ajusta cuidadosamente la inyección de combustible para lograr una combustión óptima. Este ajuste dinámico contribuye a la estabilización de las revoluciones del motor, así como a la mejora en el rendimiento general del vehículo.

La observación detallada de estos cambios en la mezcla de combustible se denota a medida que el motor alcanza su temperatura operativa esta información valiosa indica paulatinamente la eficacia del sistema de gestión electrónica en condiciones de funcionamiento normales de acuerdo al combustible cargado.

3.1.1 COMPARATIVA ENTRE GASOLINA EXTRA Y SUPER.

La gasolina extra de **85** octanos, al poseer un octanaje inferior, tiende a propiciar una combustión potencialmente menos eficiente cuando se compara con la gasolina super de **92** en octanaje. Este aspecto es crucial para el rendimiento del motor, ya que el octanaje influye directamente en la capacidad de resistencia a la detonación de la gasolina cargada en el tanque del vehículo.

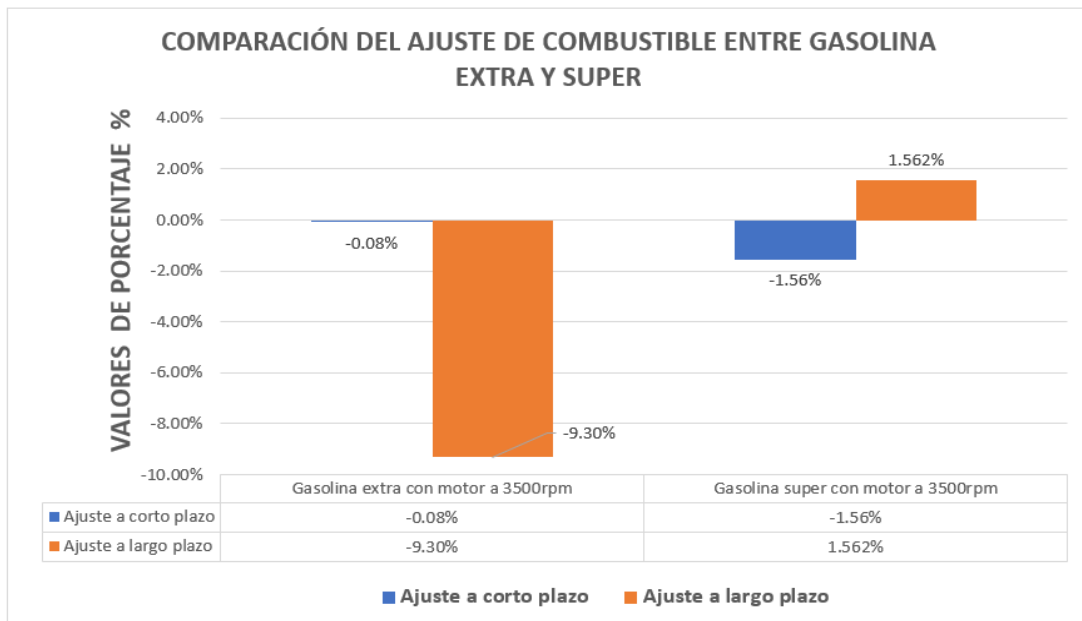


Figura 3.1. *Comparativa de la gasolina extra y super.*

Como se indica el proceso del ajuste de combustible con gasolina extra a corto plazo, se observa que el sistema de gestión del motor podría registrar un aumento en el tiempo de inyección para compensar la menor calidad de la gasolina extra que muestra con una mezcla pobre con valores de -0.08% en la aceleración producida de 3500 rpm sugiriendo un proceso gradual de ajuste para mantener un rendimiento adecuado. En cambio, el ajuste a largo plazo registra una mezcla pobre con valores de -9.30% ajuste que refleja un esfuerzo continuo para adaptarse a la menor calidad del combustible con la que opera lo que podría afectar la eficiencia del motor y aumentar el consumo de combustible a largo plazo.

La gasolina super con un octanaje de **92**, promueve una combustión más eficiente y controlada. Al analizar el ajuste de combustible a corto plazo, se evidencia una clara inclinación hacia valores negativos, como se muestra en la **Figura 3.1**, señalando una posible disminución en el tiempo de inyección. Este fenómeno sugiere que el sistema de gestión del motor está ajustando la mezcla de combustible para adaptarse a la mayor calidad de la gasolina super. De igual manera el ajuste a largo plazo, los indicadores revelan valores del 1.56%, señalando la capacidad del sistema para ajustarse a condiciones ideales y lograr una mezcla estequiométrica. Este ajuste prolongado contribuye a un menor consumo de combustible y a emisiones más limpias, resaltando la eficiencia del sistema en mantener un rendimiento óptimo a lo largo del tiempo.

3.1.2 COMPARATIVA ENTRE GASOLINA SUPER Y ADITIVADA.

Durante la fase de ajuste de combustible, se experimenta variabilidad a causa de las oscilaciones en los valores indicados por el sistema de gestión del motor que va adaptándose a los cambios sostenidos en las condiciones de funcionamiento. Tanto la gasolina super y aditivada, comparten un alto octanaje, lo que significa que ambas ofrecen una resistencia adecuada a la detonación en motores de alta compresión.

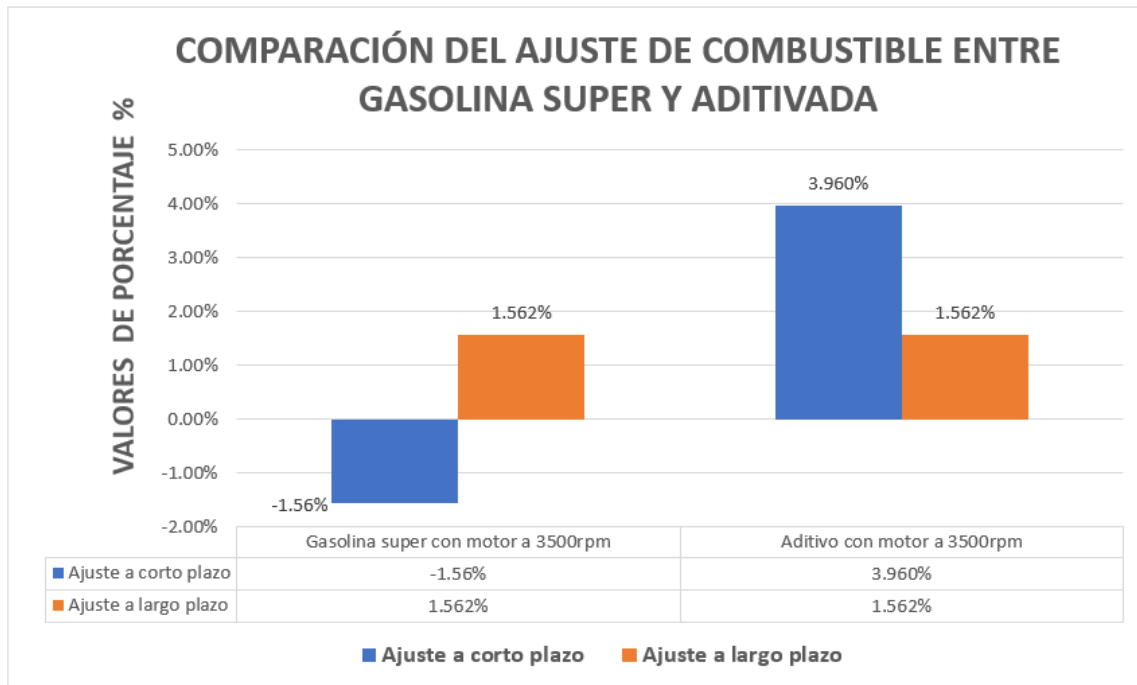


Figura 3.2. Comparativa de la gasolina super y aditivada.

Al observar el comportamiento del ajuste de combustible con el uso gasolina súper con un octanaje de 92 se nota que el ajuste a corto plazo es del -1.56%, indicando una reducción por parte del sistema de gestión del motor en el tiempo de inyección de combustible para lograr una mezcla regular. Por otro lado, el ajuste a largo plazo indica 1.56% positivo lo que el sistema ha identificado la necesidad de aumentar el tiempo de inyección para lograr una mezcla más rica. Este ajuste busca mantener una mezcla estequiométrica ideal para la combustión, lo que puede ser esencial para el rendimiento a largo plazo del motor. En conjunto, esta dualidad en los ajustes sugiere que el sistema de gestión del motor está realizando adaptaciones tanto a corto como a largo plazo para optimizar la mezcla de combustible y garantizar un rendimiento equilibrado del motor.

En cambio, con la gasolina aditiva se refleja como indica la **Figura 3.2** que el proceso de ajuste a corto plazo de 3.96% positivo indica que el sistema de gestión del motor ha incrementado de igual manera el tiempo de inyección de combustible para lograr una mezcla más rica esto radica principalmente debido a la composición que muestra de la gasolina aditivada y también debido a las condiciones que expresa el motor en ese momento. Un ajuste a largo plazo que marca 1.56% positivo, sugiere que el sistema está realizando adaptaciones continuas.

Estos ajustes indican que el sistema de gestión del motor está respondiendo de manera dinámica a las características específicas de la gasolina aditivada utilizada. Sin embargo, es importante considerar que los ajustes pueden variar en función de diversos factores, y estos valores específicos pueden ser normales según las condiciones de operación y el diseño del sistema en el vehículo.

3.2 ANÁLISIS DE AJUSTE DE COMBUSTIBLE EN CORTO Y LARGO PLAZO CON DESCONEXIÓN DE LOS SENSORES O₂, MAF, MAP Y ECT.

3.2.1 SENSOR O₂.

Durante la implementación de este proceso de desconexión del sensor, los gráficos actuales evidencian una disminución abrupta del ajuste de combustible a un 0%, debido a la falta de valores referenciales al estar desconectado. En el cuadrante **A** se puede observar el comportamiento del ajuste a corto plazo que muestra un valor del 0%.

Este fenómeno se debe a que el sensor se encuentra desconectado, lo que impide a la Unidad de Control del Motor recibir datos precisos sobre la mezcla de combustible y la cantidad de oxígeno en el sistema. En este estado, la ECU como se muestra en la **Figura 3.3**, no tiene la información necesaria para realizar ajustes inmediatos en la inyección de combustible y restablecer una estabilidad operativa. La conexión vital entre el sensor y la ECU posibilita al sistema ajustar la cantidad de combustible inyectado con el fin de alcanzar una mezcla estequiométrica. En otras palabras, logra la proporción óptima de aire-combustible para una combustión eficiente. La desconexión del sensor interrumpe este proceso, lo que se refleja en el ajuste a corto plazo del 0%.

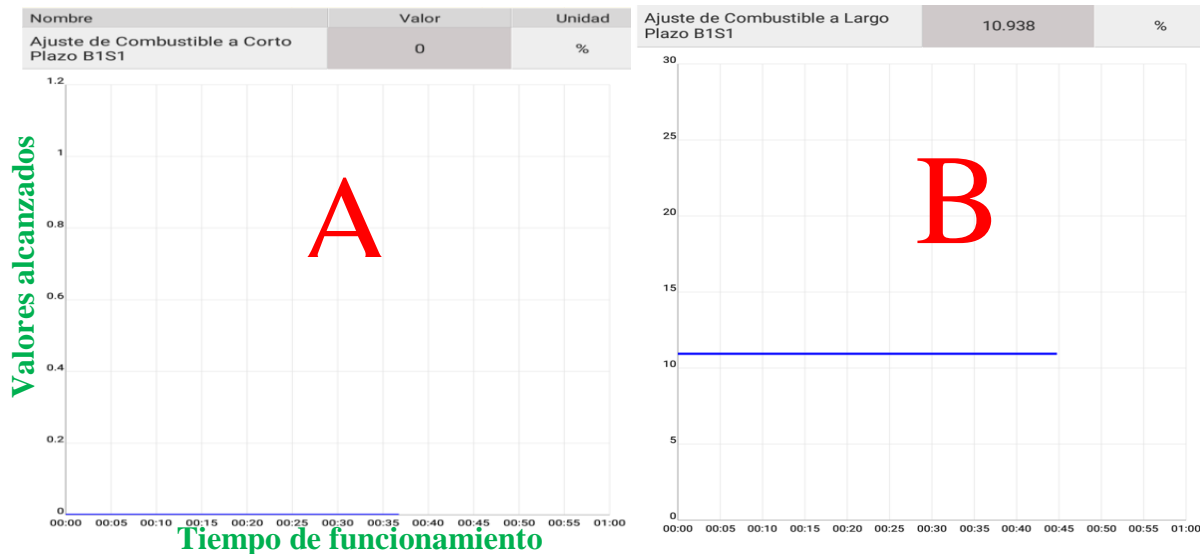


Figura 3.3. Comportamiento del SFT y LFT con desconexión del sensor O_2 .

En cambio, en este escenario del cuadrante **B**, la ECU se basa en estrategias predeterminadas y valores programados para determinar la cantidad de combustible que debe inyectarse. Se registra un aumento del ajuste a largo plazo del 10.93%, señalando que la ECU está inyectando combustible con el objetivo de alcanzar una mezcla estequiométrica o adecuada. Esta medida se adopta debido a la falta inmediata del sensor de oxígeno para realizar ajustes en tiempo real.

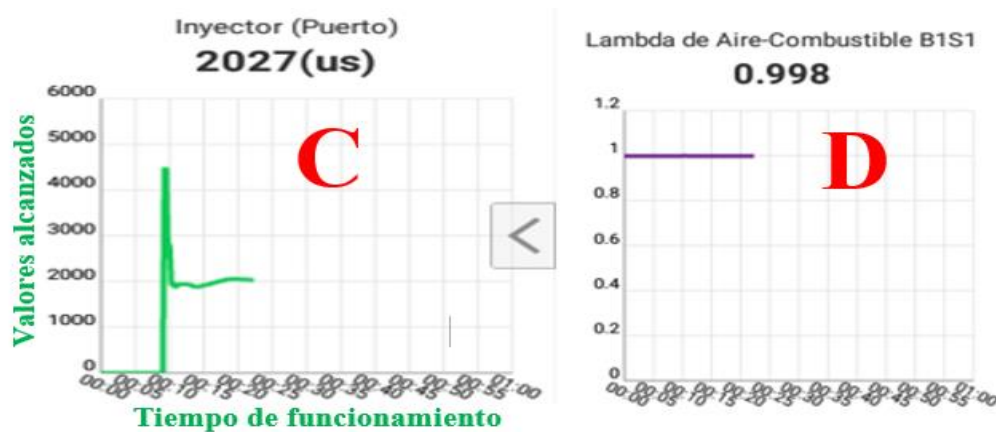


Figura 3.4. Análisis de parámetros con el sensor O_2 desconectado.

Por otro lado, el aumento a largo plazo del volumen de inyección de combustible en el cuadrante **C** provoca un incremento de $2027\mu s$ en los picos de señal del inyector, es decir, permanece abierto durante más tiempo en el proceso, resultando en un ancho de pulso superior. De igual manera como señala la **Figura 3.4.** se observa que el sensor O_2 tiende a

mantenerse en un valor cerca de 1 que es esencial para que pueda mantener una mezcla de combustible adecuada, optimizando así la eficiencia de la combustión en el motor.

3.2.2 Sensor MAF.

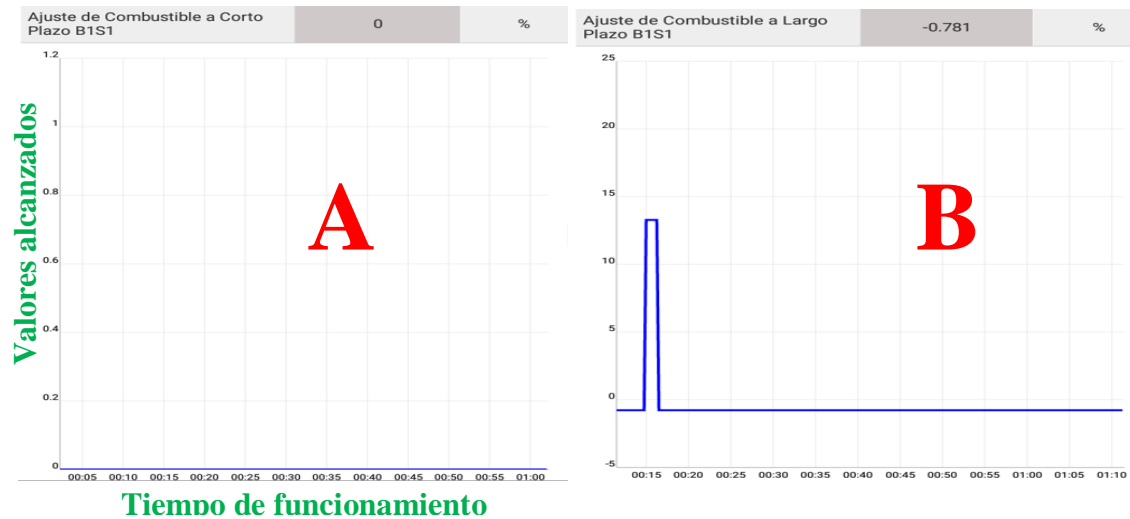


Figura 3.5. Comportamiento del SFT y LFT con desconexión del sensor MAF.

Durante la aceleración del motor a una carga de ralentí, manteniéndose entre 1000 y 1500 revoluciones, se observa en el cuadrante **A** un patrón de ajuste a corto plazo caracterizado por picos que descienden hasta alcanzar un mínimo de 0.781%. Este fenómeno sugiere la búsqueda de la ECU por mantener una mezcla de combustible cercana a la estequiométrica, ideal para el rendimiento óptimo del motor.

Por otra parte, como indica de igual manera el cuadrante **B** el ajuste a largo plazo también es negativo con valor de -0.781% lo que indica es que la ECU está disminuyendo la cantidad de combustible inyectado en relación con sus valores estándar. Este comportamiento puede ser una reacción a las estrategias de compensación de la ECU, ya que no recibe datos precisos del sensor MAF debido a la desconexión, lo que impide realizar un ajuste proporcional del combustible.

Es importante tener en cuenta que, si bien la ECU intenta modificar la mezcla de combustible para que coincida con las condiciones de funcionamiento sin el sensor MAF, este tipo de ajuste puede afectar el rendimiento y la eficiencia del motor.

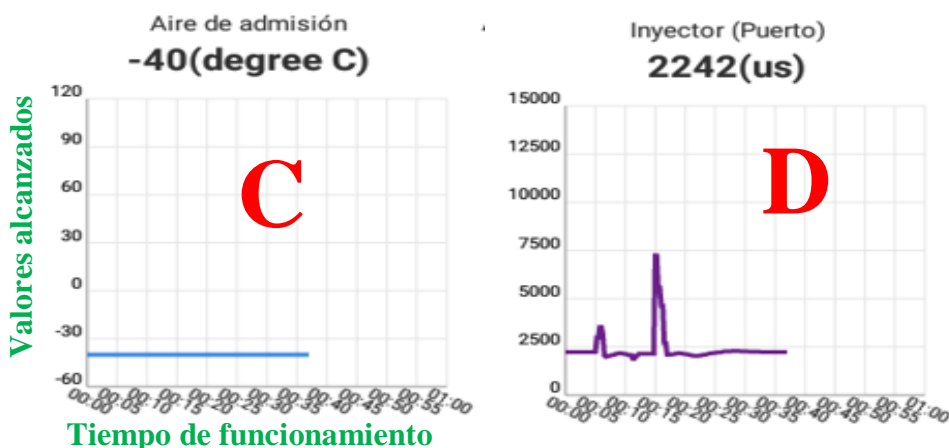


Figura 3.6. Análisis de parámetros con el sensor MAF desconectado.

Como se muestra en el cuadrante **C** la temperatura del ingreso de aire que transita va hacer de -40°C , porque no tiene valores de referencia, el ajuste a corto plazo trata de mantenerlo en 0 % y a largo plazo también en -0 % pero no tienen valor de referencia para mantenerlo y poder generar esa tabla internamente dentro de la computadora para que establezca un régimen estable de tiempo de inyección del motor.

Ante la persistente falla que afecta el rendimiento del motor, la computadora a bordo realiza esfuerzos constantes para estabilizar los valores del sistema. A pesar de los intentos de la computadora por lograr la estabilización, la desconexión prolongada del sensor ha generado una condición en la cual el ancho de pulso del inyector, como se refleja en el cuadrante **D**, se mantenga por encima de los 2000 μs .

Esta situación provoca que, a medida que el vehículo continúa acelerando, el sistema de inyección electrónica eleve las revoluciones del motor, lo que, en apariencia, permite que el motor funcione de manera más adecuada. Sin embargo, la persistencia de la falla contribuye a un consumo elevado de combustible.

3.2.3 Sensor MAP.

En cuanto al sensor MAP desconectado se tiene una caída súbita en todos los valores de los sensores por el hecho que el motor del vehículo se apaga y le cuesta encenderse, sin el sensor. Como indica la **Figura 3.7**, el objetivo principal que está realizando la computadora dentro del ámbito del sistema de inyección electrónica automotriz, arrancar el vehículo a pesar de la presencia de la luz de advertencia del Check Engine en el tablero conlleva a un

incremento en el consumo de combustible, los ajustes no se pueden calibrar de forma automática por el hecho de la falta de valores para referenciar íntegramente a la computadora.



Figura 3.7. Comportamiento del SFT y LFT con desconexión del sensor MAP.

Como se muestra en el cuadrante **A**, el ajuste a corto plazo es de -5.46%, donde indica que la ECU está reduciendo la inyección de combustible, posiblemente para evitar una mezcla demasiado rica en ausencia de datos precisos del sensor MAP. Sin embargo, esta compensación puede afectar el rendimiento del motor, ya que la ECU opera en un modo de precaución sin la información necesaria para realizar ajustes óptimos.

Con el ajuste a largo plazo que es de 13.28% como señala el cuadrante **B** debido a la desconexión del sensor la unidad de control del motor, está realizando ajustes significativos en la inyección de combustible para compensar la falta de información proveniente del sensor MAP. Esta compensación se destina a corregir una posible mezcla pobre, ya que la ECU podría asumir que hay una mayor demanda de combustible debido a la falta de información sobre la presión del múltiple de admisión.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta compensación puede no ser precisa, ya que la ECU opera igualmente de manera con una precaución debido a la no proporción precisa de la información del sensor MAP.

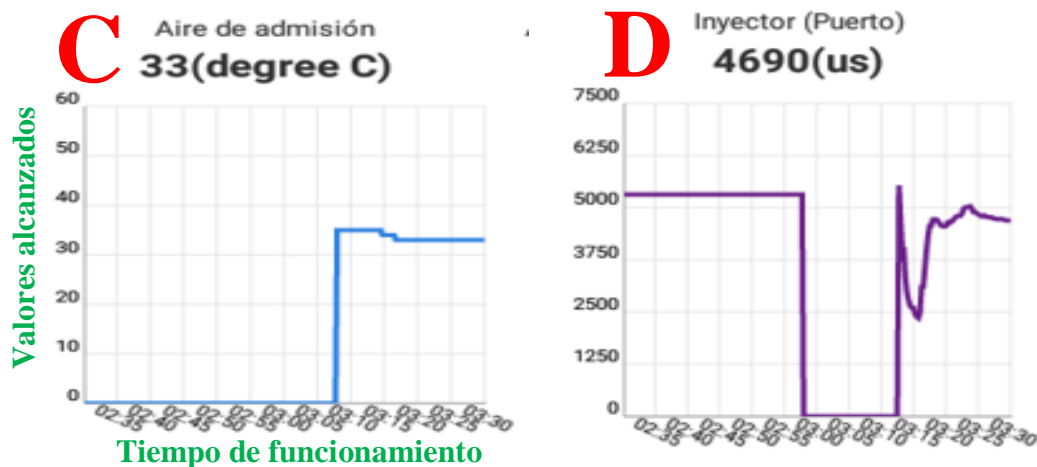


Figura 3.8. Análisis de parámetros con el sensor MAP desconectado.

Como evidencia el cuadrante **C**, la temperatura en la admisión se encuentra en torno a los 33°C, caracterizándose por picos intermitentes de descenso y ascenso. Estos patrones indican variaciones en la temperatura del flujo de aire de entrada, generando consecuentemente cambios en el tiempo de inyección. Este fenómeno se asocia a la detección de caídas de temperatura durante el apagado del motor. Tras un periodo de arranque prolongado, se observa que el vehículo puede encender con cierta dificultad y, no obstante, persiste en exhibir problemas de funcionamiento.

Por otro lado, en el cuadrante **D**, que aborda el comportamiento del inyector, se observa un notable incremento en el consumo de combustible, evidenciado por un valor que supera los 4000 μ s. El flujo del inyector se encuentra significativamente elevado en la entrada, exhibiendo patrones de picos y caídas. Esta variabilidad en el comportamiento del inyector se atribuye a la desconexión del sensor MAP, situación que la computadora no puede corregir de manera inmediata. La ausencia de datos precisos provenientes del sensor MAP impide que la computadora realice ajustes inmediatos, dando como resultado un funcionamiento desfavorable del inyector y, por ende, un consumo elevado de combustible.

3.2.4 Sensor ECT.

Respecto al sensor de temperatura, cuando este se encuentra desconectado y provoca la falla, como en los casos anteriores de las pruebas analizadas, al vehículo se le acelera produciendo un incremento en las revoluciones que activa de forma directa de los electroventiladores, como una respuesta inmediata a la desconexión detectada. Este patrón

de comportamiento sugiere que la ausencia de datos precisos provenientes del sensor de temperatura afecta directamente la gestión del motor.

Como muestra el cuadrante **A** el ajuste a corto plazo es de 0.781% con picos de subida y bajada en determinados intervalos lo que indica que la ECU está realizando ajustes necesarios para mantener la mezcla de combustible en niveles aceptables. Sin embargo, es fundamental tener en cuenta que la precisión de estos ajustes puede verse comprometida sin datos actualizados del sensor ECT.

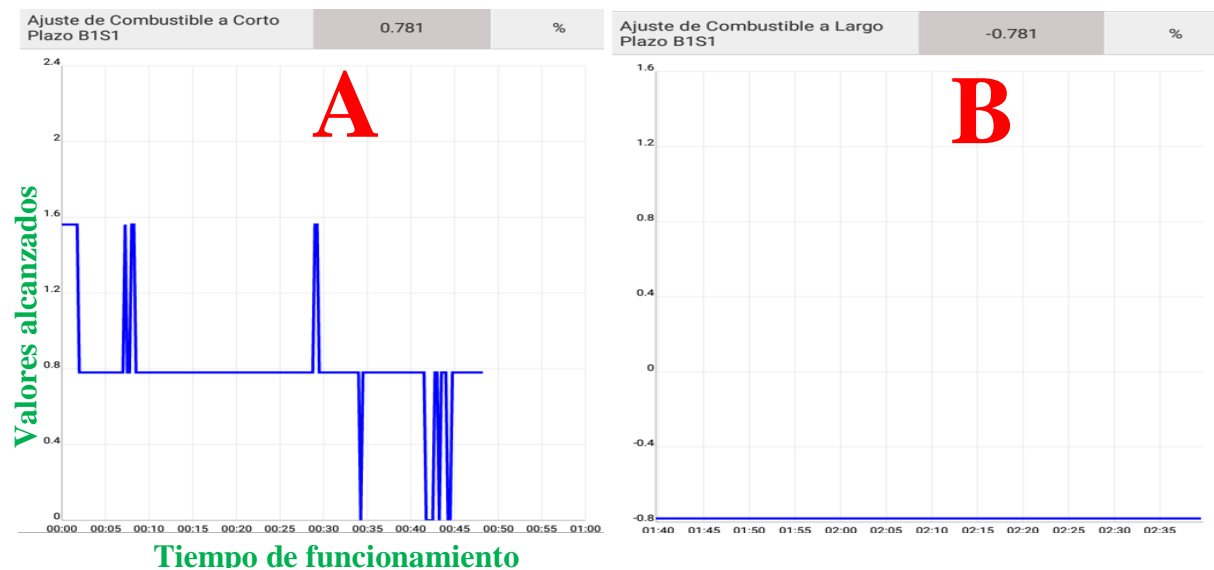


Figura 3.9. Comportamiento del SFT y LFT con desconexión del sensor ECT.

La fase de ajuste a largo plazo, ilustrada en el cuadrante **B**, se manifiesta un comportamiento con un valor de -0.781%. Este fenómeno sugiere que, a lo largo de dicho proceso, la ECU procura disminuir la inyección de combustible en relación con sus valores convencionales con el fin de lograr una mezcla estequiométrica.

Los ajustes que se están implementando muestran valores negativos en la inyección de combustible como una medida compensatoria debido a la falta de información del sensor de temperatura del refrigerante. Como evidencia el cuadrante **C**, la temperatura en la admisión se encuentra en torno a los 33°C caracterizándose por picos intermitentes de descenso y ascenso semejante a lo que presentaba con el sensor MAP desconectado. Estos patrones indican variaciones en la temperatura del flujo de aire de entrada, generando consecuentemente cambios en el tiempo de inyección. Este fenómeno se asocia a la detección

de caídas de temperatura por el no registro de trabajo del sensor ECT, tal hecho produce que el vehículo adquiera temperatura inestable.

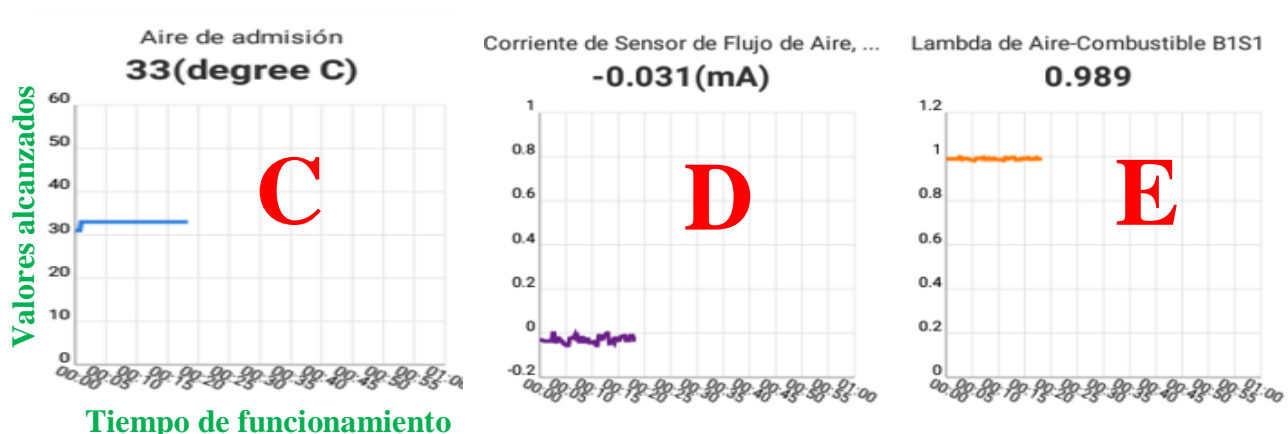


Figura 3.10. Análisis de parámetros con el sensor ECT desconectado.

En el cuadrante **D**, la corriente de flujo de aire experimenta una notable disminución, alcanzando un valor de -0.031 (mA) como resultado de la desconexión del sensor. Esta disminución en la corriente de aire refleja el impacto directo de la ausencia de datos precisos provenientes del sensor correspondiente.

En cuanto al cuadrante **E**, se destaca que la sonda lambda muestra una tendencia a mantenerse cercana al valor de 1. Este comportamiento es indicativo de la búsqueda por parte del sistema de inyección de combustible de alcanzar una mezcla estequiométrica. La proximidad de la sonda lambda a 1 sugiere una mejora en la relación aire-combustible, crucial para un rendimiento óptimo del motor.

3.3 RESULTADOS DE LAS EMISIONES CON EL ANALIZADOR DE GASES.

Como se puede observar en la **Figura 3.11**, se optó la prueba bajo condiciones específicas, con un rango de 1000 a 2500 rpm, con el propósito de evaluar la cantidad de emisiones generadas y comprender cómo influyen los gases en el rendimiento del sistema.

Esta evaluación se llevó a cabo para investigar los efectos de la disminución y el exceso de temperatura dentro de la cámara de combustión. Al enfocarse en intervalos de revoluciones, se busca obtener una descripción detallada de cómo varían las emisiones en función de las condiciones de funcionamiento del motor, lo que contribuirá a una comprensión más completa de su comportamiento y desempeño ambiental.

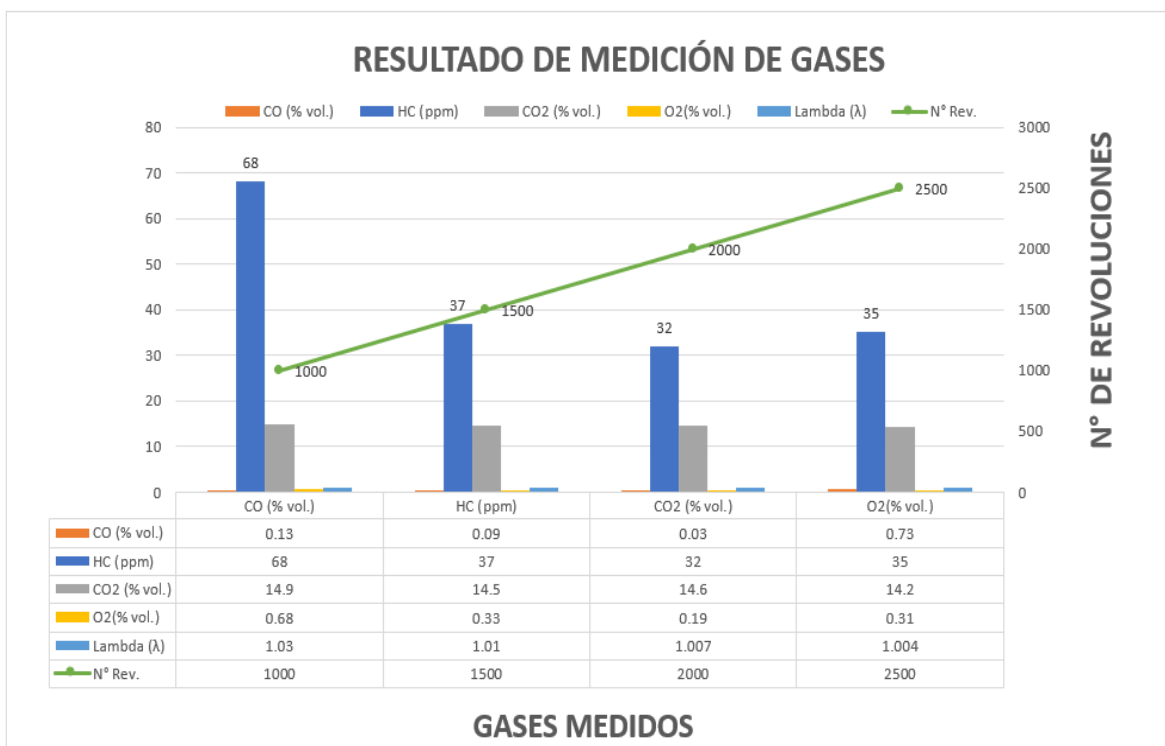


Figura 3.11. Análisis de los gases de escape.

Durante la prueba realizada a 1000 rpm mediante el analizador de gases, se obtuvieron los siguientes resultados: CO con 0.13(% vol.), HC con 68ppm, CO2 con 14.9(% vol.), O₂ con 0.68(% vol.) y el lambda con 1.03(λ). Estos valores indican que, en relación con los estándares establecidos por las normativas RTV e INEN 2204, el vehículo cumple con los parámetros requeridos. Específicamente, se observa que el CO está por debajo del 1%, los HC se mantienen por debajo de 100ppm, el CO₂ supera el 14%, el O₂ se encuentra por debajo del 1%.

Estos datos, diagnosticados por el sistema de gases de escape, confirman que el vehículo cumple con la ordenanza de circulación del MCI y que su rendimiento se mantiene en óptimas condiciones, asegurando así un funcionamiento adecuado en términos de emisiones y eficiencia.

En esta prueba realizada a 1500 rpm los resultados fueron: CO con 0.09(% vol.), el HC con 37ppm, el CO₂ con 14.5(% vol.), el O₂ con 0.33(% vol.) y la lambda con 1.01(λ). Los datos están determinados dentro del marco rtv y de la normativa INEN 2204 correspondiente a los parámetros de límite que son el CO < 1%, el HC < 100ppm, el CO₂ > al 14 %, el O₂

<1% y el lambda (λ) =1 estas mediciones muestran que hay mezcla estequiométrica y no presenta errores por corregir en su emisión de gases que pueda saturar variabilidad en el ajuste de combustible.

En el análisis llevado a cabo a 2000 rpm, se lograron identificar y evaluar diversos parámetros críticos para el funcionamiento del sistema. En particular, se destacan los resultados obtenidos para el monóxido de carbono (CO), el cual exhibió un nivel de 0.03(% vol.), demostrando una presencia mínima y cumpliendo con los estándares al encontrarse dentro del rango aceptable de < 1%. Además, se observó que los hidrocarburos (HC) se encontraban en un nivel de 32 ppm, indicando una presencia significativamente baja de residuos no quemados de combustible. Por otro lado, la concentración de dióxido de carbono (CO₂) se registró en 14.6(% vol.), superando el 14%, lo que sugiere una eficiencia óptima en el sistema bajo estas condiciones de prueba. Estos resultados señalan un desempeño satisfactorio y eficiente del sistema en la operación a 2000 rpm. El O₂ cuenta con 0.19(% vol.) <1% que expresa que si hay trabajo hecho del catalizador dentro de la operación de los gases y la lambda(λ) cumple con $1.007 = 1$ que indica una mezcla óptima del sistema y se entiende que los gases analizados a través del equipo cumplen con los requisitos de la normativa INEN 2 204 de límite a los MCI que transitan por las vías.

En la última evaluación, llevada a cabo a 2500 rpm, se lograron obtener resultados que ofrecen una perspectiva más detallada del rendimiento del sistema. El monóxido de carbono (CO) se registró con un nivel de 0.73(% vol.), lo cual está por debajo del límite del 1%, cumpliendo efectivamente con las normativas establecidas. De manera similar, los hidrocarburos (HC) exhibieron un valor de 35 ppm, evidenciando una mejora notable en la combustión de las partículas de combustible. Estos resultados sugieren una eficiente gestión del sistema a 2500 rpm, donde tanto el CO como el HC se mantienen dentro de los parámetros aceptables, indicando un desempeño óptimo y cumplimiento con las regulaciones vigentes. El CO₂ expuso un valor de 14.2(% vol.) que expresó la existencia de una buena eficiencia, el O₂ con 0.31(% vol.) < 1% señala el trabajo del catalizador y la lambda(λ) con $1.004=1$ afirma una relación de mezcla estequiométrica, de acuerdo a parámetros límites estandarizados por la normativa INEN 2 204 vigente.

CAPÍTULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

En consecuencia, al terminar la investigación se puede afirmar que, al generar falla en los sensores, se obtiene códigos de error que se puede interpretar mediante el equipo de diagnóstico, para el caso del sensor de O₂ arrojó un código P0031, que indica un aumento de inyección de 2027 μ s, manteniendo una carga de trabajo en el vehículo de 11.765% que vendría hacer 1500 rpm aproximadamente. En relación con el ajuste a corto plazo, se identificó un valor del 0%, lo que señala la falta de datos inmediatos para efectuar la corrección correspondiente debido a la desconexión del sensor. En cuanto al ajuste de combustible a largo plazo, se registró un aumento del 10.938%, denotando un consumo elevado de combustible en su proceso.

Al desconectar el sensor MAF, se generó códigos de error P0102 y P0113, indicando una señal baja y alta, respectivamente. Este hecho provocó un aumento en la inyección de combustible de 2242 microsegundos, mientras que la carga promedio del vehículo se mantuvo alrededor del 10%, equivalente a unos 1000 rpm. La falta de datos inmediatos para el ajuste de la mezcla se reflejó en un valor del 0% en el ajuste de combustible a corto plazo. Además, el ajuste a largo plazo indicó un valor de -0.781%, sugiriendo una mezcla empobrecida debido a la falta de información precisa sobre el flujo de aire hacia el motor a través de la admisión. Estos resultados resaltan la importancia del sensor MAF en el control preciso de la mezcla aire-combustible y el rendimiento óptimo del motor.

La desconexión del sensor MAP resultó en la generación del código de error P0108, ocasionando un aumento notable de 4690 μ s en la inyección de combustible. A lo largo de este procedimiento, el vehículo estuvo en funcionamiento con un ciclo de carga de aproximadamente el 33.725%, manteniendo alrededor de 3500 revoluciones. El ajuste de combustible a corto plazo registró un valor del 0%, indicando la falta de información inicial para lograr una mezcla estequiométrica precisa en ausencia del sensor. Por otro lado, el ajuste

de combustible a largo plazo mostró un valor de 13.281%, confirmando el aumento en el tiempo de inyección y el consiguiente incremento en el consumo de combustible. Estos resultados subrayan la importancia del sensor MAP en el control efectivo del rendimiento del motor y la eficiencia del combustible.

En el caso del sensor ECT, se identificó la generación del código de error P0118, lo que llevó a un aumento del cálculo de carga del 32.549%, equivalente a aproximadamente 3500 revoluciones por minuto. El ajuste a corto plazo arrojó un valor del 0.781%, característico de las condiciones iniciales del motor bajo el control del sistema de inyección electrónica. Esto se debe a que el sistema considera que el motor está operando a su temperatura más baja, lo que provoca el encendido de los electroventiladores para prevenir un recalentamiento. Además, la bomba eléctrica de refrigerante aumentó su flujo de trabajo, sin que se incremente el tiempo de inyección, manteniéndose en 2027 μ s, lo que contribuye a evitar un aumento excesivo de la temperatura interna del motor y que genere a futuro consecuencias mecánicas más graves.

Al concluir la investigación y realizar las pruebas correspondientes, se evidencia una relación inversamente proporcional entre el ajuste a corto y largo plazo del combustible y la calidad de este en el vehículo. Se observa que, con gasolina extra, los valores alcanzan el 1.56% en ajuste a corto plazo y 4.68% a largo plazo, indicando una mezcla rica y un elevado consumo de combustible. En contraste, al mejorar la calidad del combustible a gasolina super y aditivada, los ajustes muestran valores de -1.56% y 1.562% en corto y largo plazo respectivamente, lo que sugiere que, al mejorar el octanaje del combustible, se logra estabilizar el consumo, acercándose a valores cercanos al 0% en ambos ajustes. Esto revela una mezcla más pobre y un consumo reducido de combustible, representando una mejora del 8% en el rendimiento de combustible y, consecuentemente, la reducción de emisiones contaminantes.

En las pruebas se determinó que cuando existe una desconexión o una falla provocada de un sensor, el ancho de pulso del inyector, el consumo y los ajustes a corto y largo plazo, siempre su tendencia va a estar en mezcla rica. Pese a que después de un tiempo de funcionamiento la computadora trata de ajustar el tiempo la inyección en la mezcla

estequiométrica en lo más baja posible, para que el consumo sea menor en el momento de la falla los picos de consumo son bastantes elevados , el ancho de pulso del inyector aumenta de aun 15% de lo que se obtuvo en la pruebas y siempre aumenta el flujo de combustible que repercute en las partes internas del motor con mayor desgaste, mayor cascabeleo, mayor vibraciones que a la final serán reparaciones mucho más costosas para el buen funcionamiento del motor.

Al tener una combustión con todos los sensores en buen funcionamiento con un combustible de buena calidad, se tiene que en el motor 2ZR-FXE, los valores son inferiores lo que cumple con los límites de emisiones establecidos por la normativa INEN 2 204:2002 del país. Concretamente, se registra una reducción significativa del 200% en hidrocarburos no quemados, un 20% en CO, y un 5% en O₂ y CO₂ lo que permite que el vehículo supere las pruebas del RTV y contribuya a la reducción de la contaminación ambiental según la normativa técnica establecida.

La guía, como herramienta proactiva, tiene el propósito de proporcionar directrices para el diagnóstico de las fallas más comunes en vehículos híbridos. Esta guía ofrece valores específicos dentro de los parámetros proporcionados por el manual del fabricante. Así como también de las resistencias eléctricas internas de los sensores abordados en este estudio no excedan los 10 (kΩ), ya que cualquier valor superior indicaría una falla en el sensor. Los porcentajes promedio al generar fallas por la desconexión de sensores oscilan entre -1% y 15% en los ajustes de combustible a corto y largo plazo, este rango es fundamental al considerar la generación de fallas de los sensores que será asistida con la ficha técnica del vehículo con sus valores referenciales iniciales, así como la correcta manipulación de las conexiones eléctricas de los sensores y equipos de diagnóstico para aplicar soluciones frente a las fallas que se encuentre.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda obtener los voltajes y señales de cada sensor desde sus respectivos sockets. La sugerencia se fundamenta se basa en la importancia de estas mediciones como indicadores preliminares en el desarrollo de las pruebas. Al obtener estos datos desde los sockets, se asegura la obtención de mediciones más precisas, simplificando el proceso de diagnóstico y, en consecuencia, mejorando la eficacia de las evaluaciones realizadas en los componentes del vehículo.

En la detección de fallas al pasar todo el proceso de experimentación se recomienda seguir las siguientes tres directrices. Primero revisar las resistencias eléctricas de cada sensor que no supere los valores permitidos, como segunda prueba, se debe verificar la continuidad de cableado eléctrico desde la unidad de control hasta los conectores de los diversos sensores y como última prueba revisar valores y parámetros eléctricos de masa señal y alimentación según los parámetros del fabricante.

Se recomienda documentar y comparar las mediciones de los sensores con las especificaciones del fabricante. Esta práctica contribuiría a establecer los patrones anómalos en el rendimiento de los sensores, lo que puede ser esencial para la identificación temprana de posibles problemas y la aplicación de medidas correctivas de manera proactiva.

El fabricante siempre menciona utilizar componentes originales, aunque hay repuestos alternativos por lo que se recomienda, que al motor se lo trate con repuestos originales, debido a que las variables electrónicas con las que trabajan los sensores deben mantener la misma igualdad dentro de los parámetros normales de funcionamiento ya que puede a la larga resultar en un mayor consumo de combustible por tener repuestos que no son de la misma calidad o cualidades que necesita ante los demás componentes para que trabaje de la forma correcta.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEADE. (2018). *La venta de autos híbridos y eléctricos creció en 2017*. Obtenido de <https://www.aeade.net/la-venta-de-autos-hibridos-y-electricos-crecio-en-2017/>
- Diáz Hervás, C. (2017). *VEHÍCULO HÍBRIDO.SISTEMAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA. GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y ESTRATEGIAS DE LA TRANSMISION HIBRIDA*. Obtenido de <https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/14475/2/20170302TFM.%20HEV%20C.Diaz.pdf>
- Francisco, C. C. (2012). *Evaluación Tecnica Toyota Prius III Generación*. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1424/1/09592.pdf>
- Kia . (2022). *Freno Regenerativon en los autos híbridos*. Obtenido de <https://www.kia.com/pe/util/news/como-funciona-frenado-regenerativo-hibridos.html#:~:text=El%20frenado%20regenerativo%20es%20un,para%20reutilizarla%20cuando%20sea%20necesario>.
- ManualToyotaPrius. (2010). *Manualopinautos*. Obtenido de https://manuals.opinautos.com/published/Toyota-Prius_2014_ES-ES_ES_cfd6f71815.pdf
- Medina, D. P. (2017). *SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALERTA Y MONITOREO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS VEHICULOS DE LA CRUZ ROJA JUNTA PROVINCIAL DE NAPO*. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26939/1/Tesis_t1342ec.pdf
- MEDINA, D. P. (2017). *SISTEMA ELECTRÓNICO DE ALERTA Y MONITOREO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS VEHICULOS DE LA CRUZ ROJA JUNTA PROVINCIAL DE NAPO*. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26939/1/Tesis_t1342ec.pdf
- NTE INEN 2204. (2002). *NTE INEN 2204*. Obtenido de <https://ia902909.us.archive.org/12/items/ec.nte.2204.2002/ec.nte.2204.2002.pdf>
- Pinto, C. A. (2018). *MAQUETA DEL SISTEMA Y FUNCIONAMIENTO DE UN INVERSOR EN VEHÍCULOS HÍBRIDOS*. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7237/1/137746.pdf>

- SÁNCHEZ, P. E. (2015). *ANÁLISIS TEÓRICO Y PRÁCTICO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS*. Obtenido de https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14012/1/60827_1.pdf
- Toyota. (2016). *Lanzamiento: Nuevo Toyota Prius en Argentina*. Obtenido de <https://www.carsmagazine.com.ar/wp-content/uploads/2016/11/Ficha-T%C3%A9cnica-Nuevo-Toyota-Prius.pdf>
- ToyotaPriusIIIGeneración. (2009). *techinfo.toyota.com*. Obtenido de <https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin/docs/3rdprius-ES.pdf>
- Verdugo, E. M., & Morocho, G. X. (2020). *Estudio de factibilidad técnico-económica del diseño e implementación de un banco de baterías para un vehículo híbrido*. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34809/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Vidarte, J. L., & Unzueta, J. C. (2014). *E.T.S. de Ingenieros Industriales, Informáticos y de Telecomunicación*. Obtenido de <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/16848/TFGLOPEZ%20VIDARTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- admin. (2021, febrero 2). *Entender los ajustes de combustible a corto y largo plazo | Info Cafe*. <https://info-cafe-wuppertal.org/es/entender-los-ajustes-de-combustible-a-corto-y-largo-plazo/>
- Alberto. (2023, julio 13). *¿Qué es el sensor de oxígeno O2 y cómo funciona?* Mundo del Motor. <https://www.mundodelmotor.net/sensor-de-oxigeno-o2-que-es-y-como-funciona/>
- AUTOMOTRIZ, I. Y. M. (2020, enero 30). *¿Qué es el conector DLC OBD II y cuál es su función?* *INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ*.

<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-conector-dlc-obd-ii-y-cual-es-su-funcion/>

Castro, J. V. C., & Yascual, L. A. C. (2011). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.*

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1334/3/65T00024.pdf>

Costas, J. (2009, junio 6). *Historia del coche híbrido: Los pioneros.* Motorpasión.

<https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-del-coche-hibrido-los-pioneros>

Delgado, P., & Andrés, E. (2016). *Creación de una base de datos a partir del análisis de las señales de los sensores del motor para la localización de averías que no generan código.* <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13219/6/UPS-CT006836.pdf>

Díaz Herváz, C. (2017). *VEHÍCULO HÍBRIDO. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA. GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y ESTRATEGIAS DE LA TRANSMISIÓN HÍBRIDA.*

Estudio y modificación de la gestión electrónica del motor e implementación del sistema eléctrico del prototipo MotoStudent..pdf. (s. f.).

Evaluación técnica del desempeño y prestaciones del vehículo TOYOTA PRIUS III generación en la ciudad de Cuenca. (s. f.). Recuperado 12 de abril de 2023, de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1424/1/09592.pdf>

Fran. (2020). *Componentes de un vehículo híbrido.* <https://vishub.org/excursions/4689?locale=fr>

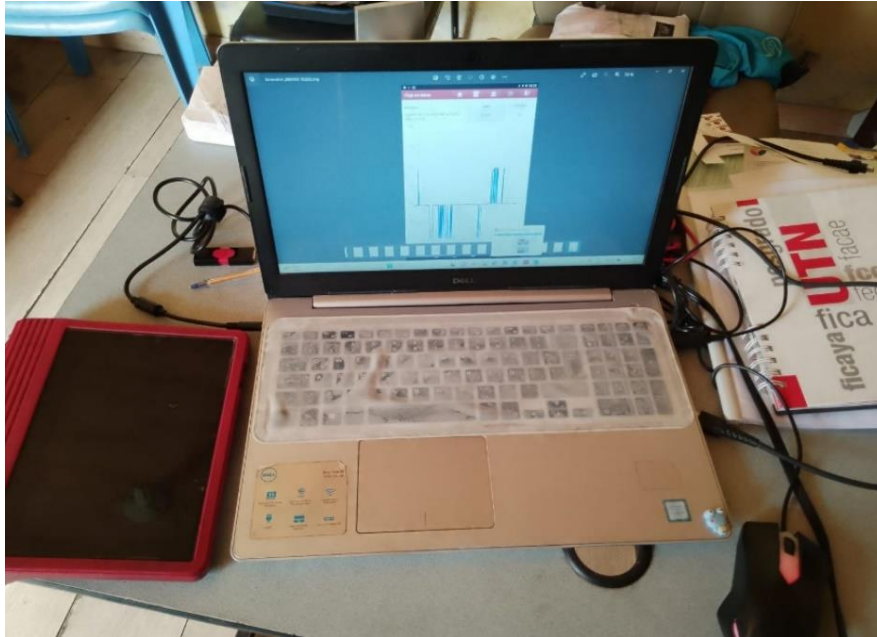
- García, J. C. (2023, noviembre 6). ▷ **【 Sensor de oxígeno O2 】** 🚗 ¿Qué es? Y ¿Cómo funciona? en el. Diseño de plataformas de rastreo satelital.
<https://gpstotal.org/es/sensor-automotriz/de-oxigeno-o2>
- German, M. M. O. (2015). *ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO Y ARRANQUE DEL TOYOTA PRIUS.*
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/833/1/T-UIDE-09.pdf>
- Hernández, L. (2017, agosto 10). *Toyota Prius y sus cuatro generaciones.*
<http://noticias.espanol.autocosmos.com/2017/08/10/toyota-prius-y-sus-cuatro-generaciones>
- Iberisa. (2018). *¿Cómo funciona el freno regenerativo en los vehículos híbridos y eléctricos?*
<https://iberisasl.com/blog/como-funciona-el-freno-regenerativo/>
- Miller, T. (2019, abril 26). *OBD2 Technology: The Definite Interpretation.* OBD Solaris.
<https://obdsolaris.com/obd2-technology-definite-interpretation/>
- Mondragón, F. X. C., & Torres, A. A. T. (2011). *ANÁLISIS DE RENDIMIENTO, CONSUMO Y EMISIONES GENERADAS POR LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS.* 192.
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4572/1/T-ESPEL-0846.pdf>
- Mosquera, C. R. S., & Galarza, S. G. D. (2012). *IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MULTIPUNTO MULTEC IEFI-6 PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.*
- Narea, B., & Yordano, I. (2023). *Diseño y construcción de un equipo para prueba y diagnóstico aplicado para sensores automotrices del sistema de inyección electrónica de automóviles.*

- Noya, C. (2016). *¿Cuanto cuesta cambiar la batería en el Toyota Prius?*
<https://forococheselectricos.com/2016/06/cuanto-cuesta-cambiar-la-bateria-en-el-toyota-prius.html>
- Pamela Sánchez. (2015). *Análisis teórico y práctico del motor de combustión interna del vehículo Toyota Prius.* <https://1library.co/document/y8107r5z-analisis-teorico-practico-combustion-interna-vehiculo-toyota-prius.html>
- Plaza, D. (2020, junio 13). *¿Cómo funciona el motor de un coche híbrido? Estos son todos sus secretos.* Motor.es. <https://www.motor.es/noticias/como-funciona-motor-coche-hibrido-202068269.html>
- Romero Vacacela, J. H., & Rivera Carrión, N. F. (2018). *Estudio de las señales PID's obtenidas a través de OBD-II en función de las maniobras de conducción, arranque, cambio de marcha y freno motor para el desarrollo de un algoritmo.*
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16683/1/UPS-CT008081.pdf>
- Saju, C., Angel, P., & Jarin, T. (2022). Hybrid electric car comparison to increase the reliability for fuel efficiency. *Renewable Energy Focus*, 43, 309-316.
<https://doi.org/10.1016/j.ref.2022.10.005>
- Salvador. (2023). *Lazo Abierto y Lazo Cerrado en la Inyección—E-auto.com.mx—El Sitio de los Mecánicos y Refaccionarios.* Lazo Abierto y Lazo Cerrado en la Inyección.
<https://www.e-auto.com.mx/enuw/index.php/boletines-tecnicos/electronica-vehicular/91-boletines-tecnicos/electronica-vehicular/3438-lazo-abierto-y-lazo-cerrado-en-la-inyeccion>

- sensoresautomotrices. (2023, marzo 11). ※ *Todo sobre el sensor MAP: Definición y funcionamiento* ※. <https://sensoresautomotrices.info/todo-sobre-el-sensor-map-definicion-y-funcionamiento/>
- Total Renting. (2023). *Toyota Prius (2010-2012) | Precios, Ficha técnica, Características*. <https://totalrenting.es/ficha-tecnica/toyota/prius/prius-2010/>
- Toyota. (2017). *Componentes del sistema híbrido de Toyota*. Toyota ES. <https://www.toyota.es/world-of-toyota/articles-news-events/2017/componentes-sistema-hibrido-toyota>
- Valentin. (2023). *Diagrama Eléctricos Automotriz. Diagramas Electricos*. <https://diagramaselectricos.net/contacto/>
- Velázquez, R. (2023a). *Sensor MAF: Funcionamiento y características en todas las marcas*. *libreriaobd2.com*. <https://libreriaobd2.com/sensor-maf/>
- Velázquez, R. (2023b). *SENSOR MAP: Qué es, ubicación, funcionamiento y solución de fallas*. *libreriaobd2.com*. <https://libreriaobd2.com/sensor-map/>
- Villarreal, D. (2014). *Toyota sigue creyendo en el ciclo Atkinson y eficiencia sin sobrealimentación* | *Diariomotor*. *DiarioMotor*. <https://www.diariomotor.com/2014/04/10/toyota-sigue-creyendo-en-el-ciclo-atkinson-y-eficiencia-sin-sobrealimentacion/>

6 ANEXOS

Anexo 1. Equipos utilizados para la medición.



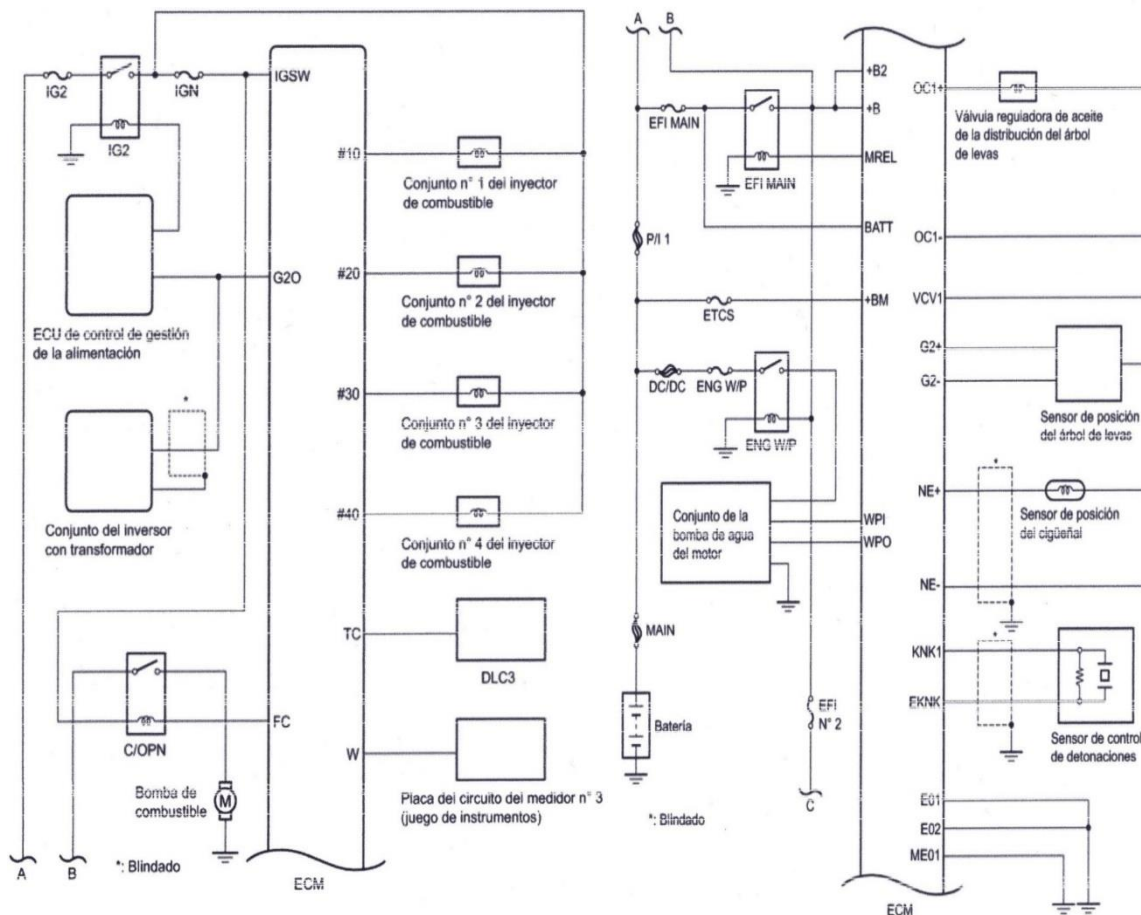
Anexo 2. Scanner Multimarca.



Anexo 3. Preparación de tablas para las mediciones a realizar.



Anexo 4. Verificación del Diagrama ECM



Anexo 5. *Revisión del estado del motor a través del Scanner Multimarca.*



Anexo 6. *Toma de datos de los sensores a estudiar.*



MANUAL DEL DIAGNÓSTICO DE LOS PARÁMETROS PID'S CON AJUSTE FUEL TRIM EN EL MOTOR 2ZR-FXE

Descripción General

El estudio intensivo de los parámetros PID (Proporcional, Integral y Derivativo) con ajuste Fuel Trim en el motor 2ZR-FXE es una tarea fundamental para optimizar el rendimiento y la eficiencia de este motor, que se encuentra comúnmente en vehículos híbridos. Los PID son algoritmos de control que regulan la inyección de combustible y otros aspectos críticos del motor para garantizar un funcionamiento suave y eficiente. En este contexto, el ajuste Fuel Trim se refiere al ajuste de la mezcla aire-combustible en tiempo real para mantener el motor en su estado óptimo de funcionamiento. En resumen, el estudio a fondo de los parámetros PID's con ajuste Fuel Trim en el motor 2ZR-FXE es esencial para maximizar la eficiencia y el rendimiento de los vehículos híbridos como el de Toyota Prius que utilizan este motor. A continuación, se explorarán los conceptos clave y los pasos necesarios para realizar un estudio detallado de estos parámetros en el motor 2ZR-FXE.

Descripción del Motor 2ZR-FXE

Se eligió el Toyota Prius de tercera generación, fabricado en el año 2010, como el vehículo de prueba para llevar a cabo el análisis de estudio detallado de los parámetros PID's en el motor 2ZR-FXE. A continuación, se detallan las especificaciones del motor de este vehículo:

1. **Tipo de Motor:** El 2ZR-FXE se clasifica como un motor de combustión interna, específicamente perteneciente al diseño de ciclo Atkinson. Este último busca optimizar la eficiencia al priorizar un rendimiento más eficiente en términos de consumo de combustible, aunque esto implica un ligero sacrificio de potencia.
2. **Cilindrada:** La cilindrada se refiere al volumen total de todos los cilindros del motor. En el caso del 2ZR-FXE, la cilindrada específica puede variar, pero suele ser alrededor de 1.8 litros.

3. **Configuración de Cilindros:** Este motor es de cuatro cilindros en línea. La configuración en línea es común en motores más pequeños y ayuda a mantener un diseño compacto y eficiente.
4. **Sistema Híbrido:** El motor 2ZR-FXE forma parte de un sistema híbrido, ya que el Toyota Prius utiliza un sistema de propulsión híbrido que combina un motor de gasolina con un motor eléctrico. Este enfoque híbrido contribuye a una mayor eficiencia de combustible y reduce las emisiones.

Es importante tener en cuenta que las especificaciones exactas pueden variar según el año de fabricación y otros factores.

Tabla A 1. *Datos Técnicos Motor 2ZR- FXE.*

DATOS TÉCNICOS	
Marca	Toyota Prius
Año	2009
Identificación del motor	2ZR-FXE.
Cilindrada	1798 cm ³ (109,7 pulg ³).
Tipo	4 cilindros en línea, 4 ciclos, gasolina.
Tipo de combustible	Solo gasolina sin plomo.
Potencia máxima	73 KW/5,000 rpm.
Torque máximo	142 kg/rpm.

HERRAMIENTAS PARA DIAGNOSTICAR LOS PARÁMETROS PID'S

Para la elaboración de esta guía, se empleó un conjunto de herramientas técnicas estándar y especializadas con el fin de recopilar información de manera eficiente. Los dispositivos utilizados fueron seleccionados cuidadosamente para adaptarse a las diversas necesidades de lectura y medición que surgieron durante el desarrollo del proyecto. A continuación, se detallan los materiales empleados:

1. **Scanner:** Este dispositivo es compatible con un papel crucial al escanear y digitalizar documentos relevantes, facilitando una rápida adquisición de datos visuales y escritos.

2. **Multímetro:** Esencial para la medición precisa de variables eléctricas, el multímetro jugó un papel fundamental en la recopilación de datos relacionados con corriente, voltaje y resistencia.
3. **Osciloscopio:** Su aplicación brindó una representación gráfica de señales eléctricas en función del tiempo, posibilitando un análisis detallado de formas de onda y frecuencias.

Cabe destacar que la elección de estos instrumentos se basó en la naturaleza específica de las tareas requeridas, asegurando así la obtención de datos precisos y relevantes para el desarrollo de la guía. Este enfoque meticuloso en la selección de herramientas técnicas contribuyó significativamente a la calidad y confiabilidad de la información recopilada.

- **SCANNER**

El escáner es un dispositivo diseñado principalmente para evaluar y diagnosticar posibles defectos, en especial aquellos relacionados con componentes electrónicos que podrían ocasionar fallos en el vehículo. Este dispositivo se conecta a vehículos equipados con OBDII, estableciendo comunicación con la computadora del automóvil y proporcionando información crucial sobre el estado del motor y sus parámetros esenciales para su correcto funcionamiento.



Figura A 1. *Scanner*

- **MULTÍMETRO**

Un multímetro es una herramienta electrónica ampliamente utilizada por técnicos e ingenieros electricistas para medir las tres características eléctricas fundamentales: voltaje, corriente y resistencia. Además de su función principal, también se puede emplear para evaluar la continuidad entre dos puntos de un circuito eléctrico.

Este dispositivo cuenta con diversas funcionalidades, ya que puede desempeñar los roles de amperímetro, voltímetro y óhmetro. Su versatilidad le permite ser utilizado en una variedad de aplicaciones, incluyendo la prueba de baterías, el análisis de cableado eléctrico, la evaluación de motores eléctricos y la medición de fuentes de energía.



Figura A 2. *Multímetro*

- **OSCILOSCOPIO**

El osciloscopio digital es una herramienta indispensable que juega un papel crucial en el diagnóstico y análisis de circuitos electrónicos. Su importancia radica en su capacidad para proporcionar una representación visual extremadamente detallada de las complejas señales eléctricas que fluyen a través de los componentes de un circuito.

En el proceso de diagnóstico, el osciloscopio digital permite a los ingenieros y técnicos examinar con precisión las formas de onda de las señales eléctricas. Esta representación gráfica revela información vital sobre la amplitud, frecuencia, periodo, tiempo de subida y otros parámetros esenciales. Otra característica clave del osciloscopio digital es su capacidad para realizar mediciones automáticas, proporcionando datos precisos sobre frecuencia, voltaje pico a pico, tiempo de subida y otros parámetros relevantes. Esta funcionalidad facilita la evaluación rápida y eficiente de múltiples aspectos del rendimiento del circuito.



Figura A 3. *Osciloscopio*

INICIALIZACIÓN DE PROCESO

Para el proceso de diagnóstico de los parámetros es necesario conocer el diagrama eléctrico que permitirá conocer a que se refiere cada terminal de la ECM, ya que a ella llegan diversas señales sobre el funcionamiento del motor que se mostrara mediante el diagnóstico llevado con los equipos de medición, los cuales son transmitidas por diferentes sensores, las evalúa y calcula los parámetros de funcionamiento para cada sensor. El esquema eléctrico para el Prius 2010 es el siguiente:

- **Diagrama eléctrico ECM**

En el Toyota Prius del año 2009, la Unidad de Control del Motor (ECU) generalmente se encuentra ubicada en el compartimento del motor. La ubicación específica puede variar ligeramente dependiendo del modelo exacto y la configuración del vehículo, pero a menudo

la ECU se coloca cerca del motor para facilitar el acceso y la gestión de los componentes relacionados con el rendimiento del motor y el sistema híbrido.



Figura A 4. Ubicación del ECM

El diagrama eléctrico proporciona una representación visual de cómo se interconectan los componentes eléctricos en el sistema, permitiendo así comprender la secuencia y la lógica de funcionamiento de la ECM.

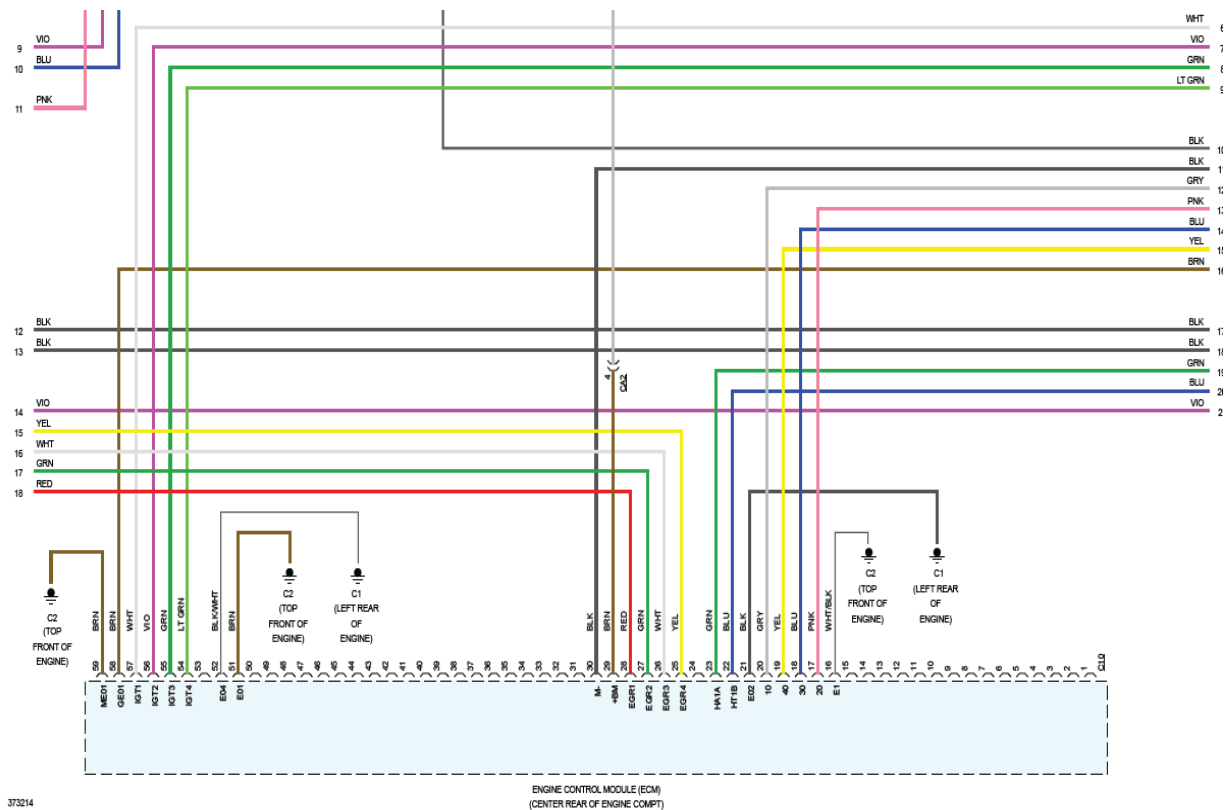


Figura A 5. Diagrama Eléctrico

En este contexto la ECM indica su participación activa en la gestión del motor y otros sistemas asociados durante el funcionamiento del vehículo en marcha.

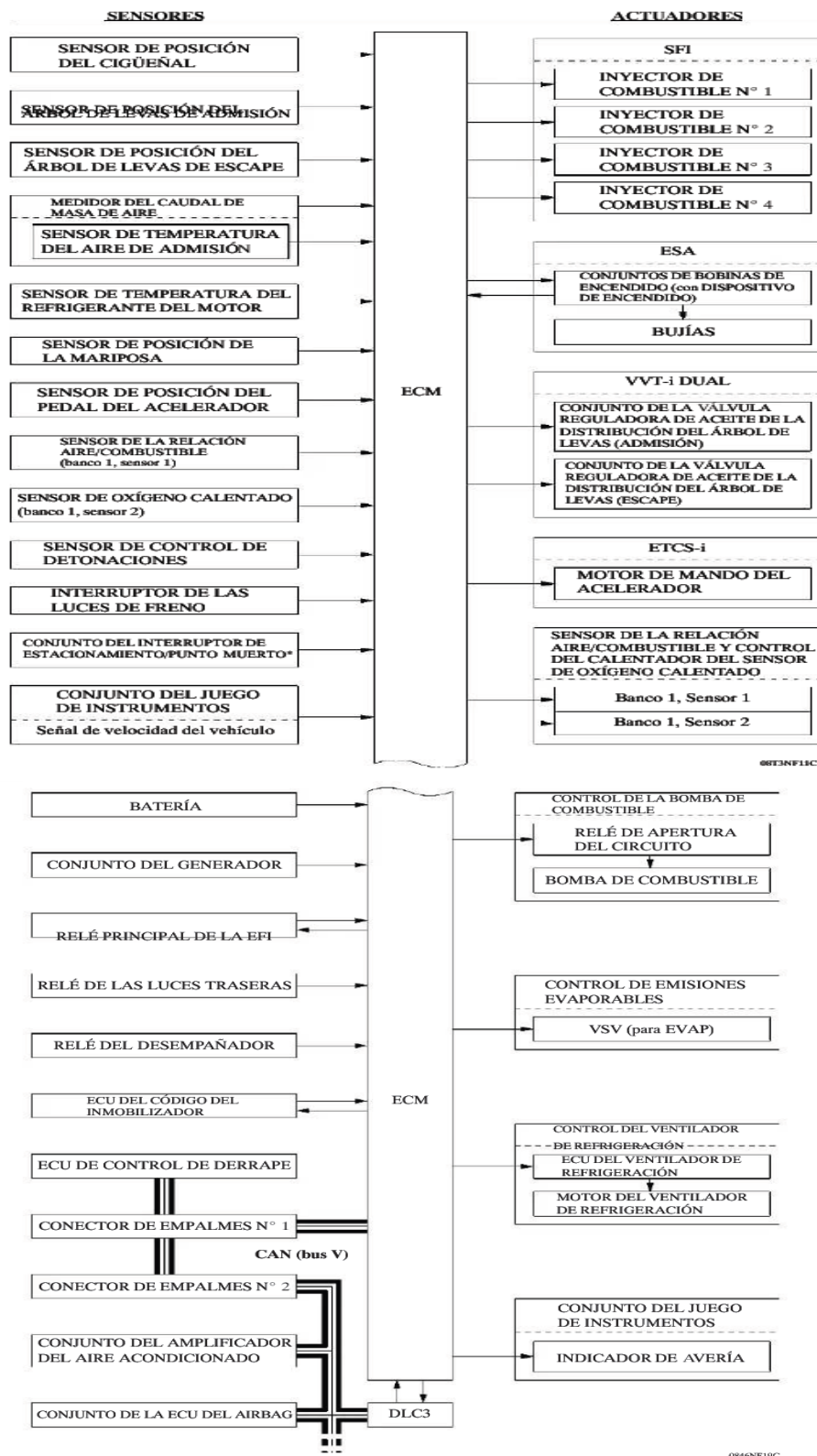


Figura A 6. Diagrama ECM

- **Identificación del conector OBDII**

Todos los automóviles que tiene el OBD II su conector se ubica en la cabina donde se puede conectar fácilmente desde el asiento del conductor para que se pueda usar un cable para conectar el scanner. Consta de 16 pines y tiene la forma de un trapecoide. Una vez encontrado el conector se puede conectar un scanner OBD2 para realizar diagnósticos y obtener información sobre el rendimiento y estado del vehículo.



Figura A 7. Conector OBD II

Al OBD II también se le conoce como conector SAE J196 o conector de enlace de datos (DLC). El sistema OBDII utiliza diferentes protocolos, de los cuales el protocolo CAN (Controller Área Network, ISO15765-4) se utiliza para la comunicación de datos.

PROCESO ESTÁNDAR DE ENCENDIDO DEL VEHÍCULO

- **Proceso de encendido normal.**

Encender un Toyota Prius del año 2009 generalmente se sigue un proceso estándar, similar al de otros vehículos híbridos.

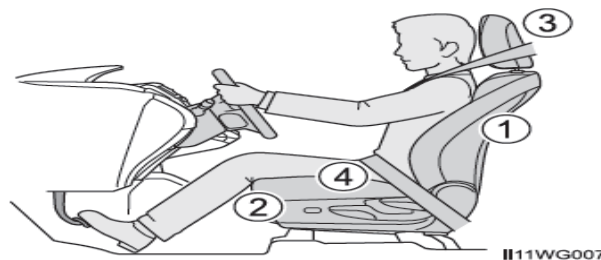


Figura A 8. Encendido Estándar.

Para poner el vehículo en encendido se deben realizar los siguientes pasos:

1. Si se cuenta con una llave inteligente se tiene que asegurar en tenerla para hacer contacto. Abrir la puerta del conductor e Ingresar al vehículo.
2. Antes de activar el sistema, es imperativo presionar el "pedal del freno". Esta práctica constituye una medida de seguridad estándar en la mayoría de los vehículos nuevos.
3. Se localiza el botón de encendido, comúnmente está situado en el tablero de instrumentos, cerca de la columna de dirección. Este botón puede presentar un ícono de encendido o simplemente la palabra "Power".
4. Observar el Panel de Instrumentos y percibir los indicadores del vehículo estén listos para funcionar.
5. Opcional: Al encender un Toyota Prius, especialmente los modelos híbridos, es posible que escuches un breve sonido de inicio del sistema híbrido.



Figura A 9. Tablero de información en encendido normal.

- **Proceso de para trabajar modo mantenimiento**

El Toyota Prius, al ser un vehículo híbrido, activa su motor de combustión interna únicamente cuando es necesario, como en condiciones de demanda de mayor potencia, y lo desactiva posteriormente. Debido a esta característica, es esencial configurar el vehículo en modo de mantenimiento para evitar que el motor se apague y mantenerlo encendido de manera continua. Esto facilita la recolección de datos de diagnóstico de manera ininterrumpida.



Figura A 10. Indicador en Modo Mantenimiento.

Para activar el modo de mantenimiento del vehículo, se sigue estos pasos:

1. Con el vehículo en “parking” se deben pulsar dos veces el botón Start.
2. Pisa el acelerador dos veces.
3. Pisar el freno y colocar la palanca en neutro.
4. Nuevamente se pisa el acelerador dos veces.
5. Pisar el freno y vuelve a colocar la palanca en “Parking”.
6. Pisar 2 veces el acelerador, aparecerá un mensaje "MODO MANTENIMIENTO" en el panel de instrumentos.
7. Pisar el freno y presionar el botón de encendido; luego el motor se encenderá.

IDENTIFICACIÓN DE LOS SENSORES

El diagnóstico de los sensores de oxígeno (O_2), flujo de aire masivo (MAF), presión absoluta del múltiple (MAP) y temperatura del refrigerante del motor (ECT) es esencial en el proceso de ajuste de combustible de un vehículo por varias razones. En primer lugar, los sensores O_2 desempeñan un papel crítico al monitorear el nivel de oxígeno en los gases de escape, lo que permite al sistema de gestión del motor ajustar la mezcla aire-combustible para mantenerla en su punto óptimo.

Además, los sensores MAF y MAP desempeñan un papel crucial al proporcionar datos sobre la cantidad de aire que ingresa al motor y la presión absoluta en el múltiple de admisión. Estos datos son esenciales para calcular la cantidad de combustible que se debe inyectar en el motor. Cualquier desviación de estas mediciones puede resultar en una mezcla de combustible inadecuada, lo que afecta tanto el rendimiento como la economía de combustible.

En cuanto al sensor ECT, su función es monitorear la temperatura del refrigerante del motor y ajustar la mezcla de combustible para garantizar un funcionamiento eficiente en una amplia gama de condiciones climáticas.

Se indica los sensores de implemento del motor, donde se utiliza un equipo de diagnóstico para la comprobación y mediciones del estado de los sensores a trabajar.



Figura A 11. *Ubicación de sensores.*

1. Sensor de masa de flujo de aire (MAF). (ubicado junto sobre la tapa del filtro de aire).
2. Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT) (ubicado en la parte trasera del motor).
3. Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP) (ubicado debajo del cuerpo del acelerador).
4. Sensor de Oxígeno (O₂) (ubicado en la parte del catalizador del vehículo).

PROCESO DE DIAGNÓSTICO Y MEDICIÓN DE LOS SENSORES

- **INICIO DE DIAGNÓSTICO.**

Se inicia conectando el cable del scanner en el conector OBDII para proceder con el diagnóstico.



Figura A 12. *Conexión de cable.*

Se enciende el scanner conectado y se procede al interfaz de ingreso a la ECM para diagnosticar el estado del vehículo.



Figura A 13. Inicio de diagnóstico.

Se procede a identificar y seleccionar la marca buscando el vehículo en “Selección Automática”



Figura A 14.Proceso de selección del vehículo.

Se muestra el numero VIN de motor y se pone “ACEPTAR” si es correcto.

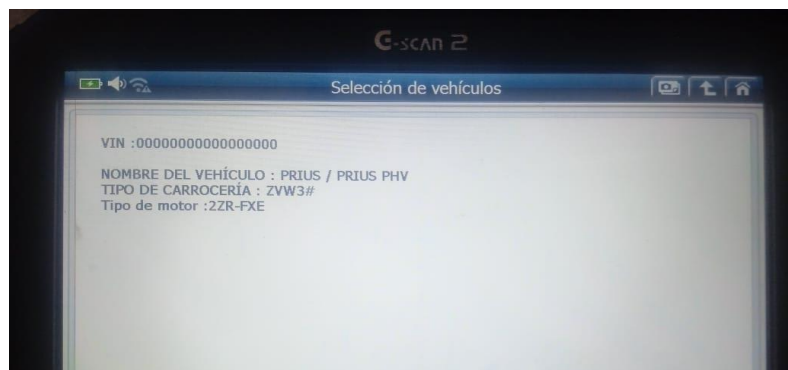


Figura A 15.Verificación del VIN de vehículo.

REVISIÓN Y MEDICIÓN DE SENSORES

Para recopilar información y medir los sensores, se utilizarán los equipos mencionados adquiriendo los parámetros de conducción de cada uno de los sensores.



Figura A 18. *Proceso de medición y revisión con los equipos.*

- **Sensor de Oxígeno (O₂)**

El sensor de oxígeno de banda ancha mide con precisión la concentración de oxígeno en los gases de escape del motor. Su función primordial es contrastar la relación aire/combustible real con la relación estequiométrica de 14.7 partes de aire por cada parte de combustible, buscando así lograr una combustión eficiente. La señal del sensor de banda ancha es recibida y analizada por la Unidad de Control del Motor (ECU). En casos de mezcla rica, la ECU realiza ajustes para disminuir la inyección de combustible, mientras que, en mezclas pobres, realiza ajustes para aumentarla.

Ubicación: Antes del catalizador

Rango de funcionamiento: Máximo: 3.3V y Mínimo: 3.3V

En una primera instancia, se realiza una referencia e indagación mediante un diagrama eléctrico que detalle la composición de los cables del sensor, facilitando así la revisión y medición con los equipos.

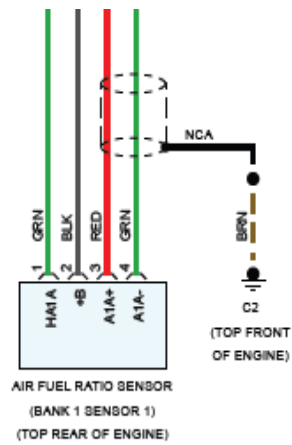


Figura A 19. Diagrama Sensor de O₂.

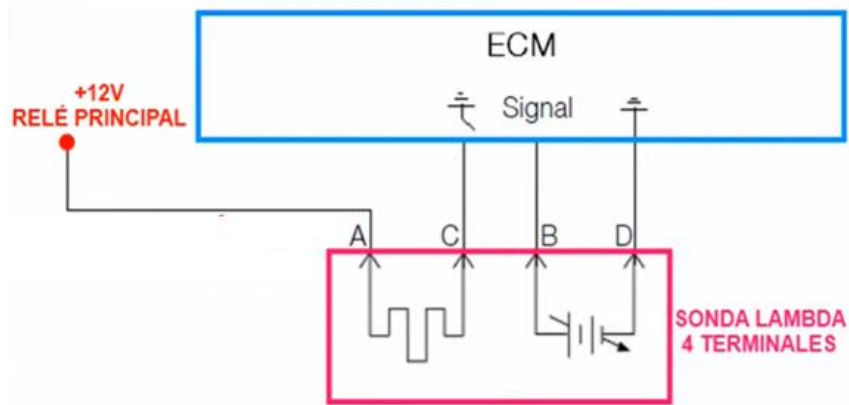


Figura A 20. Diagrama eléctrico Sensor de O₂.

Con la información del diagrama eléctrico se ubica al sensor de O₂ que consta con de 4 cables y se procede con la medición.



Figura A 21. Sensor de O₂.

Una vez identificada la ubicación del sensor, se procede a medir cada uno de los cables que conecta, con el objetivo de obtener información detallada sobre los parámetros con los cuales opera el sensor.

PROCESO DE MEDICIÓN:

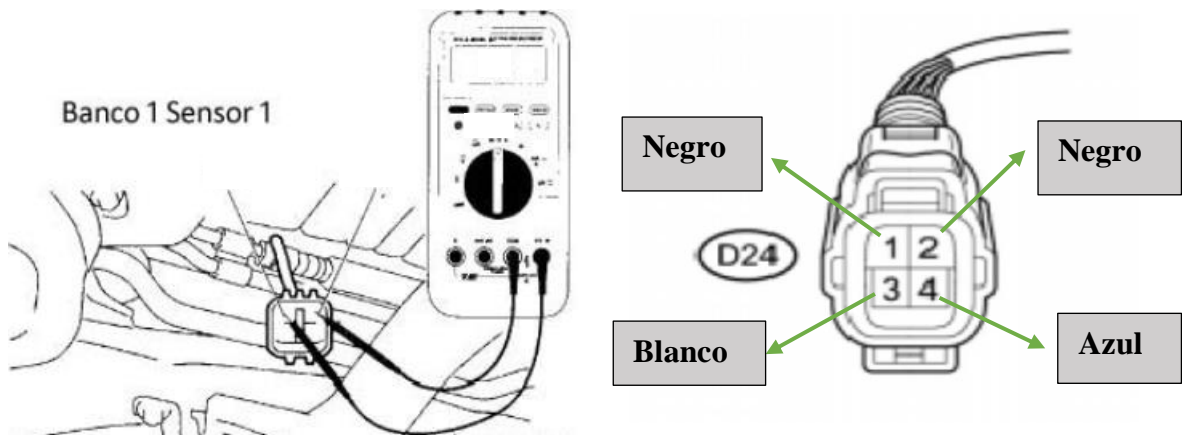


Figura A 22. Medición y Color de cables que porta el sensor de O_2 .

- Desconectar el conector eléctrico del sensor O_2 .
- Configurar el multímetro en la escala de voltaje.
- Identificar los cables que están relacionados con la señal de voltaje del sensor.
- Encender el vehículo y dejarlo en ralentí.
- Conectar el cable rojo y negro del multímetro al cable de señal del sensor de O_2 y tierra (que debe ser al chasis).
- La lectura fluctúa en respuesta a la del sensor que oscila entre valores altos y bajos ya que el sensor se ajusta de acuerdo a la mezcla de aire-combustible.
- Un voltaje cercano a 0.1 voltios generalmente indica una mezcla rica, mientras que un voltaje cercano a 0.9-1 voltio indica una mezcla pobre.
- Concluido la medición se apaga el vehículo y se conecta el sensor nuevamente.

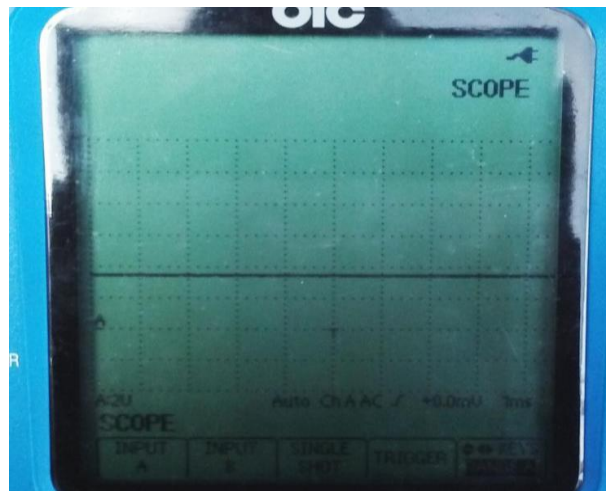
Tras completar la medición, se procede a la creación de una base de datos para registrar. Esta base de datos se utiliza para verificar los parámetros en conformidad con las especificaciones regidas por el sensor de oxígeno.

Este enfoque sistemático facilita la evaluación precisa de las lecturas recopiladas durante la medición.

Tabla A 2. Descripción de los cables del sensor de oxígeno.

Número de cables	Color	KOEO socket desconectado (V)	KOER socket conectado (V)
1	Negro	14.2V	12V
2	Negro	8.5V	12V
3	Blanco	2.9V	2.9V
4	Azul	3.3V	3.3V

Se verifica la señal que atraviesa el sensor utilizando un osciloscopio, observando que la misma se presenta como una línea recta continua.

**Figura A 23.** Representación gráfica de la señal del sensor de oxígeno.

DATOS MANUAL DEL FABRICANTE

Pin HA1A voltaje 11 a 14voltios. (contacto).

Pin D24-1 resistencia eléctrica menor a un1 ohmio.

Pin D24-1 y D24-3 tiene continuidad

Pin D24-4 masa de computadora.

CÓDIGOS DE FALLA

P0031 → Circuito de control calentador sonda de O₂ (A/F) bajo (B1S1).

P0171 → Sistema de mezcla pobre (B1S1).

P0172 → Sistema de mezcla rica (B1S1).

COMPROBACIONES A REALIZAR

1. Realizar medición de la resistencia interna con multímetro.
2. Medición de continuidad del cableado hacia ECU de los pines D24-1 y D24-3.

SOLUCIONES APLICATIVAS

1. Si la resistencia eléctrica del sensor está dentro de los parámetros preestablecidos la falla está en el cableado del vehículo.
2. Si la resistencia del sensor esta fuera del rango preestablecido (10k Ω) sustituir el sensor por el componente original.
 - **Sensor de flujo de aire (MAF)**

El MAF cuantifica la entrada de aire al motor empleando un hilo caliente o un elemento de película delgada para detectar el flujo de aire. Cuando el aire circula sobre el sensor, provoca una variación en su temperatura, la cual se convierte en una señal eléctrica que refleja la cantidad de aire que accede al motor.

MAF + IAT: El trabajo conjunto de los sensores MAF + IAT proporciona datos precisos sobre la densidad del aire que llega al motor. Esta información es esencial para que la Unidad de Control del Motor (ECU) determine la cantidad óptima de combustible a inyectar, garantizando así una mezcla aire/combustible adecuada para la eficiencia del motor.

Ubicación: Se encuentran en la entrada hacia el depurador.

Rango de funcionamiento IAT: Máximo: 3.1V y Mínimo: 2V

Rango de funcionamiento MAF: Máximo: 1.95V y Mínimo: 1.3V

Inicialmente, se lleva a cabo una investigación utilizando un diagrama eléctrico que detalla la composición de los cables del sensor MAF+IAT. Esta acción facilita la posterior revisión y medición utilizando los equipos correspondientes.

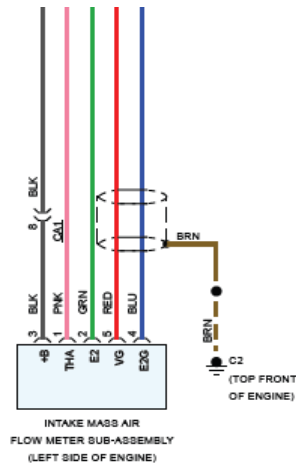


Figura A 24. Diagrama Sensor de MAF+IAT.

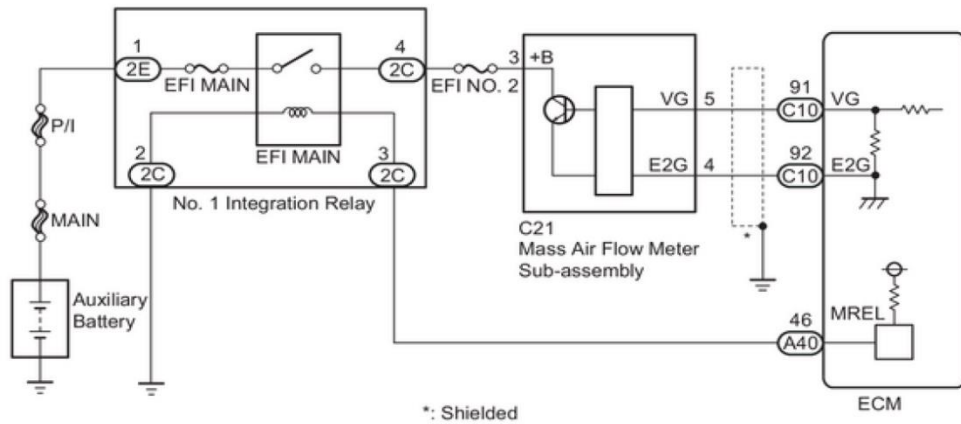


Figura A 25. Diagrama eléctrico Sensor de MAF+IAT.

Utilizando la información proporcionada en el diagrama eléctrico, se localiza el conector del sensor MAF+IAT, que incluye 5 cables, y se procede con la medición correspondiente.



Figura A 26. Sensor MAF+IAT.

PROCESO DE MEDICIÓN:

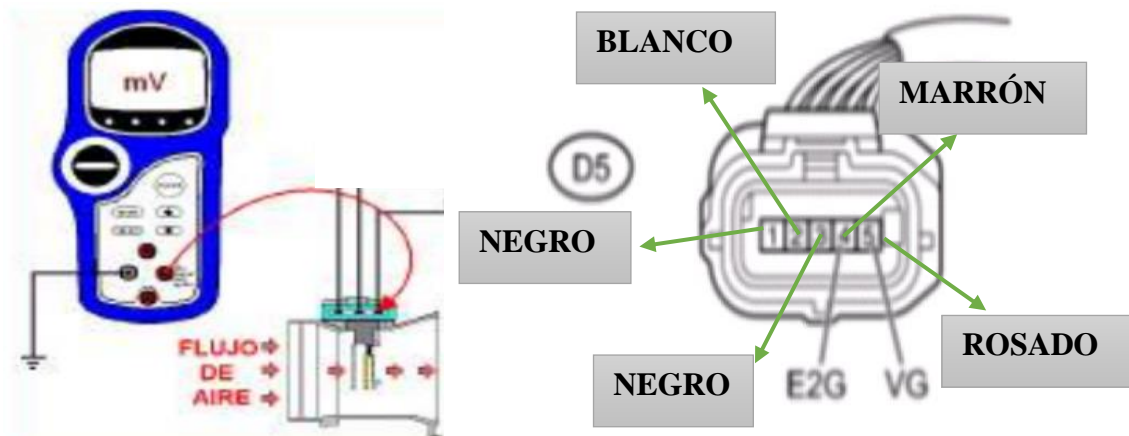


Figura A 27. Medición y Color de cables que porta el sensor MAF+AIT.

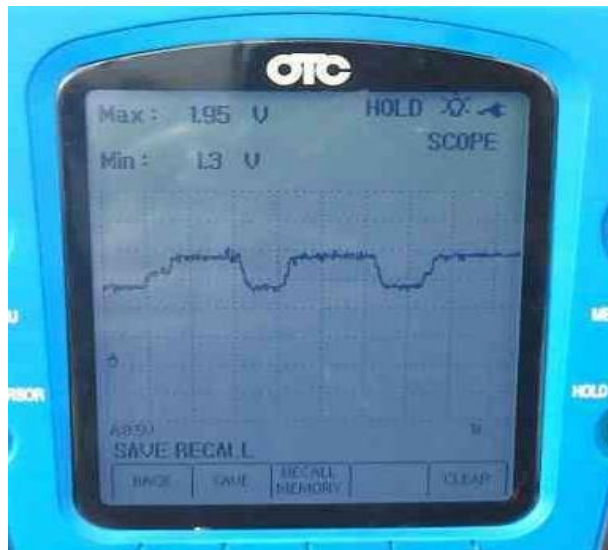
- Apagar el vehículo y desconectar el sensor MAF.
- Verificar la conexión del sensor.
- Configurar el multímetro en la escala de voltaje y mV.
- Colocar el interruptor de encendido en “ON” y el motor apagado.
- Seleccionar el multímetro en la función para medir voltios (DC) para conocer la alimentación y señal del sensor.
- Conectar el cable negro del multímetro a una buena masa y el rojo al cable de señal del sensor.
- Para revisión de la masa se mide en mili voltios (mV).
- Verificar la correcta conexión eléctrica del sensor.
- Verificar la señal del sensor en diferentes estados de funcionamiento del motor como en ralentí y en aceleración.
- Verificar el valor de voltaje con el indicado por el fabricante.

Una vez realizada las mediciones del sensor en el sistema, se procede a recopilar información detallada sobre los parámetros operativos de este componente clave del sistema. Este enfoque meticuloso permite obtener datos específicos de cada cable, proporcionando una visión detallada de cómo el sensor MAF está respondiendo y contribuyendo al funcionamiento general del vehículo.

Tabla A 3. Descripción de los cables del sensor MAF+ IAT.

Número de cables	Color	KOEO socket desconectado(V)	KOEO socket conectado(V)	Significado
1	Negro	0.4mV	0.8V	Señal sensor MAF
2	Blanco	0.6mV	0.4mV	Masa
3	Negro	11.66V	11.62V	Voltaje de referencia
4	Marrón	5.6mV	7.6mV	Masa
5	Rosado	5V	1.84v señal	Señal sensor IAT

Se realiza la verificación de la señal del sensor MAF mediante el uso de un osciloscopio, notando que esta se manifiesta en forma de picos a lo largo de toda la señal registrada.

**Figura A 28.** Representación gráfica de la señal del sensor MAF

DATOS MANUAL DEL FABRICANTE

Vehículo en contacto 0.25 g/s de flujo de aire.

Resistencias internas del sensor:

- -20°C (-4°F) 13.6 a 18.4 kΩ.
- -20°C (68°F) 2.21 a 2.69 kΩ.
- 60°C (140°F) 0.49 a 0.67 kΩ.

CÓDIGOS DE FALLA

P0102 → Sensor MAF masa/volumen aire señal de entrada baja.

P0113 → Sensor MAF masa/volumen aire entrada alta al circuito.

COMPROBACIONES A REALIZAR

1. Pin D5-5 con D28-94 resistencia menor a 1Ω (resistencia interna del sensor).
2. Medición continuidad Pin D28-94 y Pin D28-117 al conector de la computadora.

SOLUCIONES APLICATIVAS

1. Si la resistencia eléctrica del sensor está dentro de los parámetros preestablecidos la falla está en el cableado del vehículo.
 2. Si la resistencia del sensor esta fuera del rango preestablecido del fabricante se debe cambiar el sensor por el componente original.
 3. Si el flujo de aire es menor al 0.25 g/s verificar alguna obstrucción en la admisión o en su efecto sustituir filtro de aire.
- **Sensor de presión absoluta del distribuidor (MAP).**

El sensor MAP es crucial para medir la presión absoluta del aire en el múltiple de admisión, factor determinante en la cantidad de aire que ingresa al motor y, por ende, en la mezcla aire/combustible. El MAP transforma la presión medida en una señal eléctrica, a menudo mediante un diafragma sensible a la presión que se deforma ante las variaciones en la presión del múltiple.

La información de la presión en el múltiple de admisión capacita a la ECU para ajustar la cantidad de combustible inyectado en los cilindros, un proceso esencial para mantener la relación aire/combustible adecuada y lograr una combustión eficiente.

Ubicación: Se encuentra en contacto directo con el múltiple de admisión.

Rango de funcionamiento: Su voltaje varía, alcanzando un máximo de 2.25V y un mínimo de 100mV.

En una primera fase, se realiza una investigación mediante un diagrama eléctrico que describe la composición de los cables del sensor MAP. Esta etapa facilita la subsiguiente revisión y medición con los equipos adecuados.

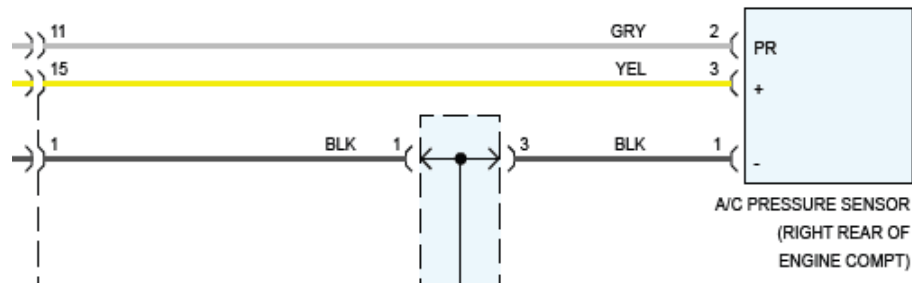


Figura A 29. Diagrama Sensor MAP.



Figura A 30. Diagrama eléctrico Sensor MAP.

Con base en los detalles brindados por el diagrama eléctrico, se identifica el socket del sensor MAP, compuesto por 3 cables donde se ejecuta la medición correspondiente.



Figura A 31. Sensor MAP.

Una vez que se ha ubicado la posición del conector, se procede a realizar mediciones individuales en cada cable conectado del sensor MAP. Esto se lleva a cabo con el objetivo de recopilar información detallada sobre los parámetros operativos del sensor.

PROCESO DE MEDICIÓN:

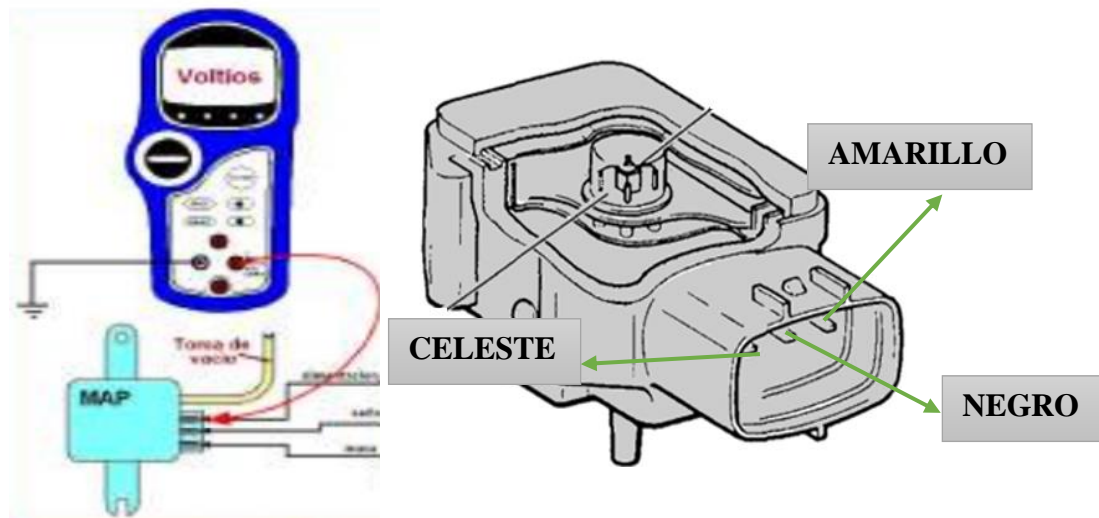


Figura A 32. *Medición y Color de cables que porta el sensor MAP.*

- Apagar el vehículo y desconectar el sensor MAP.
- Verificar la conexión del sensor.
- Configurar el multímetro en la escala de voltaje y mV.
- Colocar el interruptor de encendido en “ON” y el motor apagado.
- Seleccionar el multímetro en la función para medir voltios (DC) para conocer la alimentación y señal del sensor.
- Conectar el cable negro del multímetro a una buena masa y el rojo al cable de señal del sensor.
- Para revisión de la masa medir en función de mili voltios (mV).
- Verificar la correcta conexión eléctrica del sensor.
- Verificar la señal del sensor en diferentes estados de funcionamiento del motor como: en motor apagado, ralentí, en aceleración y desaceleración.
- Verificar el valor de voltaje con el indicado por el fabricante.

Luego de realizar las mediciones pertinentes, se procede a compilar la información en una tabla detallada que especifica cada uno de los parámetros proporcionados por el sensor MAP. Esta tabla se convierte en una herramienta valiosa para el análisis y la interpretación de los datos recopilados, ya que organiza de manera clara y estructurada la información relevante.

Tabla A 4. Descripción de los cables desde el conector del sensor MAP.

Número de cables	Color	KOEO socket desconectado(v)	KOEO socket conectado(v)	Significado
1	Celeste	5.02V	5.02V	Voltaje de referencia
2	Amarillo	8.8mV	9.3mV	Masa
3	Negro	4.93V	2.79V	Señal

Se lleva a cabo la verificación de la señal del sensor MAP a través del osciloscopio y se observa que la señal registrada presenta forma de picos a lo largo de toda la señal. Además, se identifican los valores de la señal, con un máximo de 2.25V y un mínimo de 100mV.

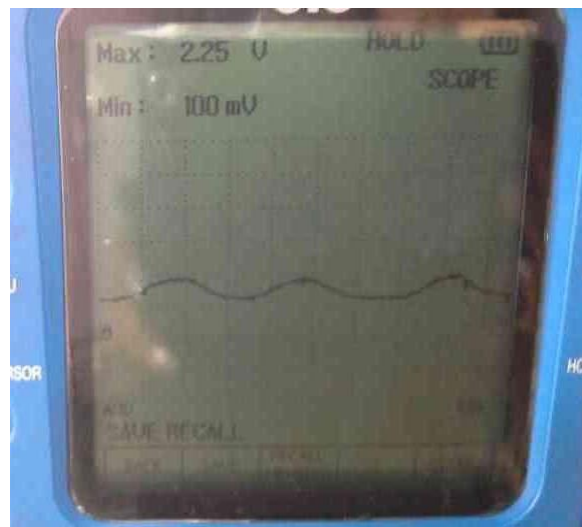


Figura A 33. Representación gráfica de la señal del sensor MAP.

DATOS MANUAL DEL FABRICANTE

Resistencias del sensor:

- Resistencia trabaja de modo 20°C (68°F) 11 a 16 Ω .
- Resistencia estándar abierto siempre debajo de 1 Ω .
- Resistencia estándar en corto siempre 10 k Ω o más.

D3-3 (VC) Interruptor de encendido (IG) 4.5 a 5.5V.

D3-1(PIM) Interruptor de encendido (IG) 4.0 a 5.0V

CÓDIGOS DE FALLA

P0108 → Entrada Alta del Circuito de Presión Barométrica del MAP.

COMPROBACIONES A REALIZAR

1. Medición de continuidad de cables PIM, E2, VC al conector principal de la ECU.
2. Pin VC al D28-72 resistencia interna menos de 1 Ω .

SOLUCIONES APLICATIVAS

1. Si la resistencia eléctrica del sensor está dentro de los parámetros preestablecidos la falla está en el cableado del vehículo.
2. Si la resistencia interna del sensor sobrepasa los parámetros preestablecidos del fabricante realizar cambio del sensor.
 - **Sensor de temperatura refrigerante del motor (ECT)**

El Sensor ECT monitorea la temperatura del refrigerante en circulación, el cual tiene la función de absorber y disipar el calor generado durante la combustión. Utiliza un elemento de resistor o termistor cuya resistencia eléctrica varía en función de la temperatura del refrigerante.

La señal eléctrica generada por el ECT es transmitida a la Unidad de Control del Motor (ECU), la cual emplea esta información para obtener en tiempo real la temperatura del motor. Esta información resulta fundamental para realizar ajustes en varios parámetros del motor, como la duración de la inyección de combustible, el tiempo de encendido y otros ajustes, todos adaptados según la temperatura actual del motor.

Ubicación: Se encuentra en el cabezote del motor.

Rango de funcionamiento: La señal varía entre un máximo de 3.8V y mínimo de 0.8V.

Como fase inicial, se lleva a cabo una revisión y búsqueda utilizando un diagrama eléctrico que especifica la composición de los cables del sensor. Este proceso facilita el posterior estudio y medición con los equipos adecuados.

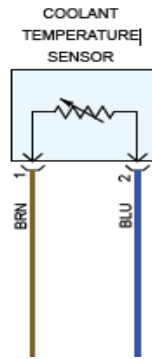


Figura A 34. Diagrama Sensor ECT.

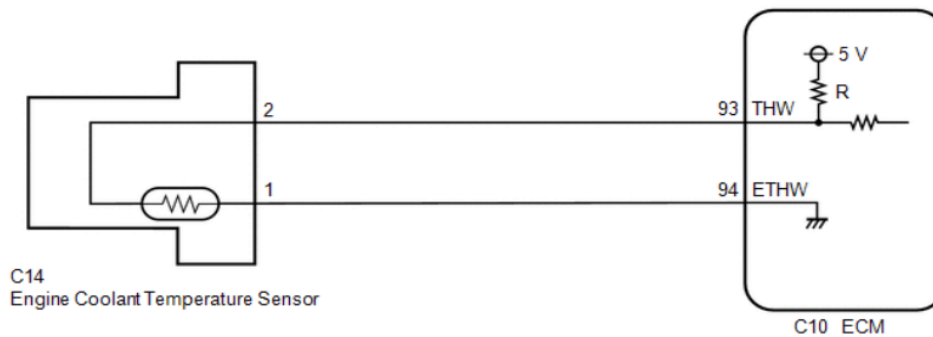


Figura A 35. Diagrama eléctrico Sensor ECT.

Utilizando la información proporcionada en el diagrama eléctrico, se localiza el sensor ECT, el cual posee 2 cables, y se procede con la medición de sus parámetros.



Figura A 36. Sensor ECT.

PROCESO DE MEDICIÓN:

Después de identificar la posición del socket, se inicia las mediciones de los 2 cables que porta el sensor ECT. Este procedimiento tiene como fin recopilar información detallada acerca de los parámetros operativos del sensor.

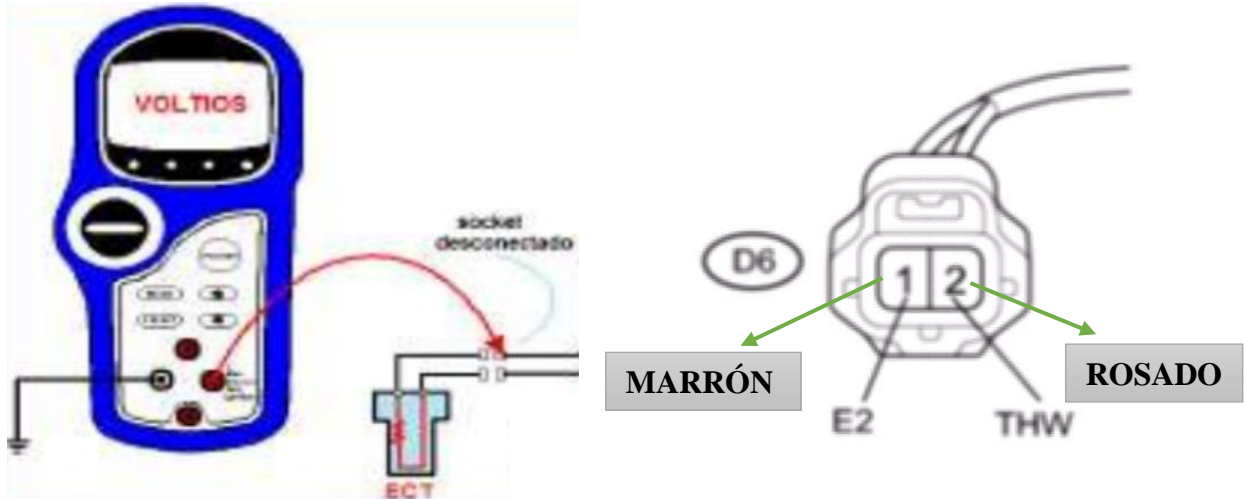


Figura A 37. Medición y Color de cables que porta el sensor ECT.

- Apagar el vehículo y desconectar el sensor ECT.
- Verificar la conexión del sensor.
- Configurar el multímetro en la escala de voltaje y mV.
- Colocar el interruptor de encendido en “ON” y el motor apagado.
- Seleccionar el multímetro en la función para medir voltios (DC) para conocer la alimentación y señal del sensor poner en marcha el motor para la comprobación.
- Verificar que el voltaje disminuya a medida que el motor se calienta para comprobar la señal.
- Conectar el cable negro del multímetro a una buena masa y el rojo al cable de señal del sensor.
- Para revisión de la masa medir en función de mili voltios (mV).
- Verificar la señal del sensor en diferentes estados de funcionamiento del motor como: en motor apagado, ralentí, en aceleración y desaceleración.
- Verificar el valor de voltaje con el indicado por el fabricante.



Figura A 38. *Medición del sensor ECT.*

Después de recopilar meticulosamente las mediciones mediante el uso del multímetro, se procede a elaborar una tabla detallada que presenta los diversos parámetros operativos del sensor ECT. Esta tabla proporciona una representación organizada y sistemática de los datos recabados, permitiendo una visualización clara de cómo el sensor ECT responde a las condiciones del motor.

Tabla A 5. *Descripción de los cables del socket del sensor ECT.*

Número de cables	Color	Motor funcionando	Significado
1	Marrón	1.75V	Señal
2	Rosado	0.7mV	Masa

Se realiza la verificación de la señal del sensor ECT mediante el uso de un osciloscopio, notando que esta se manifiesta en forma de picos a lo largo de toda la señal registrada. La identificación de estos picos proporciona una valiosa visión dinámica de cómo el sensor ECT responde a los cambios térmicos en el motor, siendo esencial para evaluar su rendimiento en condiciones de operación reales.



Figura A 39. Gráfica de funcionamiento del sensor ECT.

DATOS MANUAL DEL FABRICANTE

Resistencias internas del sensor:

- Resistencia en agua aprox. 20°C (2.32 a 2.59 kΩ).
- Resistencia en agua aprox. 60°C (0.310 a 0.326 kΩ).
- Resistencia estándar abierto siempre debajo de 1 Ω.
- Resistencia estándar en corto siempre 10 kΩ o más.

CÓDIGOS DE FALLA

P0118 → Indica alto voltaje del ECT.

COMPROBACIONES A REALIZAR

1. Medición resistencia interna con multímetro.
2. Medición continuidad de cableado hacia ECU pines D28 y D29.

SOLUCIONES APLICATIVAS

1. Si la resistencia eléctrica del sensor está dentro de los parámetros preestablecidos la falla está en el cableado del vehículo.
2. Si la resistencia del sensor esta fuera del rango preestablecido del fabricante se debe cambiar el sensor por el componente original.