



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

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

**TEMA: Diagnóstico y Reprogramación de Cuerpos de
Aceleración Electrónicos Automotrices bajo protocolo de
comunicación J2534**

AUTOR: JUAN CARLOS SANDOVAL BRITO

DIRECTOR: ING. ANDRÉS FELIPE CEVALLOS GONZÁLEZ MSc.

IBARRA DICIEMBRE 2019

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

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

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de trabajo cuyo título es: **“Diagnóstico y Reprogramación de Cuerpos de Aceleración Electrónicos Automotrices bajo protocolo de comunicación J2534”** presentado por el señor: Sandoval Brito Juan Carlos con cédula identidad N° 172520145-1, 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 5 días del mes de diciembre del 2019

Atentamente:



Ing. Andrés Felipe Cevallos González MSc.
DIRECTOR DEL 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 DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172520145-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Sandoval Brito Juan Carlos		
DIRECCIÓN:	Cayambe, Florida #2, Independencia y Mariana de Jesús, casa # 33		
E-MAIL:	jcsandovalb@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(02)3480238	TELÉFONO MÓVIL:	0984823596

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diagnóstico y Reprogramación de Cuerpos de Aceleración Electrónicos Automotrices bajo protocolo de comunicación J2534.
AUTOR:	Sandoval Brito Juan Carlos
FECHA	Ibarra 5 de diciembre del 2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA	Pregrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR/DIRECTOR	Ing. Andrés Felipe Cevallos González MSc.

2. Constancia

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

Ibarra, a los 5 días del mes de diciembre de 2019

AUTOR:



Firma

SANDOVAL BRITO JUAN CARLOS

Nombre Completo

1725201451

cc

DEDICATORIA

A los principales artífices de este logro en mi vida, quienes fueron motivación e inspiración ya que gracias a su perseverancia hoy puedo dedicarles este trabajo de grado.

Mis padres que, con amor, ejemplos de responsabilidad y buena moral lograron completar mi formación como persona y ahora como profesional, este logro es de ustedes.

Gracias a mi padre Carlos Sandoval por su esmero y paciencia gracias por ser ese hombre en el cual siempre me quiero ver reflejado y por ser mi modelo para seguir.

Gracias a mi madre Yolanda Brito por su incondicionalidad y saber guiarme con amor a pesar de mis errores.

Ustedes que no escatimaron recursos y siempre mis necesidades las convirtieron en sus prioridades

Este logro les pertenece a ustedes.

Por ustedes soy, y por ustedes estoy.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, institución que me ha brindado una formación académica sólida para desenvolverme con altura en el campo profesional, de igual forma a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz quienes contribuyeron para alcanzar mis objetivos.

De manera especial a mi director de trabajo de grado Ing. Andrés Cevallos MSc. Por su prestancia y disponibilidad para guiarme durante la realización de este proyecto. Así como también al Ing. Carlos Mafla MSc. e Ing. Paúl Hernández ya que gracias a su asesoramiento e indicaciones finales pude cumplir con todos los objetivos trazados y culminar el presente proyecto de grado.

Gracias a la Ing. Margarita Torres por la accesibilidad brindada al momento de realizar las respectivas pruebas durante la realización de este trabajo de grado

Y finalmente a todos mis amigos y aquellas personas que siempre me brindaron apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles durante mi formación académica.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	II
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	III
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
GLOSARIO DE TÉRMINOS	XVII
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XX
INTRODUCCIÓN	XXI
CAPÍTULO I	22
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	22
1.1 ANTECEDENTES	22
1.2 SITUACIÓN ACTUAL	22
1.3 PROSPECTIVA	23
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
1.6 DELIMITACIÓN	25
1.6.1 Temporal.....	25
1.6.2 Espacial.....	25
1.7 OBJETIVOS	25
1.7.1 Objetivo General.....	25
1.7.2 Objetivos Específicos	25

1.8 ALCANCE	26
1.9 JUSTIFICACIÓN	27
1.10 MARCO TEÓRICO	28
1.10.1 Funcionamiento del sistema de aceleración electrónico.....	28
1.10.2 Elementos constitutivos del sistema de aceleración electrónico	31
1.10.2.1 Sensor APP	31
1.10.2.2 Sensor de Tensión Resistivo.....	32
1.10.2.3 Sensor de Efecto Hall	32
1.10.2.4 Servo Motor (actuador de la mariposa)	32
1.10.2.5 Sensor TPS	33
1.10.3 Fallas en el sistema de aceleración electrónico	34
1.10.3.1 Presencia de fallas sensor TPS	34
1.10.3.2 Códigos de Falla relacionados al cuerpo de aceleración electrónico	34
1.10.4 Diagnóstico de Fallas	36
1.10.5 Protocolos de Comunicación	37
1.10.5.1 Protocolo de comunicación ISO 9141-2.....	38
1.10.5.2 Protocolo de comunicación ISO 14230-4.....	38
1.10.5.3 Protocolo de comunicación ISO 15765-4.....	38
1.10.5.4 Protocolo de comunicación SAE J1939	38
1.10.5.5 Protocolo de comunicación SAE J1850	39
1.10.6 Fabricantes y sus protocolos.....	39
1.10.7 Funcionamiento de OBD II	39
1.10.7.1 Conector DLC	40
1.10.7.2 Modos de operación del sistema OBD II.....	41
1.10.8 Protocolo de Comunicación J2534	42
1.10.8.1 Especificaciones para Hardware.....	43
1.10.8.2 Requisitos Software	45

1.10.9 Reprogramación de Aceleradores Electrónicos.....	46
1.10.9.1 Proceso de reprogramación Módulo PCM cuerpo TAC	46
1.10.10 Equipos de Programación (scanner).....	46
1.10.10.1 Funciones de Diagnóstico.....	48
1.10.11 Microchip CAN BUS ANALYZER.....	51
CAPÍTULO II	54
MATERIALES Y MÉTODOS	54
2.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
2.1.1 Propósito Investigativo.....	54
2.1.2 Método Experimental o Inductivo.....	54
2.1.3 Procesos metodológicos	55
2.2 MATERIALES Y EQUIPOS	58
2.3 PROCESO DE ANÁLISIS EN SEÑALES ELECTRÓNICAS DE SENSORES Y ACTUADORES	59
2.4 PROCESO PARA DEFINIR EFECTO DE FALLAS	61
2.4.1 Procesos de diagnóstico cuerpos de aceleración electrónicos automotrices	61
2.4.2 Análisis sensores TPS.....	62
2.4.2.1 Sensor TPS Proceso de diagnóstico:	62
2.4.3 Sensor APP Proceso de diagnóstico	63
2.4.4 Comprobación del cuerpo motorizado	64
2.4.5 Funcionamiento del TAC	66
2.4.5.1 Modo seguro o modo de emergencia.....	66
2.4.5.2 Circuito Puente H	67
2.5 PROCESO DE REPROGRAMACIÓN DEL MÓDULO PCM	68
2.6 PROCESO DE INFILTRACIÓN EN LA RED CAN.....	70
CAPÍTULO III	72
RESULTADOS Y DISCUSIONES	72

3.1 ANÁLISIS DE SEÑALES VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 2012 1.4 LITROS.....	72
3.1.1 Señales de los potenciómetros del cuerpo de aceleración	72
3.1.1.1 Señales TPS: Vehículo encendido (aceleración variable)	73
3.1.2 Análisis señales TAC	74
3.1.2.1 Caso 1: Vehículo Sail switch contacto análisis TAC	74
3.1.2.2 Caso 2: Vehículo Sail en condiciones de Ralentí análisis TAC	75
3.1.2.3 Caso 3: Vehículo Sail aceleración a 4000 RPM análisis TAC.....	77
3.1.3 Análisis señales APP	78
3.1.3.1 Señales APP: vehículo encendido (aceleración variable).....	79
3.1.3.2 Caso 1: Vehículo Sail switch contacto análisis APP sin accionar.....	80
3.1.3.2 Caso 2: Vehículo Sail switch contacto análisis APP accionado al 100%	81
3.1.3.3 Caso 3: Vehículo Sail aceleración a 4000 RPM análisis APP	82
3.1.4 Análisis en gráficas del sensor TPS cuerpo de aceleración electrónico	84
3.1.5 Gráficas del sensor APP cuerpo de aceleración electrónico.....	85
3.1.6 Proceso de reprogramación vehículo Chevrolet Sail.....	87
3.1.7 Análisis de las señales obtenidas durante la reprogramación.....	89
3.1.7.1 Señales previas a la reprogramación en el TAC.....	89
3.1.7.2 Señales durante la reprogramación en el TAC	90
3.1.7.3 Señales del TAC post reprogramación.	91
3.2 ANÁLISIS CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK.....	91
3.2.1 Pruebas en el sensor TPS camioneta Amarok en contacto	93
3.2.2 Pruebas en el sensor TPS camioneta Amarok encendida	94
3.2.3 Proceso de Reprogramación Camioneta Volkswagen Amarok.....	96
3.3 ANÁLISIS CHEVROLET SPARK	97
3.3.1 Señales del cuerpo de aceleración	99
3.4 REPROGRAMACIÓN DE CUERPO DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICO	100
3.4.1 Proceso de reprogramación del cuerpo de aceleración.....	102

3.5 EFECTO DE LA REPROGRAMACIÓN EN LAS SEÑALES ELECTRÓNICAS DE SENSORES Y ACTUADORES	104
3.5.1 Cuerpo de Aceleración Motorizado.....	105
3.5.2 Reacción de las señales durante la reprogramación del cuerpo de aceleración.....	106
3.6 INFILTRACIÓN EN LA RED DE COMUNICACIÓN DEL VEHÍCULO	107
3.7 DESCIFRADO DE CÓDIGOS EN LA RED PARA REPROGRAMACIÓN	112
3.8 VALIDACIÓN DE DATOS OBTENIDOS	114
CONCLUSIONES.....	115
RECOMENDACIONES	116
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Etapas de funcionamiento en un cuerpo de aceleración electrónico.....	29
Tabla 1. 2 Códigos de falla en cuerpo de aceleración.....	35
Tabla 1.3 Fallas del sistema de aceleración.....	36
Tabla 1.4 Clasificación de los protocolos de comunicación.....	37
Tabla 1.5 Protocolo seleccionado por cada fabricante.....	39
Tabla 1.6 Modos de operación OBD II.....	42
Tabla 1.7 Características G-scan 2.....	47
Tabla 2.1 Especificaciones vehículos objetos de prueba.....	58
Tabla 2.2 Equipos de diagnósticos y herramienta de programación.....	58
Tabla 2.3 Regulación de marcha mínima y máxima.....	67
Tabla 2.4 Esquema del circuito Puente H y respuestas en el mismo.....	68
Tabla 3.1 Análisis sensor 1 TPS Sail.....	73
Tabla 3.2 Análisis sensor 2 TPS Sail.....	73
Tabla 3.3 Análisis TAC vehículo switch contacto.....	74
Tabla 3.4 Análisis TAC ralentí.....	75
Tabla 3.5 Análisis TAC 4000 RPM.....	77
Tabla 3.6 Análisis señal 1 sensor APP.....	79
Tabla 3.7 Análisis sensor 2 APP.....	79
Tabla 3.8 Análisis APP vehículo en contacto.....	80
Tabla 3.9 Análisis APP pedal accionado.....	81
Tabla 3.10 Análisis APP 4000 RPM.....	82
Tabla 3.11 Voltaje TPS 1 vs Apertura de mariposa.....	84
Tabla 3.12 Voltaje TPS 2 vs Apertura mariposa.....	84
Tabla 3.13 Comparativa 2 señales TPS.....	85
Tabla 3.14 Señal # 1sensor APP.....	85
Tabla 3.15 Señal # 2sensor APP.....	86
Tabla 3.16 Comparativa 2 señales sensor APP.....	86

Tabla 3.17 Reprogramación en cuerpo de aceleración con G-scan 2.....	87
Tabla 3.18 Señales de trabajo en el sensor (contacto).....	92
Tabla 3.19 Señales de trabajo en el sensor (encendido).....	93
Tabla 3.20 Proceso de reprogramación acelerador electrónico camioneta Amarok.....	96
Tabla 3.21 voltajes de funcionamiento.....	99
Tabla 3.22 cuadro de acciones y consecuencias.....	101
Tabla 3.23 Proceso de reprogramación acelerador electrónico.....	102
Tabla 3.24 Pines de trabajo puerto DLC.....	108
Tabla 3.25 Análisis de códigos y respuestas del cuerpo de aceleración electrónico.....	113
Tabla 3.26 Proceso de filtrado final.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Esquema acelerador electrónico.....	30
Figura 1.2 Sensor APP (Posición de pedal de aceleración)	31
Figura 1.3 Motor Eléctrico cuerpo de aceleración.....	32
Figura 1.4 Esquema Sensor TPS y TAC.....	33
Figura 1.5 Conector DLC en el vehículo.....	41
Figura 1.6 Terminales del conector DLC para OBD II.....	41
Figura 1.7 Jerarquización del protocolo de comunicación J2534.....	43
Figura 1.8 Puertos de diagnóstico macho y hembra.....	44
Figura 1.9 Menú de selección por marcas de vehículos con G-scan 2.....	48
Figura 1.10 Menú búsqueda automática y detección de códigos de falla.....	49
Figura 1.11 Estructura amigable menú de navegación.....	50
Figura 1.12 Opción funciones especiales.....	51
Figura 1.13 Can Bus Analyzer.....	52
Figura 1.14 Can Bus Analyzer ventana de trabajo.....	53
Figura 1.15 Can Bus Analyzer obtención de datos ventana de trabajo.....	53
Figura 2.1 Proceso metodológico de diagnóstico y reprogramación módulo TAC.....	56
Figura 2.2 Proceso metodológico obtención de datos red CAN.....	57
Figura 2.3 cuerpo de aceleración Chevrolet Spark.....	60
Figura 2.4 Análisis de señales electrónicas Volkswagen Amarok.....	61
Figura 2.5 Diagrama sensor TPS.....	62
Figura 2.6 Curva voltaje vs apertura de la aleta sensor TPS.....	63
Figura 2.7 Diagrama sensor APP.....	64
Figura 2.8 Diagrama motor cuerpo de aceleración.....	65
Figura 2.9 Esquema interno TAC.....	66
Figura 2.10 Proceso de reprogramación TAC.....	69
Figura 2.11 Conexiones para el proceso de filtrado de códigos.....	70
Figura 3.1 Conexión cables de señal TAC.....	72

Figura 3.2 Señal TAC contacto.....	75
Figura 3.3 Señal TAC vehículo Ralentí.....	76
Figura 3.4 Señales TAC vehículo 4000 RPM.....	77
Figura 3.5 Conexión multímetro sensor APP.....	78
Figura 3.6 Señales sensor APP vehículo contacto.....	81
Figura 3.7 Señales sensor APP vehículo contacto APP WOT.....	82
Figura 3.8 Señales APP 4000 RPM.....	83
Figura 3.9 Gráfica señal 1 sensor TPS.....	84
Figura 3.10 Grafica señal 2 sensor TPS.....	84
Figura 3.11 Comparativa entre rectas.....	85
Figura 3.12 Señal # 1 sensor APP.....	85
Figura 3.13 Señal # 2 sensor APP.....	86
Figura 3.14 Comparativa entre rectas.....	86
Figura 3.15 Señal TAC antes de reprogramar.....	89
Figura 3.16 Señales TAC durante reprogramación.....	90
Figura 3.17 Comportamiento de las señales del TAC post reprogramación.....	91
Figura 3.18 Pines sensor TPS Amarok.....	92
Figura 3.19 Señal sensor TPS camioneta Amarok.....	93
Figura 3.20 Proceso de reprogramación TAC AMAROK.....	94
Figura 3.21 Señal sensor TPS vehículo encendido.....	94
Figura 3.22 Diagnóstico posición TPS.....	95
Figura 3.23 Señales TPS durante reprogramación.....	95
Figura 3.24 Cuerpo de aceleración Spark.....	98
Figura 3.25 Socket de cables cuerpo de aceleración.....	99
Figura 3.26 Pruebas y obtención de señales en el TPS.....	100
Figura 3.27 Señales a ralentí.....	105
Figura 3.28 Señales con aceleración moderada.....	106
Figura 3.29 Efecto de la reprogramación en las señales.....	107
Figura 3.30 Cable adaptación puerto DLC.....	108

Figura 3.31 Conexión Infiltración en la red.....	108
Figura 3.32 Códigos sexagesimales de programación.....	109
Figura 3.33 Extracción de códigos block de notas.....	110
Figura 3.34 Filtrado de códigos.....	111

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACTUADOR: Es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre elemento externo.

APP: Sensor de Posición Pedal de aceleración.

DLC: Conector de enlace de datos.

ECU: Unidad de Control Electrónico.

EPA: Agencia de Protección Ambiental.

FIRMWARE: Software que maneja físicamente a un hardware.

HARDWARE: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

INTERFAZ: Dispositivo capaz de transformar las señales generadas por un aparato en señales comprensibles por otro.

ISO: Organización Internacional de Normalización.

MÓDULO: Elemento con función propia concebido para poder ser agrupado de distintas maneras con otros elementos constituyendo una unidad mayor.

OBD: Sistema de Diagnóstico a bordo.

PCM: Modulo de Control Tren de Potencia.

PROTOCOLO: Conjunto de reglas de comunicación que rigen el intercambio de información entre dos equipos o sistemas conectados entre sí.

PROGRAMACIÓN: Se refiere a la descarga o instalación de un software dentro de un módulo el cual no contenga ningún sistema operativo.

REPROGRAMACIÓN: Descarga de un software dentro un módulo el cual ya contiene previamente cargado un sistema operativo.

SAE: Sociedad Ingenieros Automotrices.

SENSOR: Dispositivo que capta magnitudes físicas (variaciones de luz, Intensidad de corriente, temperatura, sonido, etc.) u otras alteraciones de su entorno.

SOFTWARE: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

TAC: Control del Actuador del Acelerador.

TPS: Sensor de Posición Mariposa de Aceleración.

WOT: Acelerador Totalmente Accionado

RESUMEN

El trabajo de grado titulado “Diagnóstico y reprogramación de cuerpos de aceleración electrónicos automotrices bajo protocolo de comunicación J2534” fue realizado con la finalidad de conocer de manera detallada el funcionamiento de un cuerpo de aceleración electrónico, en esta investigación se buscó entender cuál es la sintomatología que presenta el automóvil en el momento que un componente del sistema de aceleración electrónico presenta problemas. Planteando como base del proyecto realizar la reprogramación al módulo PCM, con la finalidad de permitirle a la unidad de control electrónico obtener los parámetros de funcionamiento ideales para el correcto desempeño del control del actuador del acelerador.

Para brindar un diagnóstico acertado y certificado se ha indagado en las curvas de funcionamiento de sensores de posición de la aleta de aceleración, y de posición del pedal de acelerador y en señales electrónicas del control del actuador comprobando así el correcto o mal funcionamiento en dichos componentes, una vez ha sido obtenido el diagnóstico es imprescindible realizar un proceso de reprogramación a todo el sistema de aceleración, esto se lo realizó con el uso de herramienta especializada la cual debe manejar o soportar el protocolo de comunicación J2534, el mismo que permite acceder al firmware de la unidad de control electrónico del vehículo en cuestión y actualizar o reescribir los datos de trabajo del control del actuador con la finalidad de que la unidad de control electrónico pueda controlar un régimen ideal de trabajo, adecuado a las prestaciones del vehículo buscando además que la aceleración sea eficiente y comfortable para el conductor.

Como parte final de la presente investigación se ha buscado indagar en el lenguaje de programación que se da entre la interface de la herramienta especializada de diagnóstico a través del protocolo de comunicación J2534 y la unidad de control electrónico del automóvil, con la finalidad de poder extraer los códigos hexadecimales que realizan el proceso de reprogramación en el control del actuador del acelerador.

Al final del proyecto se cumplió con los objetivos trazados definiendo el funcionamiento en los sensores y del actuador que intervienen en el cuerpo de aceleración definiendo curvas de funcionamiento para realizar un diagnóstico de fallas acertado y certificado, para proceder con la reprogramación del módulo de control de aceleración restaurando sus valores de funcionamiento encontrando el punto óptimo de trabajo del obturador de aceleración y

realizando el proceso de extracción de los códigos de reprogramación en la red CAN del automóvil con la finalidad de entender el lenguaje de programación de los códigos hexadecimales que permiten dar por finalizado al procedimiento planteado.

ABSTRACT

This research by the name "Diagnosis and reprogramming of automotive electronic throttle bodies under J2534 communication protocol" was carried out with the purpose of knowing in detail the operation of an electronic throttle body. This research aimed to understand what the car presents at the moment that a component of the electronic throttle system has problems. Proposing to reprogram the powertrain control module, to allow the electronic control unit obtaining the ideal operating parameters for the correct performance of the control actuator throttle.

To provide a correct and certified diagnosis, the operating curves of TPS, APP sensors and electronic signals of the TAC have been researched, thus checking the these components, once the diagnosis has been obtained it is essential to carry out a process of reprogramming the entire throttle system, this was done with the use of a specialized tool which must handle or support the j2534 communication protocol, to access the firmware of the electronic control unit of the vehicle in question and update or rewrite the work data of the control actuator throttle, so that the electronic control unit can control an ideal working regime, appropriate to the vehicle performance, also seeking that the acceleration is efficient and comfortable for the driver.

As a final part of this research, it was sought to analyze the programming language that exists between the interface of the specialized diagnostic tool through the communication protocol j2534 and the electronic control unit of the car, to extract the hexadecimal codes that carry out the reprogramming process in the control actuator throttle, to be able to configure in future research a diagnostic tool; in behalf of the Automotive Engineering.

Victor Rodryg
rro



INTRODUCCIÓN

El sistema de aceleración electrónico que se ha instaurado en automóviles desde hace pocos años atrás, es el más claro ejemplo de la transición que está viviendo la industria automotriz, con el inevitable ingreso de la tecnología y componentes electrónicos, dejando en el pasado la utilización de componentes mecánicos.

En el caso del sistema de aceleración electrónico automotriz, se ha apostado por reemplazar el antiguo mecanismo de cables de características totalmente mecánicas, por un sistema de control en su totalidad electrónico utilizando sensores, actuadores y líneas de comunicación o protocolos que envían datos entre estos componentes, los mismos que son monitoreados en todo momento por la ECU interna del automóvil, teniendo completo control sobre el sistema, brindando al usuario mayor seguridad, aumentando la eficiencia del automóvil, reduciendo la emisión de gases cumpliendo así con las normas mundiales de control.

La presencia de estos cambios en la industria de los automotores crea la necesidad de constante capacitación y adquisición de nuevos conocimientos que permitan al Ingeniero en Mantenimiento Automotriz familiarizarse con la funcionalidad de estos nuevos sistemas en el vehículo ya que se crean nuevos problemas de funcionalidad que deben ser diagnosticados y solucionados con brevedad y de la mejor manera.

Tal es el caso del cuerpo de aceleración electrónico el cual brinda grandes beneficios al conductor y al vehículo en general el cual puede sufrir averías entre la más notable desprogramarse los parámetros ideales de funcionamiento. Esto puede conllevar dificultades para preparar la mezcla aire combustible por ende problemas relacionados con las emisiones contaminantes, no brindar un par motor ideal para las necesidades del conductor y otros sistemas alternos relacionados al cuerpo de aceleración como el sistema de aire acondicionado o incluso ingresar en un sistema de manejo seguro limitando la potencia del motor hasta resolver el problema.

El presente proyecto investigativo tiene como objetivo primordial entender de manera detallada cómo funciona el sistema de aceleración electrónico, y brindar como alternativa de solución a los problemas expuestos una reprogramación total del módulo PCM y devolverle al TAC los valores óptimos de funcionamiento esto se logra actualizando el firmware de datos de funcionamiento almacenados en la ECU del vehículo permitiéndole al sistema de aceleración recobrar su puesta a punto ideal dándole al conductor los beneficios de tener un

cuerpo de aceleración en excelentes condiciones, de igual forma es necesario conocer que con la inserción de estos sistemas en el automóvil se crea la demanda de nuevas herramientas que puedan brindar una ayuda técnica con las mismas características tecnológicas que faciliten el diagnóstico de fallas o mal funcionamiento en este sistema.

Por esta razón se ha incluido como parte de la investigación el uso de la interface G-scan 2, sacando el máximo provecho al protocolo de comunicación J2534 como elemento de diagnóstico, recalcando que en ningún momento las pruebas realizadas están condicionadas únicamente al uso de este equipo.

Como punto final, este proyecto investigativo brinda una nueva alternativa de estudio para futuras investigación, al inferir directamente en el lenguaje de programación el mismo que se genera entre la interface G-scan 2 mediante el protocolo de comunicación J2534 y la ECU del automóvil esto con la finalidad de poder desarrollar a un futuro nuevas herramientas de diagnóstico que faciliten a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Técnica del Norte la comprensión de estos nuevos sistemas automotrices y puedan actualizar día a día sus conocimientos, permitiéndoles competir en igualdad de condiciones con otros profesionales de la rama.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ANTECEDENTES

El sistema de aceleración en el automóvil es considerado uno de los más importantes, este sistema cumple la tarea de permitir el ingreso de aire a la cámara de combustión este proceso lo consigue mediante un mecanismo que abre o cierra una aleta al accionar el acelerador, desde antiguos sistemas como el de carburador hasta sistemas actuales como los de inyección, la operación del cuerpo de aceleración se realiza a través de una válvula de mariposa, la misma que permite el paso de aire directamente desde el colector de admisión hasta la cámara de combustión para que se forme la mezcla estequiométrica requerida en el proceso de combustión. Con el paso del tiempo, la tecnología se incorporó en el sistema de aceleración interviniendo con la utilización de sensores, módulos de control cuya función principal es monitorear los compuestos que intervienen en la aceleración del automóvil, el IAC y el TPS (por sus siglas en inglés) son algunos de los sensores que intervienen en el sistema de aceleración. La evolución tecnológica a lo largo de los años ha sido una constante mundial y en este sentido el campo automotriz no ha estado exento de estos cambios (Pavkovic, Josko, & Martin, 2006). La electrónica se ha ido apoderando de a poco de los sistemas de un vehículo reemplazando sistemas mecánicos y de fácil desgaste por sistemas electrónicos, inteligentes y más duraderos. Así es el caso del cuerpo de aceleración electrónico automotriz, este sistema quiere dejar de lado al conocido acelerador de cable y reemplazarlo en su totalidad por un sistema electrónico, mediante sensores y un motor electrónico que le brindan al conductor una sensación diferente de manejo de esta manera obtiene mayor seguridad y control sobre la reacción del auto en el momento de la aceleración (Hai, y otros, 2016).

1.2 SITUACIÓN ACTUAL

En los últimos años, la tendencia en el campo automotriz ha ido encaminada en implementar el sistema de aceleración electrónico en los vehículos, que permita mejorar su rendimiento y reducir el nivel de emisiones contaminantes (B, S, & Kumar, 2017). Su objetivo es brindar mayor seguridad y confort al conducir. Este sistema puede ser calificado como uno de los

precursores intentando alcanzar mayor eficiencia en cuanto a rendimiento de combustible se refiere y sobre todo estableciendo modos de conducción amigables con el ambiente, sin embargo el posicionamiento exacto de la aleta, y la estimación de su ángulo de apertura, está sujeto a fallas de funcionamiento que puede afectar el desempeño del vehículo (Rolf & Norbert, 2003). Al ser un sistema nuevo no existe mayor información sobre planes de mantenimiento, de diagnóstico o reprogramación electrónica en el sistema. Lo cual abre un gran campo de estudio sobre este tema y nuevas fuentes de investigación.

1.3 PROSPECTIVA

Con una visión futurista y de conservación ambiental, el campo automotriz está empeñado en desarrollar tecnologías más amigables con el usuario y menos contaminantes, consiguiendo así mayor eficiencia en el uso de combustibles, buscando mayor competitividad al momento de poner un auto en el mercado. Al mismo tiempo esto ha incentivado el estudio de nuevos sistemas de control por parte de investigadores, esto en procura de incentivar e incluir en el automóvil tecnologías que fomenten los principios de sustentabilidad medio ambiental. Como parte de estos cambios desde hace poco tiempo atrás se ha experimentado en el automóvil incluir un cuerpo de aceleración de control electrónico eliminando el mecanismo poco eficiente de acelerador por cable, lamentablemente hasta la actualidad no existe un documento científico previamente revisado y aprobado que detalle en forma clara, las mejoras que ofrece el sistema de aceleración electrónico en contraste al cuerpo de aceleración mecánico. Y de esta manera se pueda dar de paso a este tipo de sistemas de control en los fabricantes automotrices. (Kai, Boqi, Yunfeng, & Jinwu, 2018).

Al no existir información que detalle el funcionamiento del acelerador electrónico es común encontrarse con problemas como la desprogramación en el sistema de aceleración lo que genera problemas de conducción y confort en el usuario. De este modo los problemas para optimizar el funcionamiento del cuerpo de aceleración electrónico en la actualidad persiste y debe ser tratado (Pavkovic, Josko, & Martin, 2006).

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un cuerpo de aceleración convencional o tradicional genera inestabilidad al momento de la conducción, al estar compuesto por diferentes mecanismos se pierde la eficiencia en la transferencia de movimientos desde el pedal hasta la mariposa y existe el problema de la mala mezcla entre el combustible y el aire para la combustión, lo que genera emisiones

contaminantes perjudiciales para el ambiente, en la actualidad, la electrónica, ha ganado gran espacio en el vehículo y es así como el cuerpo de aceleración electrónico motorizado llegó para brindar mayor confort y seguridad al conductor, otro de sus objetivos principales es conseguir mayor eficiencia en el consumo de combustible, mejorando la potencia y el desempeño del auto. Además, evita que el vehículo patine o se apague cuando el conductor arranque, reemplazando así al tradicional acelerador mecánico de cable y abriendo paso a una nueva tecnología en el sistema de gestión de motor (Bilal & Mazen, 2005). Sin embargo, a pesar de que el sistema de aceleración electrónico es un sistema muy completo capaz de brindar muchas ventajas en el rendimiento y funcionamiento del automotor, aún tiene pequeñas desventajas, especialmente relacionadas a fallas debido a un incorrecto proceso de mantenimiento. Cuando ingresan impurezas al sistema (como suciedades en el aire, o restos de vapor quemado de aceite) se puede ocasionar un mal funcionamiento, relacionado con pérdidas de potencia, problemas con el ralentí, altos consumos de combustible, fallas en el sistema de aire acondicionado, fallas en el alternador. La solución es desacoplar el cuerpo de aceleración y proceder a limpiar todas las impurezas de la garganta y de la aleta.

En tal sentido, al tratarse de un dispositivo electrónico cuando es desacoplado del resto de elementos para proceder con la limpieza del cuerpo de aceleración, el mismo tiende a desprogramarse (B, S, & Kumar, 2017). De igual forma ocurre en ocasiones cuando la fuente de alimentación es desconectada, y la aleta no ha llegado al punto cero, existe una variación en la posición de la aleta dando como resultado la desprogramación en el cuerpo de aceleración electrónico, convirtiéndose estas causales en los principales motivos para que el auto presente fallas relacionadas al cuerpo de aceleración y su reprogramación sea necesaria e inmediata.

1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A partir de la desprogramación, descalibración o la existencia de una falla en el desempeño normal relacionado directamente con la operatividad de un cuerpo de aceleración electrónico, realizar un análisis de funcionamiento en todos los componentes que conforman el sistema de aceleración, seguido de un diagnóstico de fallas en dicho sistema para de esta manera proceder a la reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico con la finalidad, de permitirle a la unidad de control electrónico ECU encontrar la posición ideal de la aleta de aceleración en parámetros relacionados con regímenes de carga baja y carga total y ralentí

de esta forma se podrá restaurar su funcionalidad a un valor inicial todo esto se llevara a cabo mediante el uso de herramientas especializadas en conjunto con el protocolo de comunicación J2534.

1.6 DELIMITACIÓN

1.6.1 Temporal

El presente trabajo investigativo empezó su desarrollo durante los primeros días del mes de diciembre del año 2018, teniendo una duración de un año aproximadamente y llegando a su culminación en el mes de noviembre del año 2019 cumpliendo con todos los objetivos y expectativas planteadas al inicio del mismo.

1.6.2 Espacial

En su totalidad el presente proyecto investigativo fue llevado a cabo en los laboratorios automotrices de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte campus “El Olivo” el mismo que se desarrolló bajo la estricta supervisión y asesoramiento de personal docente altamente calificado en el campo de la industria automotriz y dentro del marco de las políticas y restricciones tanto de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, como de la Universidad Técnica del Norte.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General

Realizar el diagnóstico y reprogramación de cuerpos de aceleración automotrices de última tecnología mediante herramienta especializada y protocolo J2534.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Analizar las señales electrónicas generadas en los sensores: APP, TPS y en el sistema TAC de vehículos con cuerpo de aceleración electrónico, para definir curvas de funcionamiento y diagnosticar fallas.
- Definir el efecto de fallas relacionadas al cuerpo de aceleración electrónico en el desempeño normal del vehículo.

- Reprogramar el módulo PCM para corregir la posición inicial del cuerpo de aceleración electrónico y su rango de trabajo, con el uso de herramienta especializada de programación J2534.
- Indagar en la red de comunicación CAN-BUS para descifrar los códigos hexadecimales que permiten la reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico en el vehículo.

1.8 ALCANCE

A lo largo de este trabajo investigativo se buscó identificar las fallas de funcionamiento que pueda presentar un cuerpo de aceleración electrónico en un vehículo, con el fin de realizar un diagnóstico, el cual servirá para levantar datos y definir posibles soluciones relacionadas directamente con la reprogramación de un módulo TAC.(control actuador de mariposa) Como material de apoyo se utilizará herramienta especializada que mediante el Protocolo de Comunicación J2534 permitirá alcanzar los parámetros de reprogramación necesitados para devolverle al cuerpo de aceleración electrónico las condiciones óptimas de funcionamiento.

Para alcanzar este diagnóstico se midió los parámetros de funcionamiento de las señales electrónicas de los sensores: APP (posición pedal de aceleración) y TPS (sensor posición mariposa), sensores que forman el cuerpo de aceleración electrónico, para definir y analizar dichas curvas de funcionamiento con parámetros óptimos e iniciales de trabajo.

Una vez que estas fallas de funcionamiento hayan sido definidas e identificadas se buscó relacionar dichas fallas con el bajo desempeño que puede presentar el automóvil en parámetros como: pérdida de eficiencia, aumento de emisiones, aumento en el consumo de combustible, fallas relacionadas con la inestabilidad en régimen de ralentí, entre otros.

Para pasar así a la etapa de reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico del vehículo, en donde después de haber limpiado las impurezas que se encuentran en la garganta y utilizando las herramientas de apoyo necesarias, se pudo emplear el protocolo de comunicación J2534 para darle a la mariposa los parámetros iniciales que viene registrados en la memoria del controlador electrónico, también le permite a la ECU encontrar la posición ideal de funcionamiento para regímenes como ralentí o de carga total.

Además, como parte de la investigación, se plantea examinar los códigos de comunicación de la red CAN-BUS. Esto con la finalidad de alcanzar nuevos conocimientos en el campo

de la programación y brindar a la sociedad alternativas más viables y económicas para realizar este proceso de reprogramación en cuerpos de aceleración electrónicos.

1.9 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo investigativo busca dar solución a un problema, que ha sido tratado muy superficialmente, el campo de la electrónica automotriz no ha sido indagado a fondo y genera aún mucho temor por parte de los encargados del mantenimiento de un vehículo. Al ser sistemas complejos y que requieren un estudio previo, como parte de un proceso de actualización en sistemas automotrices, este proyecto busca brindar una capacitación en el sistema de aceleración electrónico, cumpliendo así con una de las primicias del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 de la constitución del Ecuador “Toda una Vida”. El cual versa, en el Eje 2. Denominado, “Economía al servicio de la sociedad”. Y resaltado en el literal 5; la búsqueda de Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria (Plan Nacional de Desarrollo, 2017). Creando alternativas de nuevas fuentes de emprendimiento, motivando a las capacitaciones y actualizaciones de los nuevos sistemas automotrices, en busca de mejorar la calidad de vida de las personas, haciendo que el conocimiento esté al alcance de todas las personas. Mediante la reprogramación del cuerpo de aceleración electrónica utilizando el protocolo de comunicación J2534 se le devolverá al cuerpo de aclaración las condiciones de fábrica, mejorando el rendimiento y eficiencia del auto.

Las políticas de la Industria automotriz se han enfocado en reducir emisiones contaminantes, luchando por no provocar más daños en el medio ambiente y respetar los recursos naturales para futuras generaciones (Mehdi, Moncef, Toufik, Cherif, & Jean-Yves, 2019). Partiendo de este principio, la implementación de elementos electrónicos en un automóvil es cada vez mayor; como fue enumerado anteriormente existen sensores, cuerpos electrónicos, módulos de control cuya finalidad es hacer más eficiente las condiciones de trabajo en los vehículos en temas de fiabilidad, autonomía, reducción de emisiones, etc. Esto implica que los sistemas electrónicos requieran cuidados constantes, mantenimientos periódicos y en casos específicos, como es el del cuerpo de aceleración electrónico, reprogramaciones (Pavkovic, Josko, & Martin, 2006). Una reprogramación de acelerador electrónico permite garantizar y mantener las condiciones de funcionamiento iniciales óptimas y seguras, manteniendo de esta manera la investigación de nuestro objetivo principal y los primeros tres objetivos

específicos enfocados plenamente en los parámetros del primer eje del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021.

En lo concerniente al segundo eje, se plantea inferir netamente en el lenguaje de programación, identificando de esta manera los códigos hexadecimales que permiten la reprogramación de un cuerpo de aceleración electrónico, con la finalidad de poder desarrollar en un corto tiempo, una herramienta de taller especializada en este tema, como búsqueda de emprendimientos, brindado a la colectividad de la ciudad de Ibarra alternativas más viables y económicas al momento de dar mantenimiento a sus vehículos y en especial del cuerpo de aceleración electrónico que es un elemento de vital importancia en el desempeño de un vehículo.

1.10 MARCO TEÓRICO

1.10.1 Funcionamiento del sistema de aceleración electrónico

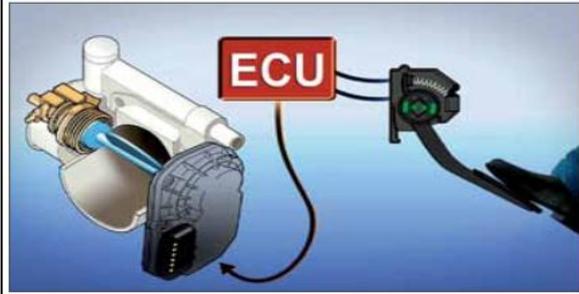
Dentro del automóvil el sistema de aceleración es considerado quizá uno de los más importantes para el funcionamiento del vehículo, este sistema controla el ingreso de aire a la cámara de combustión este proceso lo realiza gracias al accionamiento del pedal de aceleración el cual mueve un obturador conocido como mariposa el cual actúa como una válvula que permite el paso de aire hacia la cámara. El sistema de aceleración electrónico presenta como novedad un motor de corriente continua el mismo que acciona al obturador eliminando el cable, este motor recibe las ordenes de la ECU la cual monitorea las señales que provienen del sensor APP accionando a la mariposa según sea la necesidad del conductor brindando mayor confort al mismo (Halderman, 2012).

El cuerpo de aceleración de un vehículo ha evolucionado con el paso del tiempo, la electrónica ha sustituido el tradicional acelerador cuyo proceso de funcionamiento era totalmente mecánico por un procedimiento sofisticado de control electrónico computarizado (Xue, Jiao, & Sol, 2018).

En la actualidad, la ECU se encarga del monitoreo de todos los sistemas del vehículo, en este caso interpretando las señales electrónicas que envía el sensor del pedal del acelerador al ser accionado por el conductor, el sistema de aceleración electrónico TAC dispone la apertura o el cierre de la mariposa en el cuerpo de aceleración permitiendo el paso de aire al múltiple de admisión, según sea la necesidad del vehículo o las condiciones de manejo.

Antes de iniciar con un proceso de diagnóstico es importante entender la estructura y el funcionamiento de un sistema de aceleración electrónico, este conocimiento será de vital importancia para deducir posibles fallas en dicho sistema, en la tabla 1.1 se interpretará cada una de las etapas que se conjugan en la operatividad del sistema de aceleración electrónico. De esta manera se facilitará el entendimiento del funcionamiento en este vital sistema dentro del vehículo.

Tabla 1. 1 Etapas de funcionamiento en un cuerpo de aceleración electrónico.

<p>Etapa 1: Vehículo apagado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedal sin acción • Mariposa cerrada, no hay paso de aire a la cámara de combustión sistema sin funcionamiento. 	
<p>Etapa 2: Ralentí</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedal sin accionado • Mariposa pequeña abertura se registra paso de aire permitiendo la combustión 	
<p>Etapa 3: Inicio de aceleración</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedal accionado 30 % • La ECU envía al cuerpo de aceleración los datos con la posición del pedal y abre la aleta al mismo tiempo 	
<p>Etapa 4: Aceleración media</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedal accionado 75 % • La apertura en la mariposa es directamente proporcional a la posición del pedal 	

Etapa 5 Aceleración total

- Pedal accionado 100%
- Mariposa totalmente abierta



Fuente: (Arenas, 2012).

En términos generales cabe mencionar acerca del sistema de aceleración que efectúa sus funciones de trabajo mediante la colaboración de distintos elementos, en inicio el sistema es controlado mediante los potenciómetros que se encuentran ubicados dentro del sensor APP el cual se encuentra posicionado o alojado dentro del pedal de aceleración estos potenciómetros toman la posición del pedal en todo momento mediante la acción del conductor.

Las señales electrónicas son enviadas directamente al módulo de control. La ECU procesa estos datos y envía datos de respuesta directamente al actuador, es decir al servo motor llamado TAC para que aquí se exista una variación en cuanto a la posición de la mariposa, la cual se ubica a la entrada del múltiple de admisión, esta variación en la posición de la mariposa es monitoreada por el sensor TPS el cual envía dos señales a la ECU de la misma forma que el sensor APP estos datos de esta forma la unidad de control electrónico mantiene controlados los datos que sirven para que el actuador haga su función de acelerar o desacelerar el vehículo según sea las necesidades del conductor. (Grepel & Lee, 2010). A continuación, el diagrama en la figura 1.1 indica la secuencia del funcionamiento en el sistema de aceleración electrónico, la intervención de sensores y del módulo de control.

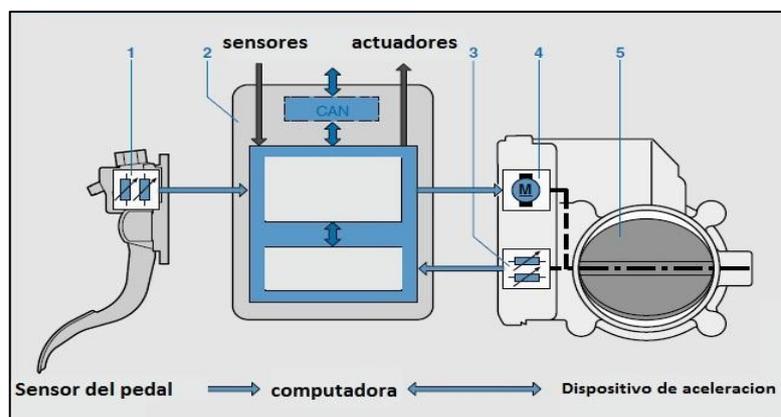


Figura 1. 1 Esquema acelerador electrónico.
(Bosch, Br Bosch Automotive, 2010).

1.10.2 Elementos constitutivos del sistema de aceleración electrónico

Todo sistema o mecanismo de trabajo que lleva a cabo una determinada función cuenta con un conjunto de partes o elementos constitutivos, los cuales al trabajar en forma determinada cumplen su objetivo principal de funcionamiento. De igual forma el sistema de aceleración electrónica cuenta con diferentes sensores y actuadores cuya función principal es brindarle mayor potencia al vehículo según sea la necesidad del conductor. A continuación, se van a detallar las partes que conforman el sistema.

1.10.2.1 Sensor APP

El sensor de posición del pedal más conocido como APP (position pedal accelerator) como se lo conoce por su nombre en inglés se considera como elemento clave dentro del sistema de aceleración, este sensor puede ser de efecto hall o divisor de tensión comúnmente llamado potenciómetro, cuyo modo de funcionamiento es el de una resistencia variable, la cual aumenta o disminuye su resistencia de acuerdo al desplazamiento de un cursor sobre una pista resistiva cuya parte móvil es gobernada por el pedal de aceleración, de esta forma mientras el pedal de acelerador sea accionado o deje de estar accionado enviará una tensión referencial a la ECU (Pedroza, 2012). En su mayoría el sensor del pedal de aceleración cuenta con dos señales APP las mismas que trabajan en conjunto para garantizar la veracidad de los datos enviados desde el pedal hacia la ECU garantizando de esta forma que el módulo de control sepa exactamente el momento y la posición del pedal cumpliendo los requerimientos del conductor. Estos sensores pueden clasificarse en: Tipo resistivo y Efecto Hall. A través del funcionamiento de un potenciómetro común se consigue que la tensión de trabajo en el mismo tenga una variación en su voltaje de trabajo.

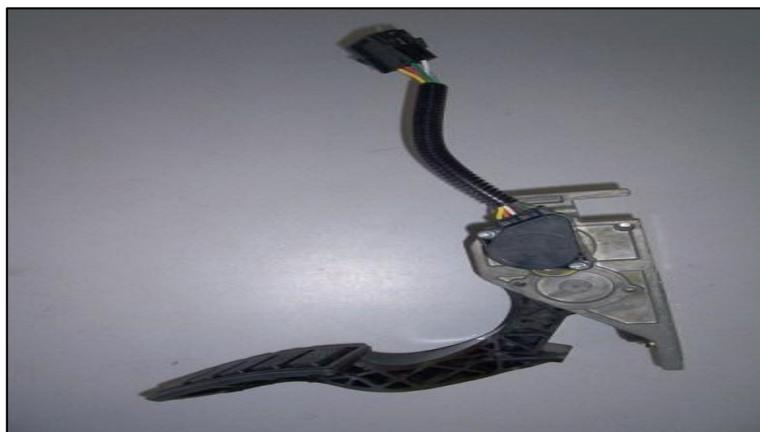


Figura 1. 2 Sensor APP (Posición de pedal de aceleración).
(Torres, 2017)

1.10.2.2 Sensor de Tensión Resistivo

Se aplica tensión en el primer pin, según se accione el acelerador se activan las pistas del pin 2, de esta manera en el pin 3 se conecta a tierra cerrando el circuito midiendo el voltaje de salida, teniendo en conocimiento el valor de la resistencia se obtiene la ubicación exacta del pedal a través de esta relación. (Fernandez S. , 2010).

- $V.out = OV$ delimita al potenciómetro en un extremo.
- $V.out = Vin$ delimita al potenciómetro al extremo contrario.

1.10.2.3 Sensor de Efecto Hall

Se denomina de efecto hall a todo sensor que basa su funcionamiento en el trabajo de una tensión o voltaje que fluctúa en el interior de una corriente magnética. El sensor de efecto hall no tiene desgaste su vida útil es mucho más larga que el sensor de efecto resistivo, se convierte en el equipo más utilizado para realizar el trabajo en el cuerpo de aceleración electrónico. (Fernandez S. , 2010).

1.10.2.4 Servo Motor (actuador de la mariposa)

Se trata de un elemento de fácil trabajo, ya que se compone principalmente por un motor de corriente continua el que cuenta con un sistema de engranajes circulares y un par de pistas, este motor tiene su fuente de alimentación directamente desde la unidad de control electrónico del propio automóvil y siendo la misma ECU quien controla los movimientos de la mariposa permitiendo u obstruyendo el paso de aire a la cámara de combustión de esta forma se realiza la aceleración del vehículo. (Castro, 2017).



Figura 1. 3 Motor Eléctrico cuerpo de aceleración.
(Castro, 2017).

1.10.2.5 Sensor TPS

El sensor de posición de la mariposa también conocido como TPS, es el sensor encargado de informar a la unidad de control electrónico sobre el ángulo de apertura o cierre de la aleta de aceleración con la finalidad de optimizar los tiempos de inyección del combustible en la cámara de combustión y dosificar la inyección según sea la necesidad del conductor. Se posiciona sobre el eje de la mariposa de aceleración.

Es muy común encontrar en este tipo de sistemas electrónicos un sensor TPS con 6 cables como se indica en la figura 1.4. Este sistema cuenta con dos potenciómetros que envían datos a la ECU en todo momento uno de los cables es de alimentación para el sensor por el mismo tendremos un voltaje máximo de 5 voltios y el cable sobrante es la conexión a tierra del sensor y dos cables de señal por cada potenciómetro. (Fran, 2010).

La señal que envía el sensor TPS va a tener una variación dependiendo cual sea la posición del pedal de aceleración generalmente cuando el vehículo se encuentra en ralentí la tensión de salida es baja. (DTC, 2019).

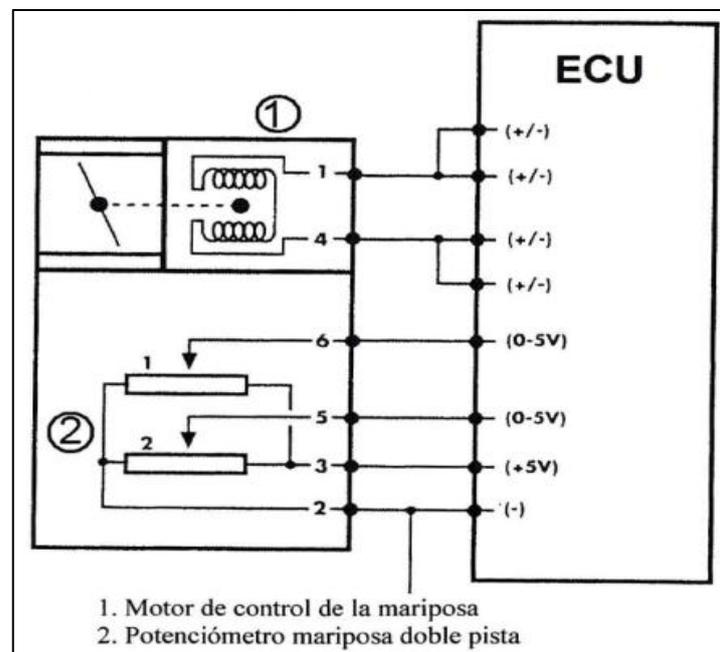


Figura 1. 4 Esquema Sensor TPS y TAC.
(Bosch, br.bosch-automotive.com, 2016).

Es importante destacar que un cuerpo de aceleración electrónico cuenta con un sensor APP que envía dos señales a la ECU y dos señales TPS, el objetivo de estas señales es brindar mayor fiabilidad en la obtención de datos y asegurar el funcionamiento del mismo.

1.10.3 Fallas en el sistema de aceleración electrónico

El sistema de control del acelerador en el vehículo es un sistema que tiende a adquirir distintas fallas, las mismas se pueden evitar, pero al tratarse de elementos que se encuentran en constante accionamiento pueden adquirir desgastes o descalibraciones que se transformarán en fallos provocando el mal funcionamiento del sistema.

1.10.3.1 Presencia de fallas sensor TPS

Es importante que el conductor pueda percatarse de reacciones extrañas en el automóvil cuando lo conduce, ya que es la persona que tiene contacto directo con el vehículo. Una buena interpretación a un síntoma extraño que presente el automóvil, ayudará a identificar de manera ágil el daño existente. En el caso de existir un sensor TPS con fallas se presentarán los siguientes síntomas:

- Cuando un sensor TPS se encuentra dañado la reacción más evidente es la pérdida de potencia. Si una de las pistas internas del sensor TPS está dañada o defectuosa, el auto reaccionará con jalones o tirones al momento de accionar el acelerador.
- Una de las fallas más comunes relacionadas directamente al sensor TPS es la presencia de marcha mínima o ralentí inestable, esto puede provocar que el motor del automóvil quede acelerado.
- La presencia del testigo de check engine en el tablero de funciones también puede estar relacionado de manera directa al sensor TPS. Estos datos fueron obtenidos de foros relacionados con la industria automotriz. (Norman, 2017); (Ruta, 2018).
- La presencia de agentes contaminantes tales como emisiones de líquido lubricante combustionado, o impurezas propias de aire pueden dar como resultado que la aleta de aceleración no tenga un cierre ideal evitando el paso del aire a la cámara de combustión provocando irregularidades en los regímenes de aceleración. (B, S, & Kumar, 2017).

1.10.3.2 Códigos de Falla relacionados al cuerpo de aceleración electrónico

En la tabla 1.2 se muestra los códigos de falla de forma general más comunes los mismos que se encuentran relacionados directamente con el cuerpo de aceleración electrónico en un vehículo sin especificar marca y modelo. Es por este importante motivo que cabe mencionar que la nomenclatura puede estar sujeta a variaciones dependiendo la región o el país del

mundo en el que se encuentre ya que estos valores no son una constante y están sujetos a cambios. También están sujetos a las políticas de restricción de cada fabricante o constructor automotriz de esta forma por objetos investigativos relacionados con el estudio de este proyecto se podrá analizar los siguientes códigos en forma general para valores referenciales la tabla 1.2 indica un listado de códigos de falla genéricos y la sintomatología posible de falla que causen estos códigos siendo estos síntomas los que deben ser tratados para proceder a una reprogramación del sistema de aceleración.

Tabla 1. 2 Códigos de falla en cuerpo de aceleración.

Número de código fabricante	Descripción o posible daño género
Código P2167	<ul style="list-style-type: none"> • Intermittencia electrónica en el sistema de aceleración • Corto circuito abierto o cerrado en el cableado del sensor de posición del pedal • Defectos en la conexión eléctrica • Sensor de posición del pedal defectuoso • Sensor de posición de la mariposa defectuosa
Código P2138	<ul style="list-style-type: none"> • Servo motor con fallas • Problemas con el cableado del servo motor • Uno de los sensores de posición en mal estado o defectuoso • Un módulo de control defectuoso
Código P2109	<ul style="list-style-type: none"> • Fallo total en el sistema de aceleración electrónico • Fallo en el controlador que permite el accionamiento del pedal de aceleración • Fallo del sensor de posición • Fallo en la ECU • Corto circuito abierto o cerrado en el sistema de cableado • Daño irreparable en la placa del sistema de aceleración electrónico
Código genérico	<ul style="list-style-type: none"> • Lecturas fuera de los parámetros establecidos • Fallas en la ECU • Daños en los sensores TPS o APP • Fallos en el sistema de aceleración

Fuente: (Vermin, 2018); (CodigosDTC, 2018)

1.10.4 Diagnóstico de Fallas

Para realizar un diagnóstico de fallas se deben realizar tanto inspecciones visuales como auditivas en busca de síntomas o anomalías que se puedan detectar en el vehículo, principalmente en régimen de ralentí o bajas revoluciones. Además, es necesario el uso de herramientas de diagnóstico que se encuentran en todo centro de servicio automotriz.

Para realizar un análisis de fallas se identificará los típicos síntomas de daño que puede presentar el sistema de aceleración electrónico. Para esto en la tabla 1.3 se han identificado las fallas más comunes que puede presentar un vehículo cuando su sistema de aceleración tiene algún daño, de aquí el encargado del servicio de mantenimiento deberá inferir en cualquiera de los sistemas revisados en los puntos anteriores, los mismos que conforman este sistema vital del automóvil. El cual es de gran importancia en el correcto desempeño del auto.

Tabla 1. 3 Fallas del sistema de aceleración.

Señal de precaución en el tablero luz (MIL)
Aceleración pausada sin potencia
Pérdida total de aceleración (no hay respuesta)
Inestabilidad del régimen de ralentí demasiado alta o con fluctuaciones
Códigos de falla (scanner: Servo motor eléctrico. APP, TPS)
Manejo en modo seguro de 1500 a 2000 RPM

Fuente: (Auto Advance, 2018).

Para tener un análisis acertado en la obtención de datos de los sensores y los actuadores automotrices es necesario utilizar herramientas de diagnóstico certificadas como es el caso del multímetro o del osciloscopio automotriz en el caso del sensor de posición del pedal del acelerador se debe manejar ciertos protocolos antes de la obtención de datos con el switch en posición de contacto se acciona el pedal y se debe obtener como respuesta el movimiento de la mariposa ubicada en el cuerpo de aceleración, si no existe respuesta por parte del actuador se procederá a cambiar los elementos.(Norman, 2017).

Por último, es necesario realizar una reprogramación en el sistema del cuerpo de aceleración electrónico, mediante el protocolo de comunicación J2534 de este modo se estará garantizando y certificando el óptimo funcionamiento del sistema de aceleración devolviéndole las características de fábrica a este elemento vital del automóvil.

1.10.5 Protocolos de Comunicación

Se da el nombre de Protocolo de comunicación a un conjunto establecido de normas estandarizadas y reglas cuyo objetivo primordial es el de permitir que dos o más dispositivos de cualquier origen puedan tener una comunicación exitosa permitiéndoles intercambiar información.

Cuando un vehículo presenta algún tipo de fallo electrónico es necesario poder ingresar al sistema de datos interno de la ECU, para de esta manera cotejando los valores óptimos de funcionamiento con los valores erróneos poder diagnosticar cuales son los daños que presenta el vehículo, es aquí donde se vuelve indispensable que la herramienta de diagnóstico maneje el mismo protocolo de comunicación que el vehículo y obtener una comunicación exitosa entre el automóvil y el equipo de diagnóstico (Ortiz, 2014).

En otra definición se indica que: Se da el nombre de protocolo de comunicación dentro de las intervenciones tecnológicas que abordan la industria automotriz a los procedimientos para enviar y recibir datos desde una unidad de control hacia un actuador electrónico, estos dos elementos forman un circuito cerrado por el cual circulan datos de órdenes y respuestas todo esto gracias a las vías de interacción los cuales interpretan los mensajes a través de alteraciones de tensión, estímulos eléctricos o estímulos físicos (Caymans, 2018).

Desde su creación hasta la actualidad los protocolos de comunicación han sido normados por dos instituciones ISO (organización internacional de estandarización) y SAE (asociación de ingenieros automotrices) en la tabla 1.4 se puede observar la clasificación de los tipos de protocolos de comunicación seguidos de la normativa que legalmente los regula (Caymans, 2018)

Tabla 1. 4 Clasificación de los protocolos de comunicación.

Organización	Tipo de protocolo
Normativa ISO	ISO 9141- 2
	ISO 14230-4 (KWP2000, Keyword Protocol 2000).
	ISO 15765-4 (CAN,Controller Area Network)
Normativa SAE	SAE J1939
	SAE J1850 (PWM (Pulse Width Modulation) y VPW (Variable Pulse Modulation)

Fuente: (Ortiz, 2014).

1.10.5.1 Protocolo de comunicación ISO 9141-2

El protocolo de comunicación ISO 9141-2 es considerado el pionero en los sistemas de comunicación. En 1989 fue normalizado por la ISO. Su funcionamiento se fundamenta en la comunicación en serie asíncrona en donde se identifica: (el bit 0 con cero voltios) y (el bit 1 con 12 voltios) su característica principal es que posee una velocidad de comunicación de 10400 BAUDIOS en forma general este protocolo de comunicación es utilizado por marcas como Chrysler, también en algunos autos de la unión europea y en menor número en la industria asiática.

1.10.5.2 Protocolo de comunicación ISO 14230-4

Referente a su aspecto o capa física este nuevo protocolo de comunicación es muy similar al 9141-2, tiene una variación en sus velocidades de comunicación dependiendo de la capa física usada variando de 1200 a 10400 baudios este margen se debe al modelo OSI usado en redes de sistemas informáticos con la variación de inicialización y finalización de comunicación.

1.10.5.3 Protocolo de comunicación ISO 15765-4

Este protocolo fue introducido en la industria automotriz gracias a la empresa Bosch quien lo desarrolló apuntando a otras industrias como la aeroespacial y equipamiento médico, su característica principal es que brinda una velocidad de transferencia de datos superior a 1000000 de baudios o 1mbit sobre segundo al tener una velocidad alta de transferencia de datos las distancias también pueden aumentar, es así que este protocolo puede trabajar con distancias de hasta 40 metros. A partir del año 2008 como normativa se pidió que todos los fabricantes implementen este protocolo buscando la estandarización automotriz.

1.10.5.4 Protocolo de comunicación SAE J1939

Para su creación se pensó en la industria automotriz del tipo camiones pesados, por las nuevas implementaciones de control ambiental y de emisiones los motores diésel han visto en el SAE J1939 una alternativa para optimizar la transferencia de datos interna del automotor. Tiene gran aceptación ya que es usado en bombas industriales, propulsión marina, vehículos de carretera y autos todo terreno.

1.10.5.5 Protocolo de comunicación SAE J1850

Es una alternativa a costos muy bajos para la industria automotriz. Se lo puede implementar en vehículos construidos con poco presupuesto aplica para vehículos de carretera y todo terreno, como característica en este protocolo se encuentra la presencia de dos subdivisiones la primera es: VPW que significa modulación por ancho variable y la segunda es: (PWM) que es la modulación por ancho de pulso.

1.10.6 Fabricantes y sus protocolos

En la industria automotriz es de conocimiento público que cada fabricante guarda celosamente algunos secretos referentes al funcionamiento o desempeño de sus vehículos en busca de exclusividad y conseguir un mayor número de ventas, en lo referente a los protocolos de comunicaciones los fabricantes de vehículos han seleccionado distintos protocolos que a su entendimiento cumplen con los requisitos y exigencias que buscan al entregar su producto final, en la tabla 1.5 se clasificarán y emparejarán las diferentes marcas de vehículos y el protocolo que han seleccionado para cada uno de ellos, por la diversidad del campo automotriz esta tabla es referencial y posee datos que pueden variar según el país y la región del mundo en la que se encuentren.

Tabla 1. 5 Protocolo seleccionado por cada fabricante.

Tipo de protocolo	Fabricante
ISO 9141-2/KWP2000-4	Varios automóviles asiáticos y europeos incluyendo Alfa Romeo, Audi, BMW, Citroën, Fiat, Honda, Hyundai, Jeep post-2004, Kia, Land Rover, Mazda, Mercedes, Mitsubishi, Nissan, Peugeot, Renault, Saab, Skoda, Subaru, Toyota, Volkswagen post-2001, Volvo pre-2004
J1850 PWM	Ford pre-2003. Jaguar pre-2003. Mazda pre-2004
J1850 VPW	General Motors, Chrysler
ISO 15765-4	Ford, Mazda, Volvo desde 2004.

Fuente: (Ortiz, 2014).

1.10.7 Funcionamiento de OBD II

En la actualidad los vehículos automotrices cuentan con un sistema de diagnóstico a bordo controlado por la unidad de control electrónico que permite detectar fallas dentro del vehículo que alertan al usuario de la presencia de los mismos y exigiendo la pronta atención

de estas fallas para que el vehículo vuelva a trabajar bajo los parámetros óptimos de funcionamiento, se lo implemento a finales de la década de los 80 cuyo objetivo primordial es contribuir a la lucha por el cambio climático regularizando las emisiones contaminantes en vehículos. (Camarillo, 2012).

Este sistema tiene acceso directo y monitorea distintas condiciones de conducción, controlando la interacción entre los sensores y actuadores del vehículo. Al momento en que aparece un problema en el comportamiento normal del vehículo el OBD II automáticamente enciende una luz de advertencia en el tablero de instrumentos llamada Check engine, al mismo tiempo el sistema OBD graba un código de falla relacionado a la falla existente en la memoria interna de la ECU. Por normativa los códigos de falla tienen un formato establecido el mismo que hace referencia e indica el lugar del vehículo en el que suscitó el problema y las condiciones en las que se presentó esta falla. (Ortiz, 2014).

Como parte del sistema OBD II encontramos un puerto o conector estandarizado llamado DLC (data link connector). Este puerto de conexión para equipos de diagnóstico dentro de su estructura cuenta con 16 pines y según el protocolo de comunicación en el vehículo cada pin tiene asignada una función de trabajo determinada.

Una vez se haya llevado a cabo la conexión entre un equipo de diagnóstico y la ECU a través del puerto DLC del vehículo, se podrá tener acceso a los diferentes modos de trabajo del auto, de esta manera se monitorea los datos en tiempo real de los diferentes sensores, el registro de las condiciones al ocurrir la falla en el automóvil, se podrá eliminar o formatear los códigos existentes en la memoria de la ECU, parámetros de funcionamiento de diversos sensores y distintos modos de operación del sistema de diagnóstico a bordo. (Ortiz, 2014).

1.10.7.1 Conector DLC

DLC es el nombre que se le da al puerto de comunicación que tiene el sistema OBD, su función es ser la interface que permite la conexión entre cualquier herramienta de diagnóstico y los diferentes módulos de control del automóvil, así como también al sistema de diagnóstico a bordo. Este conector está regulado bajo el estándar J1962. (CodigosDTC, 2018).

En la figura 1.5 se observa la disposición del puerto DLC dentro del vehículo en su mayoría y por norma se encuentra ubicado dentro del habitáculo en la parte inferior del tablero de

instrumentos en el lado del conductor del vehículo muy próximo a la caja de fusibles interna, este conector fue normado en 1996 y es del tipo hembra.



Figura 1. 5 Conector DLC en el vehículo.
(Vermin, 2018)

Los diferentes protocolos de comunicación tienen por disposición uno o varios pines, aunque esto no es norma general ya que dependerá de cada automóvil y de cada fabricante según sea el protocolo que estén utilizando para la transferencia de información. Cada protocolo cuenta o requiere una cantidad diferente de pines para su trabajo.



Figura 1. 6 Terminales del conector DLC para OBD II.
(Fajardo, 2018)

1.10.7.2 Modos de operación del sistema OBD II

El sistema de diagnóstico a bordo ofrece 10 modos de operación los mismos que le permiten al usuario tener acceso a distintas partes de la ECU. Estos modos serán descritos a continuación en la tabla 1.6.

Tabla 1. 6 Modos de operación OBD II.

Modo (hex)	Descripción
0x01	Mostrar datos actuales
0x02	Mostrar datos freze frame
0x03	Mostrar códigos de diagnósticos almacenados
0x04	Borrar códigos de diagnóstico y valores almacenados
0x05	Resultados de pruebas de monitoreo del sensor de oxígeno (no aplica para CAN)
0x06	Resultados de pruebas, otro componente de monitoreo / sistema (resultados de pruebas, monitoreo del sensor de oxígeno, solo CAN)
0x07	Mostrar códigos de diagnóstico pendientes (detectados durante el ciclo de conducción actual o pasado)
0x08	Control de funcionamiento del componente de a bordo o sistema
0x09	Solicitud de información del vehículo
0x0A	Códigos de diagnóstico permanentes. (Códigos de diagnóstico borrados).

Fuente: (Ortiz, 2014).

Luego de acceder a los distintos modos de trabajo del sistema OBD II la respuesta obtenida será en hexadecimal, desde este punto se realizará la conversión a decimal y posteriormente según las fórmulas previamente establecidas encontrar el valor deseado.

1.10.8 Protocolo de Comunicación J2534

El protocolo J2534 es un concepto que brinda la posibilidad de adentrarse en los parámetros de reprogramación en una ECU automotriz y poder modificar o actualizar el funcionamiento de determinados actuadores dentro del vehículo. Buscando mejorar el rendimiento del mismo. Esto se lleva a cabo mediante una interfaz cargada previamente en un equipo de diagnóstico como un escáner automotriz o directamente en un computador personal. Actualmente este tipo de procedimientos no es muy familiar para técnicos automotrices dejando pasar una gran oportunidad de generar ingresos al realizar estas actualizaciones. (AutoAdvance, 2019).

Una unidad de control electrónico para vehículos lleva instalado en su memoria ROM un conjunto de instrucciones o firmware, las mismas que hacen de nexo entre los dispositivos y actuadores electrónicos para enviar o recibir órdenes provenientes de la ECU del automóvil. luego que esta ha procesado la información proveniente de los sensores. Este

firmware o base de datos puede ser actualizado o modificado generalmente para mejorar la calidad de las emisiones contaminantes de un vehículo automotor brindando mejores prestaciones referentes al tema de la contaminación ambiental. Hasta hace algún tiempo este procedimiento solo podía ser realizado en un concesionario autorizado ya que los equipos para realizar este proceso eran costosos y distinto en cada vehículo según su propia marca. (Alfonso, 2016)

SAE vio la necesidad de generalizar estos procesos creando en 2004 el protocolo de comunicación J2534 que le permite a cualquier técnico de diagnóstico ubicado en cualquier parte del mundo actualizar este firmware en cualquier vehículo indistintamente de la marca con un equipo de diagnóstico y una computadora previamente cargada este protocolo como muestra la figura 1.6. (Kvaser, 2019)

Sin embargo, estas prácticas si no se llevan a cabo con las debidas precauciones pueden provocar severos daños en la unidad de control electrónico es por esto que se recomienda tomar las debidas precauciones como por ejemplo mantener un voltaje estable en la batería del automóvil mientras se realizan estas actualizaciones. (AutoAdvance, 2019)

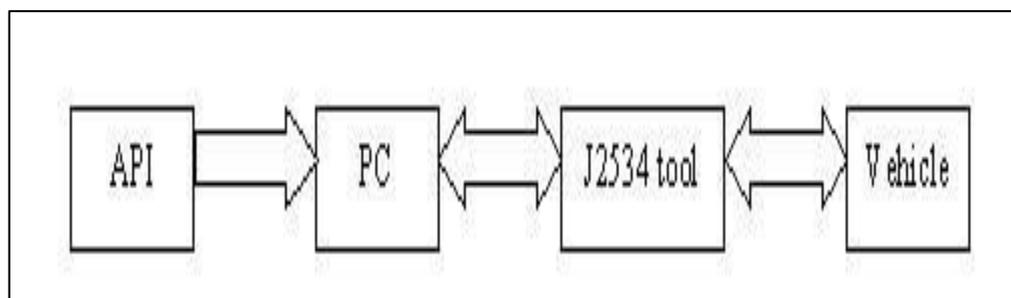


Figura 1. 7 Jerarquización del protocolo de comunicación J2534.
(Kvaser, 2019).

1.10.8.1 Especificaciones para Hardware

Para que se logre la comunicación entre el vehículo, la unidad de control electrónico y el equipo que soporta el protocolo de comunicación J2534 es necesario crear una vía de intercambio de datos entre estos tres actores, esta vía de interacción debe soportar los mensajes que sean enviados a través de los distintos protocolos propios de la marca, los mismo serán detallados a continuación:

- ISO9141
- ISO14230 (KWP2000)

- J1850
- CAN (ISO11898)
- ISO15765
- SAE J2610
- J1939 (desde 2005)

El proceso para realizar la conexión desde el equipo de diagnóstico con el protocolo de comunicación J2534 cuenta con la libertad de llevarse a cabo según la necesidad del usuario, esto puede ser vía inalámbrica, mediante cable de datos desde el puerto DLC y a través del puerto USB. Las opciones de reprogramación según cada fabricante no están ligadas a la conexión de los equipos. De esta manera todas las herramientas pueden reprogramar todo tipo de vehículos independientemente del fabricante. (NASTF, 2016).

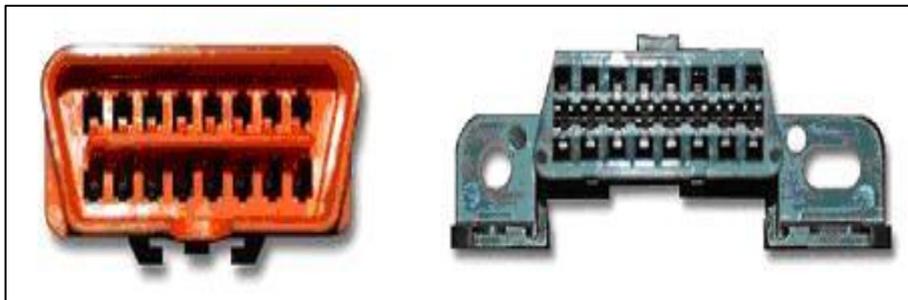


Figura 1. 8 Puertos de diagnóstico macho y hembra.
(Kvaser, 2019).

Una vez se ha dado comienzo entre el dispositivo cargado con el protocolo de comunicación J2534 y el puerto DLC del vehículo sea hace necesaria la utilización del conector SAE j1962 tal como se muestra en la figura 1.7 el cual es usado para la conexión de OBD II. Se desprecia la longitud que pueda tener el cable, aunque es recomendable una distancia no mayor a los 5 metros. En caso de no usar el puerto DLC en el vehículo el fabricante deberá brindar la información de la alternativa. (Kvaser, 2019).

La línea de comunicación del equipo que soporta el protocolo J2534 requiere una fuente de alimentación que varía entre 5 y 20 (v) desde el conector DLC las especificaciones técnicas que se requiere exige que la alimentación ingrese por los terminales 6,9,11,12,13 o 14 una intensidad de 200 (mA) para su punto máximo dentro de una variación de tiempo alrededor de 1 (mS).

Se exige además que el equipo de diagnóstico J2534 soporte una base de almacenamiento alrededor de 4kb para recepción de datos y 4kb para envío de datos.

Esto conlleva que el procesador tenga una velocidad adecuada para analizar los datos y no se pierda información. (Avance, 2013).

1.10.8.2 Requisitos Software

En la actualidad todo tipo de sistema que exige una actualización o reprogramación de datos es necesario contar con ordenadores o equipos que soporten sistemas operativos tales como Windows, Android, IOS esto dependerá de la unidad de control electrónico que se cuente y de forma directa al protocolo de comunicación J2534.

El celo en el desarrollo de tecnología automotriz a dirigido a cada fabricante a desarrollar su propio equipo regido por normas API y se limita únicamente a sus propios vehículos solo usan por ejemplo el protocolo, ISO 9141, y en teoría esta no tiene que admitir ningún otro protocolo de comunicación. Por esto es importante que el protocolo de comunicación API J2534 aplicación cumpla con todos los protocolos anteriormente mencionados.

El hardware tiene datos completos acerca del funcionamiento de la ECU las mismas que son compatibles con este hardware. Incluye también una línea de comunicación que permite seleccionar opciones distintas según cada fabricante.

Otro requerimiento indispensable es la existencia para el equipo que contenga el protocolo de comunicación J2534 la creación de una memoria DLL cargada con funciones y mapas de interacción con el ordenador. Esta memoria es montada por el fabricante del equipo y cotejada para los vehículos a reprogramar. Estas opciones de trabajo del equipo del J2534 se interconectan a funciones determinantes para cada vehículo las cuales tienen también protocolos de conexión entre el equipo y el ordenador. (Fernandez S. , 2010).

El objetivo del equipo portador del protocolo de comunicación J2534 es que este sea apto para vincularse con todos los protocolos amigables del J2534. El hardware que ocupa cada fabricante automotriz, utilizará los comandos aplicados para el protocolo de comunicación J2534 para interactuar con un equipo de diagnóstico de distintos fabricantes el inicio de la comunicación viene dado por el equipo del J2534 y el protocolo que ocupa el vehículo, a partir de este punto la conexión está supeditada al equipo y la administración del protocolo deseado. Desde este punto el equipo interactúa con la ECU intercambiando datos enviando y recibiendo información realizando los procesos de reprogramación actuando según las necesidades del usuario (Fernandez S. , 2010).

1.10.9 Reprogramación de Aceleradores Electrónicos

La reprogramación de un módulo PCM y en este caso directamente del TAC a través del protocolo de comunicación J2534 se basa en actualizar los datos que envía el TAC a la ECU acerca de la posición y requerimientos de la mariposa y las necesidades de aceleración del auto para esto modifica los datos del APP y del TPS

1.10.9.1 Proceso de reprogramación Módulo PCM cuerpo TAC

- Limpiar el cuerpo de aceleración. - El exceso de carbón en la garganta del cuerpo de aceleración impide que la aleta abra y cierre normalmente, por esto es necesario limpiar el cuerpo de aceleración de forma que todo el carbón existente en la garganta sea eliminado.
- Existen ciertos vehículos en especial de la marca GM (General Motors), que cuando se encuentra en la etapa de conexión de la herramienta de reprogramación (scanner) es necesario tomar en cuenta el número VIN para interconectar la marca el modelo y el año, además de la carrocería y número de motor del vehículo que se está reprogramando con el hardware correcto que el scanner ofrece.
- Identificar códigos de falla, interpretar códigos de avería relacionando las fallas de funcionamiento con los protocolos de reprogramación de la herramienta.
- Suprimir códigos de fallas, eliminando de la memoria de la ECU.
- Tener una fuente de alimentación constante de 12 volts.
- Identificar que no existan problemas que puedan obstaculizar o impedir el desarrollo de la programación al cuerpo de aceleración electrónico.
- Iniciar el proceso de reprogramación con el protocolo de comunicación J2534 mediante herramienta especializada.

Información obtenida de (Automotrices, 2017),y fuentes multimedia en internet. (Globaltech, 2018)

1.10.10 Equipos de Programación (scanner).

Dentro de los equipos de diagnóstico en el campo automotriz, el scanner es una herramienta de mucha utilidad, se relaciona directamente con las fallas registradas dentro de la electrónica del vehículo y los códigos de falla que se almacenan en la ECU del vehículo, los

que se registran como falencias o códigos de error. El scanner accede a la memoria de la ECU y reporta los fallos que se encuentran grabados en la misma (ADM, 2018).

Actualmente en el mercado automotriz existen gran diversidad de marcas, tipos, modelos, de scanner automotriz desde muy básicos con pocas opciones hasta muy avanzados y con gran número de herramientas y mejoras que facilitan el proceso de diagnóstico automotriz.

En el presente proyecto de investigación se utilizará el G-scan 2. La cual es una herramienta que por sus prestaciones ofrece grandes alternativas, además que incluido en su software brinda la herramienta de reprogramación en cuerpos de aceleración electrónicos, esta opción será de vital importancia al momento de realizar esta investigación.

Tabla 1. 7 Características G-scan 2

<p>Estructura de alto rendimiento de triple CPU: Diseñada para un arranque rápido y un alto rendimiento mediante la adopción de 3 CPU dedicadas a la computación, la comunicación y la medición.</p>
<p>Sistema operativo WIN CE 6.0: La última versión de Windows CE 6.0 ofrece una interfaz de usuario mejorada con estilo de teléfono inteligente, una mejor conexión en red y una mayor seguridad del sistema.</p>
<p>Diseño sólido y rígido: Diseñado para ser utilizado en el entorno de taller. Tiene una fijación de 4 puntos para DLC principal y utiliza 13 teclas táctiles.</p>
<p>Conectividad inalámbrica: El G-scan 2 puede acceder a Internet y utilizar actualizaciones inteligentes, sistemas de retroalimentación rápida, interfaz de PC en tiempo real e impresión directa.</p>
<p>Pantalla LCD legible a la luz del sol de 7 ": La pantalla LCD de 1024 x 600 de alta resolución garantiza una legibilidad excelente con una sorprendente pantalla gráfica de datos e información de diagnóstico.</p>
<p>Memoria de tarjeta SD de 16 GB: Se aplica la solución de almacenamiento más utilizada. La tarjeta SD de 16 GB tiene capacidad para aplicaciones de software completas y tiene capacidades de almacenamiento de datos enormes.</p>
<p>Batería recargable: La batería de ión de litio de 2100Ah suministra energía al G-scan 2 durante más de una hora en condiciones de carga completa sin una fuente externa.</p>

Soporte para vehículos comerciales de 24 V: El diagnóstico de vehículos comerciales asiáticos es la especialidad única de G-scan 2. Realiza la conexión directa al sistema de 24 voltios de camiones y autobuses.

Diagnóstico S/W totalmente compatible con G-scan: Al compartir la misma plataforma de comunicación con g-scan 1, G-scan 2 hereda la excelente capacidad de diagnóstico, y el rendimiento característico de esta herramienta.

Modo ahorro de energía: Para un arranque rápido, G-scan 2 admite el "modo de espera". Hibernando con el mínimo consumo de energía, el G-scan 2 se despierta instantáneamente al presionar brevemente la tecla de encendido o al tocar la pantalla.

Fuente: (G-scan, 2016)

1.10.10.1 Funciones de Diagnóstico

Cobertura en total para automóviles y camiones asiáticos

La comunicación del vehículo para el G-scan 2 está diseñada para ser totalmente compatible con el G-Scan, esta permite tener el suministro continuo de una capacidad de diagnóstico en profundidad sin ningún tipo de inconveniente en los turismos y vehículos comerciales asiáticos. Convirtiéndose en una herramienta útil en la actualidad ya que en el mercado local los vehículos asiáticos están tomando por completo el mercado automotriz.



Figura 1. 9 Menú de selección por marcas de vehículos con G-scan 2. (Ortega, 2017).

Búsqueda automática de sistema y DTC

En el modo 'Búsqueda de sistema' se podrá verificar automáticamente todos los sistemas instalados en el automóvil, informa el número de códigos de falla encontrados y la disponibilidad de funciones de diagnóstico avanzadas en cada sistema detectado.

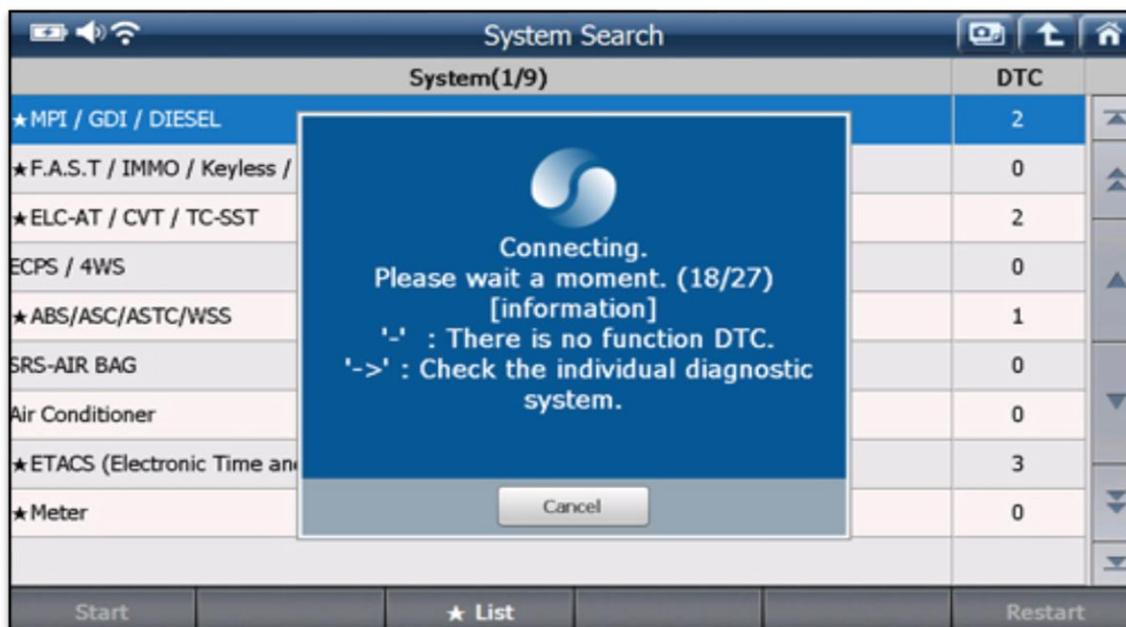


Figura 1. 10 Menú búsqueda automática y detección de códigos de falla. (Ortega, 2017).

Captura de pantalla.

G-scan 2 facilita la manipulación de información como tablas de datos, ya que ofrece como herramienta la factibilidad de grabar datos capturando la imagen de pantalla en cualquier momento y la opción de agregar notas rápidas escritas a mano en la pantalla con el lápiz óptico. Ayudan a mejorar el proceso de análisis. Se puede guardar y volver a cargar para futuras referencias.

Inspección de línea CAN

G-scan 2 ofrece la función que detecta la transmisión de la señal de las líneas de CAN-Bus e indica el estado de las señales de CAN-Bus al mostrar los símbolos de las luces luminosas en la pantalla para ayudar a identificar instantáneamente el defecto de hardware del sistema CAN-Bus.

Estructura de menú amigable al usuario

Si se selecciona Internacional, sigue una simple selección del Tipo de conector de diagnóstico y luego se puede hacer la selección del sistema sin tener que seguir otras selecciones de nombre, código de modelo, tipo o año del modelo. Proporciona una función completa y un resultado de diagnóstico del mismo nivel que la selección de todos los detalles del auto.

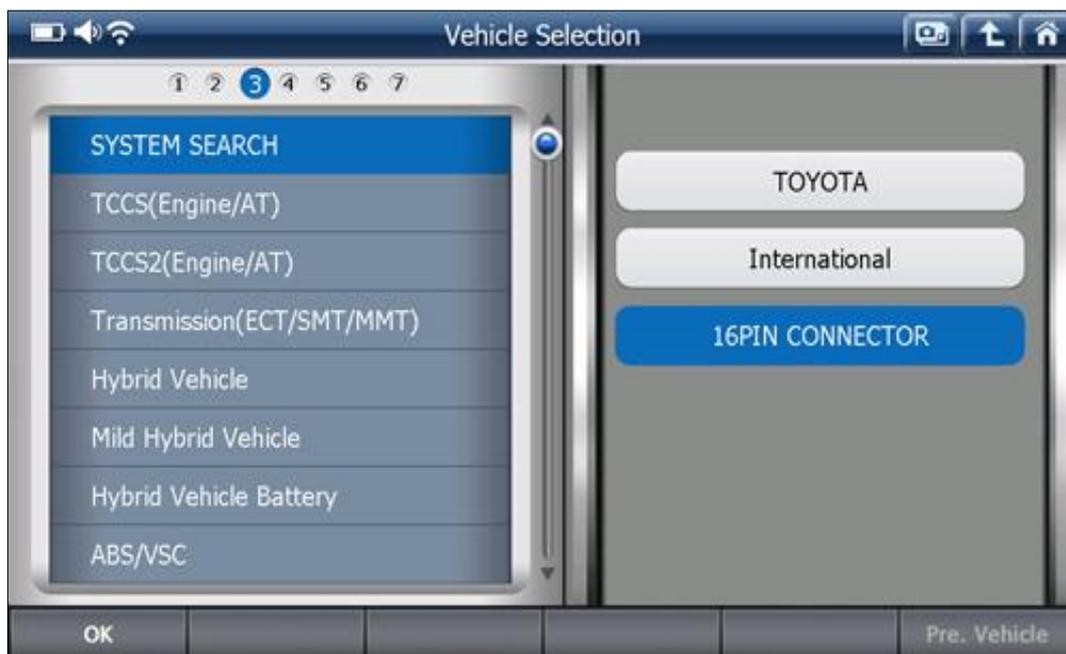


Figura 1. 11 Estructura amigable menú de navegación.
(Ortega, 2017).

Funciones de utilidad

G-scan 2 ofrece una variedad de funciones de utilidad como la Inspección de la línea de comunicación, conversor de unidades, calculadora de funciones especiales, (Ley de Ohm), resistencia paralela, frecuencia y período, distancia del neumático por rotación, porcentaje para la conveniencia del usuario del G-scan 2. Estas opciones vienen de la mano con la operatividad y cumplen los objetivos de G-scan 2 de convertirse en la mejor herramienta de diagnóstico en el mercado.

Menú funciones especiales (protocolo de comunicación J2534)

En esta sección podemos encontrar todas las funciones especiales que G-scan 2 le brinda al usuario, por ejemplo: reprogramación en cuerpos de aceleración, pruebas de actuadores en el vehículo y varias funciones extras, estas podrán variar de acuerdo a cada fabricante. G-

scan maneja el protocolo de comunicación J2534. Como forma de estandarizar parámetros referentes a software el protocolo J2534 tiene acceso a una gran variedad de autos del parque automotriz que actualmente circulan por el país, este beneficio simplifica la posibilidad de diagnosticar eventuales fallas relacionados con componentes electrónicos del vehículo.



Figura 1. 12 Opción funciones especiales.
(Ortega, 2017).

Gracias a este protocolo de comunicación manejado por g-scan 2 se puede tener beneficios como el software Hyundai y Kia del G-scan 2 que admite el modo dual en el que se ejecutan y muestran simultáneamente las 2 funciones de diagnóstico (análisis DTC, análisis de datos, prueba de actuador y simulador).

1.10.11 Microchip CAN BUS ANALYZER

La herramienta Microchip CAN BUS Analyzer, se presenta como una herramienta muy amigable para la manipulación del usuario y de bajo costo. Se la emplea principalmente para desarrollar, infiltrar y depurar una red CAN de alta velocidad. La herramienta dispone de una amplia gama de funciones que le permiten ser utilizada a través de varios campos de la industria automotriz.

Cuenta como una característica principal con un software que puede ser instalado y es compatible con todo tipo de computadoras esto le permite al Microchip CAN BUS Analyzer ser manejado con un alto grado de facilidad por la persona que lo manipule.



Figura 1. 13 Can Bus Analyzer.
(Microchip Technology, 2011).

La herramienta Microchip CAN BUS Analyzer es compatible con sistemas OBD2 la que utiliza protocolos ISO 11898-2 el mismo que se opera como una red CAN de alta velocidad. Con transmisión de datos de hasta 1 Mbit / s. La herramienta se conecta directamente a al puerto DLC teniendo acceso a la red CAN con un cable compatible con el puerto DLC y con un conector DB9 con terminal de tornillo ajustable por seguridad y fiabilidad en el trasporte de datos.

El analizador CAN BUS tiene una funcionalidad estándar con rastreo, transmisión, filtro de rastreo, capacidad de archivo de registro y transmisión de mensajes CAN de grupo. Todas estas características lo convierten en una herramienta muy versátil, que permite una depuración rápida y simple en cualquier red CAN de alta velocidad.

El hardware CAN BUS Analyzer es una herramienta compacta y de fácil transporte como se muestra en la figura 1.11. no ocupa un gran espacio físico de tal modo que al momento de usarlo sea amigable con el usuario.

Brinda una comunicación directa a un ordenador mediante un mini conector USB. De esta manera proporciona al CAN BUS Analyzer un medio de comunicación fácil y rápido con el ordenador, este puerto USB puede también pueden proporcionar una fuente de alimentación segura al Microchip CAN BUS Analyzer.

Una vez que el hardware está conectado y se haya finaliza con la instalación del software, se recomienda abrir la interfaz gráfica en un computador usando el acceso directo que se ubicará en el escritorio del computador el mismo que se grabará con el nombre: “Microchip Technology Inc.”. La figura 1.12 muestra la ventana abierta cuando se ha ejecutado el programa desde el computador.



Figura 1. 14 Can Bus Analyzer ventana de trabajo.
(Microchip Technology, 2011).

La ventana de seguimiento muestra el tráfico del bus CAN en una forma legible. Esta ventana mostrará el ID (Extended es representado con un precedente 'x' o Standard), DLC, los bytes de datos, la marca de tiempo y la diferencia de tiempo desde el último mensaje de BUS CAN.

La ventana del balanceo de seguimiento mostrará los mensajes CAN secuencialmente a medida que aparecen en el bus CAN. El delta de tiempo entre los mensajes se basará en el último mensaje recibido, independientemente de ID CAN.

TRACE	ID	DLC	DATA 0	DATA 1	DATA 2	DATA 3	DATA 4	DATA 5	DATA 6	DATA 7	TIME STAMP (sec)	TIME DELTA (sec)
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.2732	0.012
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.2612	0.010
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.2512	0.008
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.2432	0.010
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.2332	0.012
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.2212	0.010
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.2112	0.008
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.2032	0.010
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.1932	0.012
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.1812	0.010
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.1712	0.008
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.1632	0.010
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.1532	0.012
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.1412	0.010
RX	0x1023x	7	0x03	0x00	0x33	0x00	0x88	0x00	0x52		196.1312	0.010

Figura 1. 15 Can Bus Analyzer obtención de datos ventana de trabajo.
(Microchip Technology, 2011).

La ventana de seguimiento fijo mostrará los mensajes CAN en una posición fija en la ventana. El mensaje seguirá siendo actualizado, pero el delta de tiempo entre los mensajes se basa en el mensaje anterior con el mismo ID CAN.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

A lo largo del presente capítulo están detallados los procesos que fueron empleados durante el diagnóstico de funcionamiento y fallas que pueden existir en un cuerpo de aceleración electrónico, seguidamente se realizó el proceso de reprogramación en el módulo TAC permitiendo alcanzar los resultados ideales, alcanzando un funcionamiento óptimo en el cuerpo de aceleración y finalmente se describe el proceso de infiltración en la red can del vehículo para extraer los códigos de programación, para lo cual se ha empleado el método investigativo como pilar del proyecto, ya que toda la información recabada ha sido obtenida de manuales automotrices, artículos científicos y revistas técnicas además el método experimental o inductivo mediante el cual se pudo verificar los datos obtenidos en cada proceso de acuerdo a la información recabada

2.1.1 Propósito Investigativo.

La finalidad de realizar estos procesos de obtención de datos y análisis de resultados en un cuerpo de aceleración electrónico es la de comprender como se da la interacción entre la unidad de control electrónico del automóvil y los actuadores mediante los datos que se reciben desde los sensores. De esta forma realizar diagnósticos garantizados y dar solución a los fallos que hoy en día presentan los sistemas electrónicos del automóvil en este caso específico el cuerpo de aceleración electrónico, sistema de vital importancia dentro de un vehículo ya que está directamente relacionado con el desempeño del mismo, eficiencia y temas ambientales, además se pretende brindar un enfoque adicional al infiltrarse en la red de comunicación can del automóvil y el equipo de diagnóstico para indagar en los códigos hexadecimales de reprogramación, extraer los mismos y plantear a futuro la elaboración de una herramienta con costos más accesibles al mercado automotriz.

2.1.2 Método Experimental o Inductivo

Se conoce como método experimental o método inductivo a los procesos de carácter científico que se realizan en el marco de una investigación para alcanzar o llegar a los resultados esperados, tiene como base una idea que comprobará su veracidad al final de la

investigación. El presente trabajo investigativo busca alcanzar resultados una vez se finalice con el proceso de pruebas y toma de datos.

Los procesos llevados a cabo pueden ser repetidos las veces que sean necesarios con el fin de certificar el valor de los resultados

2.1.3 Procesos metodológicos

El diagrama de flujo de la figura 2. 1 muestra las características y el orden en los procesos para realizar un diagnóstico de fallas y proceder a realizar la reprogramación del cuerpo de aceleración automotriz.

En el mismo se detalla los síntomas de falla que presenta un cuerpo de aceleración electrónico automotriz, estos síntomas serán notables para el usuario una vez el vehículo haya encendido el motor y esté presto a usarse. Se presentan los cuatro síntomas principales que afectan directamente a este sistema del vehículo.

Esta sintomatología se hace presente cuando la mariposa de aceleración no está trabajando bajo los parámetros adecuados para cumplir su función, de la misma forma puede existir una falla de comunicación entre los sensores APP o TPS ya que la información que ellos envían a la unidad de control electrónico podría estar errada, se deberá revisar las líneas de comunicación entre los sensores y la ECU o en su defecto analizar el correcto funcionamiento de los sensores, en caso de ser del tipo resistivo percatarse que las pistas no estén desgastadas o dañadas. Una vez resuelto el problema es necesario realizar la reprogramación del cuerpo de aceleración

Este proceso implica una actualización en el firmware que comanda el módulo PCM el mismo que gobierna el cuerpo TAC esto implica que la unidad de control electrónico obtendrá nuevos parámetros de funcionamiento esto se realiza mediante el protocolo de comunicación J2534 el cual tienen las actualizaciones que los fabricantes automotrices ponen a disposición del público a través del internet, el protocolo de comunicación J2534 debe estar soportado por un equipo de diagnóstico el mismo que debe tener compatibilidad con los puertos DLC del automóvil de esta forma con la navegación correcta en el equipo se podrá actualizar los datos de funcionamiento con los que la ECU trabaja para los procesos de aceleración en el vehículo con esto se da por finalizado el proceso de análisis, diagnóstico reparación y reprogramación de un cuerpo de aceleración electrónico automotriz.

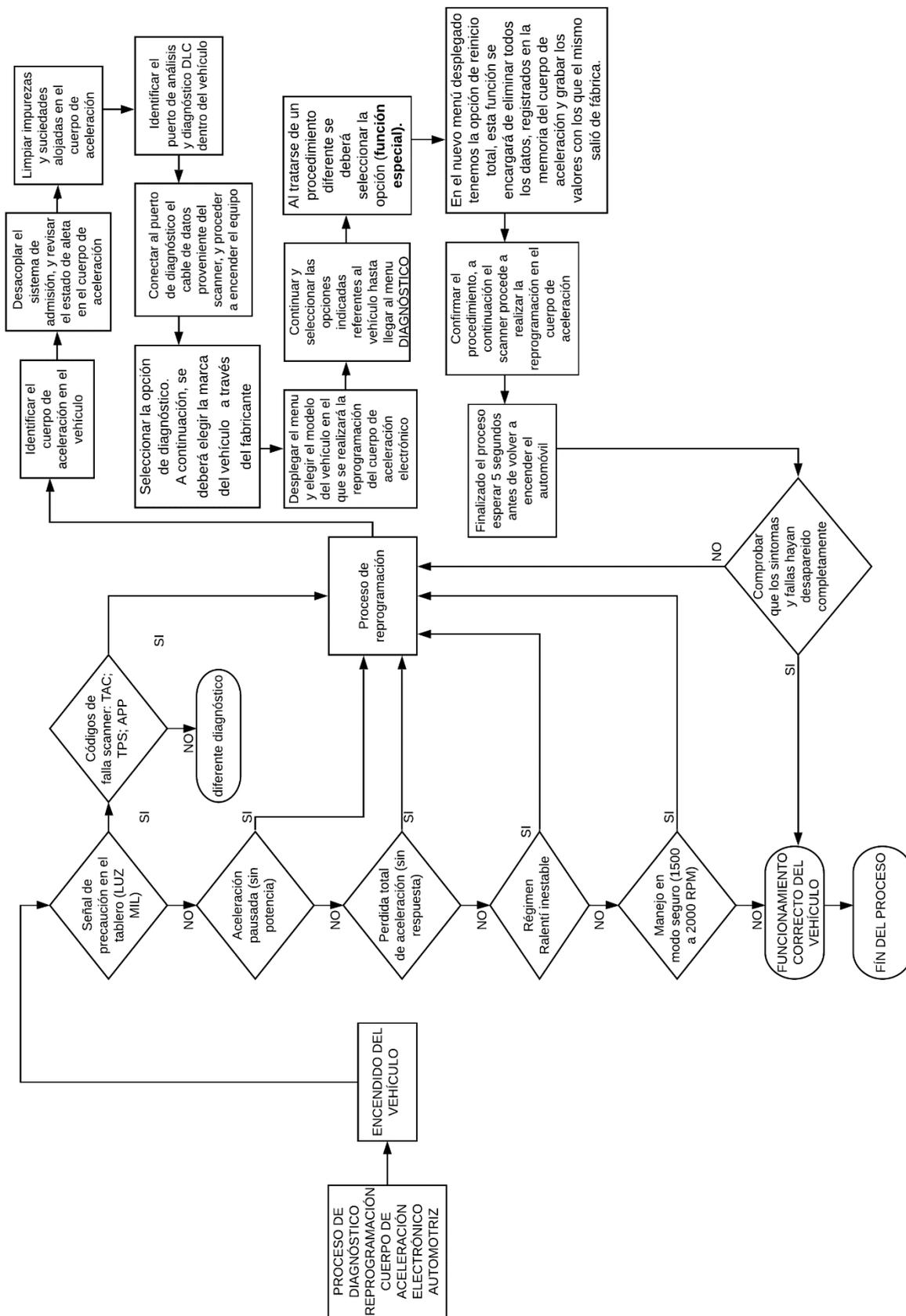


Figura 2. 1 Proceso metodológico de diagnóstico y reprogramación módulo TAC.

En el diagrama de la figura 2.2 se detalla el proceso metodológico para la obtención de los códigos de reprogramación y la infiltración en la red can del automóvil. aquí se detalla el orden en el que se debe realizar los procesos para tener éxito en la extracción de los códigos hexadecimales.

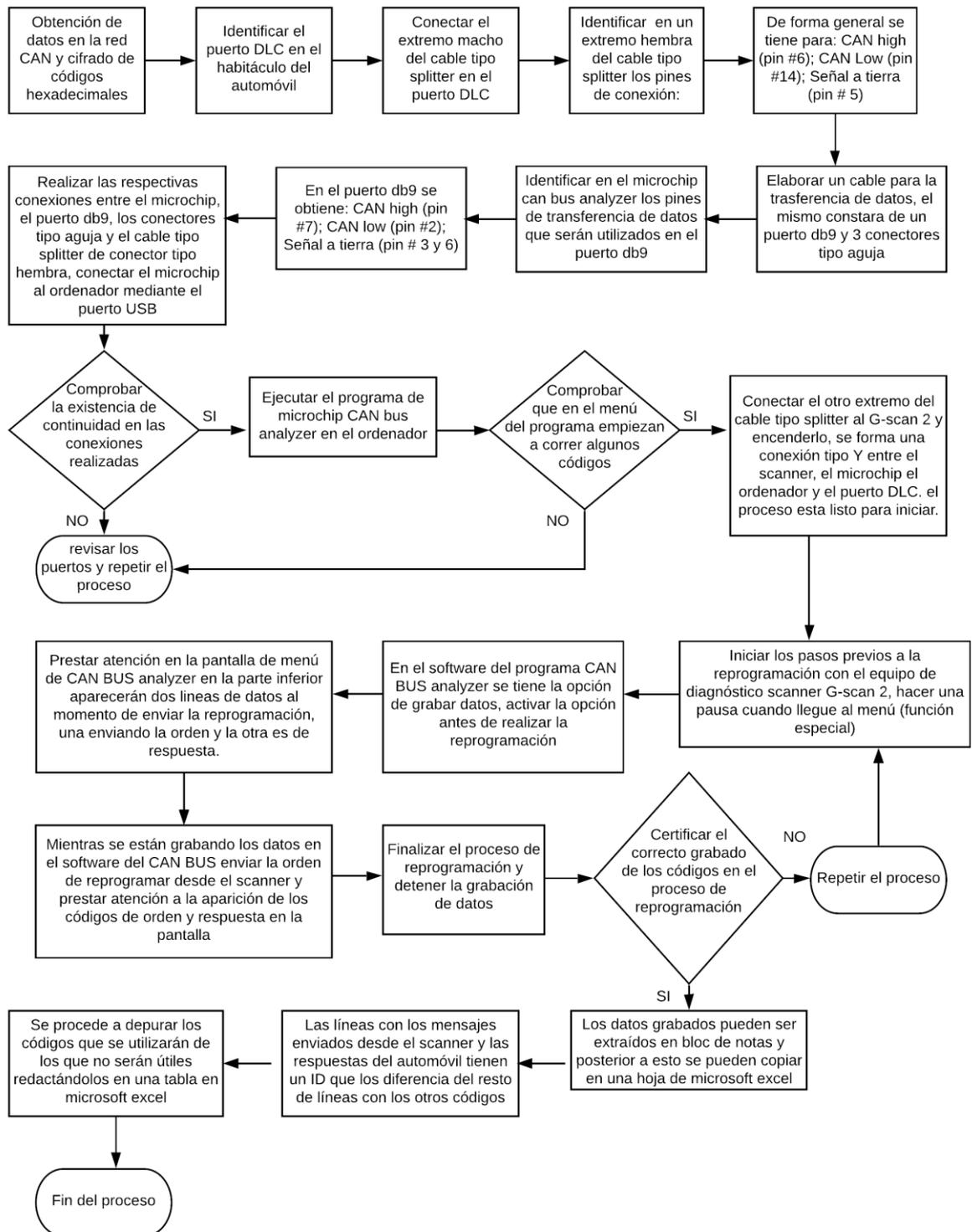


Figura 2. 2 Proceso metodológico obtención de datos red CAN.

2.2 MATERIALES Y EQUIPOS

Como se indicó en el primer párrafo del presente capítulo la investigación se centró netamente sobre cuatro vehículos que por sus prestaciones técnicas y tecnológicas encajaron de forma perfecta en el objetivo investigativo del presente proyecto. Los mismos que brindan Estos vehículos son:

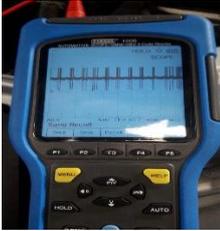
Tabla 2. 1 Especificaciones vehículos objetos de prueba.

Marca	Clase	Tipo	Año	Modelo
CHEVROLET	AUTOMÓVIL	SEDAN	2006	SPARK 5P. A/C 1.0L ACTIVO
CHEVROLET	AUTOMOVIL	SEDAN	2018	SAIL LS 1.5 4P 4X2 TM
VOLKSWAGEN	CAMIONETA	DOBLE CABINA	2011	2.0 TDI 163 CV 4x2

Referente a los equipos de diagnóstico y herramientas especiales fueron empleados: un scanner automotriz G-scan 2 con su equipamiento, el cual fue vital en esta investigación ya que en su software cuenta con opciones que activan ciertos actuadores dentro del vehículo permitiendo simular funciones especiales, esto gracias a que el mismo soporta el protocolo de comunicación J2534, un osciloscopio automotriz finest 1006 y un osciloscopio G-scope 2 que permitió analizar las reacciones en los actuadores y sensores bajo determinadas condiciones de estudio, además se empleó un multímetro trisco DA 400 que permite estudiar los diferentes voltajes de trabajo y señal en los sensores y el Microchip CAN BUS Analyzer, herramienta que permite la inferencia dentro de la red de comunicación CAN.

Tabla 2. 2 Equipos de diagnósticos y herramienta de programación.

G-SCAN 2	
-----------------	--

<p>OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ FINEST 1006</p>	
<p>MULTÍMETRO TRISCO DA 400</p>	
<p>MICROCHIP CAN BUS ANALIZER</p>	
<p>OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ G- SCOPE 2 CANALES</p>	

2.3 PROCESO DE ANÁLISIS EN SEÑALES ELECTRÓNICAS DE SENSORES Y ACTUADORES

Una parte de realizar un diagnóstico en un vehículo se fundamenta en el análisis de las señales electrónicas de trabajo que arrojan sensores y actuadores de un sistema, esto es de vital importancia ya que estos datos facilitan la toma de decisiones y delimitan el área del trabajo que se realizará.

El método investigativo y el método inductivo entran a escena en este tópico ya que es importante conocer cómo se tomarán los datos en cada uno de los sensores y actuadores, el análisis de las señales interpretar y cotejar con valores de funcionamiento correcto o

defectuoso en los mismos. Para esto es necesario tomar datos de voltajes de trabajo en las señales del sensor APP, las señales del sensor TPS y los funcionamientos del módulo TAC, esto bajo parámetros de trabajo propuestos por el investigador para la presente investigación se desarrollaron parámetros de vehículo en contacto, encendido a ralentí y después con aceleraciones progresivas que permitan visualizar la apertura de la mariposa según sea el accionamiento del pedal.

Para esto los vehículos seleccionados son de vital importancia, en el caso del vehículo Chevrolet Spark activo se encontró un sistema mixto como se indica en la figura 2.3 el mismo cuenta con cable de aceleración, pero tiene un módulo TAC su funcionamiento es únicamente para tener un punto ideal de ralentí el mismo que es controlado directamente por la ECU del vehículo para la validación de las pruebas se utilizó un multímetro automotriz y un osciloscopio automotriz.



Figura 2. 3 cuerpo de aceleración Chevrolet Spark.

En el caso del vehículo Chevrolet Sail se utilizaron los mismos equipos, pero a diferencia del Chevrolet Spark el Chevrolet Sail cuenta con un sistema de aceleración totalmente electrónico y la comunicación entre el pedal de aceleración y la mariposa se realiza mediante datos de los sensores APP y TPS cotejados por la ECU haciendo funcionar el sistema según la necesidad del conductor.

Finalmente, en la camioneta Volkswagen Amarok figura 2.4 si bien la aceleración es controlada según la cantidad de combustible inyectado en la cámara de combustión

encontramos un módulo TAC que permite el paso total de aire o cierra totalmente la aleta en caso de modo seguro impidiendo la combustión.

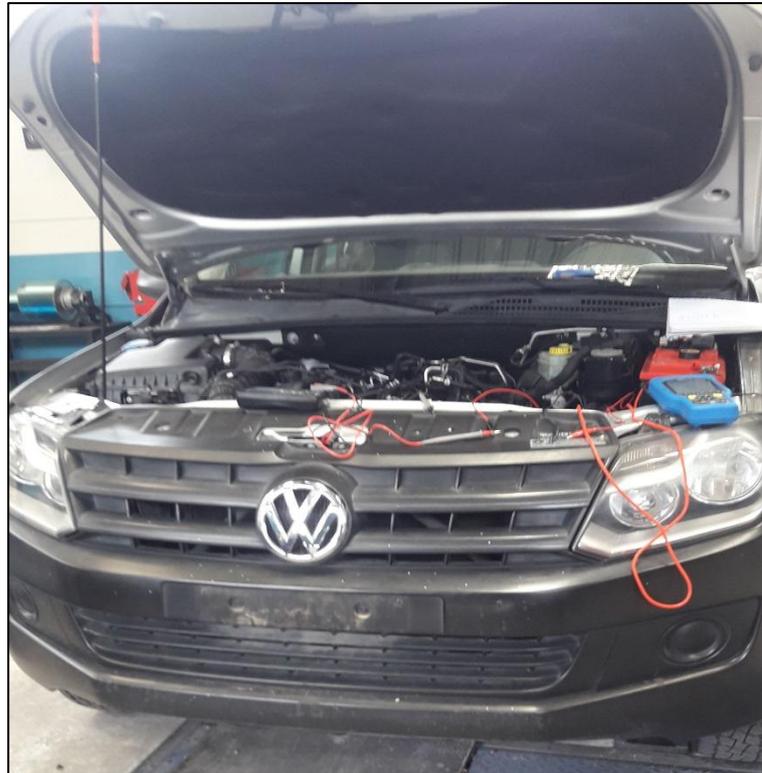


Figura 2. 4 Análisis de señales electrónicas Volkswagen Amarok.

2.4 PROCESO PARA DEFINIR EFECTO DE FALLAS

Una vez se ha finalizado con la etapa de analizar y comprobar las señales es importante diagnosticar y relacionar las fallas que presenta el vehículo con el sistema de aceleración electrónico, para esto es de vital importancia comprender el funcionamiento del sistema a cabalidad a continuación se detallan los procedimientos a realizar.

2.4.1 Procesos de diagnóstico cuerpos de aceleración electrónicos automotrices

El automóvil presenta síntomas que no son comunes cuando uno de sus sistemas está fallando o tienen problemas, esto es una forma de alertar al conductor que algo no está funcionando bien y requiere atención. Dentro del sistema de aceleración electrónico a continuación se enlistará posibles síntomas y alertas que se notarán en el automóvil cuando tenga un problema según (JD, 2017).

- Luz de advertencia en el tablero.

- Mala respuesta de aceleración, es decir una respuesta lenta al accionar el pedal de aceleración.
- Falta total de aceleración, presionar el pedal a fondo y que el automóvil no reaccione de ninguna forma.
- Problemas con la estabilidad del ralentí, o a su vez un ralentí demasiado alto.
- Presencia de códigos de falla en el scanner relacionado con los sensores APP, TPS o directamente en el cuerpo electrónico de control del sistema.
- Bloqueo automático del vehículo, restricción en la aceleración velocidad controlada automáticamente.

Es necesario realizar una serie de pruebas con el fin de poder diagnosticar de manera correcta la falla en el sistema y poder brindar una solución eficaz al problema detectado.

2.4.2 Análisis sensores TPS

La figura 2.5 indica un esquema básico sobre un sensor de TPS, para iniciar el proceso de diagnóstico es importante conocer cuál es el funcionamiento de este sensor, a continuación, se detalla el proceso que se debe seguir para realizar un diagnóstico de fallas en este sensor.

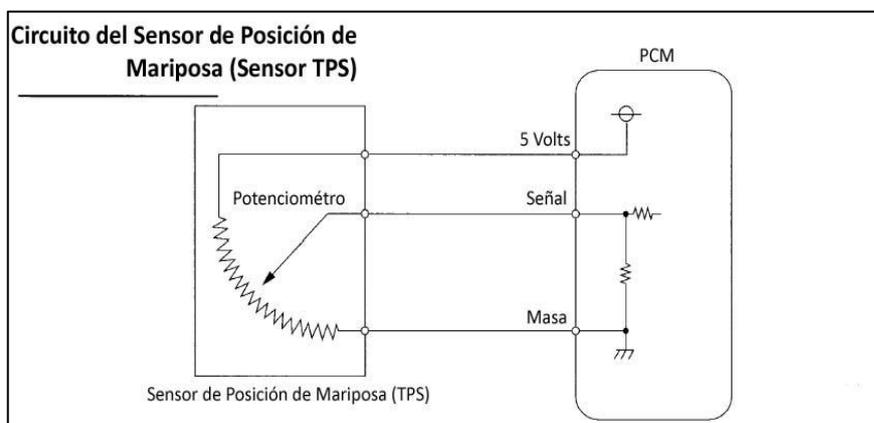


Figura 2. 5 Diagrama sensor TPS.
(Hidrobo, 2019).

2.4.2.1 Sensor TPS Proceso de diagnóstico:

- Colocar el switch de encendido en posición ON y desacoplar el conector del sensor TPS.
- Identificar el PIN de trabajo, referencia 5 voltios; colocar el multímetro en escala de 20 voltios; la punta negativa del multímetro deberá conectarse al borne negativo de la batería.

- Con la punta positiva del conector identificar en cada uno de los terminales la señal positiva de 5 voltios.
 - Identificar el PIN de masa o tierra; intercambiar la punta positiva del multímetro al borne positivo de la batería.
 - La punta negativa del multímetro identificará el terminal de masa en el conector, se obtiene un voltaje de 12 voltios, siendo esta la señal de masa controlada por la ECU.
 - Identificar el PIN de voltaje de señal; por descarte el terminal que aún no se ha medido será el voltaje de señal.
 - Para medir este voltaje se deberá conectar el terminal al sensor e interceptar a los cables que transportan la señal y la masa para monitorearlos en el multímetro.
 - Cuando la mariposa se encuentra totalmente cerrada, el multímetro deberá marcar un voltaje muy bajo bordeando desde los 0.6 hasta 0.9 voltios (para saber con exactitud se deberá corroborar con el manual de servicio del auto).
 - Cuando la mariposa se encuentra totalmente abierta, el multímetro deberá marcar un voltaje que bordee desde los 3.5 hasta los 4.7 voltios tal como indica la figura 2.6.
- Proceso extraído de: (JD, 2017).

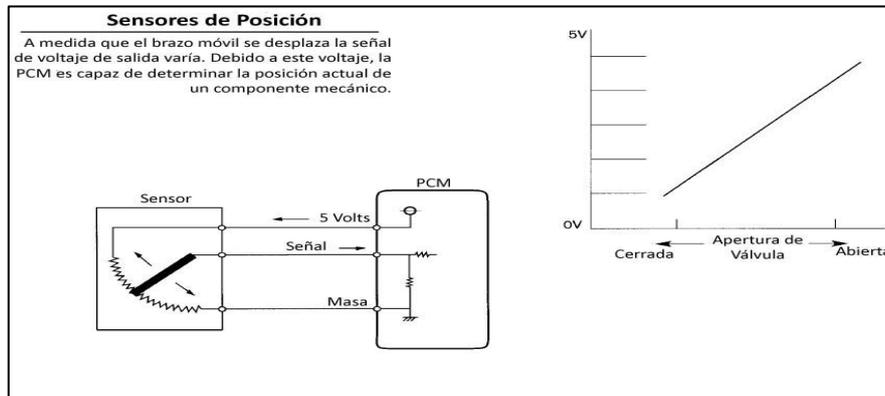


Figura 2. 6 Curva voltaje vs apertura de la aleta sensor TPS.
(Hidrobo, 2019).

2.4.3 Sensor APP Proceso de diagnóstico

Según el fabricante pueden variar el número de pines en el conector del sensor APP entre 6 y 5 pines, generalmente se encontrarán 2 pines de voltaje de señal, 2 pines de voltaje de trabajo referencial de 5 voltios y 2 pines o 1 pin compartido de conexión a masa. El procedimiento será idéntico al realizado en las pruebas del sensor TPS.

- Colocar el switch de encendido en posición ON y desacoplar el conector del sensor APP.

- Identificar los PINES de trabajo, referencia 5 Voltios; colocar el multímetro en escala de 20 voltios; la punta negativa del multímetro deberá conectarse a tierra.
- Identificar los PINES de masa o tierra; intercambiar las puntas del multímetro. La punta negativa del multímetro identificara el terminal de masa en el conector, tendremos un voltaje de 12 voltios, siendo esta la señal de masa controlada por la ECU.
- Identificar los PINES de voltaje de señal; por descarte los terminales que aún no se ha medido serán los voltajes de señal, para medir este voltaje se deberá conectar el terminal al sensor e interceptar a los cables que transportan la señal y la masa para monitorearlos en el multímetro.
- Cuando el pedal del acelerador se encuentra totalmente accionado, el multímetro deberá marcar un voltaje muy bajo bordeando los 0.5 voltios (para saber con exactitud se deberá corroborar con el manual de servicio del auto).
- Cuando el acelerador se encuentra sin accionar, el multímetro deberá marcar un voltaje que bordee los 4.5 voltios Proceso extraído de (JD, 2017). (para saber con exactitud se deberá corroborar con el manual de servicio del auto).

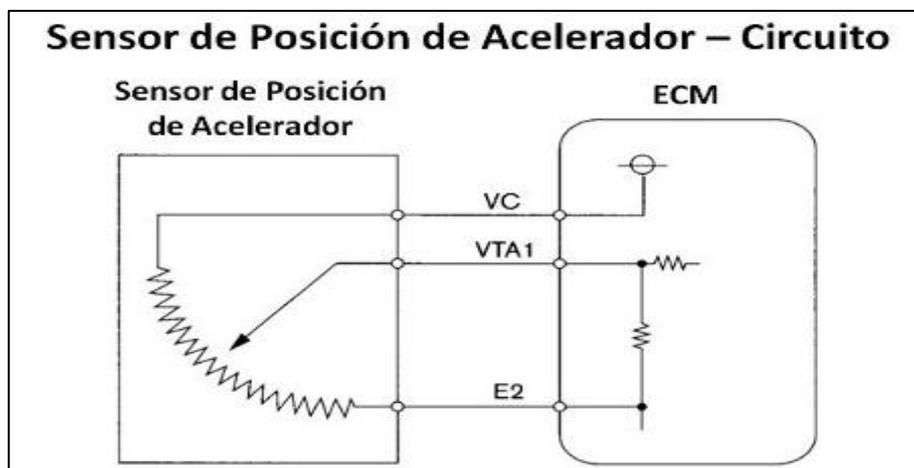


Figura 2. 7 Diagrama sensor APP.
(Hidrobo, 2019).

La figura 2.7 indica el esquema de un sensor APP al ser un potenciómetro es idéntico al sensor TPS. Si los valores arrojados en estas pruebas están por encima de los rangos admitidos por el fabricante, se evaluará la necesidad de cambiar el sensor APP.

2.4.4 Comprobación del cuerpo motorizado

Al realizar esta prueba se busca verificar el correcto funcionamiento del cuerpo motorizado.

- De igual forma que en los procedimientos anteriores, lo primero es desconectar el cuerpo motorizado TAC para identificar cuáles son las líneas de alimentación que tiene este cuerpo.
- Entre los terminales del cuerpo motorizado realizar una prueba de continuidad con el multímetro, si no existe ningún problema con los terminales la resistencia que obtengamos al medir será muy baja bordeando los 0.1 hasta 0.4 ohm.
- De haber una resistencia por encima de los 0.5 ohm puede ser resultado de un contacto o cortocircuito entre los terminales, esto provocará un mal desempeño del cuerpo de control motorizado de la mariposa.
- Con el switch en posición de OFF, abrir de forma cuidadosa la aleta dentro del cuerpo motorizado, esto en busca de saltos bruscos, o que no exista juego entre los componentes verificando que no se afecte el movimiento original de la aleta de aceleración.
- Es importante mencionar que este procedimiento de pruebas en el cuerpo de aceleración electrónico está por fuera del manual de servicio del fabricante y será el encargado de mantenimiento del automóvil la persona responsable de cumplir con los estándares y normas de este proceso.

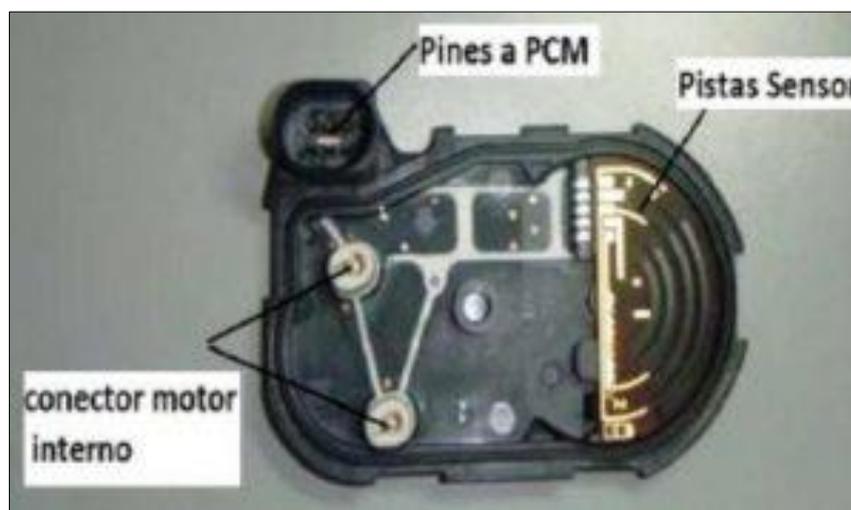


Figura 2. 8 Diagrama motor cuerpo de aceleración.
(Hidrobo, 2019).

Dentro del proceso de análisis y diagnóstico se podrá encontrar diversas vías para localizar un posible problema referente a un sistema de aceleración electrónico, es importante emplear el conocimiento adquirido en este proceso cuando existan dudas sobre el funcionamiento del

sistema o una vez que se han detectado fallas notables en el comportamiento del vehículo que tengan referencia inmediata al sistema de aceleración, es de suma importancia contar con herramientas especializadas para realizar el análisis y el diagnóstico correspondiente, es indispensable contar con un scanner automotriz, el cual servirá para detectar códigos de fallas o mal funcionamiento en los sensores que actúan dentro del sistema de aceleración, la presencia de un osciloscopio es de vital importancia ya que esta herramienta ayudará en la evaluación de las señales electrónicas que arrojan los sensores, como voltajes de trabajo, es necesario saber reconocer el comportamiento de estas ondas en el osciloscopio para detectar de forma rápida y ágil una posible falla, también contar con un multímetro automotriz es importante dentro de este proceso.

2.4.5 Funcionamiento del TAC

Se le conoce como TAC al throttle Actuador Control, o también denominado cuerpo de aceleración electrónico. Este mecanismo incorpora en su interior un motor electrónico de corriente continua, el cual gobierna, la apertura o cierre de la mariposa de aceleración dentro del mismo cuerpo de aceleración electrónico, esto según sea la necesidad del conductor y en respuesta a el accionamiento del pedal de aceleración. Cuenta además con un par de resortes antagonistas, los mismos que mantienen a la mariposa en posición de ralentí o regímenes bajos aproximadamente a 1100 RPM del motor.

2.4.5.1 Modo seguro o modo de emergencia

En la figura 2.9 se observa la disposición de los resortes antagonistas actuando directamente sobre la mariposa estabilizándola permitiendo cierto grado de apertura para regular el régimen bajo o ralentí.

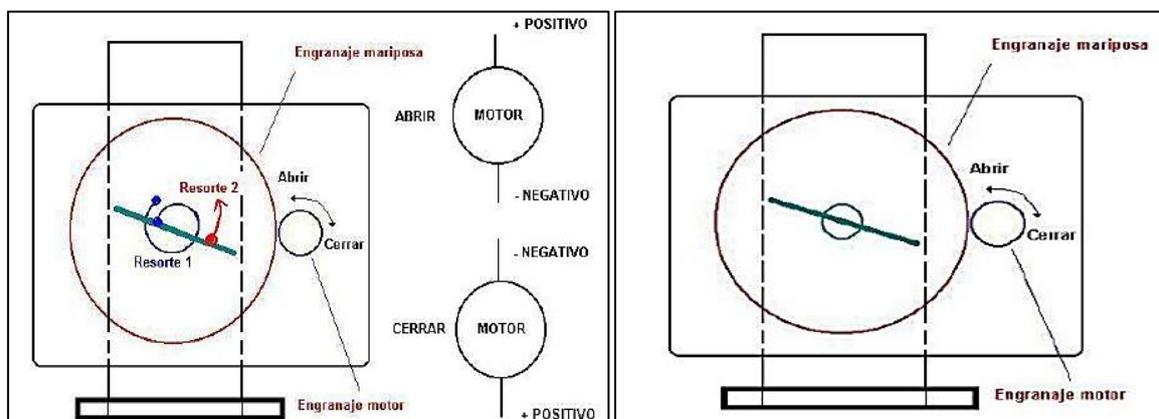


Figura 2. 9 Esquema interno TAC.
(Urgeño, 2017).

El modo seguro o modo de emergencia en un automóvil se activará cuando la ECU a través del OBD identifica un potencial daño en los componentes del automóvil, actúa directamente sobre el TAC de forma que estabiliza las revoluciones del motor haciéndolas descender al punto de ralentí (máximo 2000 RPM). Esto se logra suspendiendo el paso de aire a la cámara de combustión cerrando la mariposa parcialmente en un 80%-90% actuando como un protector del motor disminuyendo la potencia y salvaguardando los componentes.

En la tabla 2.3 se presenta un diagrama de funcionamiento del TAC, para sus dos principales características controlando el ralentí y para cuando el usuario acciona el pedal de aceleración a fondo.

Tabla 2. 3 Regulación de marcha mínima y máxima.

<p>Marcha mínima y régimen bajo:</p> <p>Para cortar el paso de aire que ingresa a la cámara de combustión el TAC modifica la posición de la masa en un extremo del bobinado dejando el positivo al otro extremo el cierre de la mariposa depende de la duración del pulso, así se consigue el régimen de ralentí.</p>	<p>Aceleración y regímenes altos:</p> <p>Para permitir el paso de aire a la cámara de combustión abriendo a la mariposa el TAC alternará la masa colocándolo en el opuesto de la posición de cierre en el bobinado alternando de esta forma la posición de cierre con la de apertura.</p>

Fuente: (Urgeño, 2017).

Para lograr cambiar el sentido de giro de la aleta de aceleración es necesario que el TAC invierta las polaridades del motor eléctrico. Esto se logra mediante un circuito de puente H

2.4.5.2 Circuito Puente H

Para que un motor de corriente continua pueda girar en los dos sentidos es necesario que su circuito electrónico tenga una disposición de puente H. este circuito le permitirá al motor tener los dos sentidos de giro: avance y retroceso.

Para la industria automotriz este tipo de circuitos se los utiliza directamente en el cuerpo de aceleración electrónico y en específico en el TAC es gracias a este circuito que la aleta de aceleración puede moverse libremente permitiendo o restringiendo el paso de aire a la cámara de combustión.

Este circuito es visto como un dispositivo de control y seguridad monitoreado por la ECU, que al cotejar los datos y señales enviadas desde el sensor del pedal de aceleración en conjunto con las señales que provienen del sensor TPS brinda mayor confianza en las respuestas de los actuadores y teniendo en todo momento el control de los sistemas.

Para entender de forma clara cuál es el método de funcionamiento del circuito puente H se presenta un esquema general de este:

Tabla 2. 4 Esquema del circuito Puente H y respuestas en el mismo.



Fuente: (Urgeño, 2017).

La tabla 2.4 muestra un circuito básico de puente H, el mismo que consta de una fuente de alimentación, 4 pulsadores y un motor eléctrico a continuación, junto al circuito se muestra cuáles son las respuestas del motor cuando son accionados de forma alternada los diferentes pulsadores y todas las combinaciones posibles.

2.5 PROCESO DE REPROGRAMACIÓN DEL MÓDULO PCM

El proceso de reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico es la parte medular en el presente proyecto investigativo.

Una vez completado el proceso de análisis en las señales de los sensores y actuadores que conforman el sistema de aceleración electrónico y realizar posteriormente el diagnóstico de fallas, se procedió a solucionar los problemas que fueron encontrados. Para este problema planteado la alternativa más viable fue realizar una reprogramación de funcionamiento en el TAC del sistema de aceleración, para esto es necesario contar con equipos que puedan brindar este soporte. El escáner automotriz G-scan 2 cuenta con aplicaciones de gran ayuda para este tipo de procesos y el poder contar con el protocolo de comunicación J2534 es su principal ventaja por sobre otros equipos de diagnóstico.



Figura 2. 10 Proceso de reprogramación TAC.

La figura 2.10 indica el menú desde el cuál se dará la orden de reprogramar el cuerpo de aceleración electrónico. Una reprogramación implica devolverle a la mariposa la posición ideal de funcionamiento para ralenti o regímenes bajos y también para regímenes altos, esto se logra actualizando el firmware que controla este dispositivo el mismo que se encuentra almacenado en la memoria interna de la ECU lo que significa que el sistema volverá a funcionar como cuando el vehículo salió de fábrica, con esto se obtiene un mejor desempeño del automóvil, ya que tendrá una respuesta de reacción más eficaz al momento de accionar el acelerador, se controla el correcto comportamiento de la combustión ya que la ECU va a tener control del sistema interpretando las necesidades del automóvil según los requerimientos del conductor esto significa dosificar la cantidad de aire que ingresa a la cámara de combustión alcanzando mezclas ideales de aire combustible. Brindará también

mayor confort para el conductor al momento de iniciar la marcha del vehículo evitando que el mismo patine o se apague,

2.6 PROCESO DE INFILTRACIÓN EN LA RED CAN

Una vez se han concluido los procesos de análisis de señales, diagnóstico de fallas y la solución al problema mediante la reprogramación del módulo PCM permitiéndole a la ECU encontrar la posición ideal de funcionamiento de la mariposa para los diferentes regímenes de trabajo, se ha planteado una propuesta innovadora al infiltrarse en la red CAN buscando indagar en los códigos de programación que envía el equipo de diagnóstico con la finalidad de extraerlos y plantear a futuro la implementación de una herramienta de diagnóstico que permita realizar estos procesos y sea accesible para los diferentes usuarios.

Este proceso se logra mediante la herramienta microchip CAN BUS ANALYZER y su software, el cual refleja en la pantalla de un ordenador todos los procesos, las ordenes de trabajo que recibe y las acciones que ejecuta la unidad de control electrónico del vehículo en tiempo real en la figura 2. 11 se indica las conexiones que se deben realizar para este proceso.



Figura 2. 11 Conexiones para el proceso de filtrado de códigos.

Con un cable tipo splitter para el puerto DLC se conectará a un extremo el equipo de diagnóstico en este caso el escáner automotriz G-scan 2 y en el otro extremo el microchip CAN BUS ANALYZER el mismo que a su vez se conecta a través del puerto USB a una

computadora en la cual se ejecuta el programa del microchip siguiendo los pasos del proceso descrito en la figura 2.2 se obtiene los códigos hexadecimales que realizan el proceso de reprogramación, es importante mencionar que solo se extraen los códigos que representan la señal de orden para realizar un determinado proceso, ya que la respuesta por parte de la ECU se va a dar de la misma forma sin importar de donde provenga la orden.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El presente capítulo describe las características de los sensores y actuadores que intervienen en un cuerpo de aceleración electrónico se estudiará a fondo cuales son las señales de cada uno de los sensores su forma y cómo actúan directamente sobre la mariposa de aceleración, se infiere directamente en la programación del cuerpo de aceleración electrónico para extraer los códigos de programación y poder realizar estudios a futuro con estos códigos.

3.1 ANÁLISIS DE SEÑALES VEHÍCULO CHEVROLET SAIL 2012 1.4 LITROS.

Para obtener un análisis óptimo acerca del comportamiento de un cuerpo de aceleración electrónico es necesario estudiar detenidamente las señales electrónicas que arrojan los elementos que conforman este sistema, tanto en sensores y actuadores, se estudiarán estas señales con las debidas herramientas de diagnóstico.

Los primeros resultados obtenidos, provienen del vehículo Chevrolet Sail 2012 1.4 litros.

3.1.1 Señales de los potenciómetros del cuerpo de aceleración

En este actuador se referencia principalmente los voltajes de señal, que van a variar entre los 0.5 y los 4.5 voltios al tratarse de dos potenciómetros, las señales podrían ser opuestas, o paralelas al ser trasladadas a un plano, estas señales serán distintas según cada fabricante, y van a variar dependiendo cual sea el ángulo de apertura en la mariposa de aceleración.



Figura 3. 1 Conexión cables de señal TAC.

En la figura 3.1 se indica como debe ser la conexión para poder extraer los voltajes de trabajo en el potenciómetro interno de cuerpo de aceleración electrónico TAC, como se indicó en la fundamentación teórica, este sistema consta de un motor de corriente continua y de dos señales en el sensor TPS.

Para obtener datos confiables las pruebas fueron realizadas bajo ciertos parámetros de funcionamiento del motor, el primer caso de estudio fue realizado con el vehículo encendido, observándose los voltajes arrojados por el cuerpo de aceleración.

3.1.1.1 Señales TPS: Vehículo encendido (aceleración variable)

Tabla 3. 1 Análisis señal 1 sensor TPS Sail.

Coloración de cables:	Plomo con negro; blanco
Herramienta usada:	Multímetro automotriz
Voltaje mínimo:	1.04 voltios
Voltaje máximo:	4.19 voltios
Tipo de señal:	Ascendente

La tabla 3.1 indica los valores de los voltajes de señal 1 del sensor TPS en el cuerpo de aceleración electrónico con el vehículo encendido llevándolo a condiciones de aceleración máxima y ralentí, se obtienen los voltajes de trabajo máximo y mínimo del sensor TPS, esta señal servirá para cotejarla con la segunda señal del sensor TPS el cual está alojados dentro del TAC.

Tabla 3. 2 Análisis señal 2 sensor TPS Sail.

Coloración de cables:	Plomo con negro; verde
Herramienta usada:	Multímetro automotriz
Voltaje máximo:	3.99 voltios
Voltaje mínimo:	0.71 voltios
Tipo de señal:	Descendente

A continuación, se procede a obtener los datos de la segunda señal del sensor TPS ubicado dentro del TAC. De la misma manera que en el caso de la señal 1 del sensor TPS se obtuvo la segunda señal del sensor TPS. Aquí la principal característica que se puede resaltar es que la señal obtenida en el análisis es opuesta a la primera señal del sensor, mientras que la primera señal era ascendente iniciando en un punto de voltaje mínimo hasta llegar al máximo, para la segunda señal del sensor al tener una aceleración total y después en

condición de ralenti la señal inicia en un punto de voltaje máximo y desciende hasta un punto mínimo.

La tabla 3.2 indica los valores obtenidos de la segunda señal en el potenciómetro del TPS, de la misma forma que se indicó en la tabla 3.1. Con la obtención de las dos señales mínimas y máximas de trabajo en el sensor TPS del cuerpo de aceleración electrónico, en las condiciones antes descritas se graficará en un plano de esta manera se observa las pendientes que se forman y se encontrara los puntos de cruce en estas señales.

Este procedimiento se lo realiza para diagnosticar eventuales fallas ya que, si el sistema no está trabajando de forma normal los valores en los voltajes no corresponden a los normales por lo tanto las gráficas que se describirán a continuación tendrían puntos distintos a los de una recta normal. Esta es la importancia de realizar este procedimiento antes de brindar un diagnóstico de fallas.

3.1.2 Análisis señales TAC

Tal y como se indicó en la fundamentación teórica del presente proyecto investigativo, el TAC en el sistema de aceleración electrónico se constituye de un motor de corriente continua, a continuación, se analizarán las señales que arroja este servo motor al someterlo a condiciones específicas de funcionamiento.

3.1.2.1 Caso 1: Vehículo Sail switch contacto análisis TAC

Tabla 3. 3 Análisis TAC vehículo switch contacto.

Actuador analizado	TAC
Herramienta utilizada	Osciloscopio

El osciloscopio es una herramienta que permite observar cómo se comportan las frecuencias de onda que tienen los sensores. En este caso con el vehículo en condición de “contacto” se puede observar que las 2 señales al recibir una alimentación son opuestas entre sí. En el osciloscopio en una gráfica (voltaje vs tiempo) se calibro la escala de voltaje de 0 a 8 voltios con intervalos de 2 para poder visualizar de forma clara los parámetros en los cuales están trabajando las dos señales provenientes del TAC, de la misma forma el eje que grafica el tiempo de las señales fue graduado a 200 us. Que es un intervalo adecuado para visualizar el comportamiento de los pulsos en las gráficas. Con estas calibraciones iniciales se procede a la toma de datos del actuador.



Figura 3. 2 Señal TAC contacto.

Análisis: Dentro de la circunferencia de color amarillo y al costado izquierdo de la figura 3.2 se está resaltando que las señales se encuentran opuestas, es decir la superior marca un rango positivo y la inferior un rango negativo, esto es con el objetivo de brindar a la ECU dos señales que sirven para mantener monitoreada en todo momento a la mariposa, buscando exactitud en los datos que la ECU recibe y envía al resto de componentes que intervienen en la aceleración del vehículo.

Cuando el vehículo está en contacto y el sistema se alimenta las señales provenientes del TAC marcan 1.48 voltios la superior y 1.52 voltios la inferior de esta manera se corrobora que el cuerpo de aceleración electrónico en su componente principal que es el TAC se encuentra en perfectas condiciones de trabajo. Este elemento no presenta fallas referentes a la fuente de alimentación del mismo.

En las circunferencias de color amarillo de la figura 3.2 se puede observar como el sistema mantiene un voltaje mínimo en sus componentes electrónicos con la finalidad de brindar un monitoreo en todo momento,

3.1.2.2 Caso 2: Vehículo Sail en condiciones de Ralentí análisis TAC

Tabla 3. 4 Análisis TAC ralentí.

Actuador analizado	TAC
Herramienta utilizada	Osciloscopio

- Observación 1: vehículo encendido.
- Observación 2: mantener condiciones de Ralentí todo el proceso de análisis.

- Observación 3: mantener los parámetros de (voltaje vs tiempo) para observar las gráficas de forma clara.

El estudio de las señales en condición de ralentí nos lleva a visualizar cómo se comparten los pulsos PWM y las frecuencias de trabajo de los potenciómetros del TAC cuando el vehículo está permitiendo el ingreso de aire en bajas porciones a la cámara de combustión para permitir la mezcla de aire y combustible con este proceso se obtiene la tan importante combustión dentro de la cámara.

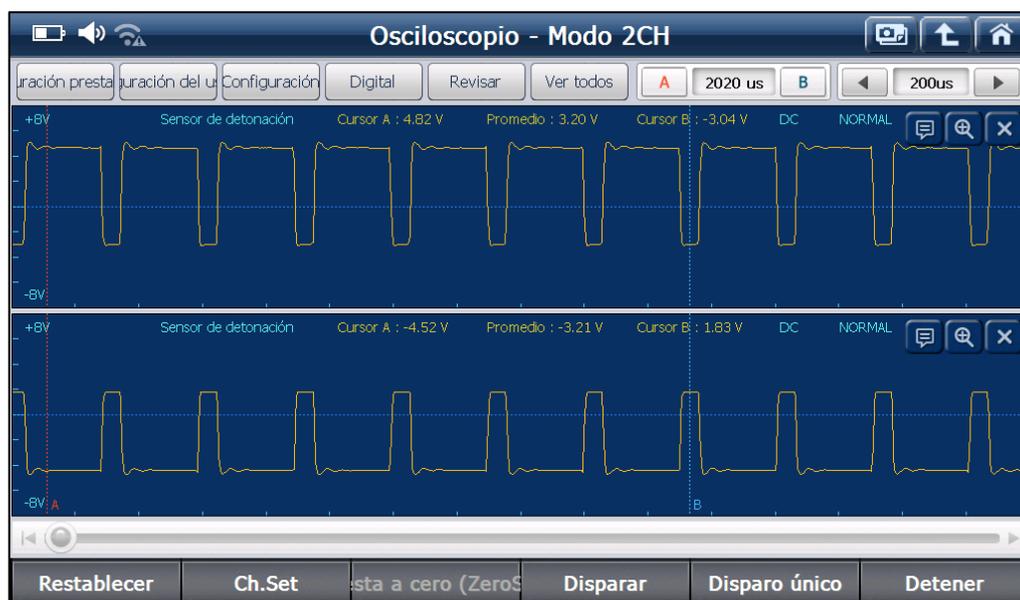


Figura 3. 3 Señal TAC vehículo Ralentí.

Análisis: Las señales PWM se utilizan para una amplia variedad de aplicaciones de control. Su uso principal en este proyecto es para controlar el motor de corriente continua durante el régimen de ralentí, en el caso del módulo TAC en la figura 3.3 se observa una señal de onda cuadrada con amplitud acotada mostrando los ciclos de trabajo del TAC durante el régimen de ralentí, el PWM controla la cantidad de energía que se envía al módulo TAC para mantener el régimen del ralentí estable según las disposiciones que envía la ECU al módulo TAC esto lo logra transformando las señales periódicas en señales cuadráticas. El PWM es utilizado para controlar la velocidad de giro en motores eléctricos.

El sistema trabaja dependiendo las condiciones del automóvil temperatura del motor, uso de aire acondicionado entre otros. La onda cuadrada del canal 1 está entre 3.04 voltios y cambia a 4.82 voltios cuando asciende es decir el sistema se energiza, en el canal dos el voltaje es de 1.83 y cambia a 3.21 voltios el ciclo de trabajo es del 10 al 15% de apertura de la mariposa

manteniéndose para el régimen de ralentí ideal en las condiciones expuestas. El diagnóstico en este caso es totalmente favorable, a simple vista se puede deducir que no existe ningún tipo falla bajo las condiciones de ralentí, es decir no tenemos ni subidas, mucho menos bajadas de ralentí, y el cuerpo de aceleración electrónico, en su primera etapa de funcionamiento está en óptimas condiciones.

3.1.2.3 Caso 3: Vehículo Sail aceleración a 4000 RPM análisis TAC

Tabla 3. 5 Análisis TAC 4000 RPM.

Análisis actuador	TAC
Herramienta utilizada	Osciloscopio

- Observación 1: vehículo encendido.
- Observación: mantener el vehículo a 4000 RPM durante el análisis.
- Observación 3: mantener los parámetros de (voltaje vs tiempo) para observar las gráficas de forma clara.

la prueba final que se realiza a los potenciómetros del TAC en un cuerpo de aceleración electrónico, es simulando una condición de funcionamiento de carga media a carga alta para poder observar algún salto o deformación en los pulsos de trabajo graficados en el osciloscopio

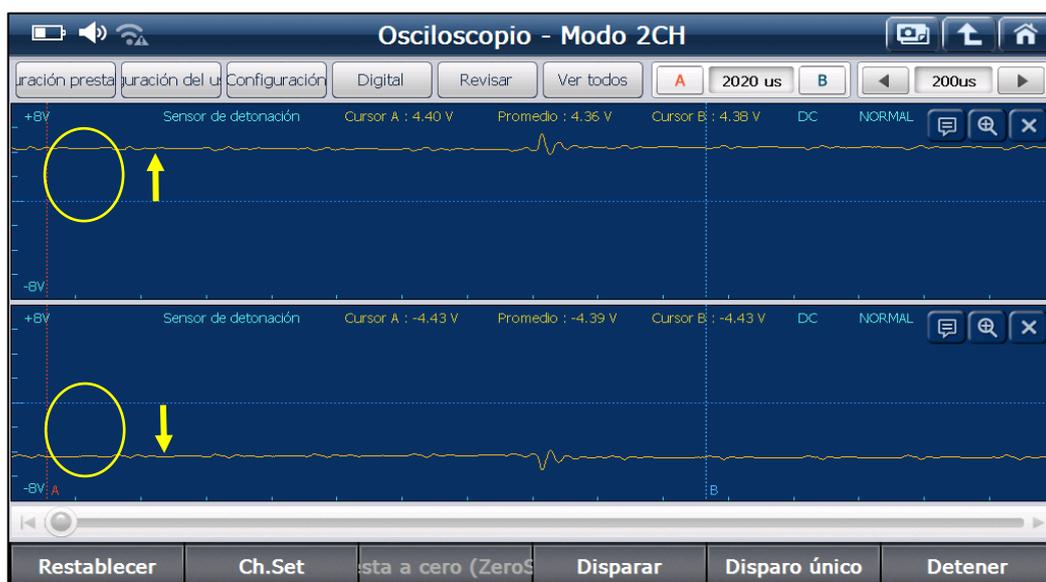


Figura 3. 4 Señales TAC vehículo 4000 RPM.

Análisis: Cuando el vehículo está en régimen de 4000 RPM la ECU ya no controla el motor eléctrico de forma directa, el TAC recibe las ordenes desde la ECU según sea el accionar del

sensor APP en este caso los pulsos PWM ya no son necesarios ya que el voltaje de funcionamiento para el TAC viene dado directamente de la posición del obturador el cual es accionado según los pulsos de la ECU a través de señales periódicas de tipo sinusoidal, es decir que estas señales tendrán variación según sea el accionamiento del pedal y el movimiento de la mariposa manteniendo el régimen a 4000 RPM las dos señales se oponen y envían los datos de señal dentro del rango de trabajo ideal.

3.1.3 Análisis señales APP

De forma similar a las pruebas que se realizó en la aleta de la mariposa del cuerpo de aceleración electrónico, en el pedal de aceleración se obtendrá dos señales las cuales serán correspondientes al sensor APP este sensor también es de tipo potenciómetro, es decir que la resistencia tendrá una variación dependiendo como el accionamiento móvil haga desplazar la pista resistiva ubicada internamente en el sensor, así se constituye su estructura de funcionamiento, estas señales pueden ser indistintas y dependiendo de los fabricantes de componentes se pueden graficar de forma paralela o perpendicular, esto es si dichas señales, fueran transportadas a un plano de coordenadas donde se las pueda graficar en función del (voltaje vs % de accionamiento del pedal).

En la figura 3.5, se indicará cómo se deben conectar las agujas del multímetro al igual que en el procedimiento anterior, primero observaremos los voltajes mínimos y máximos durante el accionamiento del pedal para luego analizar esas señales con el osciloscopio.



Figura 3. 5 Conexión multímetro sensor APP.

Cabe recalcar que la configuración del sensor no es generalizada ni mucho menos única para todos los vehículos, va a depender mucho del fabricante del componente y de la marca del vehículo la disposición que tenga el sensor.

En este caso el Chevrolet Sail tiene una disposición de 6 cables con los que el sensor puede funcionar de manera óptima, está a criterio del encargado del diagnóstico el cómo poder seleccionar y conocer la función de cada cable, como se hizo referencia en la revisión bibliográfica hay distintos métodos que se utilizan para llevar a cabo este fin.

Por motivos de estudio en la presente investigación para conocer la función de cada cable, se procedió a descartar en primer lugar la señal de masa y alimentación, con lo que los cables que sobraban fueron los de señal de trabajo, en este caso como hace referencia la figura 3.6 tenemos 6 cables, dos son referentes a masa, 2 son de señal de trabajo y dos cables que alimentan de 5 voltios a cada potenciómetro.

Así nuestra investigación se centra puramente en los parámetros de funcionamiento de los dos cables de señal de trabajo.

3.1.3.1 Señales APP: vehículo encendido (aceleración variable)

Tabla 3. 6 Análisis señal 1 sensor APP.

Coloración de cables:	Negro; Verde
Herramienta utilizada:	Multímetro automotriz
Voltaje mínimo:	0.55 voltios
Voltaje máximo:	2.10 voltios
Tipo de señal:	Voltaje ascendente de baja

El procedimiento para la obtención de datos será muy similar al utilizado en la obtención de datos de los potenciómetros del TAC. En la tabla 3.6 se describe los cables seleccionados para el análisis, seguido de la herramienta que se emplea en este procedimiento y los resultados de los voltajes para proceder a graficar más adelante. Se visualiza los valores de la señal 1 sensor APP, además se encuentra una señal ascendente, pero por sus bajos valores se la denomina señal de baja.

Tabla 3. 7 Análisis señal 2 sensor APP.

Coloración de cables:	Negro; Amarillo
Herramienta Utilizada	Multímetro automotriz
Voltaje mínimo:	1.08 voltios
Voltaje máximo:	4.20 voltios
Tipo de señal	Voltaje ascendente de alta

El procedimiento realizado para la señal 2 del sensor app es similar al de la señal 1, la tabla 3.7 indica los parámetros utilizados para la realización del diagnóstico y muestra los valores de los voltajes obtenidos.

Después de realizar las comprobaciones, según los resultados obtenidos es posible deducir:

Los potenciómetros del sensor APP, o posición del pedal de aceleración trabajan de dos formas muy parecidas, son voltajes paralelos y ascendentes, para la señal 1 del sensor APP se obtiene una señal de bajo funcionamiento, es decir inicia con un valor de voltaje mínimo y su pico máximo no es tan alto. Es una señal de tipo ascendente.

Para la señal 2 del sensor APP las características son muy similares. Ya que inicia en un voltaje relativamente bajo y asciende hasta un valor de voltaje que se puede definir como límite para un sensor.

3.1.3.2 Caso 1: Vehículo Sail switch contacto análisis APP sin accionar.

En este caso tenemos dos señales paralelas que sirven como referencia para detectar fallas en estos tipos de sensores. La idea de incorporar dos potenciómetros en el sensor de posición del acelerador es la de brindar mayor confort al conductor y por otro lado es por seguridad, ya que la ECU puede cotejar estas señales encontrando un óptimo funcionamiento del actuador que en este caso es el pedal de aceleración en conjunto con el funcionamiento del TAC.

Para realizar el análisis se ha configurado el osciloscopio en una gráfica (voltaje vs tiempo), la escala del voltaje tanto superior como inferior está dispuesta de 1 a 5 voltios con intervalos de 1 voltio y la escala del tiempo está configurada a 100 us (microsegundos) estas configuraciones brindaran las facilidades para realizar un óptimo análisis de las señales que se generan en este sensor.

Tabla 3. 8 Análisis APP vehículo en contacto.

Sensor analizado:	Sensores 1 y 2 APP
Herramienta utilizada:	Osciloscopio

- Observación 1: Vehículo en contacto.
- Observación 2: El pedal de aceleración no tendrá ninguna acción se lo deja en posición de reposo.
- Observación 3: Mantener los parámetros de configuración para el osciloscopio.



Figura 3. 6 Señales sensor APP vehículo contacto.

Análisis: En la figura 3.6 se puede observar cómo reaccionan las señales del sensor APP cuando el sensor recibe energía de una fuente de alimentación, en este caso de la batería. Se puede observar las variantes que esta acción provoca en las señales del sensor, de aquí se visualiza la frecuencia de las señales arrojadas en el osciloscopio. Los pulsos PWM que se grafican en el osciloscopio son dos señales paralelas los pulsos PWM altos y bajos van a ser iguales, de este modo jamás se interpondrán las señales, de forma contraria a lo ocurrido en las señales del TAC del cuerpo de aceleración electrónico donde se visualizó que los pulsos graficados eran totalmente opuestos, en el sensor APP del pedal se pudo visualizar señales paralelas.

La señal superior está en un rango de 1.06 voltios mientras que la señal inferior del sensor APP está iniciando en un valor más bajo 0.57 voltios las dos señales tienden a ser ascendentes es decir mientras mayor sea el accionamiento del pedal la variación de voltaje aumentará.

3.1.3.2 Caso 2: Vehículo Sail switch contacto análisis APP accionado al 100%

Tabla 3. 9 Análisis APP pedal accionado.

Sensor analizado:	Señales 1 y 2 APP
Herramienta utilizada:	Osciloscopio

- Observación 1: Vehículo en contacto.

- Observación 2: El pedal de aceleración tendrá un accionamiento del 100%. WOT (wide open throttle).
- Observación 3: Mantener los parámetros de configuración para el osciloscopio.



Figura 3. 7 Señales sensor APP vehículo contacto APP WOT.

El objetivo de esta prueba es observar cómo reaccionan las señales del sensor APP en el osciloscopio, cuando el vehículo está en contacto y el pedal es accionado al 100%. Al tratarse de un potenciómetro se va a poder visualizar una variante en la figura 3.7 respecto a la figura 3.6, estas señales son cotejadas por la ECU de manera que en todo momento tenga un monitoreo de la posición del pedal de aceleración interpretando las necesidades del conductor y reaccionando de manera ágil y efectiva.

En este caso se observa la reacción de las señales al accionar al 100% el pedal del acelerador, los datos que fueron arrojados por el multímetro son correctos, los dos sensores alcanzan sus picos máximos de voltaje. Para la señal superior del APP se maneja un voltaje de 3.12 voltios, mientras que para la señal inferior del sensor se obtiene un valor de 1.55 voltios.

3.1.3.3 Caso 3: Vehículo Sail aceleración a 4000 RPM análisis APP

Tabla 3. 10 Análisis APP 4000 RPM.

Sensor analizado:	Señales 1 y 2 APP
Herramienta utilizada:	osciloscopio

- Observación 1: vehículo encendido.
- Observación: mantener el vehículo a 4000 RPM durante el análisis.

- Observación 3: mantener los parámetros de (voltaje vs tiempo) para observar las gráficas de forma clara.

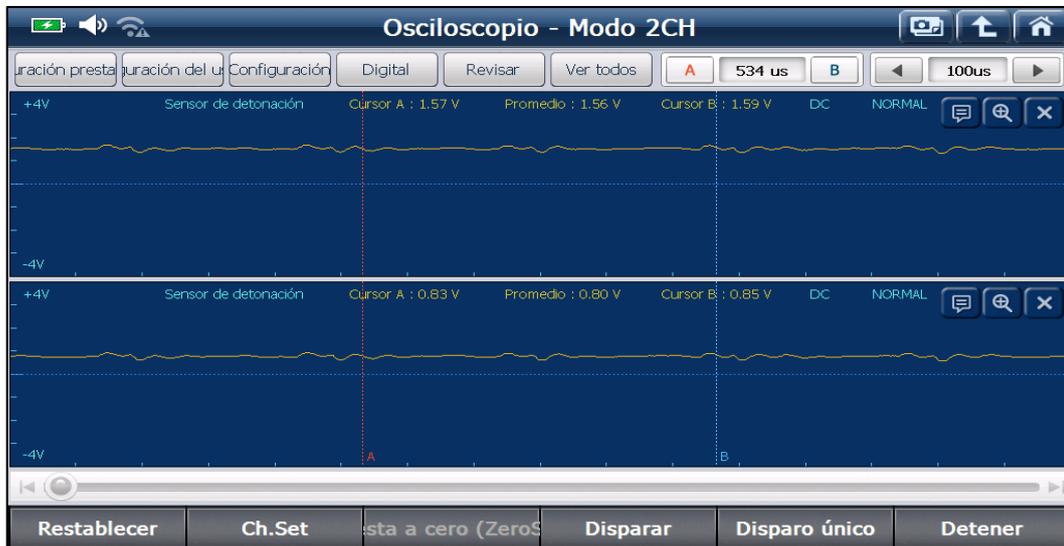


Figura 3. 8 Señales APP 4000 RPM.

Análisis: En la figura 3.8 se observa como el osciloscopio grafica las dos señales del sensor APP cuando se mantiene un régimen de 4000 RPM los datos que se pueden observar para la señal superior es de 1,57 voltios y está en el rango medio de su trabajo tomando los datos de la figura 3.7 donde se observó que el valor máximo es de 3.12 voltios. Este análisis nos dice que la señal 1 del sensor APP está trabajando de forma correcta. De la misma manera se puede deducir el mismo análisis para la señal 2 del sensor APP, ya que en la figura 3.7 se conoció que el voltaje máximo que alcanza esta señal es de 1.55 voltios y cuando se analiza el trabajo del sensor a 4000 RPM alcanzo 0.80 voltios. Se comprueba que el sensor está trabajando de forma correcta ya que estos puntos tomados bajo condiciones específicas de trabajo grafican una recta si se une sus puntos. Si el sensor estuviera con falla o trabajando de forma incorrecta estos valores obtenidos serian distintos y no habría forma de graficar una recta. De esta forma cuando alcanza las 4000 RPM los picos de voltaje subirán o descenderán según sea el actuar del pedal de aceleración. En este caso a 4000 RPM estamos accionado casi el 50% del pedal de aceleración, por lo que los voltajes arrojados en el osciloscopio están en parámetros normales de funcionamiento.

De esta manera se ha obtenido los datos en las señales de cada sensor y actuador esto con el fin de poder brindar un diagnóstico acertado de funcionamiento en el sistema, a continuación, se desarrollará un análisis detenido de los datos obtenidos mediante gráficas.

3.1.4 Análisis en gráficas del sensor TPS cuerpo de aceleración electrónico

Para brindar un diagnóstico acertado sobre el funcionamiento del cuerpo de aceleración electrónico es necesario identificar en un eje de coordenadas (x y) la gráfica que se forma al unir los puntos de voltajes obtenidos de las pruebas realizadas anteriormente. A continuación, se presentan de esta forma.

Tabla 3. 11 Voltaje TPS 1 vs Apertura de mariposa.

Voltaje TPS #1	% de Apertura Aleta
1.04 V	3 %
4,19 V	100%

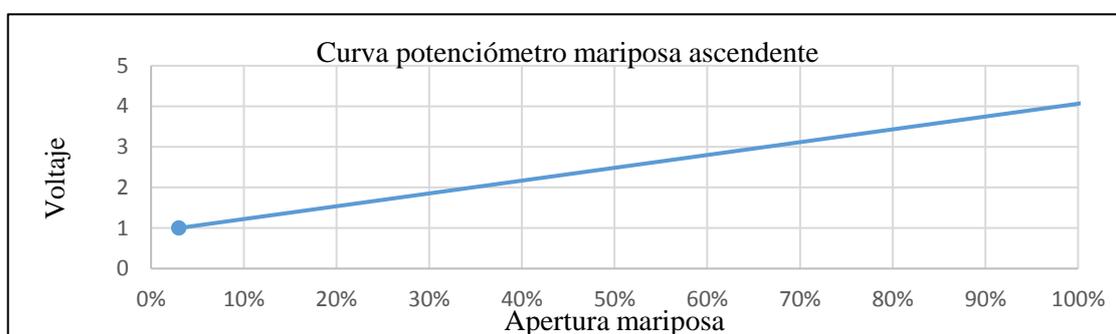


Figura 3. 9 Gráfica señal 1 sensor TPS.

En la figura 3.9 se marca el análisis de la señal número uno del sensor TPS se puede observar que es una línea recta de pendiente ascendente, esta gráfica muestra cómo se abre la aleta de aceleración según los voltajes de trabajo del primer sensor.

Tabla 3. 12 Voltaje TPS 2 vs Apertura mariposa.

Voltaje TPS # 2	% de Apertura Aleta
3.99 V	3 %
0.71 V	100%

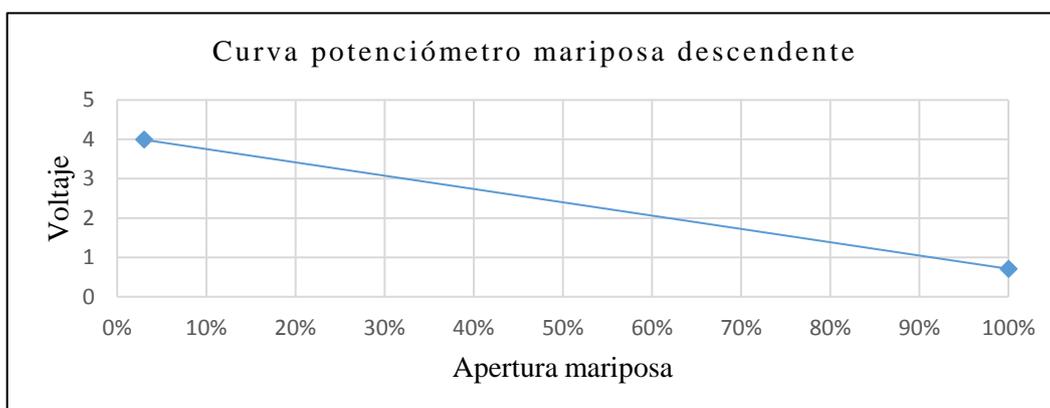


Figura 3. 10 Grafica señal 2 sensor TPS.

La segunda gráfica obtenida figura 3.10 es perteneciente a la señal dos del sensor TPS del cuerpo de aceleración, se grafica una recta de pendiente descendente, para fines de control, el fabricante diseña de esta forma los potenciómetros, si uno de los dos sensores llegara a fallar el otro podría seguir funcionando hasta que se brinde solución a este daño.

Tabla 3. 13 Comparativa 2 señales TPS.

Sensor TPS 1	% Mariposa	Sensor TPS 2	% Mariposa
1.4 V	3 %	3.99 V	3%
4.19 V	100%	0.71 V	100%

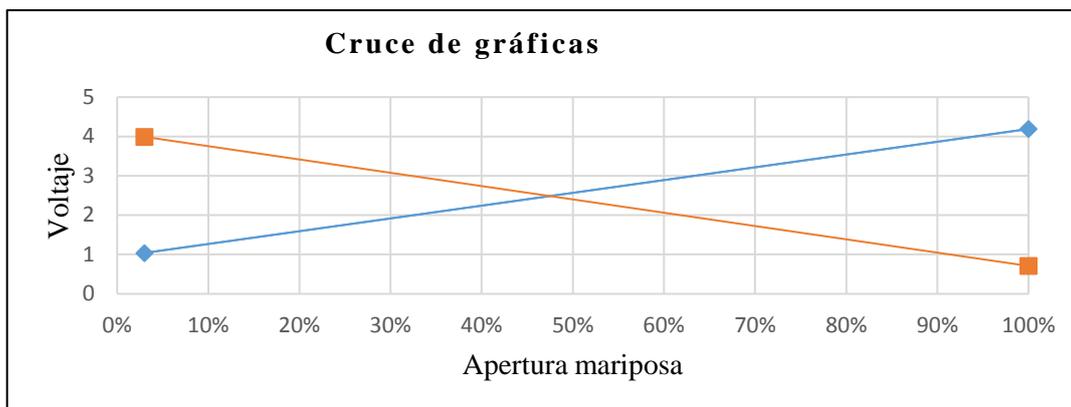


Figura 3. 11 Comparativa entre rectas.

De esta forma en la figura 3.11 se puede observar cómo se intersecan las dos gráficas, de las señales del sensor TPS la primera con señal ascendente, y la segunda con señal descendente, como se explicó con anterioridad estas dos señales son para control de la ECU.

3.1.5 Gráficas del sensor APP cuerpo de aceleración electrónico

Tabla 3. 14 Señal # 1 sensor APP.

Voltaje 1 APP	% de Accionamiento Pedal
0.55 V	3 %
2.1 V	100%

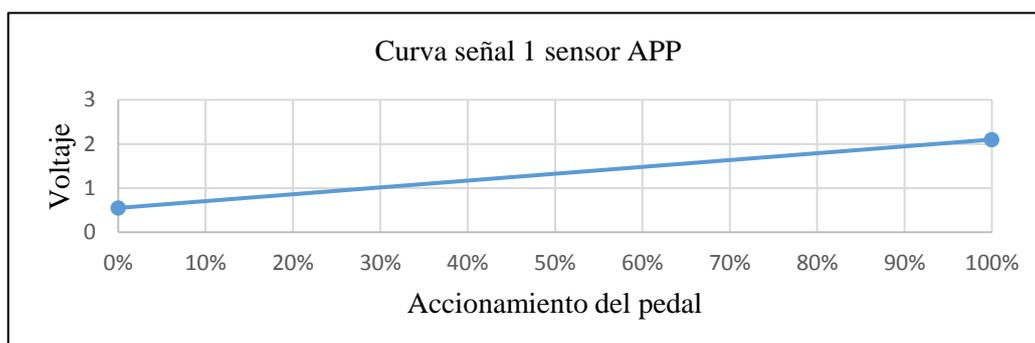


Figura 3. 12 Señal # 1 sensor APP.

La señal 1 del sensor APP indicada en la figura 3.12 en este vehículo puede ser considerado como una señal de bajo voltaje cuya característica sobresaliente es que tiene una forma ascendente.

Tabla 3. 15 Señal # 2sensor APP.

Voltaje 2 APP	% de Accionamiento Pedal
1.8 V	3 %
4,2 V	100%

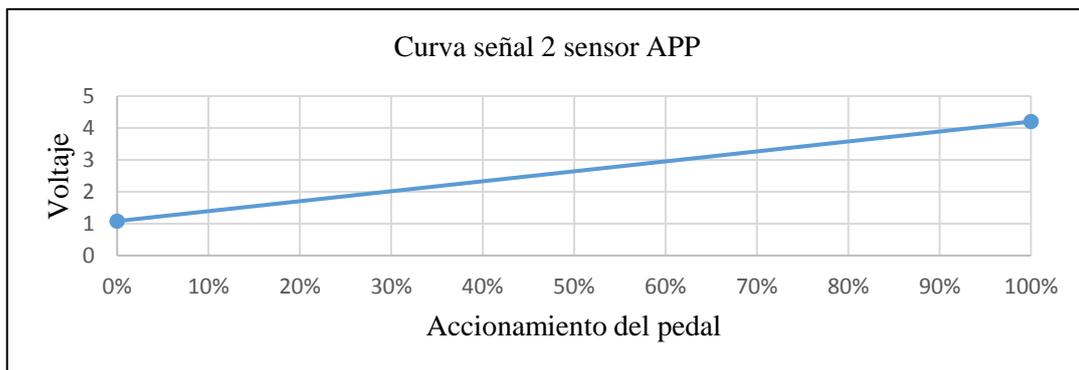


Figura 3. 13 Señal # 2 sensor APP.

La curva de la señal 2 en la figura 3.13 del sensor APP es paralela a la señal 1 del sensor APP, la diferencia principal puede deducirse en que esta señal 2 del sensor APP 2 tiene un voltaje de trabajo alto.

Tabla 3. 16 Comparativa 2 señales sensor APP.

Sensor APP 1	% Accionamiento pedal	Sensor APP 2	% Accionamiento pedal
0.55 V	3 %	1.8 V	3%
2.1 V	100%	4.2 V	100%

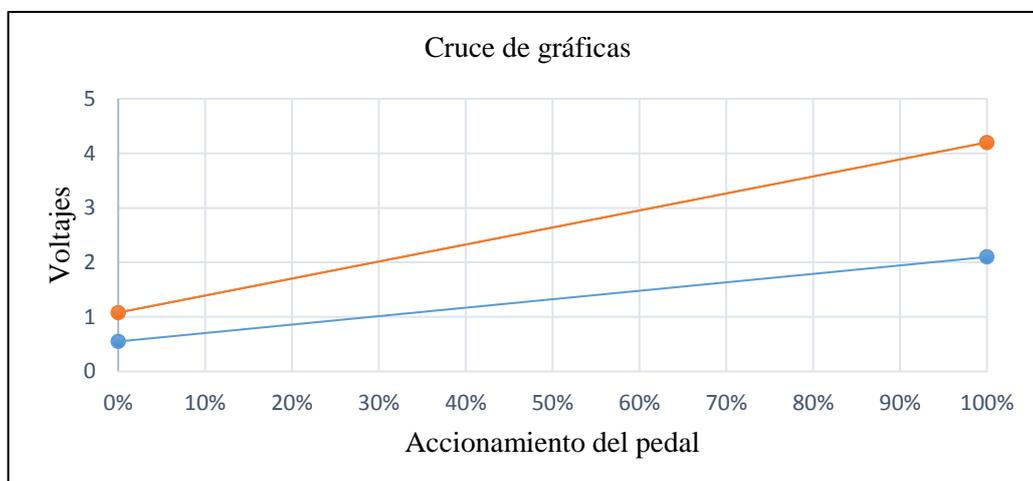


Figura 3. 14 Comparativa entre rectas.

La gráfica indicada en la figura 3.14 muestra una especie de paralelismo entre las rectas de las dos señales del sensor APP, a diferencia de las gráficas del TPS en el sistema TAC, que se mostraban opuestas entre sí, en el APP van juntas de forma ascendente, la finalidad de estas dos señales es brindar a la ECU un monitoreo constante sobre la posición del pedal y brindar una respuesta adecuada del vehículo a las necesidades del conductor.

3.1.6 Proceso de reprogramación vehículo Chevrolet Sail

En el presente literal se muestra cómo se lleva a cabo el proceso de reprogramación en el cuerpo de aceleración electrónico en el vehículo de marca Chevrolet modelo Sail 2012, la finalidad de llevar a cabo este proceso es permitirle a la aleta de aceleración encontrar su posición ideal de funcionamiento dentro de las normas y parámetros exigidos por el fabricante y brindarle al vehículo mayor eficiencia en su trabajo.

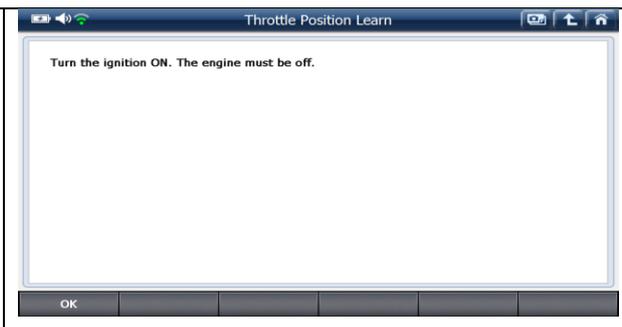
Con la reprogramación además aseguramos que el ralentí o régimen bajo del vehículo sea el indicado en las normas del fabricante, evitando tener un ralentí irregular o defectuoso y que al mismo tiempo pueda trabajar en armonía con sistemas como el de aire acondicionado que por defecto en su funcionamiento influye directamente con el sistema de aceleración.

Tabla 3. 17 Reprogramación en cuerpo de aceleración con G-scan 2.

<p>Una vez se ha conectado el scanner en el puerto DLC del auto, se procede con la selección de la marca del vehículo, para de esta forma maximizar el uso de las herramientas que G-scan ofrece con el protocolo de comunicación J2534.</p>	
<p>A continuación el software pedirá ingresar el 4to dígito del VIN para acceder de forma directa a las especificaciones del vehículo.</p>	

<p>Si todo el proceso se está llevando a cabo con éxito, en la parte derecha del panel se podrá visualizar los pasos que se han seguido, depende del operario del scanner el acceso de forma correcta.</p>	
<p>Es importante que todas las opciones que pregunta el software sean seleccionadas de manera correcta por el operador del equipo, de esto dependerá que el proceso de reprogramación se lleve a cabo con total éxito.</p>	
<p>Preguntas como si el vehículo es de transmisión manual o la capacidad del cilindraje deben ser contestadas de forma correcta para poder llegar a la reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico.</p>	
<p>Una vez que todos los pasos anteriores se hayan llevado a cabo con éxito se deberá ingresar al menú “diagnóstico” y aquí seleccionar la opción “funciones especiales” y esperar que el acceso sea permitido.</p>	
<p>Ya que se ha podido ingresar al menú de funciones especiales se procede a seleccionar la opción “posición de la mariposa” y esperar a que el menú permita ingresar en esta función.</p>	

Como paso final se confirma la reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico y se procede a esperar, de forma automática el scanner realiza el proceso.



Nota: Es importante destacar que en el caso del vehículo Chevrolet Sail la ECU permite una sola reprogramación, si se vuelve a intentar el proceso no tendría éxito ya que la ECU reconoce que los parámetros de funcionamiento del cuerpo de aceleración y la posición de la mariposa son correctos y no es necesario una nueva reprogramación del sistema.

3.1.7 Análisis de las señales obtenidas durante la reprogramación

Con la ayuda del osciloscopio se extraen las señales correspondientes al TAC durante el momento de la reprogramación, en estas se puede ver cómo se comportan los sensores TPS al momento que la unidad de control electrónico ECU está buscando la posición ideal de la aleta de aceleración para satisfacer las necesidades de ralentí, y los diferentes regímenes que el usuario necesita para conducir.

3.1.7.1 Señales previas a la reprogramación en el TAC

La figura 3.15 indica cómo se comportan las dos señales que tiene el TAC estas señales son opuestas y muestran un comportamiento normal antes de proceder a la reprogramación es decir que la aleta de aceleración está en posición de reposo o ralentí.



Figura 3. 15 Señal TAC antes de reprogramar.

3.1.7.2 Señales durante la reprogramación en el TAC

La figura 3.16 muestra cómo se comportan las dos señales del TAC durante el proceso de reprogramación y se observa claramente como la unidad de control electrónico le ordena al TAC buscar una posición ideal de funcionamiento acorde a los parámetros iniciales con los que fue cargado el firmware del módulo de control del TAC. Este proceso dura menos de 1 segundo y toma al menos 20 repeticiones para que la ECU encuentre la posición ideal.

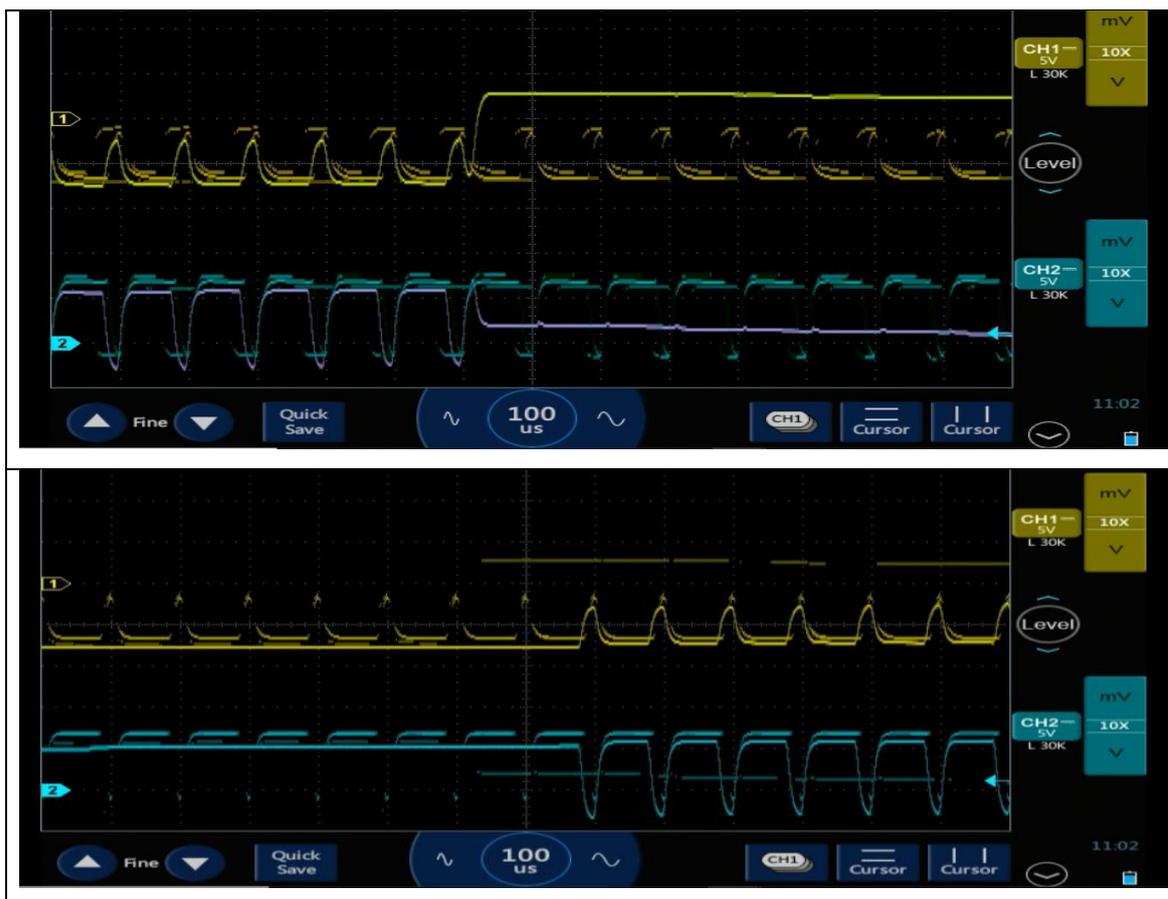


Figura 3. 16 Señales TAC durante reprogramación.

Es evidente ver como las señales se intercalan de un extremo al otro extremo en el osciloscopio esto es porque la ECU está abriendo y cerrando la aleta de aceleración cotejando parámetros señales de los sensores TPS hasta encontrar la posición ideal de funcionamiento de la aleta de aceleración.

Esta posición ideal de funcionamiento debe incluir un régimen de ralentí ideal para el vehículo, una aceleración confortable al usuario, además debe trabajar en correcta sincronización con sistemas alternos como aire acondicionado. Todos estos parámetros son tomados en cuenta por la ECU al momento de encontrar la posición ideal de funcionamiento.

3.1.7.3 Señales del TAC post reprogramación.

Una vez que se ha finalizado el proceso de reprogramación en el cuerpo de aceleración electrónico del vehículo Chevrolet Sail se puede observar en la figura 3.17 que las señales vuelven a estar en su funcionamiento normal. Es decir, se encuentran dos señales provenientes de los potenciómetros del sensor TPS estas señales en régimen de ralentí son de tipo cuadrático y se oponen la una de la otra de esta forma se certifica que el módulo que controla el cuerpo de aceleración electrónico fue reprogramado de manera exitosa, indicando que la unidad de control electrónico ha encontrado la posición ideal de funcionamiento para el cuerpo de aceleración electrónico.

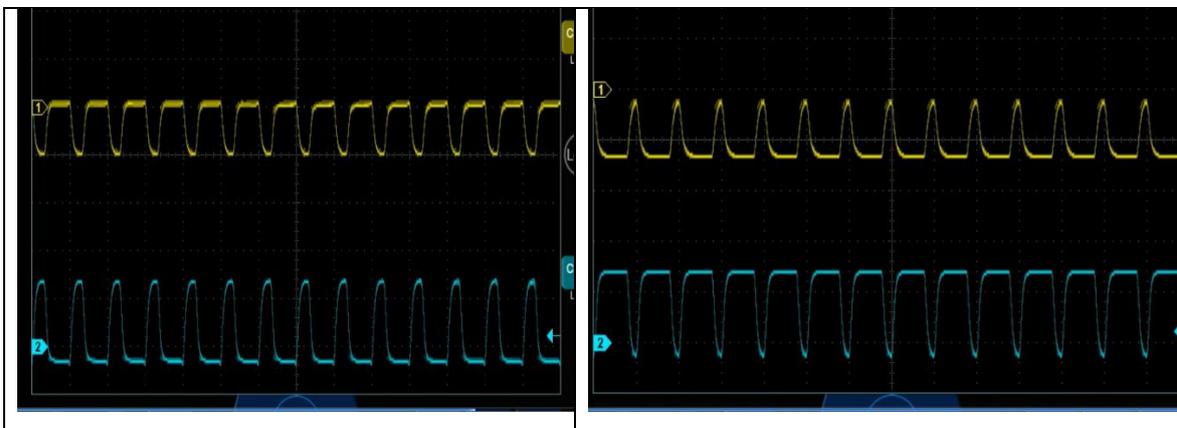


Figura 3. 17 Comportamiento de las señales del TAC post reprogramación.

3.2 ANÁLISIS CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK

El vehículo Volkswagen Amarok es una camioneta, cuya característica principal es usar diésel como combustible, este motor tiene un funcionamiento diferente al motor a gasolina, como parte de la investigación en el presente proyecto se ha visto la necesidad de estudiar el comportamiento de los voltajes en el sensor de la mariposa, ya que en este tipo de vehículos la aceleración es controlada por el sistema de inyección mas no por la apertura de la aleta, al tratarse de una investigación enfocada en la reprogramación en cuerpos de aceleración electrónicos y el comportamiento de los sensores durante este procedimiento.

Aunque la aceleración sea controlada directamente por los inyectores al poseer un TAC y un pedal de aceleración electrónico se puede verificar pruebas y funcionamientos del mismo. Permitiendo una reprogramación del TAC. Se detallarán los comportamientos de la aleta de admisión sometiénolo a las mismas condiciones de contacto y encendido como en el caso del vehículo anterior. A continuación, en la figura 3.18 se muestra el número de cada pin en el sensor TPS y los mismos serán detallados en la tabla 3.18.



Figura 3. 18 Pines sensor TPS Amarok.

La primera prueba se realizó en condición de contacto y el objetivo de la misma fue el de poder conocer cuál era la función de cada cable que se pudo encontrar en el sensor TPS de cuerpo de aceleración electrónico TAC.

En la tabla 3.18 se indican el número del PIN el voltaje obtenido y la deducción del trabajo que es realizado por cada cable, estos fueron los resultados obtenidos:

Tabla 3. 18 Señales de trabajo en el sensor (contacto).

# de Pin	Condición Contacto	Voltaje
5	Señal de trabajo	12v
4	Señal de trabajo	12v
3	Terminal masa	0v
2	Voltaje de señal	4,36v
1	Voltaje de señal	4,99v

De la misma forma se debe comprobar con el vehículo en condición de encendido esto se realiza para buscar la variación de las señales en los voltajes para realizar este procedimiento se utilizaron herramientas como multímetro automotriz y osciloscopio automotriz.

Los procedimientos a realizar serán los mismos que se cumplieron en el vehículo Chevrolet Sail, el objetivo que se busca cumplir es identificar las diferencias que pueden existir entre los diferentes sistemas de aceleración electrónicos. En este caso especial se busca comparar el comportamiento entre un vehículo a gasolina y uno a diésel como es el caso de la camioneta Volkswagen Amarok. Posteriormente a la obtención de datos y realización del diagnóstico respectivo para el módulo TAC se procederá con la reprogramación de este actuador y de la misma forma analizaremos cual es la respuesta de las señales y los pulsos del TAC. Con el uso de scanner automotriz.

La tabla 3.19 indica los resultados que se obtuvieron al realizar la prueba en este caso con el vehículo encendido:

Tabla 3. 19 Señales de trabajo en el sensor (encendido)

# de Pin	Condición Encendido	Voltaje
5	Señal de trabajo	11,64v
4	Señal de trabajo	13,4v
3	Terminal masa	0,06v
2	Voltaje de señal	4,24v
1	Voltaje de señal	5,04v

La particularidad encontrada entre tener el vehículo en contacto y encendido es que los valores son iguales sin que exista variación.

3.2.1 Pruebas en el sensor TPS camioneta Amarok en contacto

En la figura 3.19 se observa como grafica el osciloscopio la señal del voltaje del sensor TPS cuando la apertura de la mariposa es del 11.4% es decir que está casi cerrada y en condiciones de contacto.

- Observación 1: Estas pruebas fueron tomadas al conectar los pines 1 y 5 del sensor con el osciloscopio

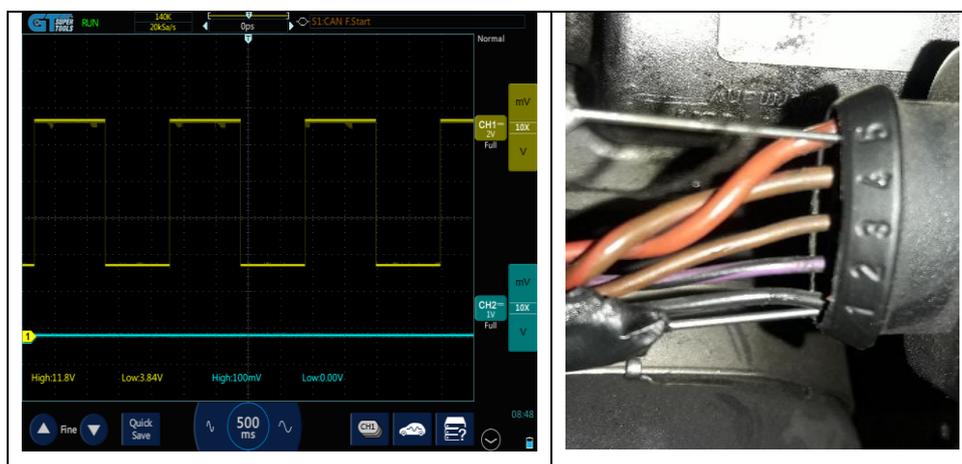


Figura 3. 19 Señal sensor TPS camioneta Amarok.

Mientras se lleva a cabo el proceso de obtención de datos se pudo observar que la aleta o mariposa de admisión se abre y se cierra por intervalos de 5 segundos dando un total de 26 procesos o repeticiones en un tiempo total de 2 minutos y 10 segundos, observándose 2 características sobresalientes durante el proceso un porcentaje mínimo de apertura de la aleta de 11,4% y un porcentaje máximo de 87.1% cuando se abre en su totalidad figura 3.20.

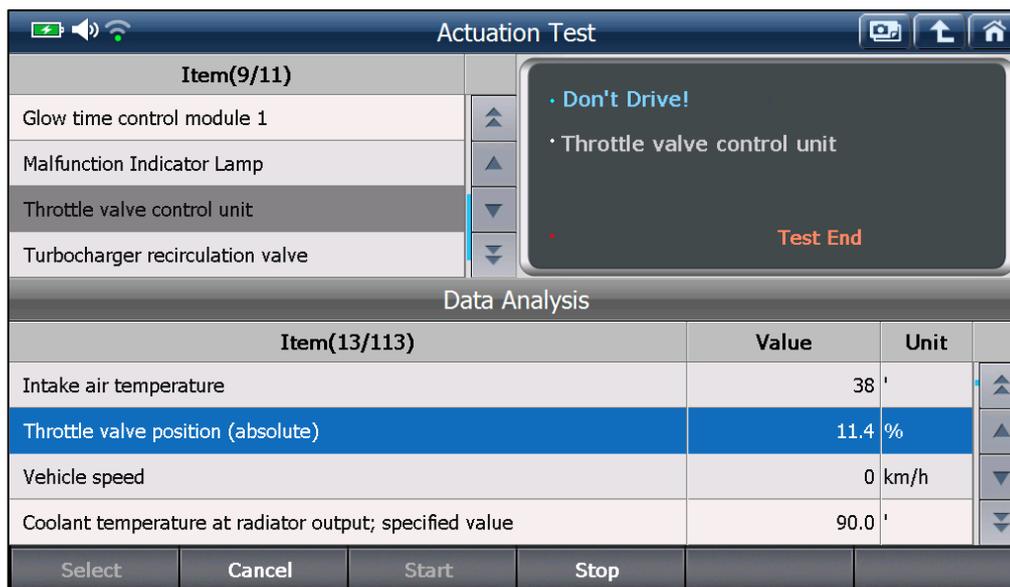


Figura 3. 20 Proceso de reprogramación TAC AMAROK.

3.2.2 Pruebas en el sensor TPS camioneta Amarok encendida

Cuando el vehículo está encendido, las condiciones de las gráficas van a ser distintas ya que el sensor TPS dentro del control electrónico va a enviar señal de sus dos potenciómetros informando a la ECU la posición de la aleta como se indica en la figura 3.21.

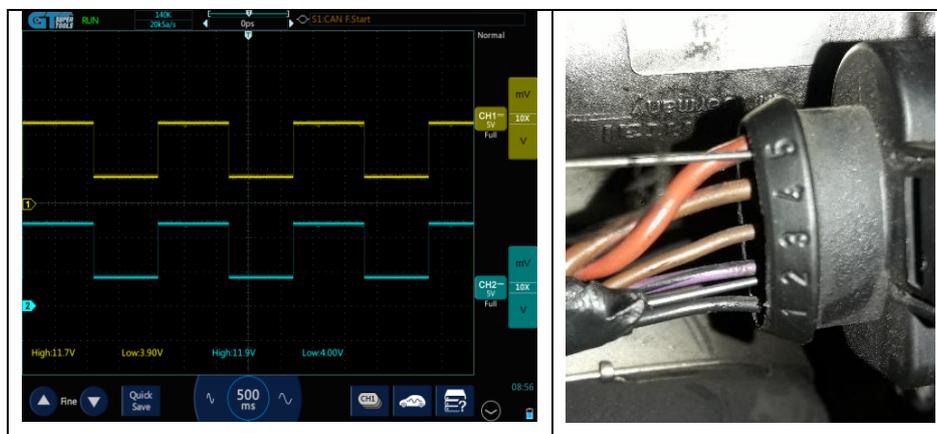


Figura 3. 21 Señal sensor TPS vehículo encendido.

Sometida a las mismas condiciones que la prueba anterior cuando el vehículo está en contacto se puede observar la diferencia que existe al tener al vehículo encendido las dos señales envían datos a la ECU, las pruebas en contacto mostraron que solo una señal se enviaba a la unidad de control electrónico indicando solamente la alimentación.

A continuación, se observará la apertura máxima en la mariposa cuando el test así lo ha dispuesto, con un intervalo de 5 segundos entre cada apertura y cierre de la misma

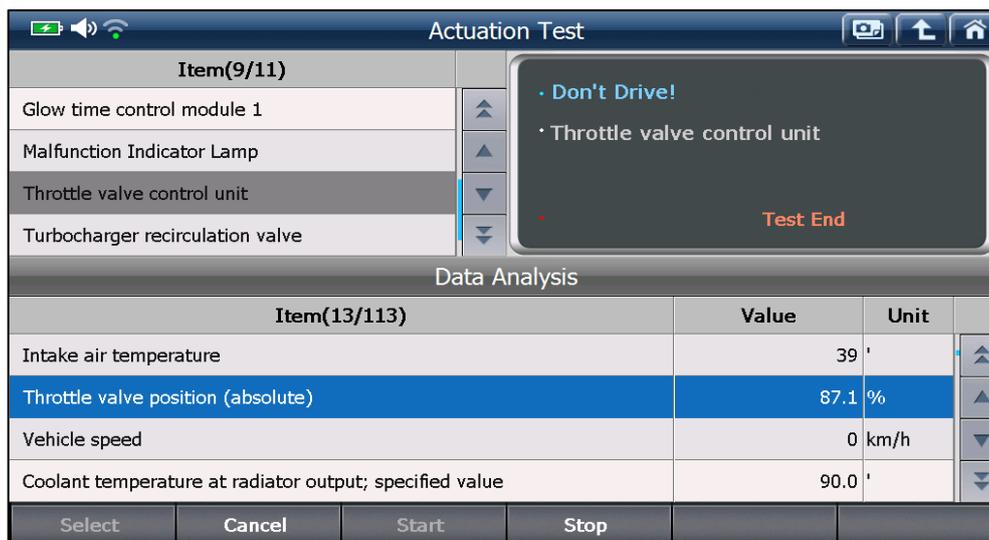


Figura 3. 22 Diagnóstico posición TPS.

El control de la mariposa indica cuando se ha abierto la misma y como permite el paso de aire, a continuación, se observará directamente el comportamiento de las señales cuando se efectúa la reprogramación del cuerpo de aceleración de la camioneta Amarok y se puede diferenciar con las gráficas de las figuras 3.19 y 3.21 el comportamiento de los pulsos será totalmente diferente así lo identificaremos en la figura 3.23.

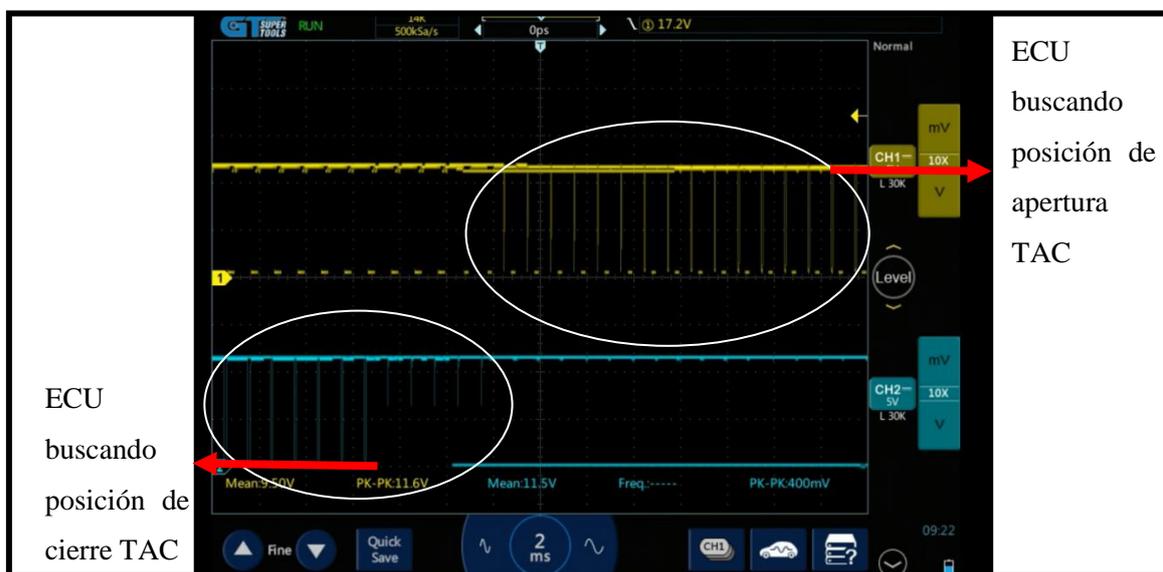


Figura 3. 23 Señales TPS durante reprogramación.

Como se observa en la figura 3.23 mientras se está realizando el proceso de reprogramación en el cuerpo de aceleración electrónico las señales de los dos potenciómetros están constantemente alternándose, esto se debe a que la mariposa está buscando su posición ideal de funcionamiento. La unidad de control electrónico ordena al TAC que abra y que cierre la

aleta mientras el TPS le informa a la ECU la posición de la aleta durante este proceso, mientras la ECU a recibe estos datos le informa nuevamente al TPS cuál es la posición ideal de funcionamiento y en el momento en que la mariposa llega a esa posición ideal la unidad de control electrónico ordena al TAC detener el proceso de esta forma la mariposa queda ubicada en la posición indicada por los fabricantes acorde a las necesidades del auto cumpliendo así con un ralentí estable y un régimen alto ideal, permitiendo que el ingreso de aire sea el necesario para realizar la combustión en el motor.

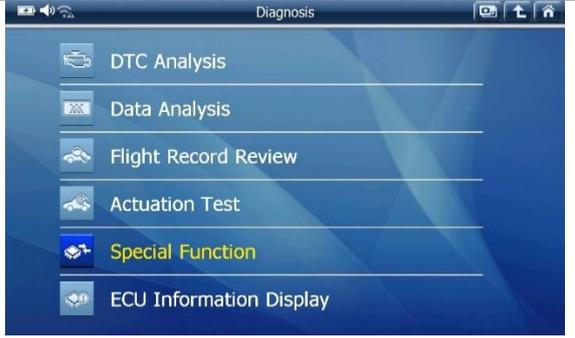
Se puede observar en las figuras 3.20 y 3.22 con los voltajes bajo las dos condiciones, cuando se abre y se cierra la mariposa y se observa algo destacable. Cuando la aleta está casi cerrada el voltaje que se observa en el osciloscopio es bajo mientras que cuando la aleta se abre el voltaje alcanza su punto más alto.

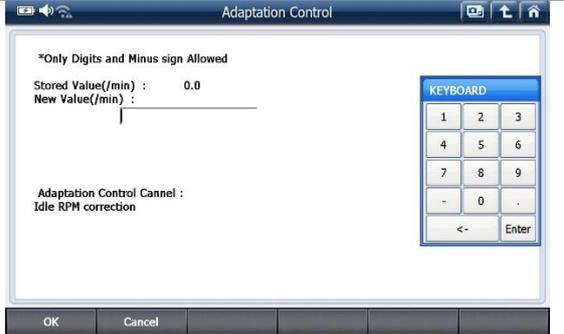
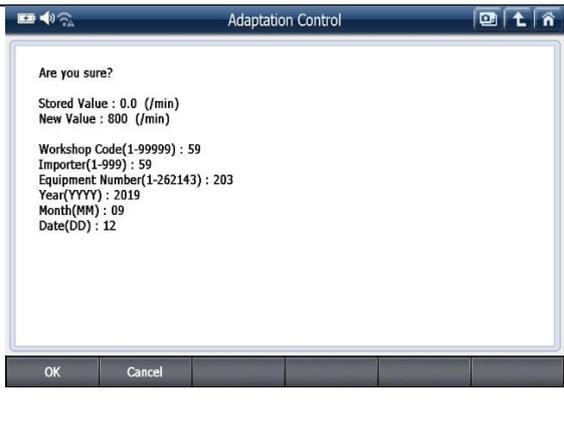
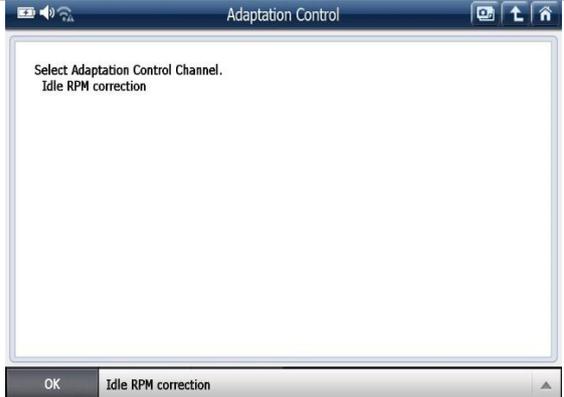
Finalmente se procederá a describir el proceso de reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico en la camioneta Volkswagen Amarok con el G-scan 2 para entender paso a paso como se llevó a cabo este proceso.

3.2.3 Proceso de Reprogramación Camioneta Volkswagen Amarok

Utilizando el G-scan 2 se realizó la reprogramación con el fin de permitirle a la camioneta Amarok tener su cuerpo de aceleración en óptimas condiciones de funcionamiento. A continuación, en la tabla 3.20 se describe paso a paso este proceso.

Tabla 3. 20 Proceso de reprogramación acelerador electrónico camioneta Amarok.

<p>En inicio los primeros pasos serán muy idénticos a los realizados en el proceso anterior cambiando obviamente las características del vehículo y se procede hasta llegar al menú de diagnósticos seleccionando la opción de función especial la cual nos permitirá continuar con el proceso.</p>	
<p>Una vez se haya ingresado en la opción funciones especiales se desplegará un menú en cual se debe seleccionar la opción “adaptation control” y esperar a que se despliegue el siguiente menú.</p>	

<p>Para este vehículo en particular se desplegara un menú en el cual el operador del scanner deberá ingresar el valor de las RPM a las que considera deberá dejar el ralentí en este caso se considera un valor ideal las 800 RPM.</p>	
<p>Seguido deberá ingresar la fecha en la que se realiza la reprogramación ya que G-scan grabará estos valores en su memoria interna para futuros procesos de reprogramación y cotejar valores nuevos con valores antiguos, a partir de este punto iniciará la reprogramación del cuerpo de aceleración.</p>	
<p>Una vez el operador haya configurado todos los valores anteriores seleccionara la opción OK y el escáner iniciara el proceso de reprogramación dejando el ralentí estable al valor antes ingresado y buscando el correcto funcionamiento de este actuador.</p>	

De esta manera se da por finalizado el análisis en la camioneta Amarok y se procede a realizar el mismo diagnóstico en el siguiente vehículo.

3.3 ANÁLISIS CHEVROLET SPARK

El Chevrolet Spark 1.0L activo es un vehículo muy comercializado en el Ecuador, este auto cuenta con una peculiaridad en el sistema de aceleración ya que en el auto se tiene una hibridación entre acelerador electrónico y acelerador mecánico.

En este sistema vamos a encontrar la presencia de un cable que se conecta directamente a la mariposa de aceleración, pero junto a la misma mariposa está posicionado un motor eléctrico TAC el cual cumple las funciones que normalmente haría una válvula IAC, ya que permite

el paso de aire al colector de admisión permitiendo tener una mezcla ideal cuando el motor está arrancando a bajas temperaturas, también como regulador de régimen bajo o ralentí.



Figura 3. 24 Cuerpo de aceleración Spark.

En la figura 3.24 se puede observar la disposición del cuerpo de aceleración en el vehículo Chevrolet Spark la flecha de color amarilla está señalando al motor electrónico paso a paso en el cuerpo de aceleración el mismo que está ubicado a un costado de la mariposa, mientras que a la derecha de la imagen con flecha azul se señala el cable de aceleración que es el encargado de transmitir el movimiento desde el pedal hasta la aleta de la mariposa, dejándole el régimen de ralentí ser gobernado por el motor paso a paso que tiene autoridad sobre la aleta.

El motor electrónico recibe las peticiones provenientes de la ECU referentes al régimen de ralentí y abre o cierra la aleta para mejorar la combustión a bajo régimen eliminando la necesidad de un sensor IAC.

Este modelo fue el precursor de lo que más adelante se convertiría en el cuerpo de aceleración electrónico.

En este cuerpo de aceleración, se analizará principalmente la disposición del socket de cables que ingresan al cuerpo de la mariposa y por ende al motor paso a paso.

Además, se busca verificar las señales que ingresan y salen del mismo, de forma parecida como se ha venido trabajando en los dos autos anteriores que han sido objetos de este estudio, la primicia es entender el funcionamiento de este sistema de aceleración semi electrónico ya que como se observa en la figura 3.24 tiene un cable que regula la aceleración de acuerdo a la necesidad del conductor.

3.3.1 Señales del cuerpo de aceleración



Figura 3. 25 Socket de cables cuerpo de aceleración.

La figura 3.25 nos indica la disposición del socket y los cables que conforman este cuerpo de aceleración automotriz, como en todos los sistemas de aceleración que se han estudiado hasta el momento, aquí se observa la existencia de 6 cables que funcionan con el sistema. La disposición de los mismos se observa de manera detallada en la tabla 3.22

Tabla 3. 21 voltajes de funcionamiento.

Conectado = 12 voltios	Conexión a tierra
5 voltios	Voltaje de alimentación
(0.5 – 1)voltios hasta (2 – 2.5)voltios	Señal de trabajo
Conectado = 12 voltios	Conexión a tierra
5 voltios	Voltaje de alimentación
(1.5 – 1.8)voltios hasta (4 – 4.3)voltios	Señal de trabajo

Las señales que se obtiene de este equipo de aceleración mitad electrónico y mitad mecánico nos indica que sus parámetros de funcionamiento están óptimos, ya que se encuentran dentro de los parámetros de funcionamiento normal para el sistema de aceleración, es decir que el cuerpo de aceleración en este caso no presenta ningún problema.

Por efectos de estudio este sistema de aceleración es ideal para realizar un proceso de reprogramación en el TAC ya que este auto está en funcionamiento constantemente, si bien los parámetros de funcionamiento son correctos se encontraron impurezas en la garganta del cuerpo de aceleración obligando a reprogramar la posición ideal de la aleta de aceleración.



Figura 3. 26 Pruebas y obtención de señales en el TPS.

La obtención de datos en este vehículo se la realizo de forma muy similar a las dos pruebas anteriores y los resultados fueron muy similares en los tres casos.

Se puede deducir que los parámetros de funcionamiento y el análisis de señales que conforman un cuerpo de aceleración electrónico son muy similares y trabajan bajo los mismos parámetros. En todos los casos vamos a observar que cada sensor que conforman este sistema tienen 2 señales, las cuales son para corroborar el funcionamiento del actuador en este caso sea la mariposa o el pedal de aceleración.

La garantía que brindan estos sistemas es que si existe alguna falla electrónica la ECU puede entrar en un modo seguro de funcionamiento, tomando el control de todos los sistemas y permitiéndole al usuario tomar un régimen de marcha mínima y segura que le permita llegar a su centro de servicio más cercano y arreglar el problema.

3.4 REPROGRAMACIÓN DE CUERPO DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICO

Este proceso se lo realizo con el uso de herramienta especializada, puntualmente el scanner G-scan 2 ofrece entre sus principales aplicaciones poder realizar este tipo de actividades que son una gran ayuda para el centro de servicio automotriz.

Como anteriormente fue citado, un cuerpo de aceleración electrónica se puede desprogramar por diferentes razones y como resultado se tendrá que el vehículo no reaccione de manera adecuada en momentos de aceleración, se podrán tener diferentes reacciones fuera de lo

común en el vehículo, la tabla 3.22 Detalla algunas malas prácticas que pueden tener como resultado una posible desprogramación del cuerpo de aceleración electrónico automotriz.

Tabla 3. 22 cuadro de acciones y consecuencias.

Causal	Efecto
Desconectar la batería	Vehículo en modo seguro.
Exceso de suciedad en el cuerpo de aceleración	Falta de aceleración perdida de potencia
Manipulación indebida de la mariposa	Ralentí inestable

Por estas razones es necesario recurrir a sistemas que permitan al usuario reestablecer las condiciones normales de funcionamiento en un vehículo.

Un scanner con funciones avanzadas permite al usuario hacer actualización o reprogramaciones en el módulo PCM (control del tren de potencia) del vehículo en este caso de busca reprogramar o actualizar los datos de funcionamiento en el cuerpo de aceleración.

Este procedimiento se logra gracias a la existencia del protocolo de comunicación J2534, este protocolo busca mantener actualizados los parámetros de funcionamiento de los módulos que pueden ser reprogramables en el vehículo. El protocolo permite tener una universalidad en lo referente a los softwares que manejan las firmas fabricantes de vehículos, ya que sin importar el modelo del vehículo o el fabricante dentro de sus opciones de conexión a través del puerto DLC se podrá comunicar a través del protocolo de comunicación J2534 y se podrá llevar a cabo las actualizaciones que el usuario requiera siempre y cuando los módulos del vehículo lo soporten.

Con esto el vehículo mantendrá sus condiciones normales de funcionamiento y el usuario podrá alargar la vida útil del auto, manteniendo los estándares de fábrica ideales de funcionamiento relacionados con temas de regulación internacional como el manejo de emisiones contaminantes dentro de los rangos permitidos, ayudando a la lucha por el cambio climático consumo de combustible óptimo, confort y seguridad.

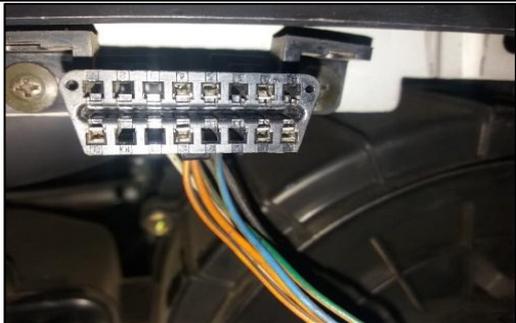
A continuación, en la tabla 3.23 se detallarán y explicarán todos los pasos a seguir cuando se utiliza una herramienta de diagnóstico para reprogramar o calibrar un cuerpo de aceleración electrónico.

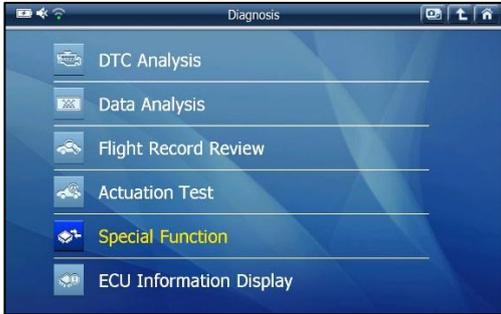
Ayudados de la herramienta de diagnóstico scanner automotriz G-scan 2 la cual soporta el protocolo de comunicación J2534, se tendrá acceso al proceso de reprogramación mediante

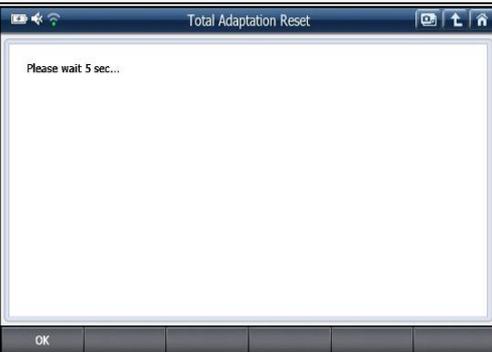
el puerto DLC que es universal en todos los autos que cuentan con normas de diagnóstico a bordo OBD II

3.4.1 Proceso de reprogramación del cuerpo de aceleración

Tabla 3. 23 Proceso de reprogramación acelerador electrónico.

<p>Identificar el cuerpo de aceleración en el vehículo.</p>	
<p>Desacoplar el sistema de admisión, y revisar el estado de aleta en el cuerpo de aceleración.</p>	
<p>Limpiar impurezas y suciedades alojadas en el cuerpo de aceleración.</p>	
<p>Identificar el puerto de análisis y diagnóstico DLC dentro del vehículo.</p>	
<p>Conectar al puerto de diagnóstico el cable de datos proveniente del scanner, y proceder a encender el equipo.</p>	
<p>Seleccionar la opción de diagnóstico.</p>	
<p>A continuación, se deberá elegir la marca del vehículo a través del fabricante del mismo. (en nuestro caso se trata de un vehículo Chevrolet Spark 5P A/C 1.0L activo.</p>	
<p>Una vez que se ha realizado esta selección se desplegará un nuevo menú en la cual el usuario deberá elegir el modelo del vehículo en el que se realizará la reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico.</p>	

<p>A continuación, el scanner pedirá especificar la sección del automóvil en la que se trabajará, ya sea el tren de potencia, el chasis, etc. Estas opciones van a variar dependiendo de cada fabricante y de cada modelo de vehículo.</p>	
<p>Una vez realizado este procedimiento lo siguiente será seleccionar en el nuevo menú, las especificaciones del motor relacionadas con cilindrada y la disposición del árbol de levas.</p>	
<p>Todos estos pasos son de suma importancia para evitar falencias en el proceso. Se deberá esperar unos momentos mientras el scanner revisa en su memoria interna las opciones que puede brindar para el vehículo seleccionado.</p>	
<p>A continuación, se desplegará un nuevo menú en el que se podrá observar las opciones de diagnóstico que el scanner ofrece, al tratarse de un procedimiento especial se deberá seleccionar la opción (función especial).</p>	
<p>Seguido a esto, en el nuevo menú desplegado tenemos la opción de reinicio total, esta función se encargará de eliminar todos los datos, registrados en la memoria del cuerpo de aceleración y grabar los valores con los que el mismo salió de fábrica.</p>	

<p>Una vez seleccionada la opción de reinicio se necesita confirmar el procedimiento a realizar como método de seguridad y aceptación por parte del usuario.</p>	
<p>Una vez confirmado el procedimiento en el cuadro de diálogo el scanner realizará la reprogramación en el cuerpo de aceleración, en la pantalla se observará una notificación mientras esto sucede.</p>	
<p>Finalmente, se ha finalizado el proceso de reprogramación de un cuerpo de aceleración electrónico. Como paso final el scanner indicara un aviso de esperar 5 segundos antes de volver a encender el vehículo y proceder a su respectivo uso.</p>	

El proceso de reprogramación de un cuerpo de aceleración electrónico es realizado en su totalidad por scanner, esta herramienta es de gran importancia en un taller de mantenimiento automotriz, simplifica el diagnóstico de fallas y su posterior solución en este caso investigativo su uso es vital, ya que sin el uso del mismo no se puede llevar a cabo de ninguna forma este procedimiento.

3.5 EFECTO DE LA REPROGRAMACIÓN EN LAS SEÑALES ELECTRÓNICAS DE SENSORES Y ACTUADORES

Finalizado el procedimiento de reprogramar un cuerpo de aceleración electrónico utilizando herramienta especializada, el usuario podrá notar de manera clara, que el desempeño del

vehículo mejora de forma notable respecto al rendimiento del mismo antes de practicar la reprogramación.

En este capítulo serán analizadas las señales electrónicas durante el proceso de reprogramación, con ayuda del osciloscopio detectaremos cómo se comportan las señales electrónicas de los potenciómetros ubicados en el cuerpo de aceleración automotriz. Esta investigación tiene por finalidad poder desarrollar a futuro una herramienta que puede estar al alcance de la mayoría de personas que posean vehículos con cuerpo de aceleración electrónico. El objetivo es que este proceso sea amigable con el usuario y pueda ser realizado en cualquier momento.

3.5.1 Cuerpo de Aceleración Motorizado

De igual forma como fue descrito en el capítulo 2 de esta investigación se seleccionarán los pines con los voltajes de señal en el cuerpo de aceleración ya que estos dos voltajes se verán reflejados en el osciloscopio

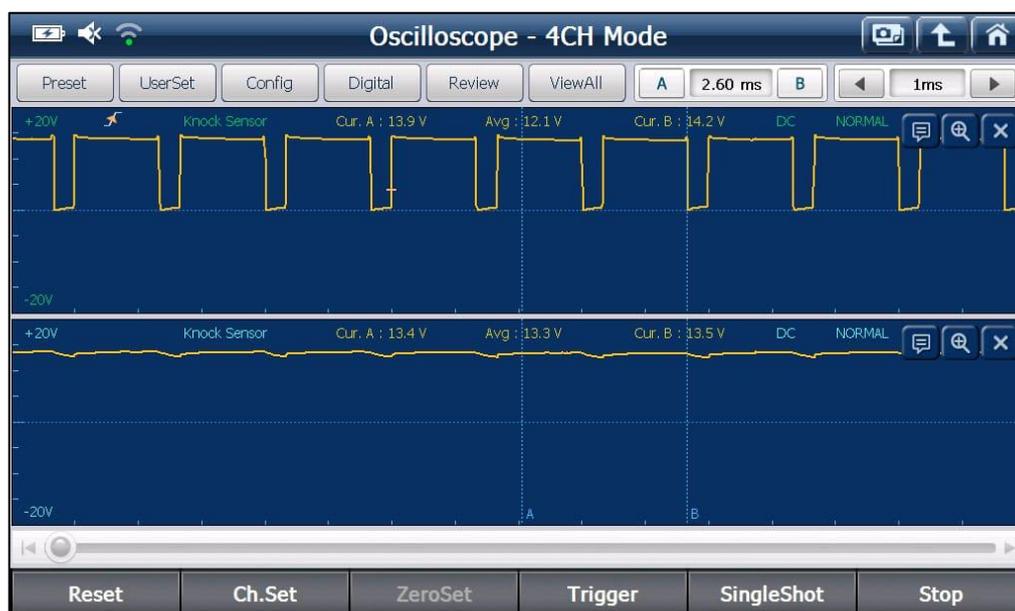


Figura 3. 27 Señales a ralentí.

Como fue descrito en el inicio del capítulo 3 las señales son diametralmente opuestas, se puede observar en la gráfica cómo se comportan las señales cuando el vehículo está en un régimen de marcha mínima o ralentí. De la misma forma que ocurrió con las señales tomadas del vehículo Chevrolet Sail, en el caso del Chevrolet Spark se observa los mismos comportamientos esto se evidencia en la figura 3.27 la cual es muy parecida a la figura 3.23 de la camioneta Volkswagen Amarok dando a notar que el proceso de reprogramación de un

cuerpo de aceleración electrónico es el mismo para todos los vehículos sin importar la marca o el modelo o fabricante del auto.

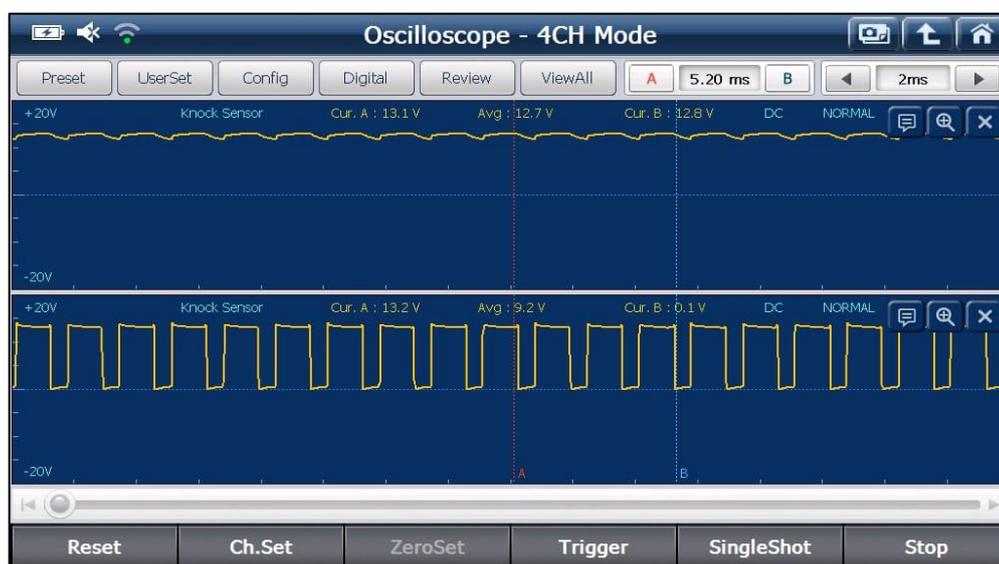


Figura 3. 28 Señales con aceleración moderada.

El efecto de ejercer un poco de aceleración indica como los anchos de pulso saltan uno al contrario del otro, la finalidad de tener dos señales es poder monitorear de forma eficaz el correcto funcionamiento de los potenciómetros, las 2 señales tienen sus parámetros de funcionamiento, si el acelerador tuviera problemas estas no manejarían de forma correcta sus parámetros como se indica en la figura 3.28.

3.5.2 Reacción de las señales durante la reprogramación del cuerpo de aceleración

En la figura 3.29 se podrán analizar las señales electrónicas mientras se está realizando la reprogramación nos permitirá tener una idea de cuál es el papel que desempeña el software en el actuador.

Al comprender como es el proceso interno en el cuerpo de aceleración, mientras se reprograma, notaremos la diferencia en las señales con el comportamiento normal del vehículo. Las señales se interponen unas a otras sin tocarse. Se observa como debe ser un correcto funcionamiento del cuerpo de aceleración.

El proceso de reprogramación le devuelve al actuador su configuración inicial, en este momento se han eliminado los posibles problemas existentes relacionados con el cuerpo de aceleración. Se dan solución a los inconvenientes de no tener un ralentí estable, o problemas de emisiones, todos los inconvenientes antes descritos quedan solucionados mediante este proceso.

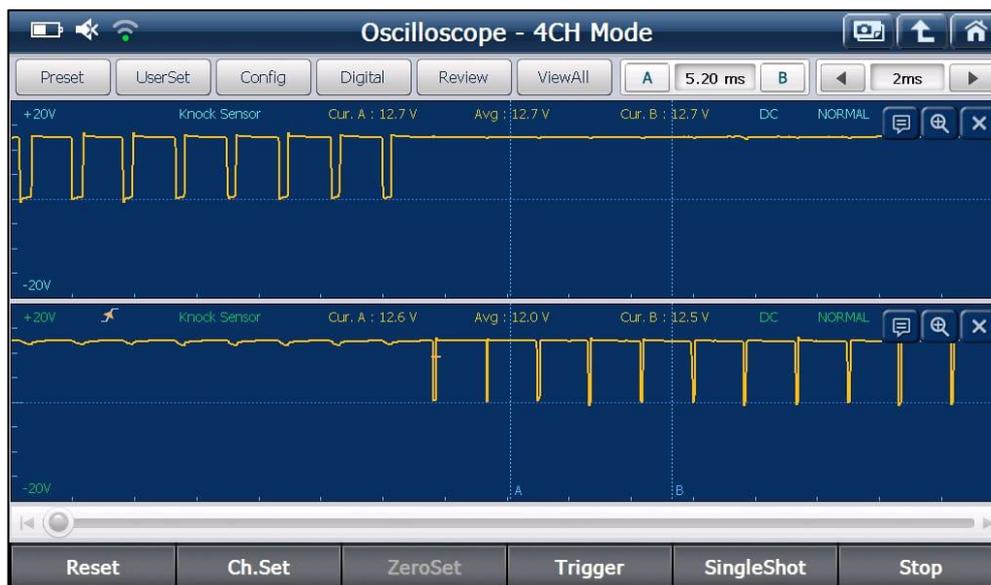


Figura 3. 29 Efecto de la reprogramación en las señales.

3.6 INFILTRACIÓN EN LA RED DE COMUNICACIÓN DEL VEHÍCULO

El presente proyecto investigativo presenta como parte primordial en su propuesta de trabajo una alternativa al sector del mantenimiento automotriz, el alto costo de adquisición en equipos o herramientas para un taller especializado en diagnosticar fallas en sistemas del automóvil, ha visto la necesidad de crear tecnologías alternativas que puedan estar al alcance de las personas. En la actualidad y gracias a los avances tecnológicos, se puede optar por configurar o incluso fabricar herramientas muy útiles para poder diagnosticar fallos, al manejarse códigos de comunicación universales en la gran mayoría de vehículos se puede concluir que se facilita la obtención de códigos o lectores de señales en sensores y equipos electrónicos de un vehículo.

La infiltración en la red de comunicación del vehículo tiene por objeto entender cuál es la reacción que toman sensores y actuadores al recibir las ordenes provenientes de la unidad de control electrónico mientras se está realizando una reprogramación como es el caso del cuerpo de aceleración electrónico, esta investigación se ha enfocado directamente en los voltajes de los sensores APP, TPS, también hemos visto físicamente cual es el comportamiento de la aleta de aceleración al modificar las señales de voltaje que la misma recibe, en este capítulo se busca comprender el lenguaje de programación con el que se comunica la ECU del vehículo con el scanner G-scan 2



Figura 3. 30 Cable adaptación puerto DLC.

El procedimiento que se siguió consistió en utilizar un cable extensión de OBD2 tipo splitter que consta de un conector macho y dos conectores hembras como consta en la figura 3.30.

Con la referencia bibliográfica utilizada en el estado del arte, se conoció que los pines o de vías comunicación utilizadas por la red can son:

Tabla 3. 24 Pines de trabajo puerto DLC.

Pin 5	Tierra de la señal
Pin 6	CAN HIGH
Pin 14	CAN LOW

Con esto se entiende que por el pin 6 denominado CAN HIGH la red recibe la orden directamente del scanner y por el pin 14 responde a la orden dada. De esta forma se conectó un puerto hembra directo al puerto DLC del sistema OBD II del vehículo el otro puerto hembra va a ser el que infiltre la red, como se muestra en la figura 3.31.

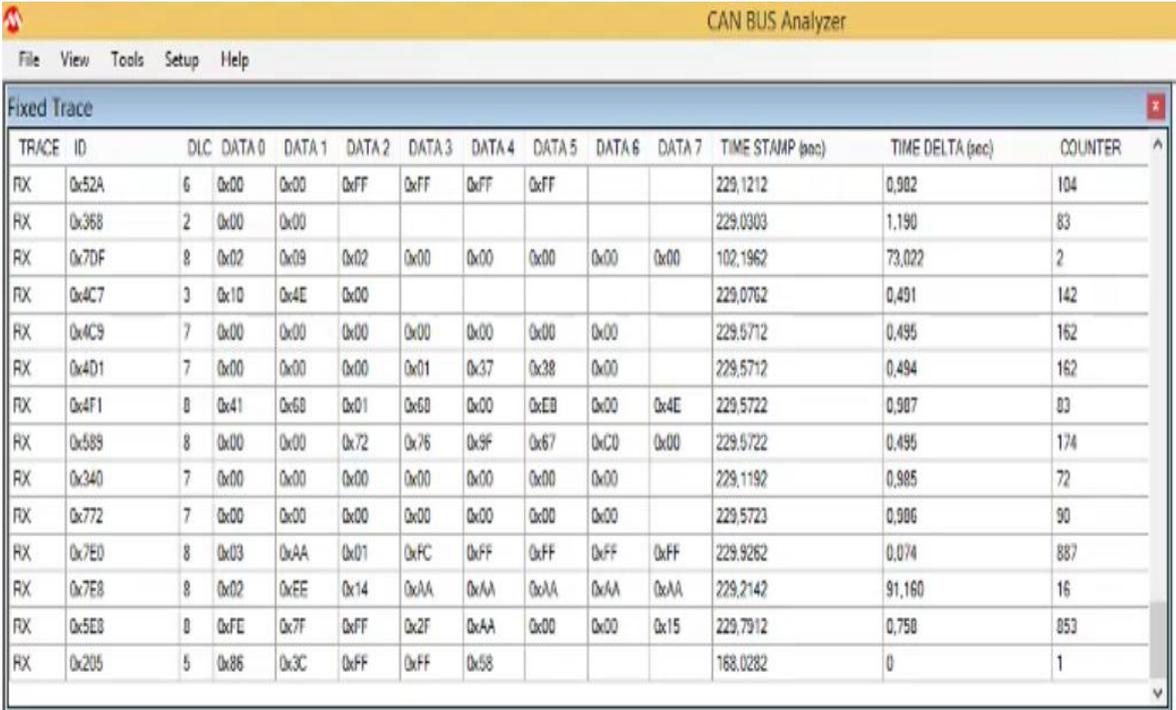


Figura 3. 31 Conexión Infiltración en la red.

La conexión entre el puerto DLC y a la herramienta CAN BUS Analyzer en este se realiza mediante un cable que sirve como puente de infiltración ya que por uno de sus dos puertos de salida va conectado el microchip CAN BUS Analyzer y después directamente a una computadora portátil cargada con el software del programa. La otra salida del puente el conector macho obviamente será conectado al scanner, de esta forma se podrá observar en la pantalla del computador las señales en forma de códigos hexadecimales que son enviados desde el scanner y contestados por la ECU del vehículo.

El software del CAN BUS Analyzer es muy amigable con el usuario y este desprende un panel principal similar a una hoja de cálculo de Microsoft Excel, en este menú se podrá visualizar el intervalo de tiempo en el que los códigos de petición y de respuesta son enviados, se despliega un contador de códigos, este número es de vital importancia ya que nos comunica cuantas veces es enviado el código y de la misma forma cuantas respuestas recibe este código. A partir de esta información el procedimiento que se siguió en este trabajo investigativo consto de que utilizando la opción de herramientas especiales en el scanner G-scan2.

En la figura 3.32 extraída del software del CAN BUS ANALYZER durante un proceso de reprogramación en un vehículo Chevrolet Sail se observa como corren los códigos hexadecimales durante el proceso de reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico.



TRACE ID	DLC	DATA 0	DATA 1	DATA 2	DATA 3	DATA 4	DATA 5	DATA 6	DATA 7	TIME STAMP (sec)	TIME DELTA (sec)	COUNTER
RX 0x52A	6	0x00	0x00	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF			229,1212	0,982	104
RX 0x368	2	0x00	0x00							229,0303	1,190	83
RX 0x7DF	8	0x02	0x09	0x02	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	102,1962	73,022	2
RX 0x4C7	3	0x10	0x4E	0x00						229,0762	0,491	142
RX 0x4C9	7	0x00		229,5712	0,495	162						
RX 0x4D1	7	0x00	0x00	0x00	0x01	0x37	0x38	0x00		229,5712	0,494	162
RX 0x4F1	8	0x41	0x60	0x01	0x60	0x00	0xEB	0x00	0x4E	229,5722	0,987	83
RX 0x589	8	0x00	0x00	0x72	0x76	0x9F	0x67	0xC0	0x00	229,5722	0,495	174
RX 0x340	7	0x00		229,1192	0,985	72						
RX 0x772	7	0x00		229,5723	0,986	90						
RX 0x7E0	8	0x03	0xAA	0x01	0xFC	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF	229,9262	0,074	887
RX 0x7E8	8	0x02	0xEE	0x14	0xA	0xA	0xA	0xA	0xA	229,2142	91,160	16
RX 0x5E0	8	0xFE	0x7F	0xFF	0x2F	0xAA	0x00	0x00	0x15	229,7912	0,758	853
RX 0x205	5	0x86	0x3C	0xFF	0xFF	0x58				168,0282	0	1

Figura 3. 32 Códigos sexagesimales de programación.

Mientras en scanner envía las ordenes a la ECU del vehículo por la ID 0x7E0, el vehículo responde a estas órdenes por la ID 0x7E8 de esta forma se cumple el protocolo de comunicación J2534 y verificando que la red CAN 2 trabaja de forma óptima enviando y recibiendo datos mediante el CAN HI y el CAN LOW.

El siguiente paso es la extracción de estos códigos, dentro del mismo software se tiene la opción de grabar los datos en tiempo real, esto nos ayuda de manera muy significativa ya que estos códigos después serán filtrados y seleccionados para las operaciones que deseamos realizar, ya que se los puede utilizar desde cargar en un software y con una computadora realizar este tipo de mantenimientos en vehículos que posean entre sus características el cuerpo de aceleración electrónico, posteriormente se extraerán los códigos en un blog de notas común y corriente la figura 3.33 se indica la cantidad elevada de códigos hexadecimales que se obtienen con este programa no todos son para la reprogramación del cuerpo de aceleración. Estos indican todas las actividades que está realizando la ECU desde que el vehículo enciende y son en tiempo real.

Cabe mencionar que todas las actividades que está realizando el vehículo van a ser detectadas por el programa. Por ejemplo: si la luz de salón está encendida. o si el radio del auto está funcionando, todas estas acciones también serán detectadas y se obtendrán códigos hexadecimales.

```

PRUEBA 1.CAN: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
//-----
Microchip Technology Inc.
CAN BUS Analyzer
Released August 22nd 2014 - BETA

PC Software Information:
  GUI Version: 2.2
Firmware Information:
  USB Version: 2.0
  CAN Version: 2.3

Logging Started: 30/04/2019 15:24:14
//-----
34,5269;RX;0xBE;6;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;
34,5270;RX;0xC9;8;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x10;0x00;
34,5279;RX;0xF9;8;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;
34,5279;RX;0x141;6;0x04;0x08;0x00;0x00;0xFF;0x00;
34,5279;RX;0x18E;8;0x00;0x00;0x00;0x78;0xD7;0x99;0x07;0x99;
34,5280;RX;0x191;8;0x47;0xB0;0x07;0xC4;0x07;0x99;0x00;0x33;
34,5289;RX;0x1E1;7;0x00;0x00;0x04;0x00;0x01;0x00;0x00;
34,5289;RX;0x1EE;7;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;0x00;
34,5289;RX;0x1F3;3;0x00;0x00;0x00;
34,5349;RX;0x354;3;0xCB;0xE9;0x01;
34,5349;RX;0x1A1;7;0x00;0x10;0x60;0x00;0x68;0x6B;0x00;
34,5349;RX;0x1A3;1;0x00;
34,5350;RX;0x1AA;7;0x00;0x67;0x86;0xA0;0x7C;0x40;0x00;
34,5359;RX;0x1BA;8;0x06;0xA0;0x6A;0x07;0x99;0x6A;0x07;0x30;
34,5359;RX;0xC0;5;0x5A;0xF0;0xF0;0xE0;0xE0;
34,5359;RX;0x1C3;8;0x67;0xB0;0x06;0xA0;0x00;0x00;0x00;0x00;
34,5360;RX;0xC1;8;0x20;0x00;0x00;0x00;0x20;0x00;0x00;0x00;
34,5360;RX;0x1BF;3;0x00;0x00;0x00;
34,5369;RX;0xC5;8;0x30;0x00;0x00;0x00;0x30;0x00;0x00;0x00;
34,5369;RX;0xF1;6;0x00;0x01;0x00;0x40;0x00;0x00;
34,5369;RX;0xD1;7;0xC0;0x00;0xFF;0xFD;0x00;0xFD;0x00;
34,5369;RX;0xBE;6;0x04;0x00;0x00;0x00;0x01;0xFF;

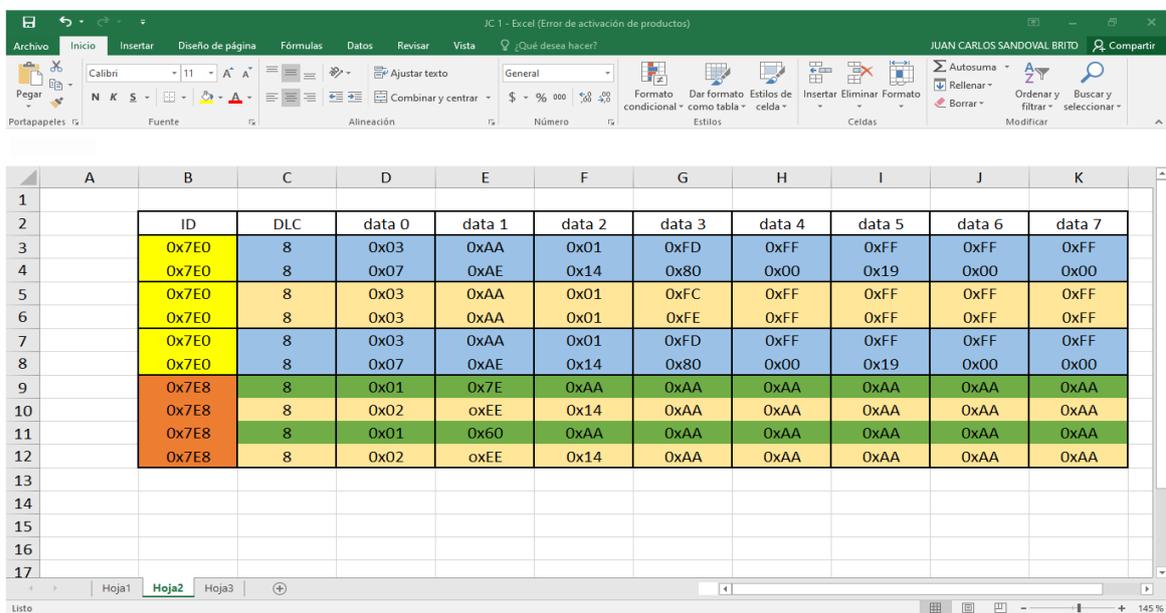
```

Figura 3. 33 Extracción de códigos block de notas.

En el blog de notas se podrá seleccionar todos los códigos que fueron obtenidos durante el proceso de la reprogramación de un acelerador electrónico.

Es importante destacar que no necesariamente todos estos códigos son los que se usarán para este proceso. De investigaciones anteriores se conoce que las dos últimas líneas son las que interesan para llevar a cabo la extracción. Por facilitar la metodología de este estudio los códigos serán extraídos en Microsoft Excel y valiéndonos de las herramientas de filtrado los códigos serán extraídos.

Es recomendable en esta parte grabar de forma audiovisual ya que la velocidad a la que viaja la información es demasiado alta y en algunos casos es casi imperceptible para el ojo humano, requiere de mucha coordinación y agilidad mental para enviar la orden con el scanner y analizar el código de petición en el CAN BUS ANALYZER y al mismo tiempo estudiar el código de respuesta que proporciona el vehículo aquí es importante destacar los intervalos de trabajo ya que las señales toman un tiempo en ser analizadas y realizadas por la ECU en síntesis enviar la orden desde el scanner analizar por parte de la ECU, accionar el actuador de la forma requerida y enviar un código de respuesta informando del cumplimiento de la orden.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2		ID	DLC	data 0	data 1	data 2	data 3	data 4	data 5	data 6	data 7
3		0x7E0	8	0x03	0xAA	0x01	0xFD	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
4		0x7E0	8	0x07	0xAE	0x14	0x80	0x00	0x19	0x00	0x00
5		0x7E0	8	0x03	0xAA	0x01	0xFC	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
6		0x7E0	8	0x03	0xAA	0x01	0xFE	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
7		0x7E0	8	0x03	0xAA	0x01	0xFD	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
8		0x7E0	8	0x07	0xAE	0x14	0x80	0x00	0x19	0x00	0x00
9		0x7E8	8	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA
10		0x7E8	8	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA
11		0x7E8	8	0x01	0x60	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA
12		0x7E8	8	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA
13											
14											
15											
16											
17											

Figura 3. 34 Filtrado de códigos.

De esta forma se obtuvieron los códigos hexadecimales que fueron extraídos durante el proceso de reprogramación de un módulo PCM en el cuerpo de aceleración electrónico. Estos códigos podrán ser usados de forma libre en futuras investigaciones.

3.7 DESCIFRADO DE CÓDIGOS EN LA RED PARA REPROGRAMACIÓN

A partir de ahora se iniciará la interpretación a los códigos extraídos anteriormente, para esto se generará una tabla con la interpretación de los voltajes el porcentaje de apertura de la mariposa, el porcentaje de accionamiento en el pedal de aceleración, los intervalos en los que se va a abrir y cerrar la mariposa cuando se envían las ordenes de reprogramación.

Como se visualizó al iniciar el capítulo tres en el cuerpo de aceleración electrónico tenemos dos componentes principales en el pedal de aceleración encontramos el sensor APP que nos otorga dos señales voltaicas ascendentes y paralelas para la primera señal el pico más bajo inicia en 0.55 voltios y su pico más alto es en 2.1 voltios se lo puede considerar voltaje de baja carga, la segunda señal de voltaje inicia en su pico más bajo en 1.8 voltios y alcanza su pico más alto en 4.2 voltios.

En lo referente al TPS de igual forma que en el APP se encuentran dos señales voltaicas la una ascendente y la otra descendente, la primera señal tiene su pico más bajo en 1,4 voltios y su pico más alto está en 4.19 voltios siendo esta la señal ascendente, el otro voltaje de señal inicia en 3.99 voltios como pico más alto y en 0.71 voltios su pico más bajo formando una intersección entre ambas señales.

El intervalo de programación se autorregula a 5 segundos, es decir el código se envía la aleta de la mariposa se abre y pasado los 5 segundos regresa a su posición inicial. Esto fenómeno fue corroborado al realizar el proceso con la camioneta Amarak.

Es bueno precisar que existe una perfecta simetría en la división de los voltajes de las señales del TPS cuando se da la reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico. A medida que se abre un 10% en escala ascendente la mariposa por cada valor de apertura el voltaje aumenta en valores exactos de 0.39 voltios. La característica principal de este proceso es que mientras se le abre la aleta un 10% pasa un intervalo de 5 segundos varían los voltajes de acuerdo a esta orden y pasado el intervalo de tiempo la aleta vuelve a cerrarse y se pone en su posición normal, los voltajes referenciales en el APP se obtienen solamente cuando se acciona el pedal del acelerador, pero en esta tabla se han puesto los valores máximos y mínimos como una referencia de su trabajo, el proceso de reprogramación hace que la mariposa se abra y se cierre un cierto porcentaje este es dado por el usuario del instrumento.

Tabla 3. 25 Análisis de códigos y respuestas del cuerpo de aceleración electrónico.

Reprogramación TAC % de apertura mariposa	CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN											VOLTAJE 1 tps(V)	VOLTAJE 2 tps (V)	PERÍODO (seg)	VOLTAJE 1 app(V)	VOLTAJE 1 app(V)		
	DATA 0	DATA 1	DATA 2	DATA 3	DATA 4	DATA 5	DATA 6	DATA 7	DLC	ID								
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
10%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,355	3,66	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
20%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,67	3,33	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
30%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,985	3	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
40%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	2,3	2,67	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
50%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	2,615	2,35	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
60%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	2,93	2,02	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
70%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	3,245	1,69	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
80%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	3,56	1,266	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
90%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	3,87	1,038	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
100%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	4,19	0,71	5	2,1	4,2

Finalmente, todo este proceso debe ir de la mano con el trabajo obtenido en el CAN BUS ANALYZER de manera precisa se debe verificar que códigos son enviados por el scanner y que códigos responde la ECU del vehículo, es ahí donde tenemos los códigos de reprogramación de cuerpos de aceleración electrónicos.

Estos códigos constan de números y letras por lo que se los llama como códigos hexadecimales, para una mejor interpretación de los mismos los vamos a separar de la tabla general para una mejor visualización de los mismo.

Tabla 3. 26 Proceso de filtrado final.

DATA	DLC	ID							
0	1	2	3	4	5	6	7		
0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8
0x02	0xEE	0x14	0XAA	0XAA	0XAA	0XAA	0XAA	8	0x7E8

En la tabla 3.27 se puede analizar de forma detenida los códigos que interfieren en el proceso de reprogramación de cuerpos de aceleración electrónicos.

3.8 VALIDACIÓN DE DATOS OBTENIDOS

En la parte experimental de la extracción de datos en los sensores que actúan en el funcionamiento del cuerpo de aceleración electrónico se obtuvieron las señales mínimas y máximas de funcionamiento en los potenciómetros del sensor TPS y APP.

Durante el proceso de reprogramación mientras la unidad de control electrónico le indica al módulo TAC cuales son los parámetros de funcionamiento ideales para el obturador. Se puede observar cómo se comportan estas señales mientras dura la reprogramación del módulo. Estos valores son los mismos que se obtuvieron mientras se realizó el análisis y diagnóstico de las señales en los sensores. Comparando los resultados obtenidos de la figura 3.25 con las tablas 3.13 y 3.16

Esto significa que el proceso de reprogramación del cuerpo de aceleración electrónico cumple con las expectativas planteadas. De esta manera se da una certificación de la valides al momento de realizar este tipo de procesos ya que los voltajes que indican las señales de trabajo en los potenciómetros del sensor TPS y APP están dentro del rango ideal de funcionamiento.

CONCLUSIONES

A partir de la finalización en la etapa de pruebas y el cumplimiento de los objetivos trazados se puede realizar las siguientes conclusiones:

1. Los sensores APP y TPS son importantes en el funcionamiento del cuerpo de aceleración electrónico ya que en el caso del sensor APP envía a la ECU las señales de la posición del pedal según el usuario lo accione, el sensor TPS envía los datos sobre la posición de la mariposa de aceleración y el motor electrónico hace que el movimiento de la aleta sea posible, su fuente de alimentación viene directamente del módulo PCM y pueden ser de corriente continua o motores paso a paso, trabaja según las ordenes que le envía le unidad de control electrónico.
2. Un cuerpo de aceleración electrónico presenta fallas relacionado son un régimen de ralentí inestable, o problemas directos con la aceleración, es decir accionar el pedal del acelerador y no recibir respuesta por parte del automóvil, es común que cuando un cuerpo de aceleración presenta fallas aparezca una advertencia de check engine en el tablero de instrumentos con códigos de falla relacionados al sistema de aceleración y finalmente se puede encontrar con un vehículo en modo de seguridad restringiendo el régimen del auto a 2000 rpm
3. Durante el proceso de reprogramación del módulo TAC con el equipo de diagnóstico mediante el protocolo de comunicación J2534 se observó como la ECU envía mensajes al TAC para que se busque la posición ideal de trabajo para la mariposa de aceleración. Las dos señales del sensor TPS existentes en el TAC envían señales en tiempo real informado a la ECU de los parámetros actuales estos datos son analizados por el equipo de diagnóstico y según la actualización existente en el protocolo de comunicación J2534 son reescritos dándole a la ECU los nuevos parámetros de funcionamiento óptimo para el vehículo.
4. Los códigos de programación son utilizados por el equipo de diagnóstico para actualizar los parámetros de funcionamiento del modulo TAC. Estos códigos fueron extraídos de la red CAN del automóvil gracias al microchip can bus Analyzer.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda no manipular de forma directa la mariposa de aceleración al momento de limpiar el cuerpo de aceleración ya que se puede crear problemas de funcionamiento con el motor que gobierna el accionamiento del obturador.
- Es importante mantener limpio el cuerpo de aceleración electrónico automotriz, esto evitara que existan fallas en el desempeño normal del sistema de aceleración. Programar mantenimientos preventivos precautelando el correcto funcionamiento del sistema.
- Es recomendable que en un futuro se desarrolle proyectos de investigación relacionados directamente con la programación y el desarrollo de componentes automotrices utilizando elementos reales como sensores y actuadores para formar bancos de pruebas en los cuales los estudiantes de la carrera puedan realizar prácticas y poder familiarizarse con las nuevas tecnologías.
- Realizar un estudio detallado de los resultados obtenidos en este proyecto investigativo, con la finalidad de poder cotejarlos con datos brindados en manuales de taller o compartidos por cada fabricante con la finalidad de crear guías de estudio para la enseñanza en clase del respectivo docente.
- Realizar proyectos investigativos con las mismas características de este proyecto, relacionados con los elementos de seguridad activa de un vehículo como el sistema ABS, el sistema de frenado de emergencia BAS, o el sistema de Dirección asistida, ya que estos sistemas tienen como objeto principal la seguridad de los ocupantes, los mismos que por lo general pasan desapercibidos y se conoce poco de su funcionamiento o parámetros de acción.

BIBLIOGRAFÍA

1. ADM, a. (28 de marzo de 2018). *autoDiagnóstico*. Obtenido de <http://autodiagnostico.pe/blog/scanner-computadora-auto-usado/>
2. Alfonso, L. (2 de abril de 2016). *Scribd*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/306681620/Programacion-J2534>
3. Arenas, F. (2012). *Diagnóstico del sistema de aceleración electrónico (cuerpo y pedal*. Mexico: Tecnología para el Trabajo Profesional, S.A. de C.V.
4. Augueri, F. (2007). Manual de reparación de ECU'S. *Miami CISE electronics*, 60-80.
5. *Auto Advance*. (2018). Obtenido de Auto Avance 2011 - 2019 Made with Web Design: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/200-pruebas-de-diagnostico-sobre-el-sistema-de-aceleracion-electronico/>
6. AutoAdvance. (20 de Junio de 2019). *AutoAdvance*. Obtenido de AutoAdvance: https://www.autoavance.co/?fbclid=IwAR2L81IdbVKhBkkDN3IjEN3Cn4kHQaRExTCciBUmRr_BFkqIgNKQjCByLgM
7. Automotrices, M. C. (28 de marzo de 2017). *MCE Cursos Automotrices*. Obtenido de www.mcecursosautomotrices.com.mx : <https://mcecursosautomotrices.jimdo.com/2017/03/28/c%C3%B3mo-nos-puede-ayudar-la-interfaz-j2534/>
8. Avance, I. A. (5 de febrero de 2013). *Auto Avance*. Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/119-tips-para-reprogramar-la-ecu-con-j2534/>
9. B, A., S, D. A., & Kumar, C. R. (2017). Trends and future perspectives of electronic throttle control system in a spark ignition engine. *Annual Reviews in Control*, 97-115.
10. Bilal, Y., & Mazen, A. (2005). DIAGNÓSTICO Y ESTIMACIÓN PARAMÉTRICA EN LÍNEA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS AUTOMOTRICES DE CONTROL DEL ACELERADOR. *Procesos de la IFAC Volúmenes*, 152-157.

11. Bosch. (2010). *Br Bosch Automotive*. Obtenido de Piezas de automóviles de Bosch: http://br.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_systems/benzin/more_sensors/sistema_egas_pedal_acelerador_eletronico/sistema_egas__pedal_a_celerador_eletronico.html#top
12. Bosch. (2016). *br.bosch-automotive.com*. Obtenido de br.bosch-automotive.com: http://br.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_systems/benzin/more_sensors/sistema_egas_pedal_acelerador_eletronico/sistema_egas__pedal_a_celerador_eletronico.html
13. Camarillo, D. (2012). *www.gob.mx*. Obtenido de www.gob.mx: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187221/diagnosticoabordo_1_260117.pdf
14. Carpio, C. (2013). *dspace.uazuay.edu.ec*. Obtenido de dspace.uazuay.edu.ec: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2210/1/09672.pdf>
15. Castro, T. (Dirección). (2017). *Cuerpo de Aceleración Motorizado - Mariposa Motorizada* [Película].
16. Caymans. (29 de Abril de 2018). *247 Tecno*. Obtenido de 247 Tecno: <http://247tecno.com/protocolos-de-comunicacion-tipos-ejemplos/>
17. CodigosDTC.com. (2018). *CÓDIGOS DTC*. Obtenido de Librería de códigos OBDII: <https://codigosdtc.com/obd2/>
18. Colombia, G. (6 de febrero de 2018). Curso en Línea, módulo de calibración de cuerpo de aceleración de Chevrolet Spark. Colombia.
19. DTC, c. (2019). *codigosdtc.com/sensor-tps/*. Obtenido de codigosdtc.com/sensor-tps/: <https://codigosdtc.com/sensor-tps/>
20. Espinoza, F., & Mazo, M. (2012). *AwawdehDiagnosis Electrónica del Automóvil*. Fundación FITSA 2010 ISBN: 84-609- 8917-8.
21. Fajardo, s. (2018). *e-auto.com.mx*. Obtenido de ¿Qué es OBD-II?: https://www.e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=119

22. Fernandez, E. (2010). Estudio de la Red CAN y sus Diversas Evoluciones en Vehículos Convencionales e Híbridos, con el Propósito de Realizar un Diagnóstico Acertado Tomando Como Base sus Protocolos de Comunicación. *IEEE*, 38-55.
23. Fernandez, P. (24 de Febrero de 2016). *f(t)*. Obtenido de fdetonline.com: <http://fdetonline.com/acelerador-electronico-funciona/>
24. Fernandez, S. (30 de septiembre de 2010). *CISE electrónica*. Obtenido de CISE electrónica: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/174-introducci%C3%B3n-al-flash-y-reprogramaci%C3%B3n-j2534.html>
25. Fran. (agosto de 2010). *Aprende Inyección Electrónica y Tecnología Automotriz*. Obtenido de SENSOR TPS (Throttle Position Sensor): <http://inyeccionelectronicamotores.blogspot.com/2016/12/sensor-tps-throttle-position-sensor.html>
26. Grepl, R., & Lee, B. (2010). Modelado, estimación de parámetros y control no lineal del acelerador electrónico automotriz mediante una técnica de creación rápida de prototipos. *Revista Internacional de Tecnología Automotriz*, 601-610.
27. G-scan. (2016). *G-scan*. Obtenido de <https://g-scan.gitauto.com:6510/eng/product/list.asp>
28. Hai, W., Linfeng, L., Ping, H., Ming, Y., Manh, T. D., & Huifang, k. (2016). Control robusto y adaptable de posición de la válvula de mariposa electrónica del automóvil con técnica de modo deslizante. *Dinámica no lineal*, 1331-1334.
29. Halderman, J. D. (2012). *Diagnóstico y Solución de Problemas de Electrónica Vehicular y Sistemas Computacionales*. New Jersey: NATEF.
30. Hidrobo, R. (2019). SISTEMAS DE ACELERACIÓN ELECTRÓNICOS Y MARIPOSAS MOTORIZADAS (TAC). *Curso de reprogramación de aceleradores electrónicos* (pág. 8). Quito: DIMECA.
31. JD, S. A. (Dirección). (2017). *Limpieza cuerpo de aceleración electrónico* [Película].
32. Kai, F., Boqi, S., Yunfeng, H., & Jinwu, G. (2018). Parameter Identification and Nonlinear Compensation Control Design of Electronic Throttle. *IFAC-PapersOnLine*, 435-441.

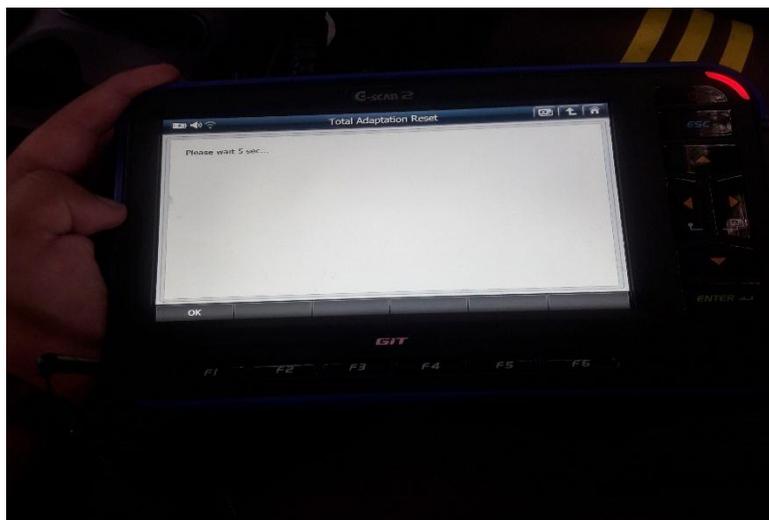
33. Kvaser. (2019). *Kvaser*. Obtenido de 2019 Kvaser: <https://www.kvaser.com/about-can/can-standards/j2534/>
34. Mehdi, M., Moncef, H., Toufik, A., Cherif, L., & Jean-Yves, C. (2019). Proceso de diseño colaborativo y metodología de conocimiento del producto para sistemas mecatrónicos. *Computadoras en la industria*, 213-228.
35. Microchip Technology, I. (2011). *Microchip CAN BUS Analyzer*. Obtenido de Microchip CAN BUS Analyzer: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51848B.pdf>
36. NASTF. (2016). *NASTF*. Obtenido de Nastf.com: <https://www.nastf.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=1>
37. Norman, W. (21 de Febrero de 2017). *Puro Motores*. Obtenido de Los Síntomas de un sensor de posición del acelerador defectuoso: <https://www.puromotores.com/13169743/los-sintomas-de-un-sensor-de-posicion-del-acelerador-defectuoso>
38. Ortega, A. (septiembre de 2017). *Universidad Internacional de Ecuador UIDE*. Obtenido de Universidad Internacional de Ecuador UIDE facultad de Ingeniería Automotriz: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2319/1/T-UIDE-162.pdf>
39. Ortiz, J. (febrero de 2014). *Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica*. Obtenido de <http://biblioteca.usac.edu.gt>: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0365_EO.pdf
40. Pavkovic, D., Josko, D., & Martin, J. N. (2006). adaptive control of automotive electronic throttle. *Control engineering Practice*, 121-136.
41. Pedroza, A. (2012). Curso common rail bosch. *slideshare*, 44.
42. Plan Nacional de Desarrollo, S. N. (09 de 2017). *forosecuador.ec*. Obtenido de <http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/130556-pdf-plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-ecuador-resumen-y-objetivos>
43. Rolf, I., & Norbert, M. (2003). Design of computer controlled combustion engines. *Mechatronics*, 1067-1089.

44. Ruta, P. d. (2018). *Prueba de ruta*. Obtenido de [pruebaderuta.com](https://www.pruebaderuta.com/sensor-de-posicion-de-mariposa-tps.php):
<https://www.pruebaderuta.com/sensor-de-posicion-de-mariposa-tps.php>
45. Sanchez, J. (agosto de 2017). *Escuela Politécnica de Cuenca*. Obtenido de Simulador de una ECU y diagnóstico mediante CAN y OBD-II:
<https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/15618/TFG%20Jorge%20Sanchez%20Carrizo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
46. Torres, A. (20 de Mayo de 2017). *Auto Técnico Online*. Obtenido de <https://autotecnico-online.com/gm/4.8L-5.3L-6.0L/verificando-pedal-del-acelerador-1>
47. Urgeño, M. (6 de marzo de 2017). *Universidad Politecnica del Ejercito ESPE*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/341087856/Funcionamiento-de-TAC-y-Puente-H>
48. Vermin. (2018). *Vermin-club.org*. Obtenido de 2018 es.vermin-club.org:
<http://es.vermin-club.org/p2167-obd-ii-trouble-code-throttle-pedal-position-sensor-e-maximum-stop-performance-1504>
49. Villén, P. (2016). Simulador de la ECU de un vehículo con protocolo ISO. *Dep. Ingeniería Electrónica*, 4-9.
50. Xue, J., Jiao, X., & Sol, Z. (2018). ESO-Based Double Closed-loop Servo Control for Automobile Electronic Throttle. *IFAC-PapersOnLineOpen Access*, 979-983.

ANEXOS



Anexo 1



Anexo 2



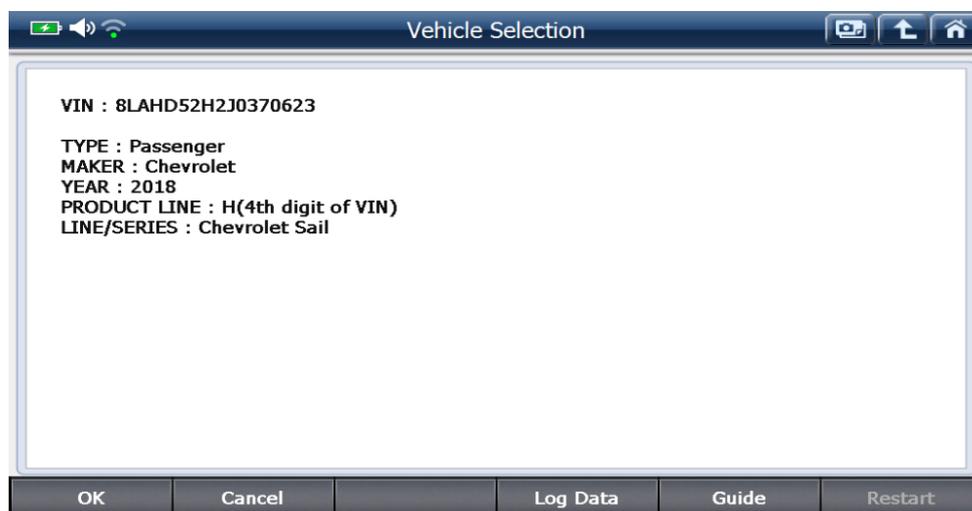
Anexo 3



Anexo 4



Anexo 5



Anexo 6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2		ID	DLC	data 0	data 1	data 2	data 3	data 4	data 5	data 6	data 7
3		0x7E0	8	0x03	0xAA	0x01	0xFD	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
4		0x7E0	8	0x07	0xAE	0x14	0x80	0x00	0x19	0x00	0x00
5		0x7E0	8	0x03	0xAA	0x01	0xFC	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
6		0x7E0	8	0x03	0xAA	0x01	0xFE	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
7		0x7E0	8	0x03	0xAA	0x01	0xFD	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
8		0x7E0	8	0x07	0xAE	0x14	0x80	0x00	0x19	0x00	0x00
9		0x7E8	8	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA
10		0x7E8	8	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA
11		0x7E8	8	0x01	0x60	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA
12		0x7E8	8	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA
13											
14											
15											
16											
17											

Anexo 10

Reprogramación TAC % de apertura mariposa	CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN									VOLTAJE 1 tps(V)	VOLTAJE 2 tps (V)	PERÍODO (seg)	VOLTAJE 1 app(V)	VOLTAJE 1 app(V)	
	DATA 0	DATA 1	DATA 2	DATA 3	DATA 4	DATA 5	DATA 6	DATA 7	DLC						
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
10%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,355	3,66	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
20%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,67	3,33	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
30%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,985	3	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
40%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	2,3	2,67	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
50%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	2,615	2,35	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
60%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	2,93	2,02	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
70%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	3,245	1,69	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
80%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	3,56	1,266	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
90%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	3,87	1,038	5	2,1	4,2
0%	0x01	0x7E	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	1,04	3,99	5	0,55	1,8
100%	0x02	0xEE	0x14	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	0xAA	8	0x7E8	4,19	0,71	5	2,1	4,2

Anexo 11