



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

**TEMA: Desarrollo de una guía de procesos de escáner OEM para
evaluación de funciones avanzadas y programación J2534 en
módulos automotrices.**

AUTOR: Jorge Daniel Cadena Jiménez

DIRECTOR: ING. Víctor Javier Montenegro Simancas MSc.

Ibarra, 2023

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

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

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "Elaboración de manual de procesos de escáner OEM para evaluación de funciones avanzadas y programación J2534 en módulos automotrices". presentado por el señor: Jorge Daniel Cadena Jiménez con número de cédula 100475481-6, 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 17 días del mes Julio del 2023.

Atentamente


Ing. Víctor Montenegro 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 DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004754816		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cadena Jiménez Jorge Daniel		
DIRECCIÓN:	Av. Julio Miguel A y pichincha		
EMAIL:	jdcadenaj@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06) 2908 679	TELÉFONO MÓVIL:	0985333113

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Desarrollo de una guía de procesos de escáner OEM para evaluación de funciones avanzadas y programación J2534 en módulos automotrices.
AUTOR (ES):	Cadena Jiménez Jorge Daniel
FECHA: DD/MM/AAAA	17/07/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing Víctor Montenegro MSc

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de Julio de 2023.

EL AUTOR:



Jorge Daniel Cadena Jiménez

C.C. 1004754816

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres, que se esforzaron día a día para que pueda cumplir con esta meta, a mis hermanos que me daban palabras de aliento, a mis abuelitos que desde el cielo enviaron siempre una luz de esperanza a mi vida para no rendirme.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que supieron darme una mano a lo largo del trayecto, no solo con la culminación de mi tesis si no a lo largo de mi carrera, a mis papás, hermanos y amigos, que me dieron aliento para seguir.

Agradezco a mi tutor por apoyarme darme consejo y por su conocimiento, de igual manera al Ingeniero Freddy Rosero e Ingeniero Ignacio Benavidez que me dieron orientación en mi trabajo.

Finalmente, pero no menos importante a Grace, que fue una amiga incondicional y un apoyo cuando más lo necesite.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la industria del sector automotriz ha innovado en el desarrollo de nuevas tecnologías, lo cual ha generado la necesidad de desarrollar nuevos procesos de diagnóstico, por lo cual los técnicos e ingenieros automotrices deben realizar una actualización constante de conocimientos en estos nuevos métodos.

Por esta razón, la demanda de personal capacitado para la solución de nuevos problemas dentro de la industria automotriz ha aumentado, conllevando a que profesionales se especialicen en marcas únicas de automóviles. Una de las marcas que necesita de más información al momento de analizar un fallo y solucionarlo es Ford por la cantidad de módulos que en la actualidad monta en sus vehículos, esta marca en específico cuenta con módulos destinados al control de cada uno de sus sistemas, entre ellos se encuentra el PCM. El cual es encargado de controlar la potencia del motor.

En la presente investigación se ha desarrollado un manual el cual muestra con facilidad el uso de un multímetro y el escáner STIC el cual cumple como escáner de marca única de Ford, estos elementos son utilizados para realizar el diagnóstico de daños de componentes y descartar el fallo del PCM. Este manual cuenta con pasos para verificar la funcionalidad de los componentes y para verificar el estado del PCM, además de un apartado de reprogramación de este.

El escáner consta con funciones avanzadas como la reprogramación de sensores TPMS, control de velocidad en carretera, seguridad de acceso al automóvil sin llave, por esta razón, resulta necesario introducir este apartado ya que muchos escáneres multimarca no cuentan con funciones de este tipo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xi
INTRODUCCION	v
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo General	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
1.2 Justificación	15
1.3 Alcance	16
1.4 Antecedentes	16
1.5 Unidad de control Automotriz (ECU)	17
1.5.1 Módulos Programables	18
1.6 Redes CAN-Bus	22
1.6.1 Red CAN High Y CAN Low	23
1.7 Sistema diagnóstico a bordo OBD-II	24
1.7.1 Aplicaciones OBD-II	25
1.7.2 Controles del sistema OBD-II en Motores de encendido por chispa	26
1.7.3 Funciones OBD-II	26
1.7.4 Código de Diagnóstico de Problemas o Diagnostic Trouble Code (DTC)	26
1.7.5 Protocolos de comunicación	27
1.8 Escáner automotriz	28
1.8.1 Escáner OEM de Ford	29
1.9 Protocolo J2534	31
2 MATERIALES Y MÉTODOS	33
2.1 Equipos y Materiales	33
2.1.1 Multímetro Digital	33
2.1.2 Bancos de pruebas de inyectores	34
2.1.3 Comprobador de chispa de bujía	34
2.1.4 Comprobador pulso de inyectores	35
2.1.5 Computadora HP	36

2.1.6 Interfaz STIC OBD	36
2.1.7 Automóvil Ford Explorer	36
2.2 Metodología de investigación	37
2.2.1 Metodología Aplicada	37
2.2.2 Normativa ISO 9001 de 2015	38
2.2.3 Estructura del manual	38
2.3 Desarrollo de la propuesta de estudio	38
2.3.1 Recopilación Bibliográfica	39
2.3.2 Selección del vehículo	40
2.3.3 Definición de variables	40
2.3.4 Selección del equipo de diagnóstico	41
2.3.5 Pruebas piloto	42
2.3.6 Diagnóstico en Close Loop y Open Loop	42
2.3.7 Prueba y limpieza de inyectores	42
2.3.8 Prueba de chispa en la bobina	43
2.3.9 Verificación de sensores	44
3 Resultados y Discusión	45
3.1 Códigos de falla presentes en el PCM	45
3.1.1 Código de avería P0107: Tensión baja en el sensor MAP	46
3.1.2 Causas de generación código P0108: Tensión baja en el sensor MAP	48
3.1.3 Código de avería P0112: Tensión baja en el sensor IAT	50
3.1.4 Código de avería P0117: Tención baja en el sensor ECT	52
3.1.5 Código de avería P0131 y P0132	54
3.1.6 Código de avería P0134: Parámetros de respuesta lentos del sensor HO2S	56
3.1.7 Códigos de avería P0201, P0202, P0203, P0204, P0205, P0206: Circuito encargado del control de inyectores	59
3.1.8 Códigos de avería P0300, P0301, P0302, P0303, P0304, P0305, P0306: Falla de encendido de los cilindros	61
3.1.9 Código de avería P0315: Posición del cigüeñal-variación desconocida.	63
3.1.10 Código de avería P0335, P0336, P0337	64
3.1.11 Código de avería P0340: Funcionamiento defectuoso en el circuito del sensor de posición de árbol de levas	67
3.1.12 Código de avería P0351, P0352, P0353	69

3.1.13	Avería en el PCM	71
3.2	Reprogramación de PCM	73
3.2.1	Funciones Especiales	74
3.3	Resultados	79
3.3.1	Reprogramación PCM	79
3.3.2	Funciones especiales	80
3.3.3	Voltajes referenciales	80
3.4	Manual de diagnóstico y reprogramación PCM	80
3.5	Manual Diagnóstico PCM	81
3.5.1	Sección 1: Sensor MAP	81
3.5.2	Sección 2: Sensor IAT	85
3.5.3	Sección 3: Sensor ECT	90
3.5.4	Sección 4: Sensor HO2S (sensor de oxígeno)	95
3.5.5	Sección 5: Inyectores	100
3.5.6	Sección 6: Fallos de cilindros	107
3.5.7	Sección 7: Sensor de posición de cigüeñal (CKP)	109
3.5.8	Sección 8: Sensor de posición de cigüeñal (CMP)	114
3.5.9	Sección 9: Actuadores Bobinas	119
3.5.10	Sección 10: Reprogramación de PCM	125
4	Conclusiones Y Recomendaciones	134
4.1	Conclusiones	134
4.2	Recomendaciones	134

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NUM	PÁGINA
Figura 1.1 PCM Ford Explorer 2015.....	18
Figura 1.2 Red CAN-BUS.....	23
Figura 1.3 Red CAN High Y CAN Low	24
Figura 1.4 Puerto OBD-II.....	25
Figura 1.5 Cable DLC	28
Figura 1.6 Escáner OEM de Ford.....	30
Figura 2.1 Multímetro Digital	33
Figura 2.2 Banco de prueba de inyectores.....	34
Figura 2.3 Comprobador Bobina de bujías.....	35
Figura 2.4 Comprobador pulso de inyector.....	35
Figura 2.5 Interfaz STIC J2534	36
Figura 2.6 automóvil Ford Explorer 2015	37
Figura 2.7 Flujograma propuesta de trabajo	39
Figura 2.8 Prueba de inyectores	43
Figura 2.9 Prueba de comprobación de chispa	44
Figura 2.10 Prueba sensor MAP.....	44
Figura 3.1 Comprobador pulsos de inyección.....	48
Figura 3.2 Esquema Conexión Sensor MAP	49
Figura 3.3 Esquema del sensor IAT	51
Figura 3.4 Esquema sensor ECT	53
Figura 3.5 Esquema sensor HO2S.....	56
Figura 3.6 Esquema sensor HO2S	58
Figura 3.7 Esquema de inyectores.....	60
Figura 3.8 Esquema del sensor CKP	64
Figura 3.9 Esquema del sensor CKP.....	66
Figura 3.10 Esquema sensores CMP	68
Figura 3.11 Esquema Circuito Bobinas.....	70
Figura 3.12 Flujograma de reprogramación de Modulo PCM	74
Figura 3.13 Seguridad (Carrocería).....	75
Figura 3.14 Sistema de seguridad pasiva.....	76
Figura 3.15 Funciones de servicio.....	76
Figura 3.16 Restablecimiento del BMS.....	77
Figura 3.17 Sistema de purga ABS	77
Figura 3.18 Sistema eléctrico prueba de carga.....	78
Figura 3.19 Alineación de faros	78
Figura 3.20 Inicialización Modulo LIN.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
NUM.	
Tabla 1.1 Módulos vehículo Ford Explorer 2015	19
Tabla 1.2 códigos DTC.....	27
Tabla 3.1 Códigos de falla presentes en el PCM.....	46
Tabla 3.2 Voltajes Nominales del sensor MAP.....	47
Tabla 3.3 Mediciones Nominales sensor MAP	49
Tabla 3.4 Voltajes Nominales del sensor IAT.....	50
Tabla 3.5 Mediciones nominales ECT	52
Tabla 3.6 Mediciones nominales de Inyector	59

Resumen

La presente investigación "Elaboración de manual de procesos de escáner OEM para evaluación de funciones avanzadas y programación J2534 en módulos automotrices.", se desarrolló con la finalidad de dotar de información adecuada sobre el proceso de diagnóstico utilizando un escáner OEM para vehículos Ford y reprogramación con el mismo escáner por medio del protocolo J2534 para lo cual se plantea un manual de procesos.

El manual dota de información sobre como diagnosticar y reprogramar el módulo PCM, realizado específicamente al vehículo Ford Explorer, las pruebas se las realizaron a una altitud de 2225 m.s.n.m, (esto siendo de importancia, ya que algunos componentes como el sensor MAP es afectado por la altitud a la que este se encuentra) usando el software IDS de Ford por medio de la interfaz STIC y un multímetro.

El diagnóstico de este módulo se plantea por medio de la revisión de nueve componentes entre sensores y actuadores. Los componentes, para realizar el diagnóstico del PCM, son: Sensor MAP, sensor IAT, sensor ECT, sensor HO2S, Inyectores, sensor CKP, Sensor CMP y Bobinas. Los mismos que deben encontrarse en perfectas condiciones para que el vehículo pueda funcionar de manera correcta.

ABSTRACT

The present investigation "Elaboration of an OEM scanner process manual for evaluation of advanced functions and J2534 programming in automotive modules", was developed with the purpose of providing adequate information on the diagnostic process using an OEM scanner for Ford vehicles and reprogramming with the same scanner by means of the J2534 protocol for which a process manual is proposed.

The manual provides information on how to diagnose and reprogram the PCM module, made specifically to the Ford Explorer vehicle, the tests were performed at an altitude of 2225 m.a.s.l., (this being of importance, since some components such as the MAP sensor is affected by the altitude at which it is located) using the Ford IDS software through the STIC interface and a multimeter.

The diagnosis of this module is proposed through the review of nine components between sensors and actuators. The components, to perform the PCM diagnosis: MAP sensor, IAT sensor, ECT sensor, HO2S sensor, Injectors, CKP sensor, CMP sensor and Coils. These components must be in perfect condition for the vehicle to operate correctly.

Capítulo I

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Elaborar un manual de procesos de escáner OEM para evaluación de funciones avanzadas y programación J2534 en módulos automotrices.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información de los procesos que tiene el escáner IDS de Ford
- Detallar los procesos de diagnóstico de módulos automotrices de la marca Ford
- Evaluar los parámetros programables del escáner IDS de Ford bajo protocolo J2534
- Analizar el proceso de programación para la instalación de nuevos módulos de la marca Ford.

1.2 Justificación

Los nuevos vehículos que llegan al Ecuador tienen un mayor nivel de tecnología, con la implementación de nuevos sensores, nuevos actuadores y nueva seguridad que trae la actualización de tecnología es necesario tener el conocimiento adecuado, para poder desempeñar una tarea.

El Plan de Creación de Oportunidades resalta, en el Objetivo 7 “Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

La educación e información adecuada que se brinde a cada una de las personas podrá contribuir para que en el futuro pueda desarrollarse como estudiante o profesional. Por ello es necesario implementar información, que sea de fácil comprensión y acceso a datos de calidad con fines específicos.

En esta investigación se planteará un manual el cual resalte el procedimiento para el cambio de módulos antiguos a nuevos módulos automotrices, por medio del protocolo J2534 ya que este es muy importante al momento de instalar o reprogramar módulos automotrices.

Las tareas que han sido mencionadas en acápite anteriores solo se podían realizar en los talleres de los concesionarios, no obstante, ahora pueden ser realizadas directamente en cualquier taller: desde el mantenimiento y las reparaciones, hasta la configuración y reprogramación de unidades de control, utilizando los datos y la información original del fabricante (Bosch Robert, 2021).

Esto es posible con la ayuda del protocolo J2534 el cual es un protocolo de comunicación que da la posibilidad a personas que cuenten con el escáner adecuado, de acceder a parámetros de control electrónico, utilizando una computadora, un software y un escáner correspondiente a la marca de vehículo. (Normas Pass-Thru) (Sánchez et al., 2016).

1.3 Alcance

Para el presente proyecto se recolectará información del manejo adecuado del escáner de marca única Ford, para así poder partir con la implementación de como analizar la información que se obtiene con el escáner.

Los parámetros reprogramables que se pueden observar en la ECU con el uso de un escáner OEM son muchos más que los que se puede observar en un escáner multimarca (Ortega Galarza, 2017). Partiendo de la información recolectada anteriormente se planteará un manual técnico el cual conste del procedimiento adecuado para instalación de nuevos módulos automotrices para vehículos Ford Explorer 2015 por medio del protocolo J2534 utilizando un escáner de marca única.

1.4 Antecedentes

Los automóviles han evolucionado con el pasar del tiempo, a tal punto que en la década de los 60's los motores no contaban con computadoras o ECU como las tienen la mayoría de vehículos de nuevas generaciones. (Vogelsang, 2020).

La computadora o ECU, como es conocida en el mundo automotriz, fue implementada a inicios de los años 80, en esta época fue necesaria la implementación de control de emisiones de gases de motores de combustión interna, a la par que se continuaba investigando sobre la inyección

electrónica de combustible, al igual que la implementación de ECU ayudó a la reducción de contaminación y aumento de eficiencia en el motor, trajo consigo una forma más eficiente de realizar un diagnóstico al automóvil (Scholar & Bangalore, 2020). La ECU, al gestionar las funciones del motor a través de los sensores, registra los errores que pueden existir y los almacena como códigos de falla, estos, al ser solo registrados por la computadora es necesario contar con la herramienta adecuada para poder leer e interpretar los registros mencionados.

Los códigos de falla, al estar almacenados en la computadora, se tiene que enlazar un escáner con la computadora (Piumatti et al., 2020). El escáner es una herramienta que permite diagnosticar fallas electrónicas del automóvil, este se crea conjunto con la computadora, a medida que los automóviles han ido implementando funciones, los escáner también se modifican para obtener un diagnóstico correcto.

El escáner es una herramienta de detección de fallas, pero también ayuda a solucionarlas, en algunos automóviles actuales es necesario avisar a la ECU que se harán mantenimientos o cambios de componentes del motor, el escáner por medio de protocolos ayuda a cambiar la programación de la ECU (Bosch Robert, 2021).

Cuando no se realiza un mantenimiento adecuado a los componentes del automóvil, generan daños en la ECU que, en ocasiones conllevan a la instalación de un nuevo módulo, este nuevo módulo es necesario reprogramarlo con especificaciones adecuadas que otorga el fabricante, por ello, se crean protocolos para acceder a la memoria del nuevo módulo y cambiarlo, como el protocolo J2534, el cual ayuda a programar los nuevos módulos automotrices y calibrar con datos que brinda el fabricante (Paladino, 2019).

1.5 Unidad de control Automotriz (ECU)

Ecu es el acrónimo de Engine Control Unit, es el ordenador central de nuestro automóvil, encargado de recopilar y enviar información a los diferentes actuadores, los cuales ayudan a que el desempeño de nuestro vehículo sea el adecuado (Sae-Sue et al., 2000). En el caso de la Ford Explorer, esta es la encargada de recibir información de los distintos módulos. Al trabajar los módulos en conjunto de la ECU genera una transmisión de datos con mayor fluidez.

Las ECU fueron creadas principalmente para tratar de reducir las emisiones contaminantes de vehículos, esto permite incorporar componentes que ayudan a que la mezcla de aire combustible sea la eficiente, en lo que viene siendo motores de combustión interna, estas al incorporar un microcontrolador, permitían monitorear datos en tiempo real, para que así los actuadores sean los encargados de regularse por medio de los datos obtenidos en los sensores y recopilados por la ECU.



Figura 1.1 PCM Ford Explorer 2015

Los datos que se encargan de entregar los módulos automotrices generalmente son datos que ayudan a determinar variables como la temperatura del aire, presión en el colector, correcto funcionamiento de la batería, daños o averías en los distintos sensores o actuadores que existen en el motor.

1.5.1 Módulos Programables

Los escáneres de marca única, al brindar un mayor acceso a funciones avanzadas dentro del entorno del automóvil, permiten hacer cambios y modificaciones en algunos módulos reprogramables.

En este caso el escáner OEM de Ford, en el Automóvil Ford Explorer 2015, permite la instalación o reprogramación de los siguientes módulos automotrices que se muestran en la tabla.

Tabla 1.1 Módulos vehículo Ford Explorer 2015

Siglas	Nombre
PCM	Módulo de control del motor
SAMS	Módulo Sensor del ángulo de dirección
OCS	Módulo del Sistema de Detección de ocupación del asiento
RCM	Módulo de control de seguridad pasiva
ABS	Sistema Antibloqueo de frenos
PAM	Módulo de Ayuda al Estacionamiento
PSCM	Power Steering Control Module
BdyCM	Módulo de Control de la Carrocería
FCIM	Módulo de Interfaz de controles delanteros
HVAC	Calefacción, ventilación y aire acondicionado
ACM	Módulo de control de unidad de audio
IPC	Cuadro de instrumentos en salpicadero
GSM	Módulo de sistema de posicionamiento global

1.5.1.1 Módulo de control del motor

Este módulo es el encargado de controlar aspectos relacionados con el funcionamiento del motor, antes de llegar a la ECU este módulo evalúa la situación de cada componente del motor, ya sea sensores y actuadores, esto con el fin de verificar si el funcionamiento del motor es correcto. Es encargado principalmente de regular la cantidad de combustible que llega a la cámara de combustión, en los grados en que se encuentran las levas para abrir o cerrar válvulas, tiempos de inyección del vehículo.

1.5.1.2 Módulo Sensor del ángulo de dirección

El sensor del Ángulo de la dirección es el encargado de gestionar la señal, para verificar los grados de giro en los que se encuentra la dirección, enviándole dicha información a la unidad de control de la columna de dirección a través del CAN-Bus.

1.5.1.3 Módulo del Sistema de Detección de ocupación del asiento

El sistema de detección de la ocupación de asiento es el encargado de generar un código a la ECU, el cual activa los sensores o desactiva en caso de la existencia de un ocupante, este sensor permite que al momento de un accidente la detonación del airbag sea controlado y no exista una activación en vano.

1.5.1.4 Módulo de control de seguridad pasiva

El módulo de control de seguridad pasiva es el encargado de monitorear la reacción de cada componente, y en el caso que existiera alguna falla, este genera una librería de fallas funcionales, para en una revisión advertir acerca de que ya necesita hacer un mantenimiento al componente indicado.

1.5.1.1 Sistema Antibloqueo de frenos

El módulo de ABS es el encargado de controlar que, al momento de un frenado brusco, no se produzcan pérdidas de adherencia de los neumáticos a la calzada, para evitar posibles accidentes, este es el encargado también de generar códigos de falla en caso de un mal funcionamiento.

1.5.1.2 Módulo de Ayuda al Estacionamiento

El módulo de ayuda al estacionamiento permite al usuario maniobrar de mejor manera, e informa de obstáculos que pueden ocasionar un accidente al momento del aparcamiento, este sistema actúa por medio de sensores que emiten ultrasonido.

1.5.1.3 Power Steering Control Module

Este módulo, controla la aportación de energía en un sistema hidráulico o electromecánico reduciendo el aporte físico que el usuario debe realizar para girar el volante, ya sea que este se encuentre en movimiento o esté parqueado, regulando en ambos casos la aportación de energía.

1.5.1.4 Módulo de Control de la Carrocería

Este es el encargado de controlar y monitorear los componentes electrónicos que se encuentran en la periferia del motor y no están conectados directamente a él, también comanda relés y luces ya sean de iluminación exterior e interior, verifica que cada componente funcione de manera adecuada.

1.5.1.5 Módulo de Interfaz de controles delanteros

Estos módulos son reguladores o controladores de señales eléctricas, relacionados a la potencia, señales, anchos de pulsos, con la finalidad de que diversos instrumentos puedan interpretar las señales generadas, con la finalidad de prolongar la vida útil de componentes por daños de voltaje altos.

1.5.1.6 Calefacción, ventilación y aire acondicionado

El módulo de calefacción controla la salida de aire acondicionado y presión de salida de este, suministrando al interior del vehículo la cantidad necesaria para cumplir con su función, este se acciona por medio de un motor eléctrico el cual distribuye el aire del ambiente y un compresor que ayuda a refrigerar o calentar según el usuario lo requiera.

1.5.1.7 Módulo de control de unidad de audio

El módulo de control de la unidad de audio es una unidad para controlar lo que es la salida de audio multimedia, el cual es encargado de ecualizar la salida de audio, este también es comandado por la ECU, este sistema generalmente presenta fallas de comunicación por CAN-bus.

1.5.1.8 Cuadro de instrumentos en salpicadero

Regularmente conocido como tablero de instrumentos, este es el encargado de mostrar información en tiempo real, en variables, como velocidad, kilometraje, códigos de fallas, revoluciones, entre otros. Se podría decir que alerta de una posible falla o al momento que es necesario llevarlo a un mantenimiento.

1.5.1.9 Módulo de sistema de posicionamiento global

Este módulo ayuda a saber nuestro posicionamiento global, ya sea para realizar una dirección o para un rastreo del vehículo, está constituido por segmentos y, este servicio brinda una ayuda al momento de no tener cobertura de internet o líneas telefónicas.

1.6 Redes CAN-Bus

Las redes CAN-Bus (Controller Area Network) es un sistema desarrollado por Bosch, el cual permite que dispositivos y microcontroladores puedan presentar una comunicación adecuada sin la presencia de una computadora. Inicialmente este protocolo fue diseñado únicamente para procesos automotrices, pero se ha implementado en campos como el aéreo espacial y equipos médicos (Kubis et al., 2019). Hoy en día todos los vehículos que estén asistidos por una computadora cuentan con un sistema CAN-Bus, el cual es óptimo para transmitir información de forma rápida.

Este protocolo CAN ayuda a comunicar sistemas, como el sensor de lluvia con el limpiaparabrisas para que así el conductor no tenga que estar interviniendo al momento de activar los motores de este, este sistema ayuda también a controlar partes importantes y sistemas de comunicación de la computadora como actuadores y sensores (Fernandez, 2015). La información generada y recibida por este sistema son en código binario, dentro de una red multiplexada, lo cual quiere decir que la

cantidad de información transmitida puede ser variada y transmitir más de una secuencia de datos a la vez. Este es un sistema bidireccional, cada componente que está inmerso en este puede ser tanto receptor como emisor.

La implementación de este protocolo principalmente fue el hecho de que al eliminar uno o más nodos no afecta a la red en general, por los distintos nodos que tiene cada componente, por eso este tipo de red posee una configuración de comunicación flexible.

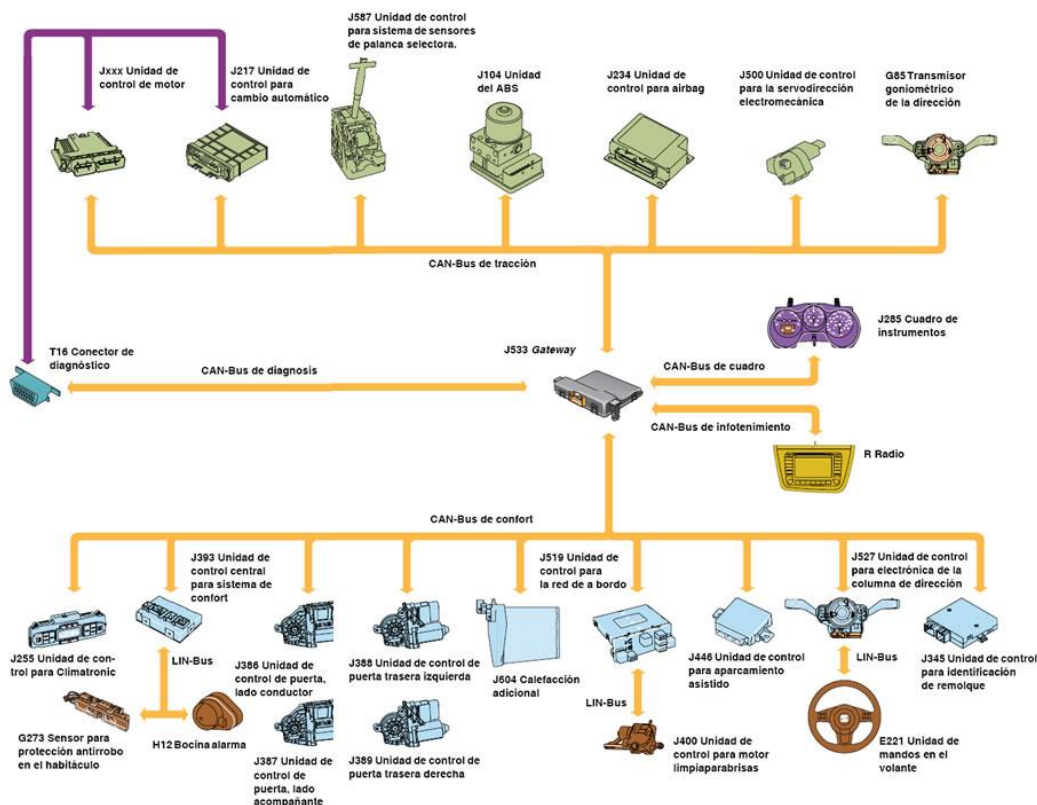


Figura 1.2 Red CAN-BUS

1.6.1 Red CAN High Y CAN Low

La red, como su nombre lo dice, maneja voltajes altos en relación con la red CAN, estos voltajes van desde los 2.5 hasta los 3.5 y una red CAN Low la cual trabaja a voltajes de 1.5 hasta 2.5, estas señales son iguales y a su vez opuestas, ambas poseen la misma amplitud, al identificar una red con bordes cuadráticos uniformes se puede decir que la comunicación se está dando correctamente entre cada nodo y la fuente de control CAN (Wajape & Elamana, 2014). En una variación se podría

decir que estas señales al estar entrelazadas, al tener un pico o que se provocara un pico en la señal, este defecto se anularía por el motivo de que el comportamiento de las redes es contrario u opuesto.

Este tipo de redes controlan en la mayoría de los vehículos, módulos como los airbags, PCM, dirección electrónica, con la finalidad de que estos equipos funcionen adecuadamente, y en si en determinado tiempo llegase a tener un desfase en la señal no se vea comprometido el correcto trabajo.

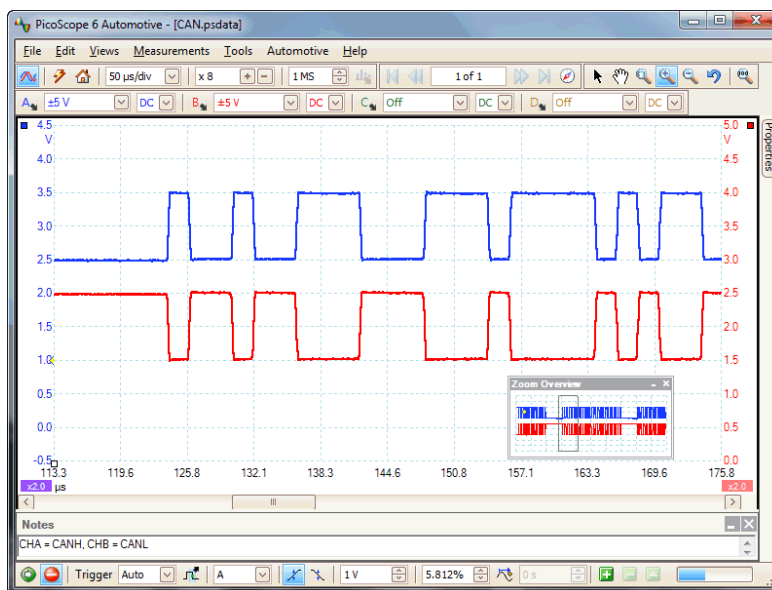


Figura 1.3 Red CAN High Y CAN Low

1.7 Sistema diagnóstico a bordo OBD-II

El sistema On Board Diagnostic-II (OBD-II) o sistema de diagnóstico a bordo, traducido del inglés, son normalizaciones las cuales fueron introducidas por SAE en estados unidos En el año de 1996 (Nayak & Bagubali, 2019). El OBD-II se encarga de la detección de fallos químicos, mecánicos y eléctricos que interfieren en las emisiones de gases contaminantes del automóvil al ambiente. Cuando ocurre alguna falla se indica al conductor por medio de Malfunction Indicator Lamp (MIL) una lampara indicadora de mal funcionamiento como su nombre en inglés lo dice.

Este sistema permite con la ayuda de un escáner ya sea multimarca o uno de marca única, leer los códigos que la ECU emite (Vrachkov & Todorov, 2018). Si un componente o sistema ocasiona fallos en el umbral máximo de emisiones o no cumple con las establecidas por el fabricante, surgirá un código de diagnóstico de problemas o en ingles Diagnostic Trouble Code (DTC), que se

almacenará en la ECU y se avisará al usuario del vehículo por medio de la luz MIL. Esta luz no podrá ser apagada hasta que se realicen las correcciones necesarias o desaparezca la condición que provoco el DTC.

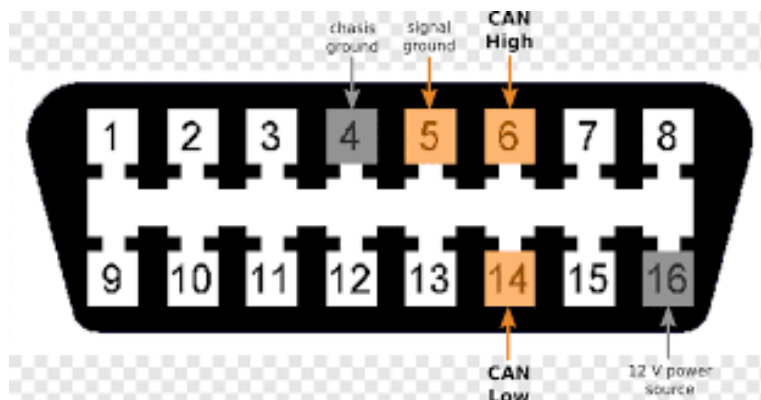


Figura 1.4 Puerto OBD-II

El OBD-II un acceso a una red CAN-Bus, el cual por medio de un periférico de entrada/salida como un escáner o una interfaz, se llega a obtener datos interpretados por la ECU del comportamiento de parámetros programados (Kubis et al., 2019), estos datos sin el codificador o interpretador adecuados serían señales binarias o pulsos voltaicos en un sistema.

1.7.1 Aplicaciones OBD-II

El uso del sistema OBD-II en vehículos estadounidenses se ha vuelto obligatorio, desde 1996 para así poder mantener un estándar de comunicación, esto se implementó en vehículos de encendido por chispa, pero desde el año 1997 se aplicó para vehículos de encendido por compresión (Signoretti et al., 2020).

En la gran mayoría de vehículos que se incorporó la normativa OBD-II, también se colocaba el sistema OBD-I para que así las casas comerciales tengan un sistema único de conexión con los vehículos para realizar mantenimientos o ingresar a las funciones avanzadas de algunos vehículos, las cuales, en esa época, no eran muchas como en la actualidad.

1.7.2 Controles del sistema OBD-II en Motores de encendido por chispa

- Monitoreo sistema Post tratamiento de gases
- Gestión de vida útil sonda lambda
- Pruebas de sistemas eléctricos
- Prueba de sistema de combustible
- Fallos en el sistema de comunicación de sensores y actuadores (CAN-Bus), (Khorsravina et al., 2017) y sistemas de monitoreo para obtención de datos
- Gestión de sensores y actuadores que intervienen en el desempeño del motor y sistema post tratamiento de gases.

1.7.3 Funciones OBD-II

El funcionamiento de este es almacenar parámetros de funcionamiento en tiempo real del automóvil, de esta manera se podrá verificar si en algún momento existe una falla o una DTC, una vez el vehículo almacene esta parte en la memoria EEPROM, el mismo sistema de monitoreo de la ECU se encarga de avisar, por medio de luces testigos, posibles fallos o advertencias de avería (Khorsravina et al., 2017).

La aplicación para la cual este protocolo fue desarrollado, principalmente, para el monitoreo de las emisiones, con la finalidad de poder diagnosticar y solucionar los problemas al motor que podrían estar aumentando la salida de gases de escape.

1.7.4 Código de Diagnóstico de Problemas o Diagnostic Trouble Code (DTC)

Los códigos de diagnóstico de falla (DTC) ayudan a conocer a los profesionales automotrices cual puede ser el camino adecuado a seguir para realizar un correcto diagnóstico (Liu et al., 2019). Los DTC no indican explícitamente una falla en algún componente.

La siguiente tabla da la información de como identificar la avería por medio del código:

Tabla 1.2 códigos DTC.

Código	Abreviatura	Código numérico
Power train	P	0-3
Chasis	C	4-5
Body	B	8-B
Network	N	C-F

Un DTC está representado por cinco caracteres, cada uno de los cuales indica sobre la falla y dónde ocurrió, es decir, el primer carácter indica el sistema, el segundo carácter es un dígito que representa si una falla es genérica o específica del fabricante, el tercer carácter es un dígito que indica el subsistema donde se ha producido la avería, los caracteres cuarto y quinto representan la ubicación del fallo.

1.7.5 Protocolos de comunicación

Los protocolos de comunicación permiten acceder a partes más avanzadas de un programa que está instalado en la memoria EPROM de las computadoras de los vehículos, cuando se realiza el cambio de algunos módulos automotrices, podrían no funcionar de manera adecuado para lo cual se utilizan protocolos de enlace o comunicación para que los nuevos repuestos sean detectados (Sergio Fernandez, 2021).

Para llegar a la comunicación de la ECU con el escáner se utilizan cinco tipos de comunicación, que cada fabricante tiene la disposición de escoger cual sea el correcto para su vehículo, en estos protocolos son incluidos el OBD-II.

La importancia del uso de escáner adecuado es cuanto se puede hacer con el mismo, muchos de los vehículos actuales cuentan con restricciones, las cuales no son accesibles a menos que se ingrese en protocolos adecuados, esto con el fin de prevenir daños por malas reparaciones.

- SAE J1850 PWM, se refiere a pulso de ancho modulado (Pulse Width Modulation), utilizado por automotores Ford.

- SAE J1850 VPW, se refiere a ancho de pulso variable (Variable Pulse Width), utilizado por General Motors USA.
- ISO 9141-2, este fue usado para automóviles asiáticos, europeos y Chrysler (Key Word Protocol)
- ISO 4230 KWP2000, Utilizado por el grupo VAG
- ISO 14230, Utilizado por Renault.

1.1.2.1 Conector de diagnóstico (DLC)

El conector DLC ayuda a que la herramienta de diagnóstico escáner, pueda tener una comunicación con la ECU, al ser estandarizado, permite que se realicen lecturas ya sea con un escáner genérico o de marca única (Vrachkov y Todorov, 2018). Este conector tiene un extremo por normativa una entrada de 16 pines, pero su otro extremo dependerá del fabricante del escáner.

El dispositivo ayuda que en algunas marcas puertos de conexión para acceder al sistema de la ECU son diferentes al puerto común y en ocasiones como una extensión a la conexión del puerto a una computadora, para poder trabajar de una forma más cómoda y sin la probabilidad de que el puerto resulte afectado por una interferencia de conexión o daño del puerto OBD-II,



Figura 1.5 Cable DLC

1.8 Escáner automotriz

El escáner automotriz es una herramienta electrónica, la cual ayuda a detectar fallas que se pueden presentar como averías del automóvil, con ayuda de este se puede observar el trabajo de sensores y actuadores dentro del entorno automotriz, a través de un programa de lectura, permite conocer

cuál es la tensión de batería, mostrar la velocidad del motor, realizar ajustes de combustible, verificar los cables de frenos ABS, entre otros (Obergfell et al., 2019). El escáner detecta códigos de falla, los cuales ayudan a comprender donde se puede estar suscitando el daño.

Para que el escáner interactúe con la computadora del vehículo es necesario llegar a establecer una comunicación, dicha comunicación se lleva a través del puerto OBD1 y OBD2, actualmente todos los automóviles poseen una interfaz de conexión que es el OBD2.

Un punto importante para destacar del escáner aparte de poder ver los errores que pueda almacenar la computadora del vehículo y corregir los mismos, los escáneres automotrices cumplen otras funciones que los hacen unas herramientas de trabajo indispensables, como programación de nuevos módulos automotrices y adaptación de nuevas partes en su entorno (Alireza et al., 2017). Es fundamental que el diagnóstico se realice, sobre todo si un automóvil ha sufrido algunas reparaciones electrónicas recientemente.

1.8.1 Escáner OEM de Ford

El escáner Automotriz FORD Vehicle Communication Module (VCM) o módulo de comunicación del vehículo, es una interfaz que ayuda por medio de un computador a comunicarse con los módulos con los cuales están equipados los automóviles de marca FORD. La computadora para comunicarse con el escáner ocupa un Software llamado Programa de Diagnóstico Integrado o en inglés Integrated Diagnostic Software (IDS) (Luis, 2019).

Al acceder a capas más profundas en cuanto a comunicación con la computadora, es fundamental al momento de reemplazar un componente o reprogramar un módulo, en vehículos de la marca Ford, para realizar mantenimientos, cambio de llantas, cambio de módulos de control, es necesario hacer una actualización en la memoria de la ECU.



Figura 1.6 Escáner OEM de Ford

La característica principal del nuevo escáner VCM2 es que se comunica a la computadora de manera inalámbrica esto ayuda a realizar mantenimiento y labores a los automóviles. (Piumatti et al., 2020). La mayoría de los talleres en la actualidad utilizan escáner multimarca, estos no cumplen con funciones completas para realizar tareas como la instalación y reprogramación de módulos automotrices como en el caso de Ford.

1.8.1.1 Características escáner OEM de Ford

Este escáner al ser enteramente de la marca Ford trae también un manual y diagramas electrónicos de algunos modelos de vehículos. Según (Auto Avance, 2018) un escáner de marca única posee más funciones que las de uno genérico, las principales características que posee un escáner OEM de Ford las cuales son:

- Admite la función WIFI
- Multi - idioma.
- VCM II para la función Ford
- Programación e instalación de nuevas ECU (PCM, ABS, grupo de instrumentos, airbag, bombas de combustible, etc.)
- Leer y borrar códigos de diagnóstico de problemas (DTC)
- Transmisión de datos en vivo con funciones de grabación y reproducción para las ECU principales
- Nueva actualización de software para ECU existentes
- Reconocimiento automático de vehículos

- Establecer, ajustar o quitar reguladores de velocidad
- Todas las demás funciones del distribuidor
- Restablecimiento del ángulo de dirección
- Localización guiada de averías
- Programar nuevas claves
- Regeneración DPF
- Sangrado de frenos
- Codificación del inyector

1.9 Protocolo J2534

El protocolo SAE J2534 estándar, surge por la regulación gubernamental de los países. Según estas normas, los fabricantes no pueden limitar el acceso a la información, y deben permitir que se pueda dar servicio a todos los autos sin excepción ni secretos.

Por lo tanto, mediante el protocolo J2534 se permite la comunicación entre una computadora y un auto. A través de un equipo Pass Thru, que hace las veces de llave de acceso, y que da la oportunidad de acceder al software de calibración del auto (Chavez, 2020).

El protocolo de comunicación J2534 es un sistema que brinda la posibilidad al técnico automotriz acceder a los parámetros de programación de las unidades de control electrónico ECU en vehículos modernos, mediante el uso de un equipo interfaz, una PC personal y un software propio de la marca (Paladino, 2019). Una vez se logra este acceso, siguiendo los procedimientos adecuados, nuevas oportunidades de diagnóstico y reparación surgen, llegando incluso a tener paso a las funcionalidades originales del fabricante.

Toda computadora automotriz ECU contiene instalado un «firmware» en su memoria, este es el programa encargado de dar instrucciones a los actuadores electrónicos del motor para buscar las mejores condiciones de operación de acuerdo con la información recibida por los sensores, es decir que el sistema de emisiones está sujeto a la mejor configuración o «firmware» instalada en la ECU para tal fin (Vogelsang, 2020). El firmware instalado en la ECU puede ser reemplazado por versiones actualizadas con el fin de optimizar las condiciones electrónicas del motor, mejorando a su vez el desempeño y las emisiones del motor. Por lo general este tipo de trabajo se realiza en el

concesionario de la marca ya que los equipos que estaban designados para modificar este tipo de información en la ECU eran demasiados costosos y difíciles de conseguir (Scholar & Bangalore, 2020).

Una vez se logra este acceso, siguiendo los procedimientos adecuados, nuevas oportunidades de diagnóstico y reparación surgen, llegando incluso a tener paso a las funcionalidades originales del fabricante.

Capítulo II

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Equipos y Materiales

Para poder recabar información adecuada para poder crear un manual para la reprogramación de módulos automotrices y realizar un diagnóstico adecuado, para saber en qué momento es necesario reprogramar o cambiar un módulo de la marca Ford (Explorer 2015) y cumplir con los objetivos del presente trabajo de grado, es necesario la utilización varios materiales, los cuales se presentan a continuación.

2.1.1 Multímetro Digital

Este dispositivo es muy conocido por todas las ramas de la ingeniería, el cual permite conocer principalmente valores de tensión (voltaje), corriente (amperios) y resistencia (ohmios) (Tingting et al., 2019). Este instrumento se utilizará con la finalidad de determinar las cargas o tensiones que se están transmitiendo por cables desde la batería hacia la computadora y demás dispositivos periféricos.



Figura 2.1 Multímetro Digital

2.1.2 Bancos de pruebas de inyectores

El banco de pruebas de inyectores, permite verificar el funcionamiento de cada inyector por medio de pruebas en tiempo real del trabajo de estos (Quishpe & Portilla, 2022). Estas pruebas se simulan bajo condiciones reales, sin la necesidad de la utilización de un combustible, este sistema simula presiones en el riel de prueba iguales a las del motor, genera pulsos para que abran o cierren ya sea dependiendo de la frecuencia del pulso o a la velocidad que el motor gire.



Figura 2.2 Banco de prueba de inyectores

2.1.3 Comprobador de chispa de bujía

El dispositivo es el encargado por medio del parpadeo de una luz verificar el correcto funcionamiento de las bobinas, las cuales son encargadas de generar la chispa, sin que estas funcionen adecuadamente el funcionamiento del vehículo tendrá fallas, haciendo que tenga una combustión incompleta.



Figura 2.3 Comprobador Bobina de bujías

2.1.4 Comprobador pulso de inyectores

Los comprobadores de pulso son similares a una luz led, los cuales reciben los pulsos que emite la computadora para que en la cámara de combustión exista la cantidad exacta de combustible, este elemento ayuda a verificar que los elementos de comunicación entre la ECU y los terminales estén bien.



Figura 2.4 Comprobador pulso de inyector

2.1.5 Computadora HP

Esta va a ser utilizada para correr el programa, el cual permite que se pueda interactuar con la ECU del vehículo, la computadora para ser compatible con el programa cuenta con el sistema operativo Windows 10 y la última versión del software VCM de Ford.

2.1.6 Interfaz STIC OBD

Este es el encargado de realizar el enlace entre la computadora y la ECU, funciona como imitador de un Scanner OEM de la marca Ford, para así poder acceder a las funciones especiales del vehículo. Para poder así desarrollar la investigación del presente trabajo de grado.

Esta marca trabaja no solo para automóviles de la marca Ford sino también para modelos de Mazda, accediendo al mismo protocolo por medio de otro software.



Figura 2.5 Interfaz STIC J2534

2.1.7 Automóvil Ford Explorer

El automóvil cuenta con módulos que permiten obtener datos y poseen funciones avanzadas con las cuales se realizarán pruebas piloto para obtención de datos, para poder desarrollar el manual,

este es parte fundamental ya que el escáner al ser marca única y de trabajo no posee modo demostrativo, los datos obtenidos también darán un diagnóstico del estado actual del vehículo.



Figura 2.6 automóvil Ford Explorer 2015

2.2 Metodología de investigación

La metodología que se aplica en el presente trabajo de investigación es para verificar cada proceso que intervienen en el proceso para desarrollo del manual, partiendo por medio de metodología documental para recolectar información acertada acerca de procesos que son necesarios para el cumplimiento con los objetivos de la presente investigación y finalizando con la metodología cualitativa para poner en practica los procesos recabados por la metodología documental

2.2.1 Metodología Aplicada

En el presente trabajo se utilizará la metodología de la investigación documental, descriptiva y cualitativa; los tres tipos de metodología se utilizaron con la finalidad de recolectar datos ya existentes para poder realizar pruebas que permitan verificar que los procesos a aplicar al vehículo sean correctos y no existan fallos al momento de concluir con el proceso de diagnóstico y proceso de reprogramado del PCM.

2.2.2 Normativa ISO 9001 de 2015

Esta normativa es para generar un control sobre manuales de calidad, esta normativa expresa el contenido que deben tener dicho manual mas no una estructura a la cual se podría basar para generar un manual, esta queda a libre disposición de cada usuario, pero con la finalidad de que no exista exceso de información ni modificaciones que puedan alterar con el funcionamiento de estos.

2.2.3 Estructura del manual

La estructura del manual se llevó a partir de las publicaciones de manuales Ford que se empezaron a publicar desde el 2002, los cuales cuentan con una estructura clara y de fácil entendimiento, con la finalidad de que el usuario tenga una facilidad para entender su contenido.

Estos manuales se usaron de guía ya que la tesis va dirigida a un automóvil de esta marca, cada una de las secciones que se ven en el manual son basadas en la estructura de Ford, pero dándole un estilo propio en cuanto a gráficos y elementos que se expresan en el mismo para que sea un modelo innovador a la hora de realizar un manual.

2.3 Desarrollo de la propuesta de estudio

En la siguiente figura, se muestra las etapas para poder desarrollar la investigación con eficiencia y exactitud, para así poder desarrollar con éxito un manual de reprogramación de módulos automotrices, que sea útil para el desarrollo de conocimientos a profesionales.

Esta muestra de procesos ayuda a tener un orden adecuado de la investigación que se realizará, por esto se ha visto indispensable el planteamiento de diversos pasos para poder recolectar información que sea de utilidad y que el trabajo final presentado sea satisfactorio.

Al tener un plan de metas es más factible cumplir con la propuesta del trabajo, analizando cada paso anterior para poder tener una culminación adecuada del trabajo, sin una forma clara de desempeñar se podría llegar a omitir pasos importantes u olvidar que ya se realizó alguna prueba de estas.

La recopilación bibliográfica se extiende hasta la última etapa del manual ya que por medio de esta se puede llegar a comparar datos que ya se encuentran en otro documento y realizar una

comparativa de los datos obtenidos en las pruebas piloto y dar una conclusión adecuada al trabajo.

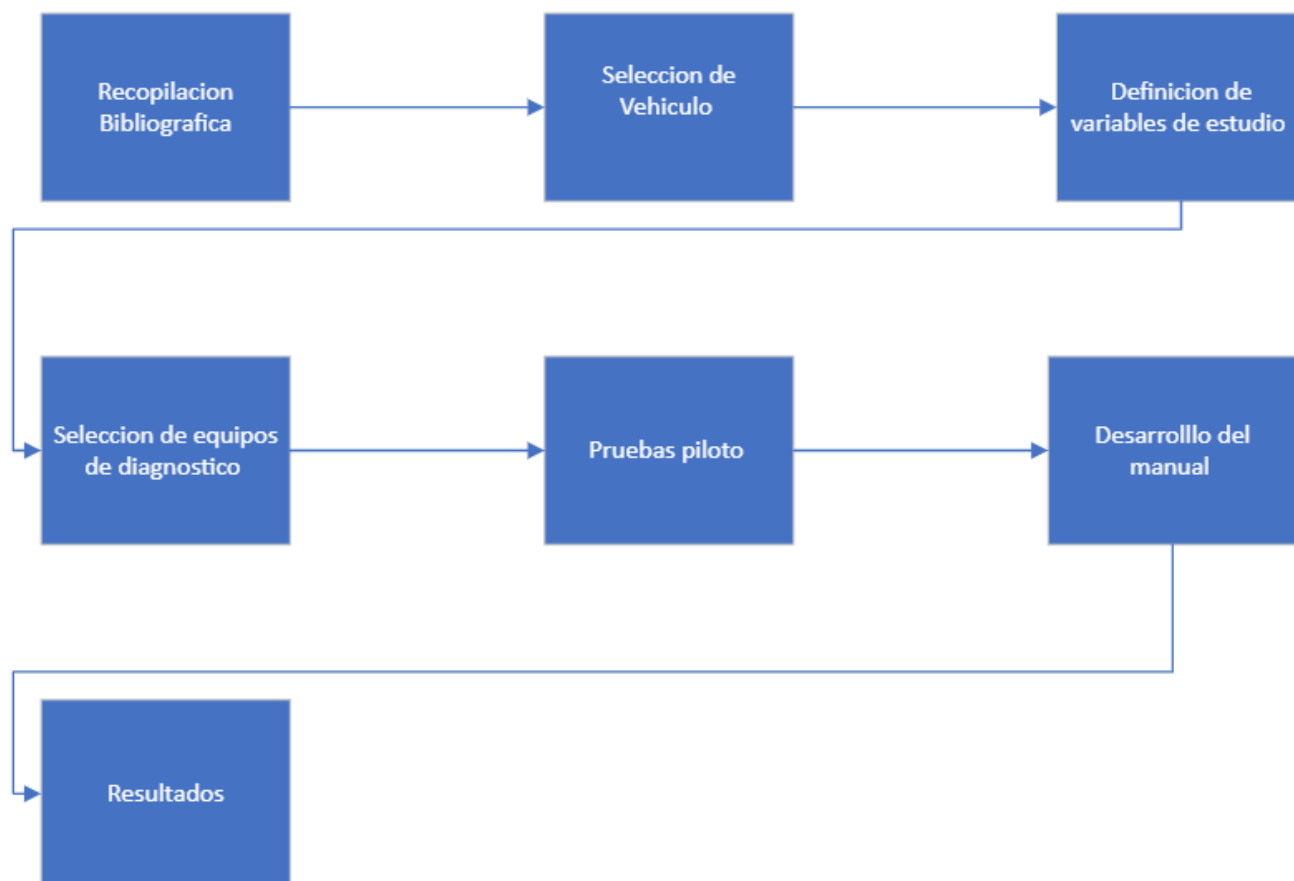


Figura 2.7 Flujograma propuesta de trabajo

2.3.1 Recopilación Bibliográfica

Como punto de partida se recolectó información relacionada con el tema de estudio, consiguiendo información local e internacional, de trabajos similares, con la finalidad de implementar un manual actualizado y brindar información correcta, al tener la información propicia se garantiza el sustento científico adecuado.

En el caso de los vehículos Ford, al tratar de realizar un mantenimiento sin la información y la instrumentación adecuada, se puede terminar dañando los módulos o dejando deshabilitados por

no tener el conocimiento adecuado, al implementar conocimiento de que es lo que controla cada módulo, se tiene una descripción breve de lo que se puede o no hacer con el escáner.

2.3.2 Selección del vehículo

La determinación del vehículo adecuado empieza al ver la ficha técnica del vehículo a profundidad, en primera instancia, se trató de desarrollar el estudio con un automóvil Ford Fiesta del año 2005, el cual, al no tener ningún módulo automotriz se descartó. En la siguiente propuesta se consultó la ficha técnica de una Ford Explorer año 2015 la cual poseía todos los módulos a los cuales el escáner IDS de la marca Ford podía acceder e investigar el desarrollo del manual.

La FORD Explorer 2015, como muchos de otros automóviles, no solo de la marca Ford, para realizar un mantenimiento es necesario realizar una reprogramación de parámetros, notificando a la ECU o Módulo, el cual está destinado a realizar el mantenimiento, estos protocolos fueron creados para supervisión y análisis de cada sistema de forma integral electrónicamente y no mecánica.

2.3.3 Definición de variables

Las variables que se plantean definir para especificar correctamente el uso del escáner y los pasos para seguir serán la reprogramación e instalación de un nuevo módulo utilizando el escáner ISD de la marca Ford, se planteó revisar los parámetros reprogramables que posee el módulo al momento de realizar un mantenimiento.

Los módulos seleccionados para la creación del manual por parte de reprogramación es la PCM, también se implementará una sección para describir las funciones especiales que posee el escáner, estos con la finalidad de realizar mantenimientos adecuados a las partes que se describen a continuación.

- **Control de la Carrocería:**

- Seguridad, en este apartado se destacan funciones como cierre de puertas a distancia, inmovilizador, códigos de apertura de puertas, el restablecimiento de

códigos de las llaves, arranque a distancia y arranque que en este caso el vehículo no posee.

- El sistema de seguridad pasiva, que verifica cuantos acompañantes están en el habitáculo del vehículo para la activación de airbag y demás sistemas detonantes del vehículo para la seguridad.
- Funciones de servicio, este apartado es para control de velocidad máxima a la que puede acceder el vehículo, también hay accesos para configuración para puntos máximos.
- Restablecimiento del BMS: Controla el estado de la batería y tráfico de amperaje y verificación de carga y descarga.
- IPMA: este módulo ayuda a identificar el cambio de carril en carretera enviando una alerta, en este caso el vehículo no cuenta así que se descarto
- **Control de Chasis:** Este está enfocado a la parte de frenos y la disposición de los ABS, para hacer el respectivo mantenimiento
- **Sistemas eléctricos:** Prueba de sistema de cargas, iluminación exterior, funciones de servicio, control Velocidad
- **Eje de Transmisión:** Combustible, Pruebas de fallos de encendido, equilibrio de potencia, Compresión relativa, Modos de prueba OBD, Transmisión.

2.3.4 Selección del equipo de diagnóstico

Para que se pueda acceder a las funciones avanzadas es necesario tener la herramienta adecuada, en este caso para utilizar el protocolo J2534, es necesario tener un escáner el cual pueda enlazarse a una computadora y por medio del escáner la computadora enlazarse con la ECU del vehículo.

Para lo cual, como herramientas, se usó una computadora de la marca HP, para instalar el software del escáner IDS de la marca Ford, un interfaz OBD2 STIC el cual funciona como interfaz de comunicación con el vehículo y un vehículo Ford, en este caso, el modelo Explorer 2015.

2.3.5 Pruebas piloto

Las pruebas piloto para no tener ningún inconveniente con el automóvil, se realizaron pruebas en bancos, lo cual permitía si en algún momento presentara dificultades ya sea al momento de un mantenimiento o reprogramación de la PCM, ningún módulo o elemento del automóvil se viera afectado, es posible realizar estas pruebas ya que el apartado que se pone a prueba es la configuración mediante software y no la experimentación de cambio de hardware.

Las pruebas se las realizó en una memoria de iguales características que las que tiene el vehículo elegido, al poseer las mismas características, no presentaría ningún cambio en el proceso de aplicarlo en el automóvil que se someterá a realizar algunas de ellas.

2.3.6 Diagnóstico en Close Loop y Open Loop

Como indica el nombre, son circuitos de lazos cerrados “Close Loop” que, en este caso, es el sistema de operación del vehículo después de que llega a su temperatura adecuada de trabajo, la computadora empieza a poner en punto todos los sistemas para que el vehículo no tenga un excesivo consumo de combustible, ni se mantenga acelerado en ralentí, y el circuito abierto “Open Loop”, cuando la temperatura de trabajo es baja o el vehículo recién se enciende (Hamad et al., 2012). El circuito de lazo abierto también viene siendo en el caso de que exista una avería en el sistema.

El circuito abierto además de accionarse al momento de encender el vehículo para que llegue a la temperatura de trabajo el censo MAP, si no también funciona como un seguro al momento de un fallo de este, con la finalidad de mantener en marcha el automotor. Por lo general este el circuito abierto se presenta cuando existe una falla de vacío en el múltiple de admisión.

2.3.7 Prueba y limpieza de inyectores

Esta prueba se la realizó con la finalidad de comprobar el estado de los inyectores, es decir si los inyectores de alguna forma interferían en el desempeño adecuado del motor, esto con la finalidad de descartar el fallo de estos.

La prueba se la realizó con un multímetro tomando medidas de resistencia de los inyectores con el motor en marcha para verificar si los voltajes eran adecuados y con el motor apagado. Las pruebas en el banco se las realizo para ver si el caudal que entregaba cada inyector era igual.

Para la limpieza de los inyectores se utilizó el banco de prueba, un limpia carburante, y la tina ultrasónica, una vez concluidas las pruebas y lavado cada uno de los inyectores, se procedió a verificar el funcionamiento montado en el vehículo.



Figura 2.8 Prueba de inyectores

2.3.8 Prueba de chispa en la bobina

Esta prueba se realiza con la finalidad de que cada bobina esté funcionando correctamente, se utiliza un comprobador que por medio de una luz indica si la bujía está recibiendo carga por parte de la bobina. Para las bobinas también se realizó prueba de continuidad



Figura 2.9 Prueba de comprobación de chispa

2.3.9 Verificación de sensores

La verificación de sensores es imprescindible; para hacer un buen diagnóstico es necesario saber el comportamiento de los sensores, si en el proceso de dar una solución del PCM, se ignora el hecho de los comportamientos de estos, se podría generar un gasto innecesario en el cambio de componentes que no están dañados.



Figura 2.10 Prueba sensor MAP

Capítulo III

3 Resultados y Discusión

El capítulo a continuación muestra los procesos y el desarrollo final del manual, el cual permite restablecer o cambiar módulos automotrices de la marca Ford, en este caso, se tomó como prioridad la PCM, y la descripción de procesos de mantenimiento, que permite solo acceder bajo el protocolo J2534, para lo cual es necesario tener el escáner apropiado y aplicar el manual que se desarrolló a continuación.

El manual se elaboró con la finalidad de dar diagnóstico no solo a la parte del PCM como módulo sino también a la parte de mantenimiento hacia los sistemas complementarios, como son sensores y actuadores que podrían haber afectado el funcionamiento del automóvil. Al poder dar diagnóstico a sensores y actuadores, se podría descartar el remplazo de un nuevo módulo y solucionar un problema de avería.

3.1 Códigos de falla presentes en el PCM

Los códigos que se presentan en el PCM por lo general son estandarizados y no solo de la marca Ford, por ello se llegó a implementar una tabla con los DTC's más comunes.

Estas fallas son generadas únicamente por componentes de control del motor, los códigos a continuación presentados son solo fallas, con la finalidad de poder descartar fallos en el PCM y hacer un diagnóstico que sea eficaz con la posibilidad de ver que fallos existen alrededor de la PCM, es necesario tener un diagnóstico previo de los componentes antes de diagnosticar el fallo. En el caso de que no se efectúe un diagnóstico de que es y se remplace el PCM el fallo persistirá y no se logrará una mejoría en el sistema.

Se sabe que el sistema de almacenamiento de fallas o DTC's se realiza por factores de falla, como pueden ser pérdidas de voltaje, cortos en el cable, daños en los conectores, faltas de alimentación, o simple limpieza de afinamiento de los componentes o cambios que se realizan por los componentes ya existentes en el motor.

Los datos que se presentan a continuación son fallas que se han presentado anteriormente en vehículos, con este manual se puede determinar posibles fallos en los componentes o de por sí daños en el PCM.

Tabla 3.1 Códigos de falla presentes en el PCM

Numero	Código DTC	Descripción
1	P0107	Voltaje bajo del sensor MAP.
2	P0108	Voltaje alto sensor MAP.
3	P0112	IAT Voltaje circuito bajo sensor.
4	P0117	ECT Voltaje bajo circuito sensor.
5	P0131	Sensor HO2S, voltaje bajo circuito.
6	P0132	Sensor HO2S, voltaje bajo circuito.
7	P0134	Sensor HO2S, respuesta lenta.
8	P0201	Circuito central 1 inyector.
9	P0202	Circuito central 2 inyector.
10	P0203	Circuito central 3 inyector.
11	P0204	Circuito central 4 inyector.
12	P0300	Falla encendido motor detectado.
13	P0301	Falla 1 encendido cilindro.
14	P0302	Falla 2 encendido cilindro.
15	P0303	Falla 3 encendido cilindro.
16	P0304	Falla 4 encendido cilindro.
17	P0315	Variación sistema CKP desconocida.
18	P0327	Circuito KS.
19	P0335	Problema circuito sensor CKP.
20	P0336	Sensor CKP fuera de rango.
21	P0337	Sensor CKP voltaje bajo.
22	P0340	Problema circuito sensor CPM.
23	P0351	Problema circuito de control de la bobina de encendido 1,4
24	P0352	Problema circuito de control de la bobina de encendido 1,4
25	P0403	Problema circuito de control EGR.
26	P0443	Circuito control solenoide purga EVAP.
27	P0506	Baja velocidad de ralenti.
28	P0507	Alta velocidad de ralenti.
29	P1114	Voltaje bajo intermitente circuito control ECT.
30	P1115	Voltaje alto intermitente circuito control ECT.

(Auto Avance, 2018)

3.1.1 Código de avería P0107: Tensión baja en el sensor MAP

3.1.1.1 Operación del componente sensor MAP

El sensor de presión absoluta (MAP), genera una lectura de la presión que tiene el múltiple de admisión en función de la carga del motor, para poder informar al módulo PCM.

El PCM es encargado de reducir la tensión de la batería y dar al componente un voltaje de 5V y una conexión a tierra, el MAP genera una señal de retorno al PCM basado en la presión dentro del múltiple.

Tabla 3.2 Voltajes Nominales del sensor MAP

Voltajes Nominales del sensor MAP	
Voltaje Medido en ralentí (cuanto mide el vacío del múltiple de admisión)	Voltaje Máximo (cuando está midiendo la presión atmosférica)
1.26-1.33 V	3.6V

3.1.1.2 Causas de generación código P0107

- Voltaje de ignición es mayor a 11 V.
- El PCM lee la señal del sensor MAP en la admisión con presiones menores a 12 KPa. Por un intervalo mayor a 5 segundos.
- Daño en el sensor MAP.
- Daño en los sistemas de alimentación.
- Daño en la PCM.

3.1.1.3 Indicio de Fallo

- Luz mil se muestra encendida después de arrancar el vehículo.
- Vibraciones repentinas y fallos en el ralentí.
- Gasto excesivo de combustible.

3.1.1.4 Esquema del circuito

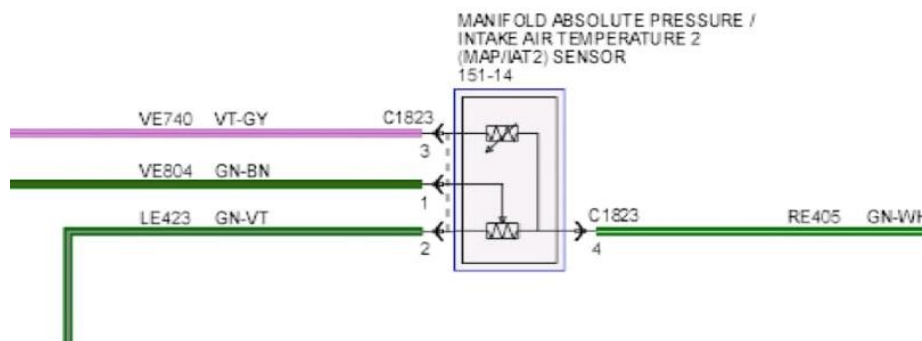


Figura 3.1 Comprobador pulsos de inyección

3.1.1.5 Posibles soluciones

- Con el motor encendido y un multímetro verificar que exista una tensión en los cables de 5V desconectando del conector el sensor y verificando directo a las líneas.
- Si no existe el voltaje en el sensor MAP, pero si en las líneas de salida del PCM existe la posibilidad de que el problema este en el cableado.
- Si los voltajes están bien tanto de ingreso al sensor como de salida del PCM.
- Reemplazar el sensor MAP.
- Revisar PCM.

3.1.2 Causas de generación código P0108: Tensión baja en el sensor MAP

3.1.2.1 Operación del componente

El sensor de presión absoluta (MAP), genera una lectura de la presión que tiene el múltiple de admisión en función de la carga del motor, para poder informar al módulo PCM.

El PCM es encargado de reducir la tensión de la batería y dar al componente un voltaje de 5V y una conexión a tierra, el MAP genera una señal de retorno al PCM basado en la presión dentro del múltiple.

Tabla 3.3 Mediciones Nominales sensor MAP

Voltajes Nominales del sensor MAP	
Voltaje referencial el vehículo ya encendido y tomando medición del vacío del múltiple de admisión	Voltaje El vehículo en contacto y realizando censo a la altitud que el vehículo se encuentra
1.2 -1.3 V	3.6-3.8V

3.1.2.2 Causas de generación código P0108

- Posibles fugas en la línea de vacío del sensor MAP.
- Descompresión de los cilindros del motor.
- Las líneas de alimentación pueden estar en corto desde el PCM hasta el sensor.
- Sensor MAP defectuoso.
- Daño en la PCM.

3.1.2.3 Indicio de Fallo

- Luz mil se muestra encendida después de arrancar el vehículo.
- Vibraciones repentinas y fallos en el ralentí.
- Gasto excesivo de combustible.

3.1.2.4 Esquema del circuito

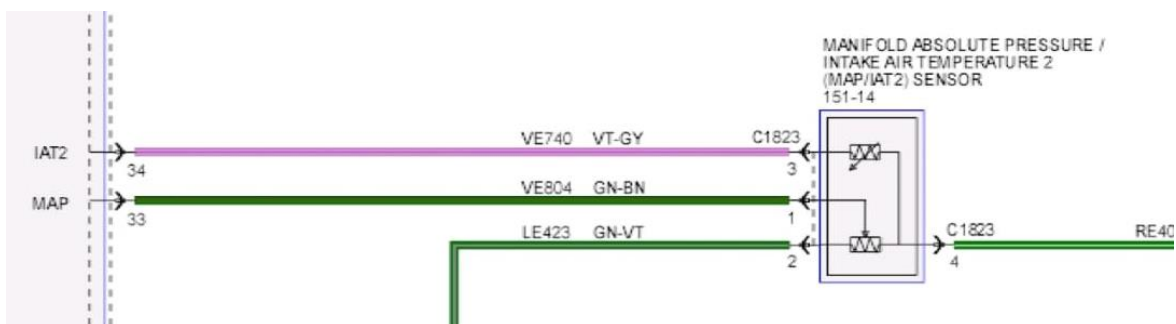


Figura 3.2 Esquema Conexión Sensor MAP

3.1.2.5 Posibles soluciones

- Con el motor encendido y un multímetro verificar que exista una tensión en los cables de 5V desconectando del conector el sensor y verificando directo a las líneas.
- Si no existe el voltaje en el sensor MAP, pero si en las líneas de salida del PCM existe la posibilidad de que el problema este en el cableado.
- Si los voltajes están bien tanto de ingreso al sensor como de salida del PCM.
- Reemplazar el sensor MAP.
- Para una forma correcta de diagnóstico con el motor encendido, utilizar un escáner, comparar la lectura del sensor MAP con la presión barométrica estas deberían encontrarse en el mismo rango.
- Revisar la tierra del sensor MAP.

3.1.3 Código de avería P0112: Tensión baja en el sensor IAT

3.1.3.1 Causas de generación código P0108

El sensor de temperatura de aire de entrada (IAT) está diseñado para medir la temperatura que ingresa al motor, se debe tomar en cuenta que mientras mayor sea el ingreso de aire, mayor será la temperatura de combustión.

Este sensor integra un termistor, el cual tiene una referencia de 5 voltios que salen del PCM de igual manera que la tierra, este termistor cuando la temperatura a la que está sometido baja, su resistencia aumenta, y si su temperatura aumenta su resistencia disminuye, en cuyo caso al existir el cambio de estancia y tener un valor de 5 volteis como referencia la computadora tendrá un aviso mediante cambio de tensión de la señal.

Tabla 3.4 Voltajes Nominales del sensor IAT

Voltajes Nominales del sensor IAT		
Temperatura	Resistencia	Voltaje de la señal
10°	100 ohmios	0.3 V
130°	70 ohmios	5 V

3.1.3.2 Causas de generación código P0108

- Se mantiene por mucho tiempo temperatura superior a los 149°C por más de 9 segundos.
- El PCM detecta que la temperatura del sensor IAT está en -38 °C por 4 segundos.
- Variación repentina de la temperatura.
- Ruptura de cables o cortocircuito en el cableado entre los terminales del sensor MA/IAT y terminales del PCM.
- Daño en la placa del PCM.
- Sensor IAT defectuoso.
- Temperaturas excesivamente elevadas.

3.1.3.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida.
- Dificultad al dar arranque y encender el vehículo.
- Gasto de combustible mayor.
- Salida de humo negro en gases de escape.
- Ralentí inestable.

3.1.3.4 Esquema del circuito

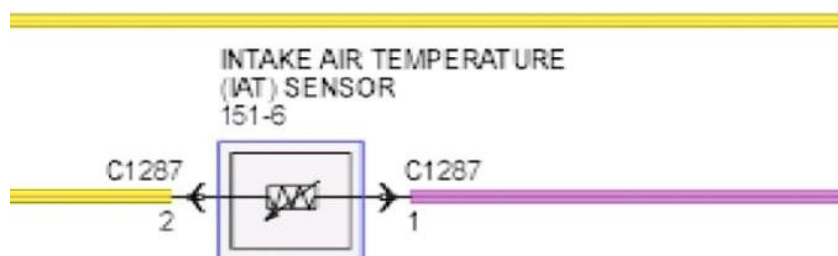


Figura 3.3 Esquema del sensor IAT

3.1.3.5 Posibles soluciones

- Estando el motor del vehículo apagado, los valores del sensor IAT y del sensor de la temperatura del refrigerante deben ser los mismos, coincidiendo con la temperatura del

ambiente, si en caso de no coincidir se revisa los conectores y cables para verificar que no exista fallas.

- En el caso de que los conectores estén en perfectas condiciones, se procede a desconectar el sensor y conectar nuevamente, si esta lectura está en un rango mínimo de 20° se puede decir que el sensor IAT no funciona.
- Si las lecturas se siguen mostrando elevadas, verificar la resistencia que existe entre los dos cables, si la resistencia es infinita, puede que exista un problema en el PCM, si por otra parte la resistencia no es infinita existe un corto circuito en el cable de tierra.

3.1.4 Código de avería P0117: Tención baja en el sensor ECT

3.1.4.1 Operación del Componente sensor ECT

El sensor de temperatura del refrigerante es un termistor al igual que el IAT, este sensor por medio de una resistencia variable cambia el paso del voltaje suministrado de la computadora, para que esta pueda interpretar por rangos ya determinados a que temperatura se encuentra el líquido que circula en nuestro motor.

Este sensor trabaja bajo un voltaje de 5V los cuales la computadora interpreta según el cambio de resistencia por medio de la salida de voltaje. Esto ayuda a identificar el ancho de pulso de los inyectores para determinar cuanto combustible suministrar a la cámara de combustión, en el caso de la temperatura del motor.

Tabla 3.5 Mediciones nominales ECT

Mediciones nominales ECT		
Temperatura	Resistencia	Voltaje de la señal
0°C	5500-8000 Ohm	3.8 – 4.5 V
50°C	700-1000 Ohm	1.4 – 2 V
100°C	180-210 Ohm	0.3 – 0.1 V

3.1.4.2 Causa de generación de Código P0117

- Aumento drástico en la temperatura del motor.

- Daño en el circuito del ECT.
- Terminales tanto del PCM como del sensor defectuosos.
- No está conectado el sensor.
- El sensor puede tener una avería.

3.1.4.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida.
- Dificultad al dar arranque y encender el vehículo.
- Gasto de combustible mayor.
- Salida de humo negro en gases de escape.
- Ralentí inestable.
- Aparición de humo negro por el tubo de escape.
- Apagado del motor ocasionalmente.

3.1.4.4 Esquema del circuito

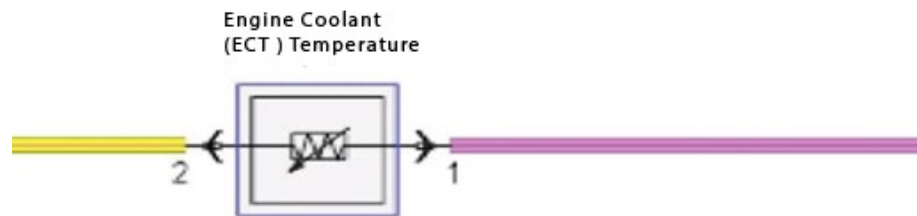


Figura 3.4 Esquema sensor ECT

3.1.4.5 Posibles soluciones

- Revisar que el motor no se haya recalentado.
- Revisión los conectores y cables buscando un desperfecto en los mismos, esto podría estar generando un corto o una mala transferencia de señal.

- Apagado el motor, con el motor frío y con la llave en la posición de contacto verificar que las tomas de medida de temperatura del sensor IAT y el sensor ECT sean iguales, en caso de no coincidir se cambia el sensor ECT.
- Si la lectura del sensor sobrepasa los 127 grados centígrados, se procede a desenchufar el sensor, la medición debería cambiar a -37 grados centígrados, esto indica que existe un mal funcionamiento dentro del sensor, se debe cambiar el sensor ECT.
- Cambiar modulo PCM

3.1.5 Código de avería P0131 y P0132

- P0131: Bajo voltaje en el circuito del sensor H02S.
- P0132: Alto voltaje en el circuito del sensor H02S.

3.1.5.1 Operación del componente sensor H02S.

Este tipo de sensores se utiliza para la supervisión del sistema postratamiento de gases de escape y verificación de la dosificación correcta del combustible. Este sensor también es conocido como sonda lambda, este sensor para poder soportar las temperaturas altas a las que está expuesto este fabricado en circonio y recubierto con cerámica, en algunos casos son colocados con un cilindro metálico para mayor protección, el cual esta perforado para que así puedan pasar los gases por la sonda.

Al inicio del arranque del motor el PCM desprecia la señal del sensor, una vez el vehículo entra en funcionamiento y se genera gases de escape, el PCM empieza a dar un voltaje de alrededor de 430mV, una vez se detecta la señal de la sonda lambda utiliza un rango de voltaje entre 0mV y 100mV, esto con la finalidad de interpretar que es lo que está pasando con la combustión.

Mientras los rangos de voltaje estén más cercanos a 100mV indica que la mezcla aire/combustible, está generando una mezcla rica; pero si este voltaje se estaría desplazando al 0mV indica que es una mezcla pobre.

Este sensor para que pueda dar unas medidas adecuadas debe llegar a una temperatura óptima de trabajo, la cual se adquiere por medio de los gases de escape.

El sistema del sensor HO2S utiliza una variación de circuitos que son:

- Circuito de tránsito de señal.
- Circuito de referencia.
- Voltaje para ignición del vehículo.
- Circuito de adaptación a la temperatura de trabajo.

3.1.5.2 Causas de generación de código P3131 y P0132

- Sensor de oxígeno defectuoso.
- Circuito del sensor con posible corto.
- Perdida de la señal del circuito.
- Daño en el PCM.
- Terminales defectuosos o dañados.
- Corto circuito en la alimentación.

3.1.5.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida.
- Gasto de combustible mayor.
- Salida de humo negro en gases de escape.
- Ralentí inestable.
- Aparición de humo negro por el tubo de escape.

3.1.5.4 Esquema del circuito

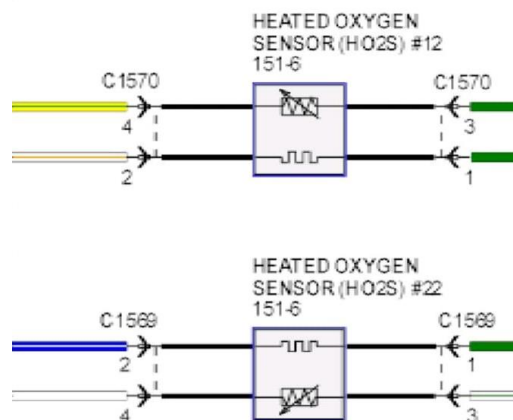


Figura 3.5 Esquema sensor HO2S

3.1.5.5 Posibles soluciones

- Mantenimiento al sensor.
- Revisar en un banco de pruebas el correcto funcionamiento del sensor.
- Si se detecta circuito abierto o corto, reparar la sonda.
- Verificar por medio de un escáner OEM y verificar las lecturas de los voltajes, tanto el vehículo en marcha como la oscilación con el motor apagado.
- Reemplazar el sensor.
- Reemplazar el PCM.

3.1.6 Código de avería P0134: Parámetros de respuesta lentos del sensor HO2S

3.1.6.1 Operación del componente sensor HO2S.

Este tipo de sensores se utiliza para la supervisión del sistema postratamiento de gases de escape y verificación de la dosificación correcta del combustible. Este sensor también es conocido como sonda lambda, este sensor para poder soportar las temperaturas altas a las que está expuesto este fabricado en circonio y recubierto con cerámica, en algunos casos son colocados con un cilindro

metálico para mayor protección, el cual esta perforado para que así puedan pasar los gases por la sonda.

Al inicio del arranque del motor el PCM desprecia la señal del sensor, una vez el vehículo entra en funcionamiento y se genera gases de escape, el PCM empieza a dar un voltaje de alrededor de 430mV, una vez se detecta la señal de la sonda lambda utiliza un rango de voltaje entre 0mV y 100mV, esto con la finalidad de interpretar que es lo que está pasando con la combustión.

3.1.6.2 Causas de generación de código

- Daños en el tubo de escape o rupturas.
- Daño en el fusible conectado al sensor.
- Desgaste de los conectores del sensor.
- Cableado defectuoso en el circuito del sensor.
- Daño del sensor de oxígeno.
- Pérdida de masa por parte del PCM.
- Compresión de cilindros bajo.
- Daño del PCM.
- El sistema de calefacción de la sonda no funciona.

3.1.6.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida.
- Gasto de combustible mayor.
- Salida de humo negro en gases de escape.
- Ralentí inestable.
- Aparición de humo negro por el tubo de escape.

3.1.6.4 Esquema del circuito

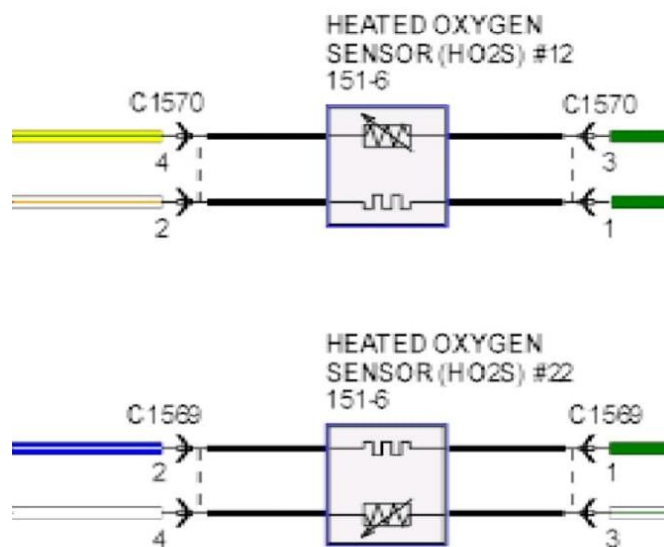


Figura 3.6 Esquema sensor HO2S

3.1.6.5 Posibles soluciones

- Mantenimiento al sensor.
- Revisar en un banco de pruebas el correcto funcionamiento del sensor
- Si se detecta circuito abierto o corto, reparar la sonda.
- Verificar por medio de un escáner OEM y verificar las lecturas de los voltajes, tanto el vehículo en marcha como la oscilación con el motor apagado.
- Reemplazar el sensor.
- Reemplazar el PCM.
- Revisar las tuberías de los gases de escape.
- Revisar el fusible del sensor si esta defectuoso.
- Verificación de cableado del sensor, en caso de ser necesario reparar o cambiar el cableado.

3.1.7 Códigos de avería P0201, P0202, P0203, P0204, P0205, P0206: Circuito encargado del control de inyectores

- P0201: Circuito Inyector 1.
- P0202: Circuito Inyector 2.
- P0203: Circuito Inyector 3.
- P0204: Circuito Inyector 4.
- P0205: Circuito Inyector 5.
- P0206: Circuito Inyector 6.

3.1.7.1 Operación del componente Inyector

El módulo de control del tren motriz envía pulsos a cada uno de los inyectores, de forma que la dosificación del combustible sea adecuada para lograr una mezcla estequiométrica correcta y no exista gasto innecesario de combustible, esta razón se cumple si los componentes del motor y externos a él se encuentran en óptimas condiciones.

Los pulsos que emite el PCM son transmitidos o controlados por medio del terminal a tierra de los inyectores, el voltaje de los inyectores cuando están trabajando deben ser bajo o cercano a cero; cuando el inyector se encuentra en reposo su voltaje se encuentra elevado o cercano al de la batería.

Tabla 3.6 Mediciones nominales de Inyector

Mediciones nominales de Inyector	
Resistencia adecuada de inyectores: 8.5 a15.5 Ohmios	
Desactivados	Activados
0V o cercano a 0V	12V o superiores a 12V

Estas mediciones dependerán de si el vehículo se encuentra apagado o encendido, en el caso de estar encendió superara los 12V y generará una carga igual a la que le proporcione el alternador del vehículo en dicho momento.

3.1.7.2 Causas de generación de código

- Voltaje de arranque se encuentra entre 7.5V a 16 V.
- El PCM detecta que se encuentra en circuito abierto.
- Inyectores defectuosos.
- Daño en el cableado.
- Daño en el PCM.

3.1.7.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida.
- No acelera de forma normal.
- Al encender el vehículo no arranca de forma adecuada.
- Baja de potencia.

3.1.7.4 Esquema del circuito

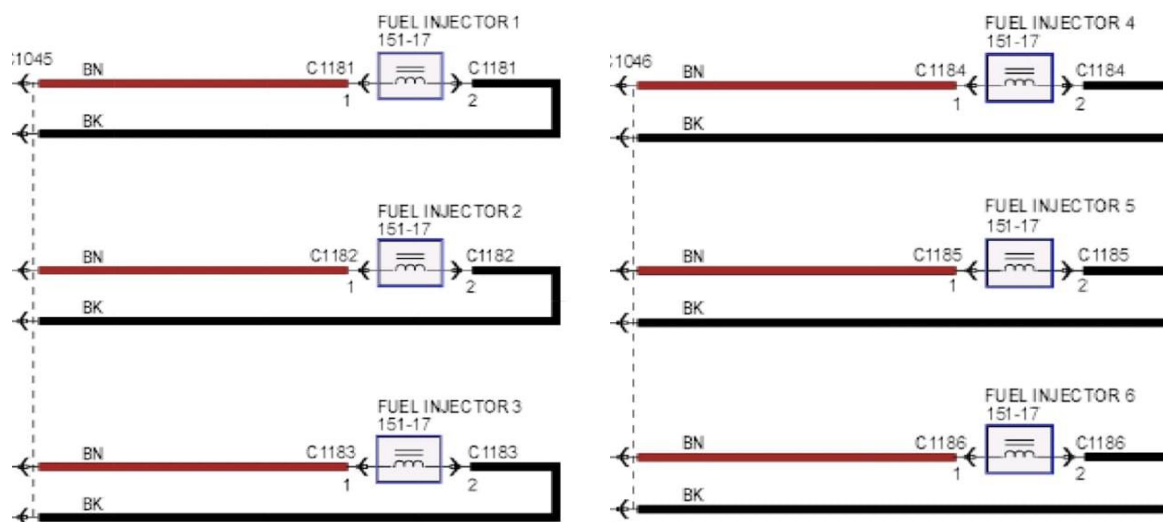


Figura 3.7 Esquema de inyectores

3.1.7.5 Posibles soluciones

- Utilizando un multímetro verificar que las resistencias estén en los rangos adecuados de cada inyector.
- Desconectados los inyectores, con la llave en contacto, verificar que sus conectores tengan una salida de voltaje superiores a 10V, si no tienen esta alimentación verificar que los cables estén bien.
- Cambiar de posición los inyectores para ver si el código es continuo o cambia, en caso de que cambie el inyector esta defectuoso.
- Cambiar inyectores.
- Cambiar PCM.

3.1.8 Códigos de avería P0300, P0301, P0302, P0303, P0304, P0305, P0306: Falla de encendido de los cilindros

- P0300: detección de fallos en cilindro al azar.
- P0301: Falla de encendido Cilindro 1.
- P0302: Falla de encendido Cilindro 2.
- P0303: Falla de encendido Cilindro 3.
- P0304: Falla de encendido Cilindro 4.
- P0305: Falla de encendido Cilindro 5.
- P0306: Falla de encendido Cilindro 6.

3.1.8.1 Operación del componente CMP

La información que utiliza el PCM es por medio de los sensores CKP contemplando la posición del cigüeñal y del CKP que indica la rotación de los árboles de levas, al verificar esta información la computadora genera cual cilindro puede estar fallando.

La computadora verifica y compara la información que tiene cada uno de los cilindros y si en algún momento detecta una anomalía en la velocidad de giro al momento de la combustión en un cilindro, emitirá un código el cual se podrá identificar por la terminación del código.

3.1.8.2 Causas de generación de código

- Funcionamiento defectuoso de las bobinas.
- Bujías dañadas.
- Deficiencia de inyección del combustible en algún cilindro.
- Baja compresión en alguno de los cilindros.
- Cables de bujías defectuosos.
- Válvula de escape sin funcionar.
- Catalizador averiado.
- Poco combustible en el depósito.
- Computadora dañada.

3.1.8.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida.
- Aceleración deficiente.
- El motor presenta apagones y mantiene vibraciones altas.
- Baja potencia al acelerar.
- No hay combustión completa y genera olores de combustible.
- Humo negro en gran cantidad todo el tiempo por el escape.

3.1.8.4 Posibles soluciones

- Revisión de Cables de bujías, bujías, tapa de la distribución.
- Revisión de conexiones de inyectores.
- Verificación de función de las bobinas.
- Realizar un mantenimiento de los inyectores.
- Revisar la válvula EGR, puede estar tapada o defectuosa.
- Constatar que la compresión del motor sea adecuada.
- Cambio de PCM.

3.1.9 Código de avería P0315: Posición del cigüeñal-variación desconocida.

3.1.9.1 Operación del componente sensor CKP

El sensor de posición del cigüeñal (CKP), tiene como función medir los niveles de cambio en puntos de referencia donde está variando la posición del cigüeñal, con la finalidad de enviar señales para que el PCM configure parámetros según medidas almacenadas en el mismo.

En caso de que se registren cambios en el cigüeñal a los cuales la computadora no tenga registro, el PCM no podrá interpretar datos, de manera que el mismo emitirá un error en o un DTC.

3.1.9.2 Causas de generación de código

- Posición del cigüeñal varía demasiado.
- El sensor CKP se desconectó de su arnés.
- Desgaste de la rueda fónica.
- Obstrucción por medio de cuerpos exteriores en el sensor.
- Sensor CKP defectuoso.
- Circuito a tierra del sensor roto.
- Ruptura en cables.
- Daño en el PCM.

3.1.9.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida.
- Fallos de encendido.
- Arranca con dificultad, pero termina apagándose.
- Ralentí inestable.

3.1.9.4 Esquema del circuito

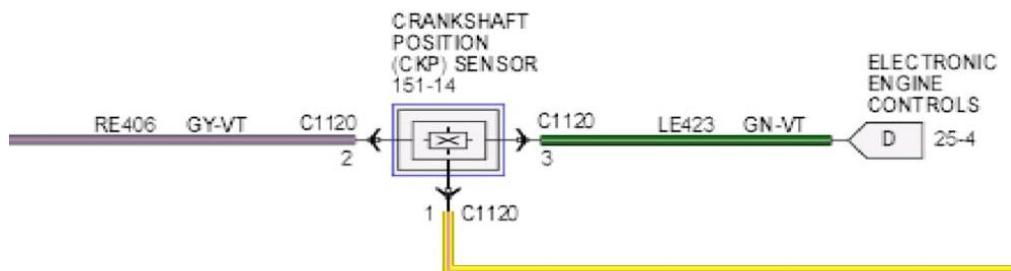


Figura 3.8 Esquema del sensor CKP

Posibles Soluciones

- Borrar el código y ver si nuevamente vuelve o persiste con el fallo.
- Ubicado el sensor, verificar los terminales del sensor y de la computadora.
- Revisar si el cableado se encuentra en buen estado.
- Quitar el sensor CKP hacer girar el motor y ver si existen componentes que estén dañados o golpeados, en caso de así serlo cambiarlos.
- Reemplazar el PCM.

3.1.10 Código de avería P0335, P0336, P0337

- P0335: Daño en circuito del CKP.
- P0336: Rango desconocido del CKP.
- P0337: Baja en el voltaje sensor CKP.

3.1.10.1 Operación del componente Sensor CKP

El sensor CKP es el encargado de ver la disposición del cigüeñal, es decir la velocidad a la que gira el cigüeñal y en qué punto se encuentra cada pistón, de esta forma el PCM interpreta esas señales para disponer la salida de combustible desde los inyectores hacia la cámara de combustión.

Este sensor al ser de tipo inducción electromagnética las señales emitidas serán parecidas a una medida tomada como corriente alterna, este sensor trabaja en conjunto con la rueda fónica, la cual al estar rodeada de dientes ayuda a generar pulsos.

Cuando este sensor pierde comunicación o deja de enviar señales al PCM produce el mismo una falla, que es posible que el sensor CKP este defectuoso, la posibilidad de que el vehículo se apague cuando esto suceda es mayor, ya que este al ser el encargado de sincronizar chispas de bujías, inyección de combustible, el PCM no podrá identificar cuanto combustible mandar y en qué momento detonar.

3.1.10.2 Causas de generación de código

- Corto circuito en la alimentación desde el PCM hacia el sensor.
- La señal del sensor MAP se ve alterada cambiando los parámetros de trabajo con el motor en marcha.
- Falta de alimentación de tierra del PCM hacia el sensor.
- Sensor dañado.
- Terminales de conexión defectuoso.
- Ruptura de dientes de la rueda fónica.
- Desplazamiento fuera de tolerancia de la rueda fónica.
- Colocación del sensor o de la rueda fónica fuera de su posición.
- Interferencia con materiales entre el sensor y la rueda fónica.
- Espacio entre sensor y rueda fónica demasiado extendido.
- Sensor CKP dañado.
- PCM defectuoso.
- Sensor CMP dañado.

3.1.10.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida.
- Arranque del vehículo, pero no da marcha.
- Fuerza del motor afectada o nula.
- Quema de combustible desproporcionada y consumo de este excesivo.

- Fallos de encendido ocasionalmente.

3.1.10.4 Esquema del circuito

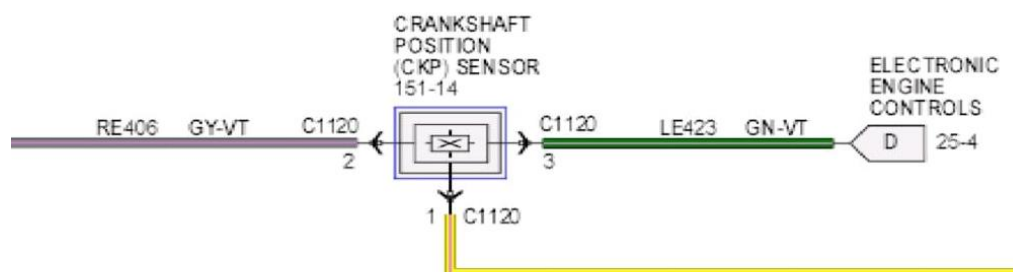


Figura 3.9 Esquema del sensor CKP

3.1.10.5 Posibles soluciones

- Se puede revisar por medio del tacómetro de revoluciones o en el escáner, si el sensor está produciendo algún tipo de señal, si en el caso de no existir revoluciones, se procede a revisar señal del CKP.
- La señal del CKP puede verse interrumpida porque los cables están cercanos a los cables de bujías u otros componentes de que produzcan un campo electromagnético grande.
- Si los niveles de señal y resistencia son pertinentes en este sensor, es posible que el daño se encuentre dañada la rueda fónica o exista algún tipo de componente el cual no permita la correcta transmisión de señal.
- Las resistencias que se muestran al tener el multímetro no son las adecuadas, cambie el sensor.
- Reprogramación o cambio de PCM.

3.1.11 Código de avería P0340: Funcionamiento defectuoso en el circuito del sensor de posición de árbol de levas

3.1.11.1 Operación del componente sensor CMP

El sensor CMP al igual que el CKP sirve para determinar la posición de un componente, estos dos están sincronizados por la banda de distribución, CMP verifica la posición de los árboles de levas, para que la computadora sepa en qué momento suministrar combustible y realizar la mezcla.

Este sensor al tener el árbol de levas una rueda dentada emite pulsos, estos pulsos son interrumpido por la separación de los dientes que tiene esta, estas señales se envían al PCM, este sensor también puede determinar que cilindro está fallando o tiene algún daño.

3.1.11.2 Causas de generación de código

- Daño en el sensor CMP.
- Defectos en los terminales.
- Ruptura de cables en el terminal del CMP y conexión al PCM.
- Interferencias de señales de otros componentes como las bobina, entre otros tipos de señales con gran campo electromagnético.
- Daño de la rueda dentada.
- Desface de la rueda fónica o mala instalación.
- Distancia excesiva entre sensor y rueda dentada.
- Falla en el PCM.

3.1.11.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida
- Dificultad al encender el vehículo
- Mientras el vehículo está en marcha reducción de potencia
- Inestabilidad en el ralentí con posibilidad a apagarse

3.1.11.4 Esquema del circuito

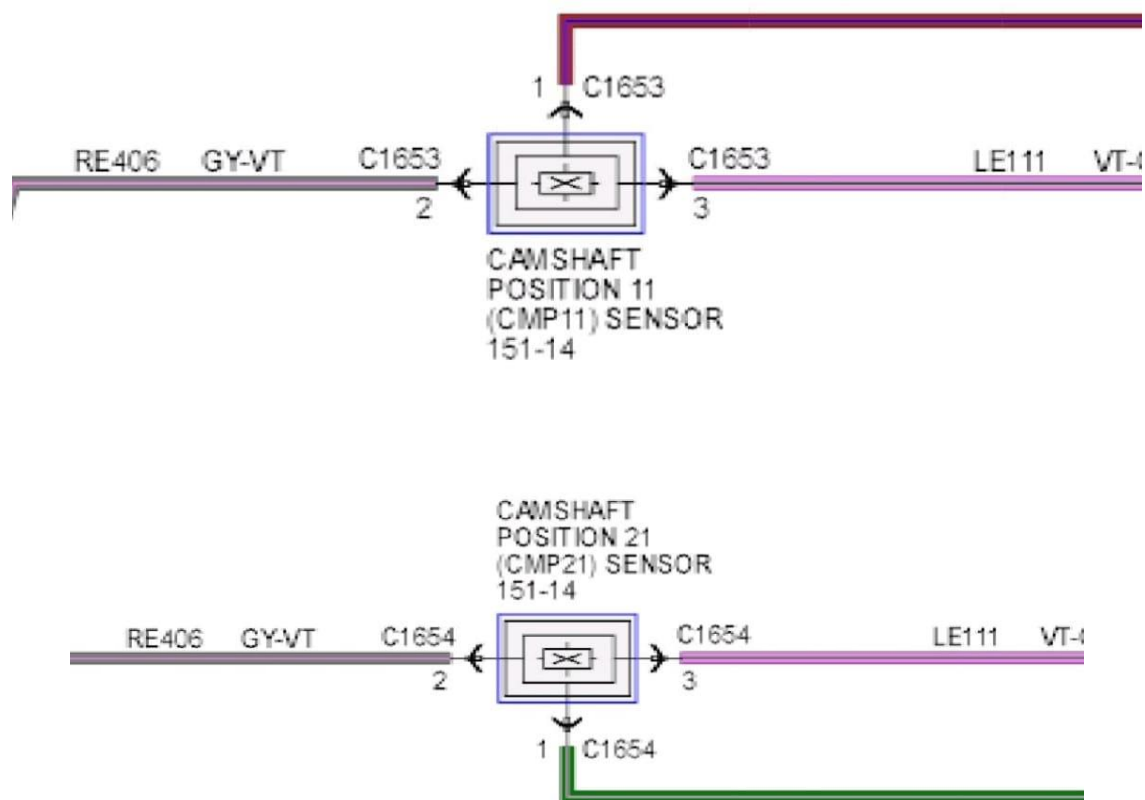


Figura 3.10 Esquema sensores CMP

3.1.11.5 Posibles soluciones

- Revisar que los cables que se dirigen desde el CMP hacia el PCM no se encuentren cerca hacia componentes como la bobinas, cables de bujías, si este fuera el inconveniente se deberá reacondicionar la posición de los cables, ya que estos elementos influyen en la salida de la señal.
- Hacer una inspección visual con la finalidad de encontrar rupturas de cables o cables pelados que estén haciendo corto.
- Revisar el sensor con la finalidad de encontrar defectos o daños en el mismo.

- Revisar que el anillo dentado este completo y no exista ningún diente caigo o golpes que interfieran la salida de la señal, en caso de o tener acceso se tendrá que sacar el árbol de levas con la finalidad de revisar bien esto.
- Si todo lo anteriormente revisado salen satisfactorias las pruebas se debe cambiar el censo.
- Cambiar o reprogramar el PCM.

3.1.12 Código de avería P0351, P0352, P0353

- P0351: Funcionamiento defectuoso del circuito de la bobina de encendido A
- P0352: Funcionamiento defectuoso del circuito de la bobina de encendido B
- P0353: Funcionamiento defectuoso del circuito de la bobina de encendido C

3.1.12.1 Operación del componente Bobina de encendido

Este circuito está controlado por el PCM, al igual que los inyectores, se monitorean por pulsos los cuales son negativos, para poder así controlar la velocidad a la cual se genera la chispa o el ancho del pulso.

Este sistema es usado en automóviles actuales, los cuales tiene una bobina individual por cilindro que a su vez es controlado por el PCM, esto ayuda a que la bujía genere una chispa más eficiente, ya que no hay perdidas en los cables ya que la bobina se coloca encima de la bujía

3.1.12.2 Causas de generación de código

- Cables y terminales de conexión de las bobinas pueden estar desgastados o dañados.
- Ruptura en el circuito de las bobinas.
- Bobina de encendido dañada.
- Daño de cables de señal del sistema COP.

3.1.12.3 Indicio de Fallo

- Luz de Check Engine encendida.
- Perdida de potencia al momento de acelerar.
- Ralentí Variable.

- No enciende el vehículo.

3.1.12.4 Esquema del circuito

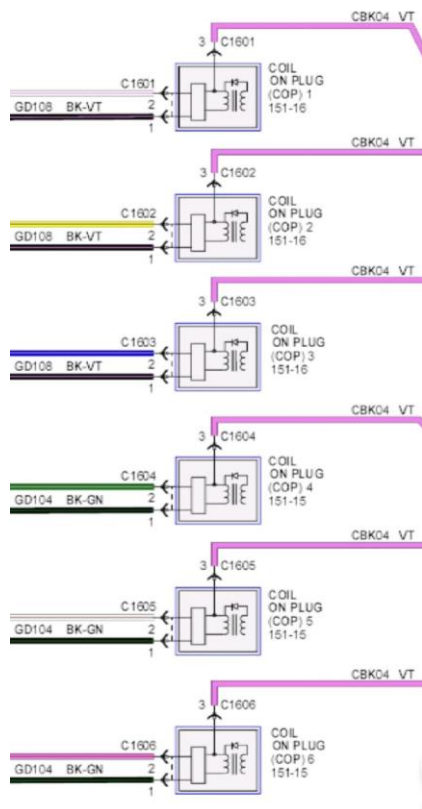


Figura 3.11 Esquema Circuito Bobinas

3.1.12.5 Posibles soluciones

- Se puede determinar una posible falla en los cables moviendo a la salida de las bobinas los cuales se dirigen así el PCM, en el caso de que existiese un fallo en el motor encendido se puede determinar que existe una avería en los cables, se revisara con detenimiento hasta verificar que los cables no estén gastados o rotos.
- Para verificar el correcto de Funcionamiento de las bobinas se puede hacer un testeo de chispa con el verificador, en el caso de que no existiese este elemento de prueba se procede a utilizar el multímetro.

- Se pone en la sección de AC Hertz y al arrancar el vehículo debería dar una lectura entre 5 y 20 para que su funcionamiento sea el adecuado, en caso de que este sistema no de esta lectura, se puede decir que la bobina esta defectuosa y se cambiaria.
- Con el multímetro se puede realizar una prueba de señal de salida de la PCM, comprobando si tiene la alimentación adecuada la bobina, si este da una lectura de un voltaje alto se debe a que existe un corto y el PCM o está mandando la señal adecuada.
- Para verificar que no exista rupturas en el cable se desconecta el Bus de datos del PCM para ver que exista continuidad entre el Pin de salida del ecu con el pin de salida de las bobinas.

3.1.13 Avería en el PCM

3.1.13.1 Operación del componente PCM

El Powertrain Control Module (PCM) controla casi el 100% de los procesos que ejecuta el motor. Este es el encargado de mostrar fallos que pueden tener los sistemas que conforman el motor, pero relacionados con la movilidad de este. La emisión de alerta de un posible fallo de un componente nace por una luz llamada Check Engine, el cual aparece en el tablero.

Este dispositivo se podría considerar como el cerebro del motor, ya que recibe y administra información suministrada por sensores los cuales después de ser procesados generan el funcionamiento de los actuadores, esto con la finalidad de dar un desempeño al motor.

Este sistema es el encargado de administrar datos como: la posición del pedal de aceleración, cual es la masa de aire que está ingresando al motor, la posición del ángulo de levas y del cigüeñal, sensores de oxígeno, salida de chipa para la ignición en la cámara de combustión. Estos procesos se realizan en tiempo real, para que el motor trabaje a regímenes determinado y no exista deficiencia en el sistema.

El funcionamiento del PCM es en recibir señales que recibe de componentes en el motor, esta trabaja analizando los datos y comparando sistemas, para ejecutar decisiones para administrar recursos dentro del vehículo, esto con la finalidad de hacer eficiente el vehículo.

Por mencionar alguna de las funciones de los sensores que son encargados de enviar datos hacia el módulo son:

- Temperatura del refrigerante.
- Medir la apertura de la aleta de aceleración.
- Detonación del combustible por medio de las bobinas.
- Temperatura del aire.
- Cantidad de aire suministrado a la cámara de combustión.
- Posición del cigüeñal y árbol de levas.

3.1.13.2 Causas de Defectos en el PCM

Los daños que se pueden efectuar en este tipo de módulos son componentes exteriores, por mantenimiento o por conclusión de su vida útil, estos componentes pueden generar un gran daño en el comportamiento del motor, que se podría interpretar como daño del PCM.

- Un síntoma para determinar que el PCM está dañado es que no exista apuración del testigo del Check Engine en el tablero al colocar la posición de las llaves en contacto.
- El vehículo no podrá dar marcha.
- Al presionar el pedal del acelerador, el vehículo no responderá al estímulo.
- Al arrancar el vehículo tarda demasiado en ponerse en marcha.
- El Check Engine se enciende.
- Mal Funcionamiento de sensores o actuadores.

La verificación de posibles daños en componentes puede ser fundamental, por ello es necesario revisar cada uno de los componentes, ya sean actuadores o sensores que impliquen alguna complicación en el motor.

3.1.13.3 Indicios de fallos

- El motor puede presentar muchos defectos, a los cuales debe hacer una revisión de cada sensor antes de revisiones del PCM.
- Puede presentar inestabilidad en el ralentí.
- Baja potencia en el motor.

- Pulsos erróneos, tanto en bobinas como en inyectores, lo cual dará humo negro por el tubo de escape.
- Generación de DTC.
- Los fallos siempre pueden ser daños por parte de componentes exteriores al PCM.

3.2 Reprogramación de PCM

El procedimiento siguiente se lo realiza cuando se verifica que el fallo no está en ningún sensor o actuador que controla el PCM, este al ser el encargado de controlar todos los sistemas del tren de potencia puede ser que aparente estar dañado, pero antes de poner esa opción, es necesario revisar los periféricos de este.

La reprogramación del PCM no se la realiza solo cuando existe daño y requiere cambiarla, si no también cuando se quiere hacer una actualización del sistema, de igual manera en ocasiones la reprogramación del PCM permite cambiar los parámetros a donde fue manufacturada.

El cambio de parámetros ayuda a que sea compatible con la calidad de combustible existente en el país, los parámetros de otros países donde fueron fabricados los vehículos no siempre serán iguales a los existentes en el país de uso del vehículo, por este motivo cambiar los parámetros de calidad de combustible, entrada de aire, entre otros. Ayuda a que el vehículo tenga un mejor desempeño y una vida útil más larga.

El reinicio de módulos se efectúa cuando existe un flasheo de otros módulos, se reinicia con la finalidad de que estos módulos que sufrieron desconfiguración o cambio por algún motivo, sus códigos sean compatibles para que puedan maquinar bien con el PCM.

El sistema de inmovilizadores se hace para apartados, que requieren hacer una actualización para que el PCM trabaje de forma óptima, el inmovilizador por su parte permite leer códigos de llave, a la cual se le pueden modificar parámetros, que dispongan acciones como un control máximo de velocidad, revoluciones máximas. Las funciones de la reprogramación PCM ayuda a que los mantenimientos se vuelvan mas constantes con el aviso del modulo al tablero al generar una luz testigo de que se hizo o esta próximo a realizar un mantenimiento.

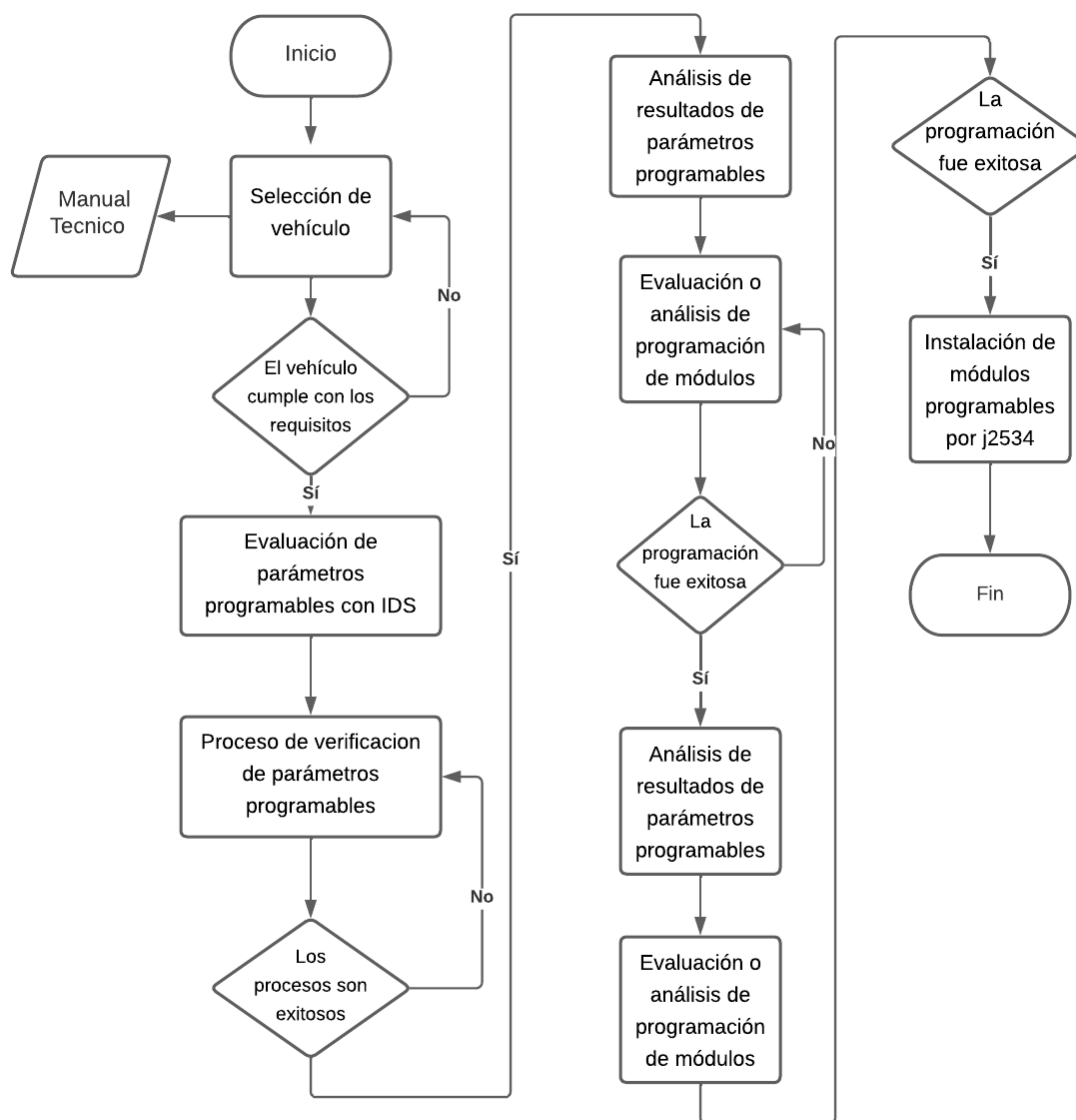


Figura 3.12 Flujograma de reprogramación de Modulo PCM

Para la correcta instalación de módulos nuevos, los datos y parámetros de configuración deben ser trasladados de un módulo antiguo previamente a su desactivación, estos datos ayudarán a reprogramar el nuevo módulo.

3.2.1 Funciones Especiales

Las funciones especiales en este tipo de escáner están destinadas para mantenimientos especializados y que los componentes o módulos que están programados para que se realicen

mantenimientos periódicamente, es decir que su advertencia no siempre presenta fallas, sino más bien es por precautelar la integridad del sistema.

3.2.1.1 Seguridad (Carrocería)

- Estas funciones están destinadas a programación de mandos a distancias, programación de llaves, y la apertura de código que en este modelo posee, también para la verificación o recordar el código inicial de aperturas de puertas.

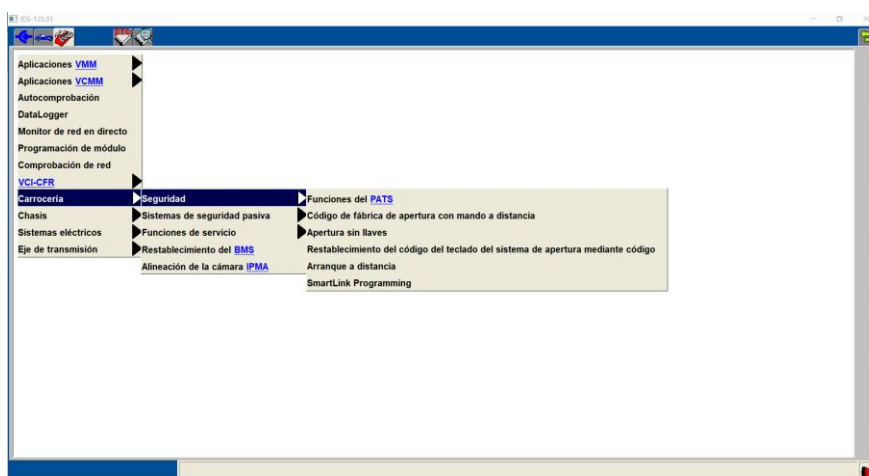


Figura 3.13 Seguridad (Carrocería)

3.2.1.2 Sistema de seguridad pasiva

- Este sistema implementa el sensor OCS, es decir capta señales, como el peso del ocupante, si esta inclinado, si a su vez es un asiento de bebe, con la finalidad de saber de qué forma o cuantos airbags son disparados en el caso de tener una colisión. Este apartado en ocasiones al o estar bien calibrado, podría denotar la forma de una persona o asimilar en el caso de que este defectuoso que una persona puede estar sentada en un lugar vacío el cual, podría accionar una detonación no deseada.

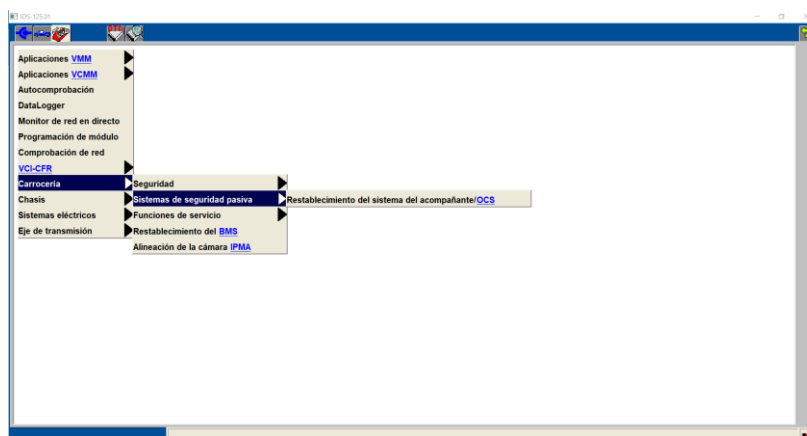


Figura 3.14 Sistema de seguridad pasiva

3.2.1.3 Funciones de servicio

Este apartado puede delimitar a qué velocidad máxima puede ir el vehículo y también delimitar los ángulos de giro de la dirección por medio del bloqueo CEI, con la finalidad de no exceder límites y su conducción sea menos peligrosa.



Figura 3.15 Funciones de servicio

3.2.1.4 Restablecimiento del BMS

- Este apartado es usualmente cuando se da mantenimiento a la batería, para volver a tomar valores iniciales del nuevo componente o batería, es un sistema el cual está monitoreando el comportamiento de esta, su forma de descarga y carga según su ocupación sea requerida,

en el caso de la sustitución se deberá restablecer este módulo con la finalidad que se actualicen sus valores.

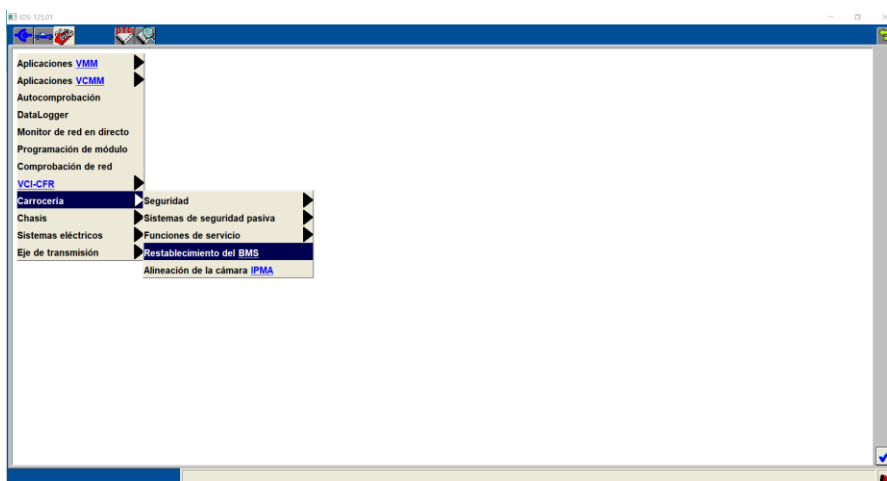


Figura 3.16 Restablecimiento del BMS

3.2.1.5 Frenos (Chasis)

- Este apartado conlleva a una verificación del sistema de frenos el cual después de hacer un sangrado o sustitución del líquido, con la finalidad de que no exista aire o algún elemento que deteriore el frenado.

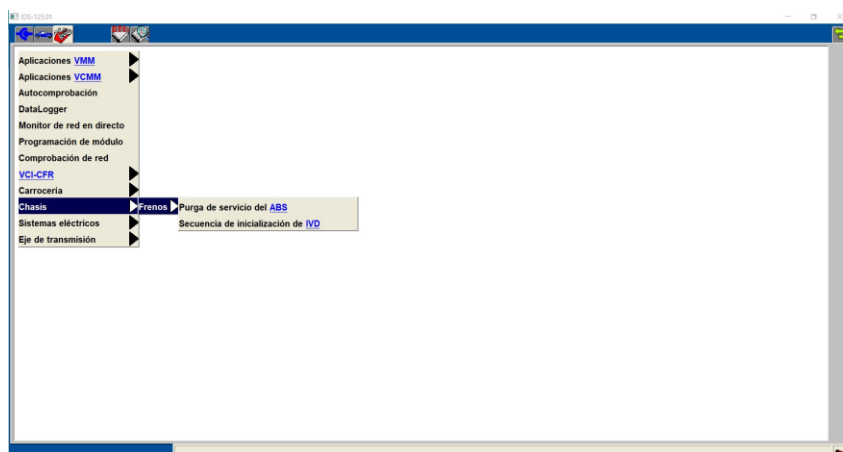


Figura 3.17 Sistema de purga ABS

3.2.1.6 Sistema eléctrico

- Prueba de sistema de carga, esta prueba sirve para verificar si el alternador no tiene ningún daño, como puede ser bajas de voltaje o picos de voltaje que después interfieran con la carga correcta de la batería.

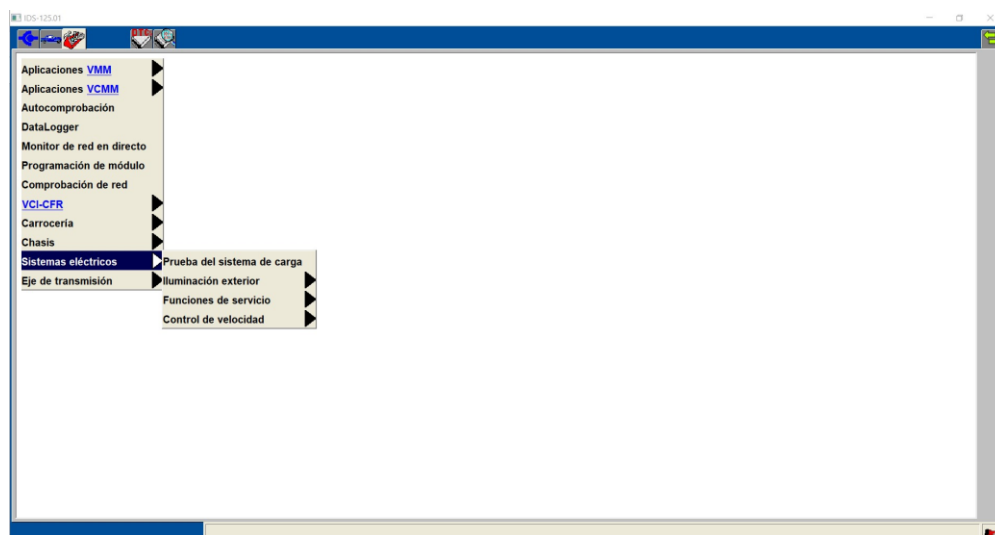


Figura 3.18 Sistema eléctrico prueba de carga

- Alineación de faros, esto ayuda a que se establezca una medida dentro del rango de visibilidad puesto en punto por la computadora.

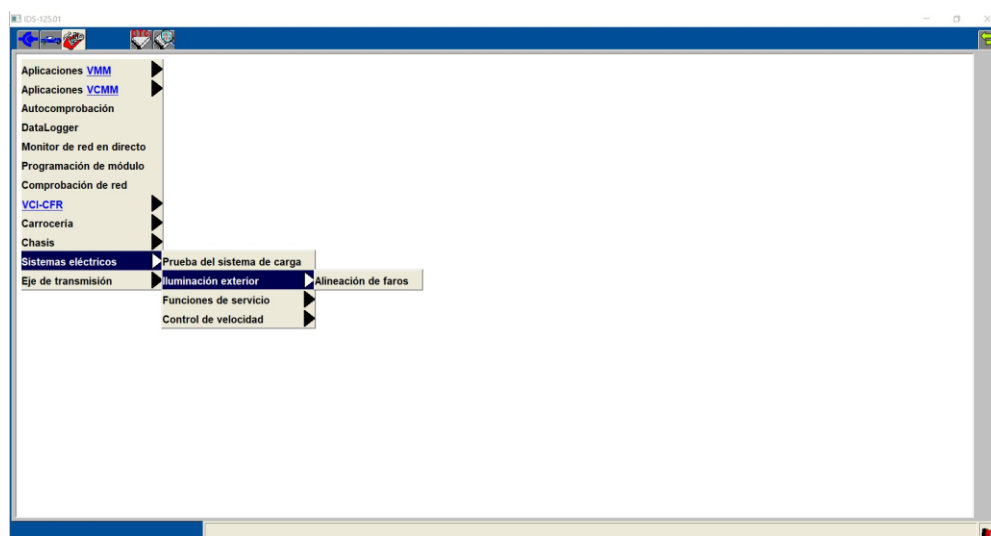


Figura 3.19 Alineación de faros

- Inicialización Modulo LIN, este módulo ayuda a comunicar sistemas de interruptores con módulos o ECU, con la finalidad de abaratar costos, la inicialización de este módulo se hace con la finalidad de restablecer comunicaciones perdidas o detectar fallos en ellas.

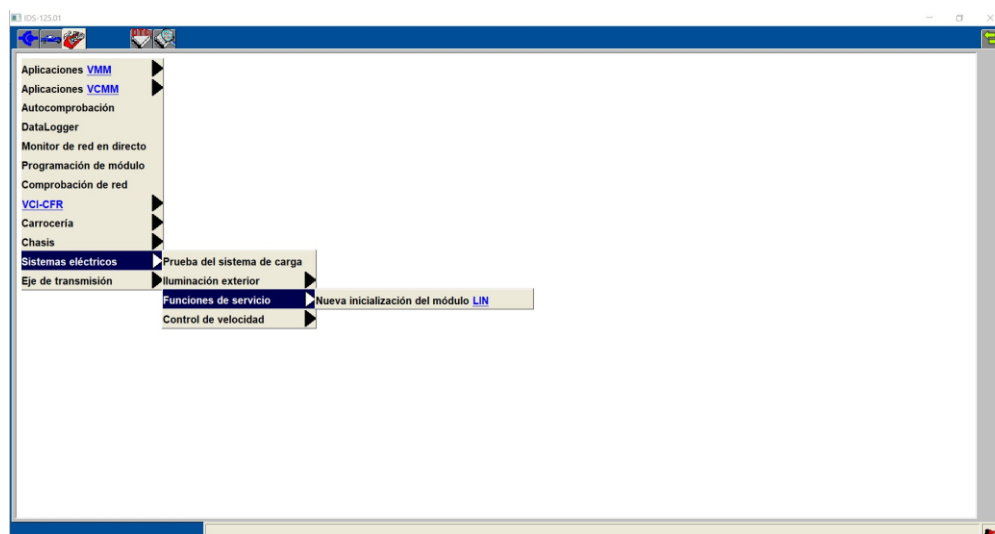


Figura 3.20 Inicialización Modulo LIN

3.3 Resultados

3.3.1 Reprogramación PCM

Al verificar que el proceso para reprogramación de una PCM es exitoso, se puede ver que el manual desarrollado funciona correctamente, se ha desarrollado de forma tal, que cualquier persona que tenga una noción de cómo funciona un escáner, pueda seguir estos pasos para que una reprogramación sea exitosa.

Es importante que el operario que desempeñe la función de reemplazar o actualizar un módulo tiene que tomar en cuenta las sugerencias o notas inscritas en el manual, si no se toma en cuenta estos apartados se podría terminar dañando el componente a reprogramar o componentes exteriores a este.

3.3.2 Funciones especiales

Las funciones especiales que permite acceder el interfaz STIC, se vieron como un complemento a la investigación, ya que estas son funciones para realizar mantenimientos y reiniciar acciones de mantenimiento, como el purgado del líquido de frenos.

Dichas funciones son accesos que escáner multimarca no tiene, que son especiales por acceso del protocolo J2534, con la ayuda de este protocolo se puede llegar a preferencias de usuario, como el cambio de la apertura de puertas, la reprogramación de llaves, la regulación de velocidad máxima.

3.3.3 Voltajes referenciales

Los voltajes de la mayoría de los sensores no tuvieron ningún cambio significativo, pero el sensor MAP al estar relacionado con la presión atmosférica varía entre manuales, se podría observar que los sensores marcaban 4.6V, debido a que la mayoría de las pruebas de estos manuales se han tomado a nivel del mar, pero en la ubicación que se realizaron las pruebas piloto al no estar en la misma altitud los valores máximos cambiaron a 3.6V.

Los valores tomados para poder diagnosticar el sensor MAP, se los realizo en ciclo abierto y ciclo cerrado “close Loop y open loop”, respectivamente, estos ciclos se manejan mediante el control de la computadora, con la finalidad de que el motor llegue a su temperatura adecuada.

3.4 Manual de diagnóstico y reprogramación PCM

El desarrollo de la investigación generó un manual de taller el cual personas sin mucho conocimiento de la marca Ford pueden usar para diagnosticar el módulo PCM por medio de un uso de un multímetro y el escáner OEM de Ford de la marca STIC.

El manual a continuación presentado se desarrolló específicamente para el vehículo Ford Explorer 2015, pero mediante la recopilación de datos, se puede hacer un diagnóstico a modelos de vehículos como el Ford EDGE, Ford Fiesta y Ford F-150, los cuales comparten arquitectura de motor y mismos sensores desde versiones 2013 en adelante.

3.5 Manual Diagnóstico PCM

3.5.1 Sección 1: Sensor MAP

Operación del componente

El sensor de presión absoluta (MAP), genera una lectura de la presión que tiene el múltiple de admisión en función de la carga del motor, para poder informar al módulo PCM.

El PCM es encargado de reducir la tensión de la batería y dar al componente un voltaje de 5V y una conexión a tierra, el MAP genera una señal de retorno al PCM basado en la presión dentro del múltiple.

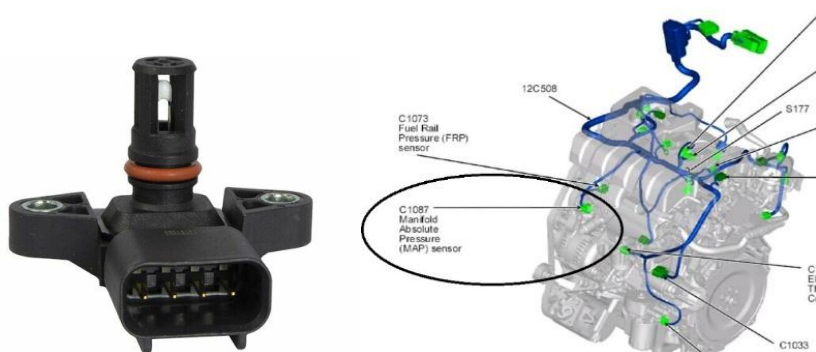


Ilustración 1 Sensor MAP

Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico	
	Multímetro
	Escáner STIC

Inspección y verificación

1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor.
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo.
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas.
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto OBD II.

Tabla de DTC	
P0105	Mal Funcionamiento en el circuito del sensor MAP. (Revisar Bus de datos y señal del ECU)
P0106	Rendimiento bajo de la presión
P0107	Presenta disminución de la presión absoluta en el colector
P0108	Exceso de presión absoluta de entrada en el colector
P0109	Circuito Eléctrico de Presión MAP

Pruebas del Componente:

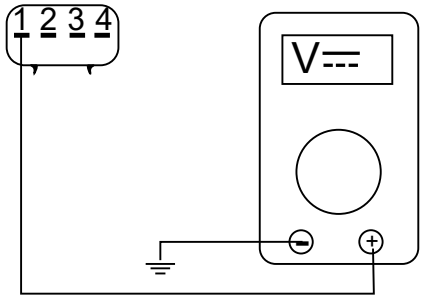
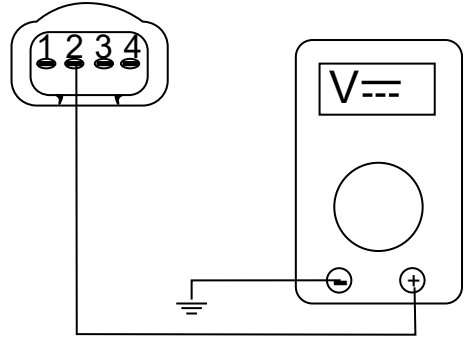
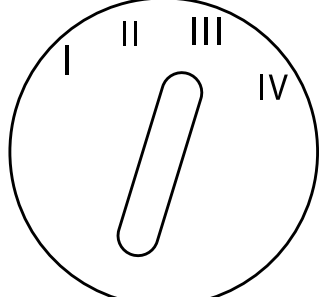
- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.

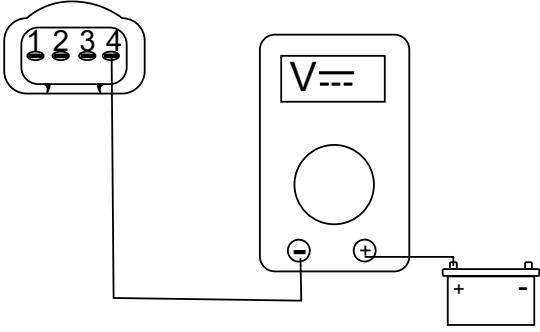
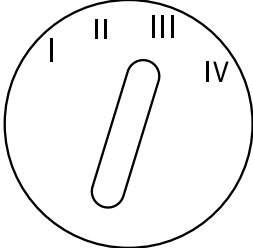
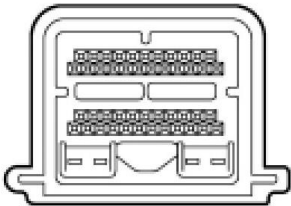
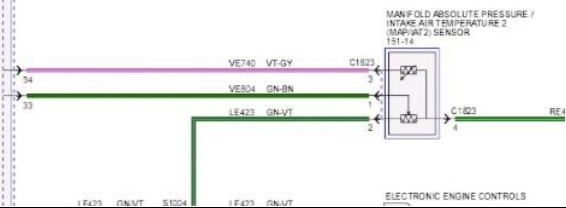
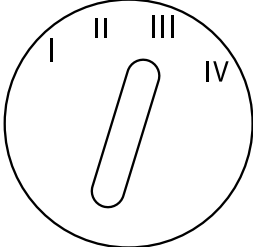
Indicios de fallos

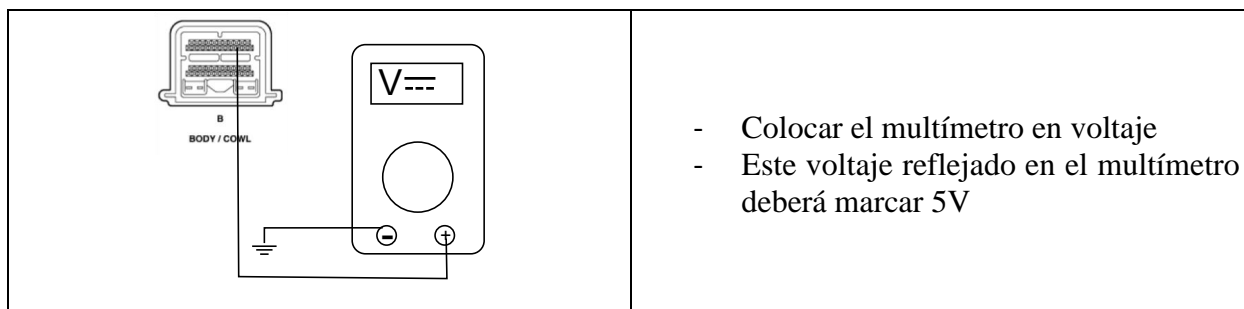
- Luz mil se muestra encendida después de arrancar el vehículo.
- Vibraciones repentinas y fallos en el ralenti.
- Gasto excesivo de combustible.

Causas de códigos

- Posibles fugas en la línea de vacío del sensor MAP.
- Descompresión de los cilindros del motor.
- Las líneas de alimentación pueden estar en corto desde el PCM hasta el sensor.
- Sensor MAP defectuoso.
- Daño en la PCM.

Esquema de pruebas	Resultado y verificación						
Prueba de voltaje del sensor							
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 1 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - EL socket debe estar conectado 						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="256 667 802 720">Voltajes Nominales del sensor MAP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="256 720 526 982"> Voltaje referencial el vehículo ya encendido y tomando medición del vacío del múltiple de admisión </td> <td data-bbox="526 720 802 982"> Voltaje El vehículo en contacto y realizando censo a la altitud que el vehículo se encuentra </td> </tr> <tr> <td data-bbox="256 982 526 1033">1.2 -1.3 V</td> <td data-bbox="526 982 802 1033">3.6-3.8V</td> </tr> </tbody> </table>	Voltajes Nominales del sensor MAP		Voltaje referencial el vehículo ya encendido y tomando medición del vacío del múltiple de admisión	Voltaje El vehículo en contacto y realizando censo a la altitud que el vehículo se encuentra	1.2 -1.3 V	3.6-3.8V	<ul style="list-style-type: none"> - SI, la prueba se muestra estos valores es satisfactoria - NO, Continúe con las pruebas. - NO, el multímetro registra 0V, revisar que el circuito este recibiendo señal.
Voltajes Nominales del sensor MAP							
Voltaje referencial el vehículo ya encendido y tomando medición del vacío del múltiple de admisión	Voltaje El vehículo en contacto y realizando censo a la altitud que el vehículo se encuentra						
1.2 -1.3 V	3.6-3.8V						
Prueba del circuito de alimentación							
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor 						
	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM 						

Prueba de Conexión a tierra	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el borne positivo de la batería (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el pin 4. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor. - El multímetro debería mostrar de 12V a 14V.
Prueba de continuidad del PCM al sensor MAP	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
 <p style="text-align: center;">B BODY / COWL</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Localizar el conector B del PCM este es el encargado de recibir y emitir señales de actuadores y sensores.
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la punta negativa en el pin 1 del sensor y en el pin 33 del PCM. - Colocar pin 4 del sensor y negativo de la batería.
Verificación de salida de corriente del PCM	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto



Posibles soluciones

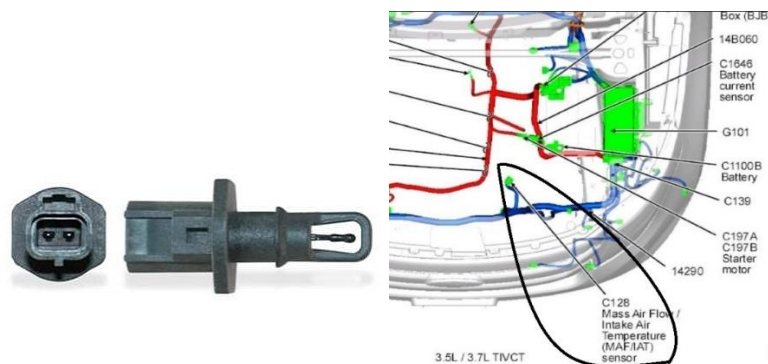
- Con el motor encendido y un multímetro verificar que exista una tensión en los cables de 5V desconectando del conector el sensor y verificando directo a las líneas.
- Si no existe el voltaje en el sensor MAP, pero si en las líneas de salida del PCM existe la posibilidad de que el problema este en el cableado.
- Si los voltajes están bien tanto de ingreso al sensor como de salida del PCM.
- Reemplazar el sensor MAP.
- Para una forma correcta de diagnóstico con el motor encendido, utilizar un escáner, comparar la lectura del sensor MAP con la presión barométrica estas deberían encontrarse en el mismo rango.
- Revisar la tierra del sensor MAP.

3.5.2 Sección 2: Sensor IAT

3.5.2.1 Operación del componente

El sensor de temperatura de aire de entrada (IAT) está diseñado para medir la temperatura que ingresa al motor, se debe tomar en cuenta que mientras mayor sea el ingreso de aire, mayor será la temperatura de combustión.

Este sensor integra un termistor, el cual tiene una referencia de 5 voltios que salen del PCM de igual manera que la tierra, este termistor cuando la temperatura a la que está sometido baja, su resistencia aumenta, y si su temperatura aumenta su resistencia disminuye, en cuyo caso al existir el cambio de estancia y tener un valor de 5 voltis como referencia la computadora tendrá un aviso mediante cambio de tensión de la señal.



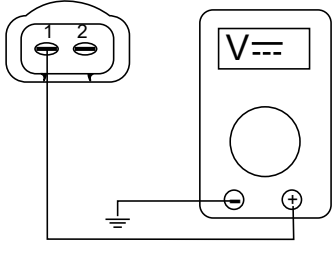
Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico	
	Multímetro
	Escáner STIC

Inspección y verificación

1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor.
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo.
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas.
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto OBD II.

Tabla de DTC	
P0112	Entrada de voltaje en un rango bajo
P0113	Entrada alta del circuito fuera de los rangos estables
P0127	Temperatura en sobrecalentamiento o paso del voltaje alto.

Esquema de pruebas	Resultado y verificación
Prueba de voltaje del sensor	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 1 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - EL socket debe estar conectado

Pruebas del Componente:

- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.

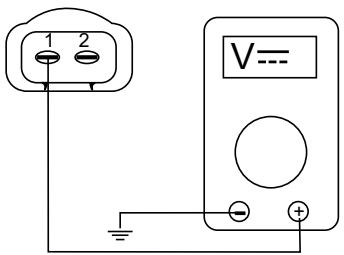
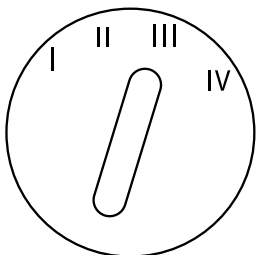
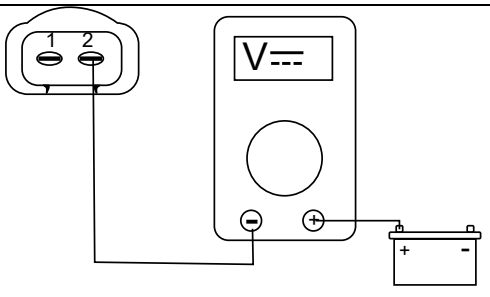
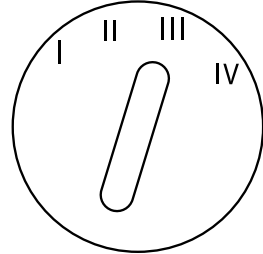
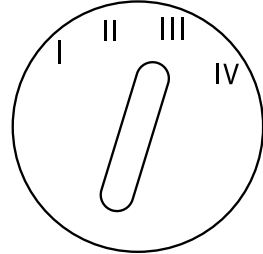
Indicios de fallos

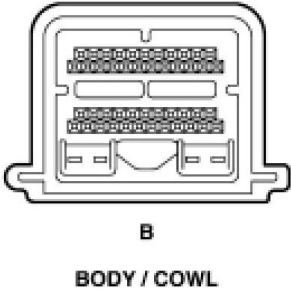
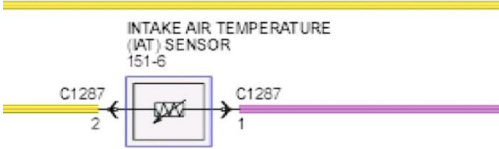
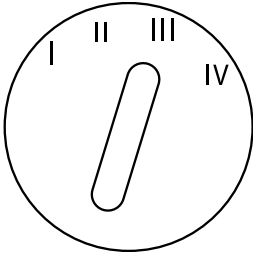
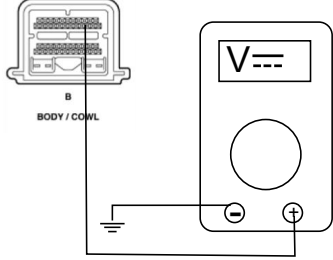
- Luz de Check Engine encendida.
- Dificultad al dar arranque y encender el vehículo.
- Gasto de combustible mayor.
- Salida de humo negro en gases de escape.
- Ralentí inestable.
- Aparición de humo negro por el tubo de escape.
- Apagado del motor ocasionalmente.

Causas de códigos

- Aumento drástico en la temperatura del motor.
- Daño en el circuito del ECT.
- Terminales tanto del PCM como del sensor defectuosos.
- No está conectado el sensor
- El sensor puede tener una avería

Mediciones nominales ECT		
Temperatura	Resistencia	Voltaje de la señal
0°C	5500-8000 Ohm	3.8 – 4.5 V
50°C	700-1000 Ohm	1.4 – 2 V
100°C	180-210 Ohm	0.3 – 0.1 V

Prueba del circuito de alimentación	
	<ul style="list-style-type: none"> - SI, la prueba se muestra estos valores es satisfactoria - NO, Continúe con las pruebas. - NO, el multímetro registra 0V, revisar que el circuito este recibiendo señal.
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor
Prueba de Conexión a tierra	
	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM
Prueba de Continuidad del PCM al sensor ECT	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el borne positivo de la batería (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el pin 4. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor. - El multímetro debería mostrar de 12V a 14V.
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto

 <p style="text-align: center;">B BODY / COWL</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Localizar el conector B del PCM este es el encargado de recibir y emitir señales de actuadores y sensores.
 <p style="text-align: center;">INTAKE AIR TEMPERATURE (IAT) SENSOR 151-6</p> <p style="text-align: center;">C1287 ← 2 → C1287 → 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la punta negativa en el pin 1 del sensor y en el pin 75 o 34 del PCM. - Colocar pin 4 del sensor y negativo de la batería.
Verificación de salida de corriente del PCM	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
 <p style="text-align: center;">B BODY / COWL</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en voltaje - Colocar en el pin B16 de la salida del PCM - Este voltaje reflejado en el multímetro deberá marcar 5V

Posibles soluciones

- Revisar que el motor no se haya recalentado.
- Revisión los conectores y cables buscando un desperfecto en los mismo, esto podría estar generando un corto o una mala transferencia de señal.

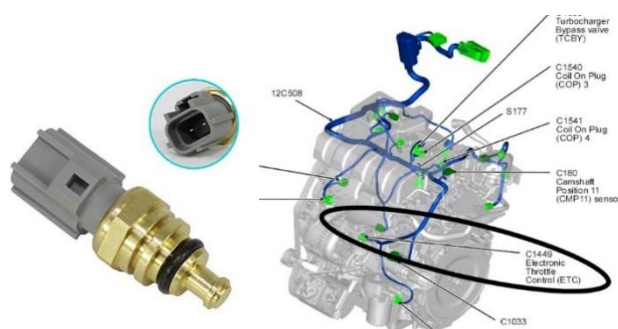
- Apagado el motor, con el motor frío y con la llave en la posición de contacto verificar que las tomas de medida de temperatura del sensor IAT y el sensor ECT sean iguales, en caso de no coincidir se cambia el sensor ECT.
- Si la lectura del sensor sobrepasa los 127 grados centígrados, se procede a desenchufar el sensor, la medición debería cambiar a -37 grados centígrados, esto indica que existe un mal funcionamiento dentro del sensor, se debe cambiar el sensor ECT.
- Cambiar modulo PCM.

3.5.3 Sección 3: Sensor ECT

Operación del componente

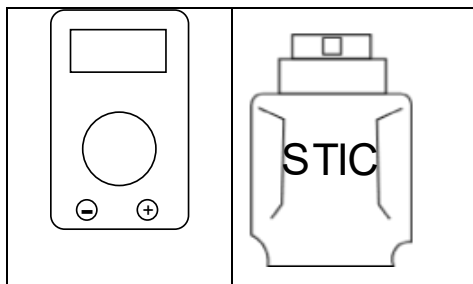
El sensor de temperatura del refrigerante es un termistor al igual que el IAT, este sensor por medio de una resistencia variable cambia el paso del voltaje suministrado de la computadora, para que esta pueda interpretar por rangos ya determinados a que temperatura se encuentra el líquido que circula en nuestro motor.

Este sensor trabaja bajo un voltaje de 5V los cuales la computadora interpreta según el cambio de resistencia por medio de la salida de voltaje. Esto ayuda a identificar el ancho de pulso de los inyectores para determinar cuanto combustible suministrar a la cámara de combustión, en el caso de la temperatura del motor.



Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico	
Multímetro	Escáner STIC



Inspección y verificación

1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor.
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo.
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas.
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto OBD II.

Tabla de DTC	
P0117	Baja de voltaje hacia el componente
P0118	Acumulación de alto voltaje
P0070	Daño alrededor del circuito del componente

Pruebas del Componente:

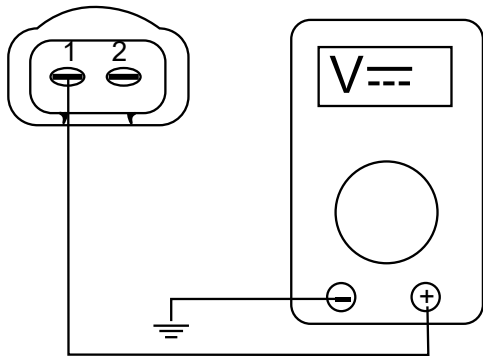
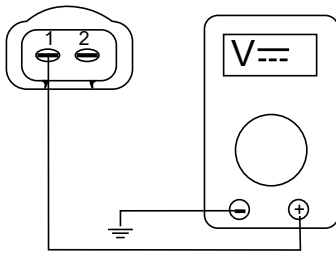
- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.

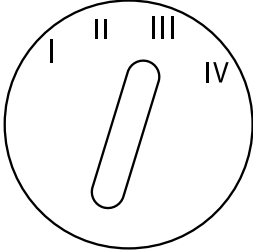
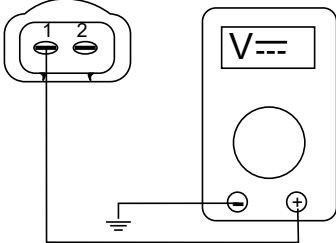
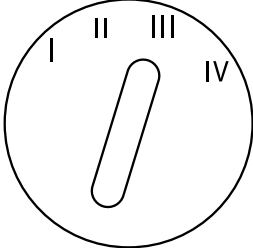
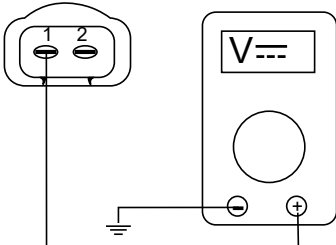
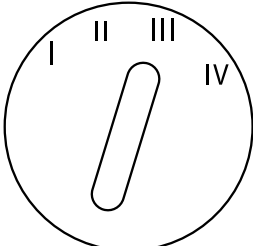
Indicios de fallos

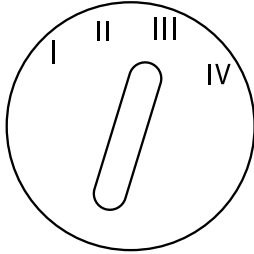
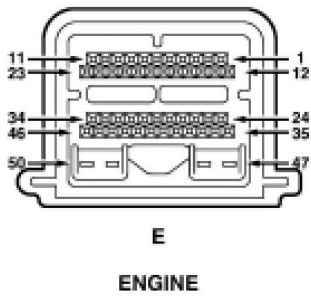
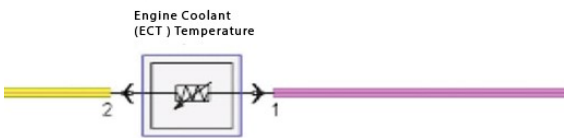
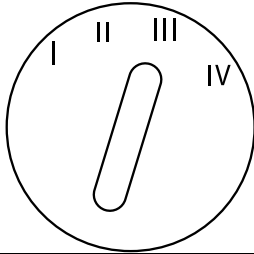
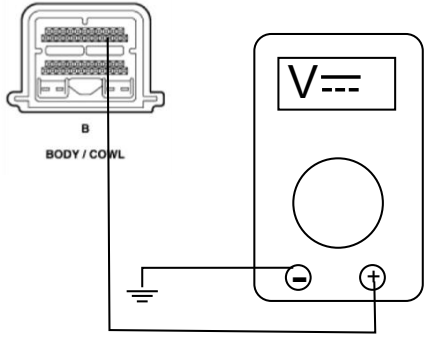
- Luz de Check Engine encendida.
- Dificultad al dar arranque y encender el vehículo.
- Gasto de combustible mayor.
- Salida de humo negro en gases de escape.
- Ralentí inestable.
- Aparición de humo negro por el tubo de escape.
- Apagado del motor ocasionalmente.

Causas de códigos

- Aumento drástico en la temperatura del motor.
- Daño en el circuito del ECT.
- Terminales tanto del PCM como del sensor defectuosos.
- No está conectado el sensor.
- El sensor puede tener una avería.

Esquema de pruebas		Resultado y verificación
Prueba de voltaje del sensor		
		<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 1 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - EL socket debe estar conectado
Mediciones nominales ECT		
Temperatura	Resistencia	Voltaje de la señal
0°C	5500-8000 Ohm	3.8 – 4.5 V
50°C	700-1000 Ohm	1.4 – 2 V
100°C	180-210 Ohm	0.3 – 0.1 V
Prueba del circuito de alimentación		
		<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor

	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM
Prueba del circuito de alimentación	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor
	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM
Prueba de Conexión a tierra	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor
	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM

Prueba de continuidad del PCM al sensor ECT	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
	<ul style="list-style-type: none"> - Localizar el conector E del PCM este es el encargado de recibir y emitir señales de actuadores y sensores.
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la punta negativa en el pin 1 del sensor y en el pin 56 del PCM. - Colocar pin 1 del sensor y negativo de la batería.
Verificación de salida de corriente del PCM	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en voltaje - Colocar en el pin E21 de la salida del PCM - Este voltaje reflejado en el multímetro deberá marcar 5V

Posibles soluciones

- Revisar que el motor no se haya recalentado.
- Revisión los conectores y cables buscando un desperfecto en los mismo, esto podría estar generando un corto o una mala transferencia de señal.
- Apagado el motor, con el motor frio y con la llave en la posición de contacto verificar que las tomas de medida de temperatura del sensor IAT y el sensor ECT sean iguales, en caso de no coincidir se cambia el sensor ECT.
- Si la lectura del sensor sobrepasa los 127 grados centígrados, se procede a desenchufar el sensor, la medición debería cambiar a -37 grados centígrados, esto indica que existe un mal funcionamiento dentro del sensor, se debe cambiar el sensor ECT.
- Cambiar modulo PCM.

3.5.4 Sección 4: Sensor HO2S (sensor de oxígeno)

Operación de componente

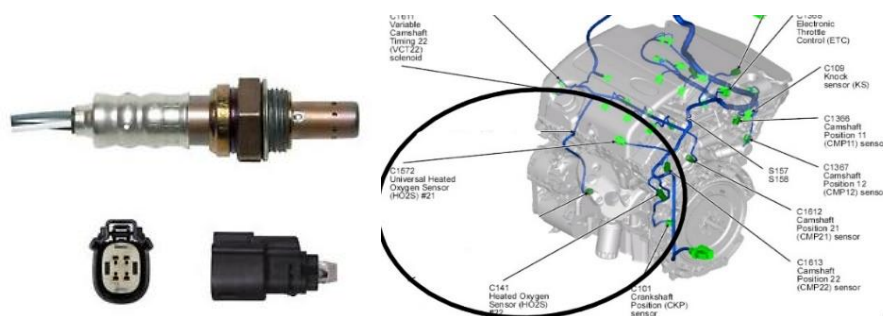
Este tipo de sensores se utiliza para la supervisión del sistema postratamiento de gases de escape y verificación de la dosificación correcta del combustible. Este sensor también es conocido como sonda lambda, este sensor para poder soportar las temperaturas altas a las que está expuesto este fabricado en circonio y recubierto con cerámica, en algunos casos son colocados con un cilindro metálico para mayor protección, el cual esta perforado para que así puedan pasar los gases por la sonda.

Al inicio del arranque del motor el PCM desprecia la señal del sensor, una vez el vehículo entra en funcionamiento y se genera gases de escape, el PCM empieza a dar un voltaje de alrededor de 430mV, una vez se detecta la señal de la sonda lambda utiliza un rango de voltaje entre 0mV y 100mV, esto con la finalidad de interpretar que es lo que está pasando con la combustión.

El sistema del sensor HO2S utiliza una variación de circuitos que son:

- Circuito de tránsito de señal.
- Circuito de referencia.
- Voltaje para ignición del vehículo.

- Circuito de adaptación a la temperatura de trabajo.



Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico	
	Multímetro
	Escáner STIC

Inspección y verificación

1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor.
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo.
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas.
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto OBD II.

Tabla de DTC	
P0131	Baja de voltaje hacia el componente Sensor 1
P0133	Lectura de datos fuera de lo normal sensor 1
P0151	Baja de voltaje hacia el componente Sensor 2
P0153	Lectura de datos fuera de lo normal sensor 2

Pruebas del Componente:

- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.

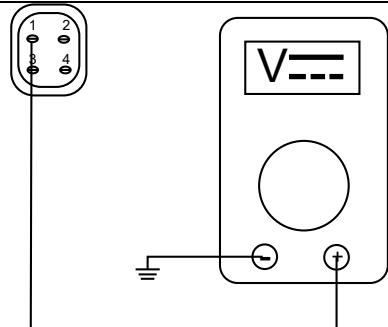
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.
- ⚠ Para la verificación correcta de este sensor es necesario que el vehículo este en temperatura óptima (Dejar encendido mínimo 15 min)

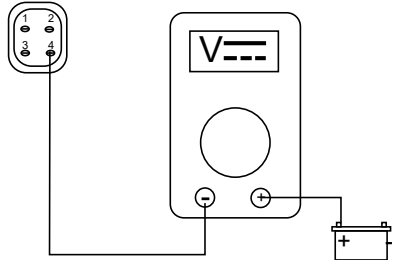
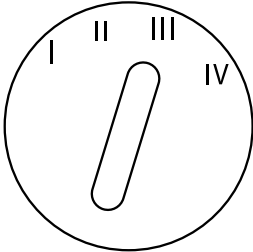
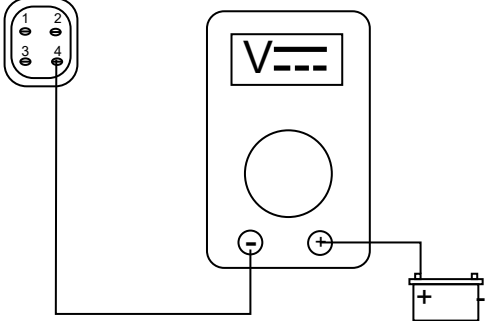
Indicios de fallos

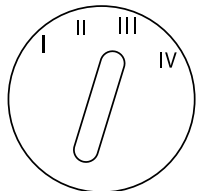
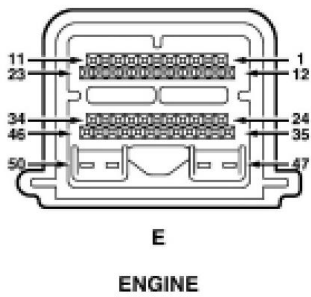
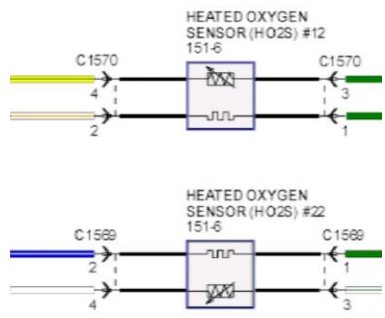
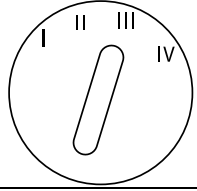
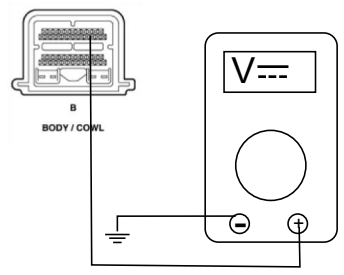
- Luz de Check Engine encendida.
- Gasto de combustible mayor.
- Salida de humo negro en gases de escape.
- Ralentí inestable.
- Aparición de humo negro por el tubo de escape.

Causas de códigos

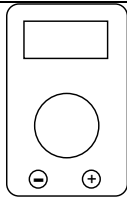
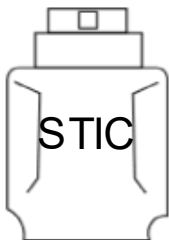
- Daños en el tubo de escape o rupturas.
- Daño en el fusible conectado al sensor.
- Desgaste de los conectores del sensor.
- Cableado defectuoso en el circuito del sensor.
- Daño del sensor de oxígeno.
- Pérdida de masa por parte del PCM.
- Compresión de cilindros bajo.
- Daño del PCM.
- El sistema de calefacción de la sonda no funciona.

Esquema de pruebas	Resultado y verificación
Prueba de voltaje del sensor	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 1 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - EL socket debe estar conectado

<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Mediciones nominales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Voltaje de la señal</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.100 V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.800 V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.900 V</td> </tr> </tbody> </table>	Mediciones nominales	Voltaje de la señal	0.100 V	0.800 V	0.900 V	<ul style="list-style-type: none"> - SI, la prueba se muestra estos valores es satisfactoria - NO, Continúe con las pruebas. - NO, el multímetro registra 0V, revisar que el circuito este recibiendo señal.
Mediciones nominales						
Voltaje de la señal						
0.100 V						
0.800 V						
0.900 V						
Prueba del circuito de alimentación						
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 4 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor 					
	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM 					
Prueba de Conexión a tierra						
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el borne positivo de la batería (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el pin 2. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor. - El multímetro debería mostrar de 12V a 14V. 					

Prueba de continuidad del PCM al sensor HO2S	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
	<ul style="list-style-type: none"> - Localizar el conector E del PCM este es el encargado de recibir y emitir señales de actuadores y sensores.
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la punta negativa en el pin 1 del sensor y en el pin 157 del PCM. - Colocar pin 1 del sensor y negativo de la batería. - Para el sensor 2 colocar en el pin 1 del sensor y el otro extremo en el pin 159 del PCM - Colocar pin 1 del sensor y negativo de la batería.
Verificación de salida de corriente del PCM	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en voltaje - Colocar en el pin E21 de la salida del PCM - Este voltaje reflejado en el multímetro deberá marcar 5V

Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico			
	Multímetro		Escáner STIC

Inspección y verificación

1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto OBD II

Tabla de DTC	
P0201	Circuito inyector 1
P0202	Circuito inyector 2
P0203	Circuito inyector 3
P0204	Circuito inyector 4
P0205	Circuito inyector 5
P0206	Circuito inyector 6

Pruebas del Componente:

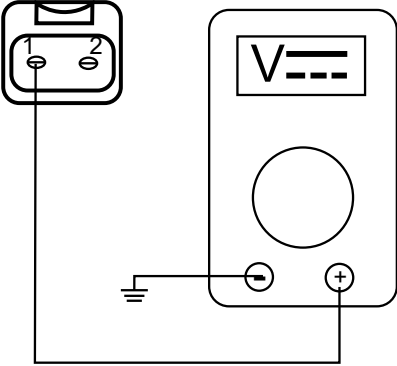
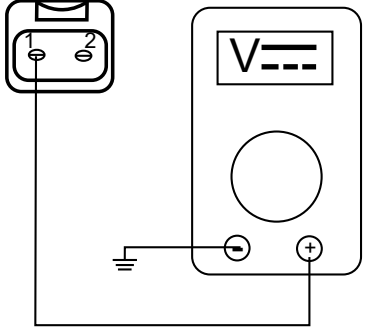
- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.

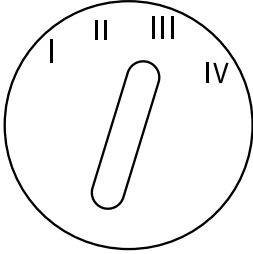
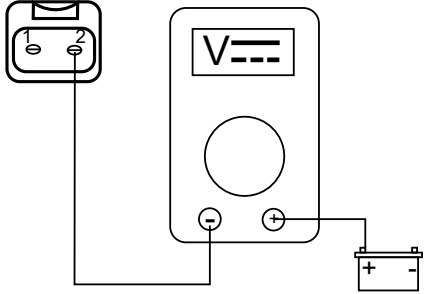
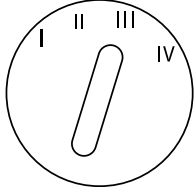
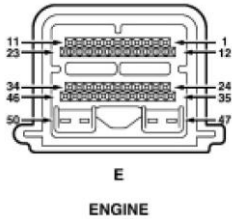
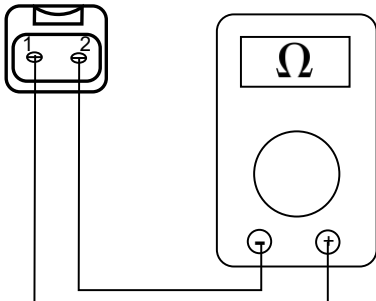
Indicios de fallos

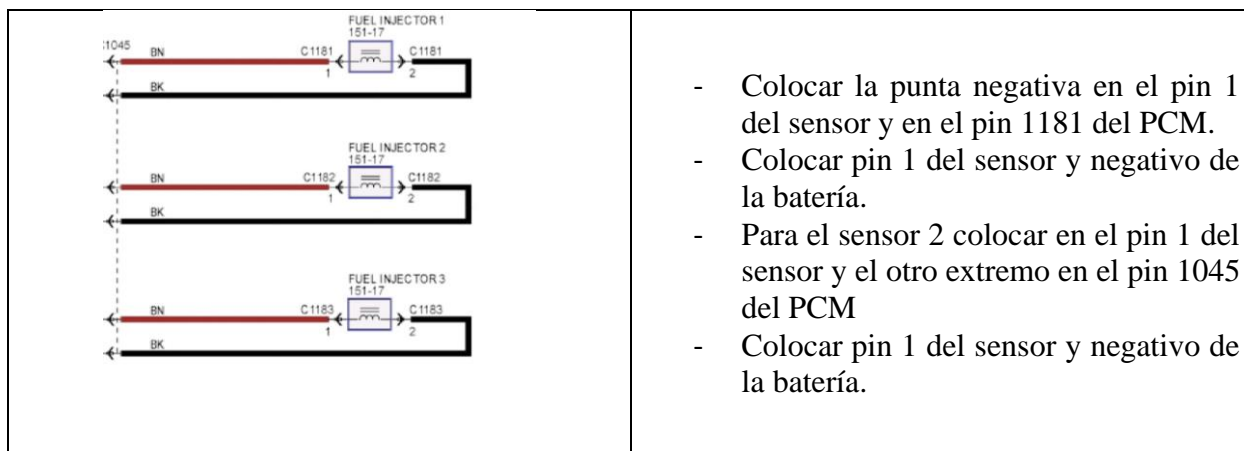
- Luz de Check Engine encendida.
- No acelera de forma normal.
- Al encender el vehículo no arranca de forma adecuada.
- Baja de potencia.

Causas de códigos

- Voltaje de arranque se encuentra entre 7.5V a 16 V.
- El PCM detecta que se encuentra en circuito abierto.
- Inyectores defectuosos.
- Daño en el cableado.
- Daño en el PCM.

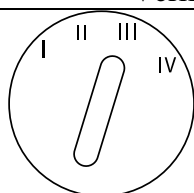
Esquema de pruebas	Resultado y verificación								
Prueba de voltaje del sensor									
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 1 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - EL socket debe estar conectado 								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="207 1150 790 1188" style="text-align: center;">Mediciones nominales de Inyector</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="207 1199 790 1272" style="text-align: center;">Resistencia adecuada de inyectores: 8.5 a 15.5 Ohmios</td> </tr> <tr> <td data-bbox="207 1276 516 1329" style="text-align: center;">Desactivados</td> <td data-bbox="516 1276 790 1329" style="text-align: center;">Activados</td> </tr> <tr> <td data-bbox="207 1333 516 1413" style="text-align: center;">0V o cercano a 0V</td> <td data-bbox="516 1333 790 1413" style="text-align: center;">12V o superiores a 12V</td> </tr> </table>	Mediciones nominales de Inyector		Resistencia adecuada de inyectores: 8.5 a 15.5 Ohmios		Desactivados	Activados	0V o cercano a 0V	12V o superiores a 12V	<ul style="list-style-type: none"> - SI, la prueba se muestra estos valores es satisfactoria - NO, Continúe con las pruebas. - NO, el multímetro registra 0V, revisar que el circuito este recibiendo señal.
Mediciones nominales de Inyector									
Resistencia adecuada de inyectores: 8.5 a 15.5 Ohmios									
Desactivados	Activados								
0V o cercano a 0V	12V o superiores a 12V								
Prueba del circuito de alimentación									
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor 								

	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM
Prueba de Conexión a tierra	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el borne positivo de la batería (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el pin 2. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor. - El multímetro debería mostrar de 12V a 14V.
Prueba de continuidad del PCM al sensor Inyectores	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
	<ul style="list-style-type: none"> - Localizar el conector E del PCM este es el encargado de recibir y emitir señales de actuadores y sensores.
Comprobacion de resistencia del inyector	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la punta positiva en el pin 1 del socket del inyector - Colocar la punta negativa en el pin 2 del socket del inyector - Comprobar la resistencia en el inyector

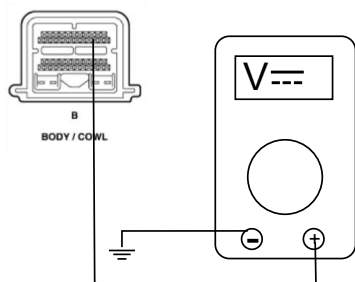


- Colocar la punta negativa en el pin 1 del sensor y en el pin 1181 del PCM.
- Colocar pin 1 del sensor y negativo de la batería.
- Para el sensor 2 colocar en el pin 1 del sensor y el otro extremo en el pin 1045 del PCM
- Colocar pin 1 del sensor y negativo de la batería.

Verificación de salida de corriente del PCM



- Colocar el interruptor del vehículo en contacto

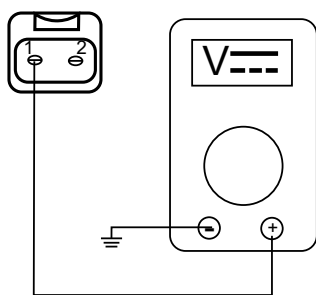


- Colocar el multímetro en voltaje
- Colocar en el pin E2, E3, E4, E5, E7, E8 de la salida del PCM
- Este voltaje reflejado en el multímetro deberá marcar 5V

Esquema de pruebas

Resultado y verificación

Prueba de voltaje del sensor

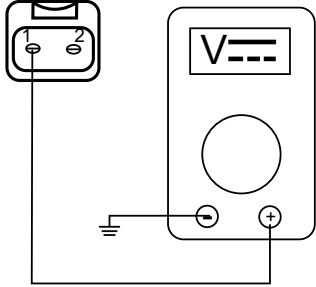
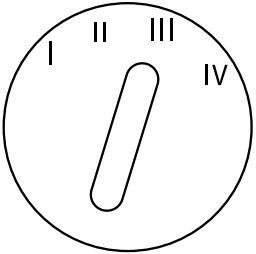
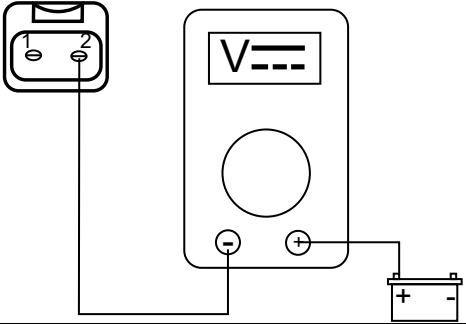
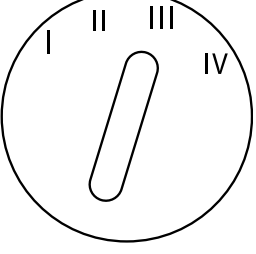


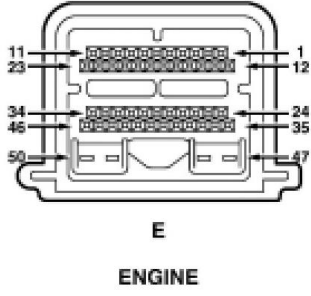
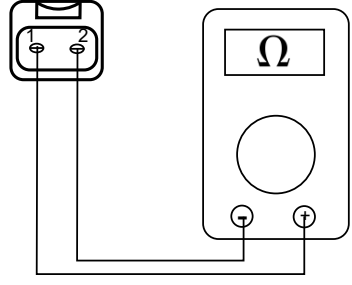
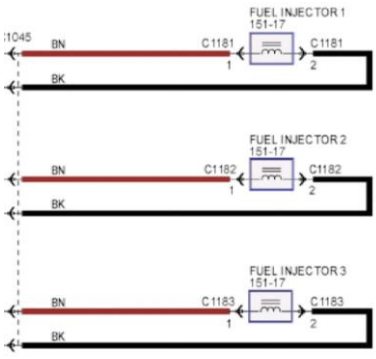
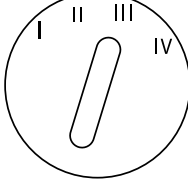
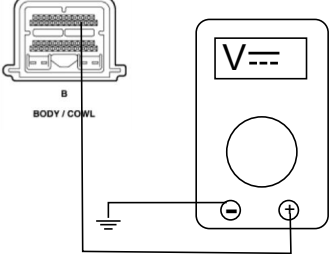
- Colocar el multímetro en DC
- Colocar la punta de positivo en el pin 1 (como se indica en la gráfica)
- La punta negativa en el terminal negativo de la batería.
- EL socket debe estar conectado

Mediciones nominales de Inyector

Resistencia adecuada de inyectores: 8.5 a 15.5 Ohmios	
Desactivados	Activados
0V o cercano a 0V	12V o superiores a 12V

- SI, la prueba se muestra estos valores es satisfactoria
- NO, Continúe con las pruebas.
- NO, el multímetro registra 0V, revisar que el circuito este recibiendo señal.

Prueba del circuito de alimentación	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor
	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM
Prueba de Conexión a tierra	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el borne positivo de la batería (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el pin 2. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor. - El multímetro debería mostrar de 12V a 14V.
Prueba de continuidad del PCM al sensor Inyectores	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto

 <p style="text-align: center;">E ENGINE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Localizar el conector E del PCM este es el encargado de recibir y emitir señales de actuadores y sensores.
Comprobacion de resistencia del inyector	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la punta positiva en el pin 1 del socket del inyector - Colocar la punta negativa en el pin 2 del socket del inyector - Comprobar la resistencia en el inyector
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la punta negativa en el pin 1 del sensor y en el pin 1181 del PCM. - Colocar pin 1 del sensor y negativo de la batería. - Para el sensor 2 colocar en el pin 1 del sensor y el otro extremo en el pin 1045 del PCM - Colocar pin 1 del sensor y negativo de la batería.
Verificación de salida de corriente del PCM	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en voltaje - Colocar en el pin E2, E3, E4, E5, E7, E8 de la salida del PCM - Este voltaje reflejado en el multímetro deberá marcar 5V

Posibles soluciones

- Utilizando un multímetro verificar que las resistencias estén en los rangos adecuados de cada inyector.
- Desconectados los inyectores, con la llave en contacto, verificar que sus conectores tengan una salida de voltaje superiores a 10V, si no tienen esta alimentación verificar que los cables estén bien.
- Cambiar de posición los inyectores para ver si el código continuo o cambia, en caso de que cambie el inyector esta defectuoso.
- Cambiar inyectores.
- Cambiar PCM.

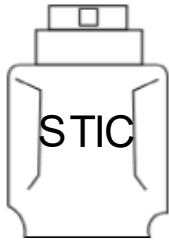
3.5.6 Sección 6: Fallos de cilindros

Operación del componente

La información que utiliza el PCM es por medio de los sensores CKP contemplando la posición del cigüeñal y del CKP que indica la rotación de los árboles de levas, al verificar esta información la computadora genera que cilindro puede estar fallando.

La computadora verifica y compara la información que tiene cada uno de los cilindros y si en algún momento detecta una anomalía en la velocidad de giro al momento de la combustión en un cilindro, emitirá un código el cual se podrá identificar por la terminación del código.

Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico	
 <p>STIC</p>	<p>Escáner STIC</p>

Inspección y verificación

1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto

OBD II

Tabla de DTC	
P0300	Detección de fallos en algún cilindro
P0301	Falla de encendido Cilindro 1
P0302	Falla de encendido Cilindro 2
P0303	Falla de encendido Cilindro 3
P0304	Falla de encendido Cilindro 4
P0305	Falla de encendido Cilindro 5
P0306	Falla de encendido Cilindro 6

Pruebas del Componente:

- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.
- ⚠ Este caso aparte del diagnóstico dictado por el escáner es necesario tener precaución ya que al encender el vehículo se podría dañar más los cilindros.
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.

Descripción de posible evaluación

La comprobación para este diagnóstico sea acertada necesariamente tiene que ser por medición de compresión de los cilindros, esta comparación deberá estar en un rango entre 120 psi y 145. Si el rango de la compresión de los cilindros disminuye o supera los valores existirá un daño en los mismos, lo cual se deberá reparar el motor realizando una encamisada de los cilindros o cambio de rines de los pistones.

Indicios de fallos

- Luz de Check Engine encendida.
- Aceleración deficiente.
- El motor presenta apagones y mantiene vibraciones altas.

- Baja potencia al acelerar.
- No hay combustión completa y genera olores de combustible.
- Humo negro en gran cantidad todo el tiempo por el escape.

Causas de códigos

- Funcionamiento defectuoso de las bobinas.
- Bujías dañadas.
- Deficiencia de inyección del combustible en algún cilindro.
- Baja compresión en alguno de los cilindros.
- Cables de bujías defectuosos.
- Válvula de escape sin funcionar.
- Poco combustible en el depósito.
- Computadora dañada.

Posibles soluciones

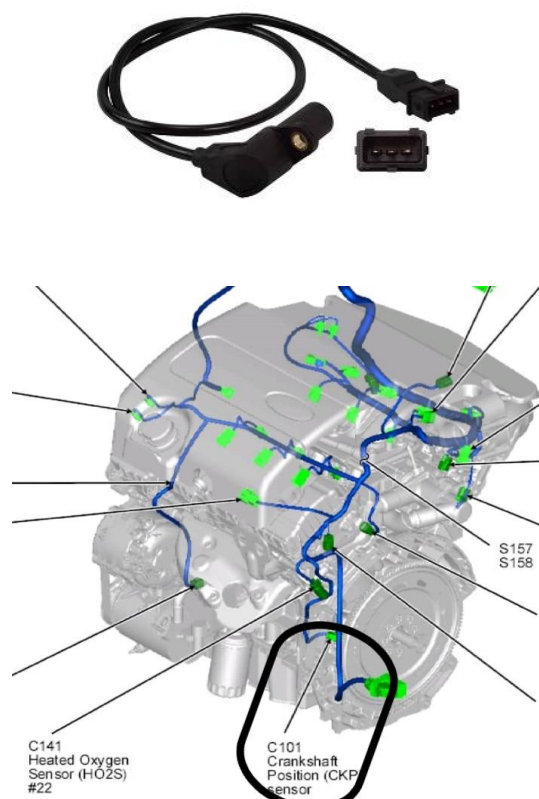
- Revisión de Cables de bujías, bujías, tapa de la distribución.
- Revisión de conexiones de inyectores.
- Verificación de función de las bobinas.
- Realizar un mantenimiento de los inyectores.
- Revisar la válvula EGR, puede estar tapada o defectuosa.
- Constatar que la compresión del motor sea adecuada.
- Cambio de PCM.

3.5.7 Sección 7: Sensor de posición de cigüeñal (CKP)

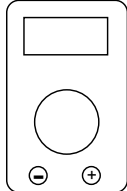
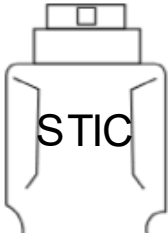
Operación del componente

El sensor de posición del cigüeñal (CKP), tiene como función medir los niveles de cambio en puntos de referencia donde está variando la posición del cigüeñal, con la finalidad enviar señales para que el PCM configure parámetros según medidas almacenadas en el mismo.

En caso de que se registren cambios en el cigüeñal a los cuales la computadora no tenga registro, el PCM no podrá interpretar datos, de manera que el mismo emitirá un error en o un DTC.



Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico			
	Multímetro		Escáner STIC

Inspección y verificación

1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto OBD II

Tabla de DTC	
P0315	Posición del cigüeñal- variación desconocida.
P0335	Señal perdida del sensor
P1390	Desplazamiento del tiempo o variación de posición
P1391	Perdida de señal del sensor CKP

Pruebas del Componente:

- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.
- ⚠ Revisar que ningún cable de bobina interfiera con la señal antes de proceder a la revisión.

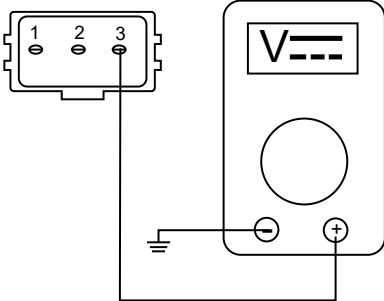
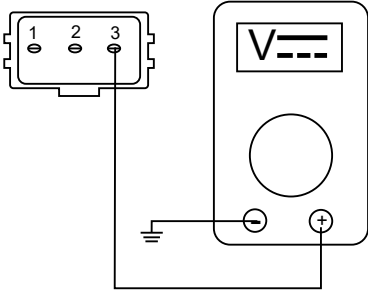
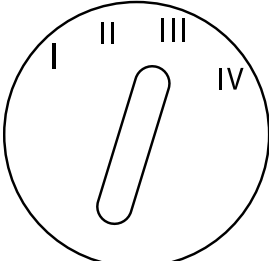
Indicios de fallos

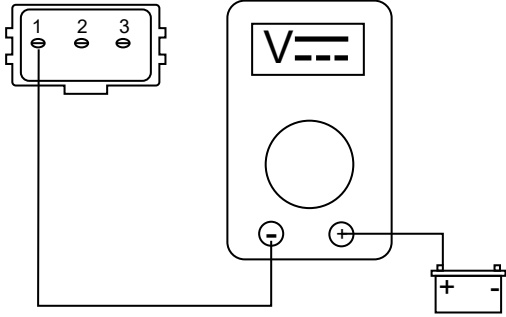
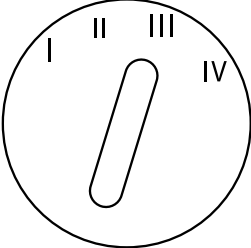
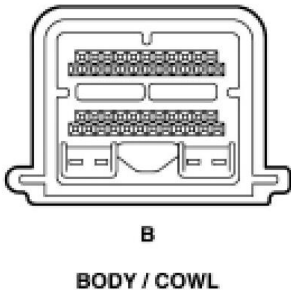
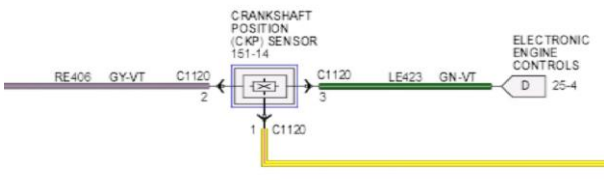
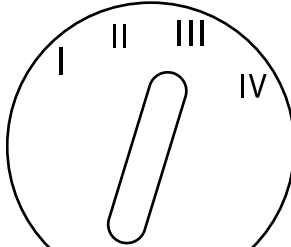
- Luz de Check Engine encendida.
- Arranque del vehículo, pero no da marcha.
- Fuerza del motor afectada o nula.
- Quema de combustible desproporcionada y consumo de este excesivo.
- Fallos de encendido ocasionalmente.

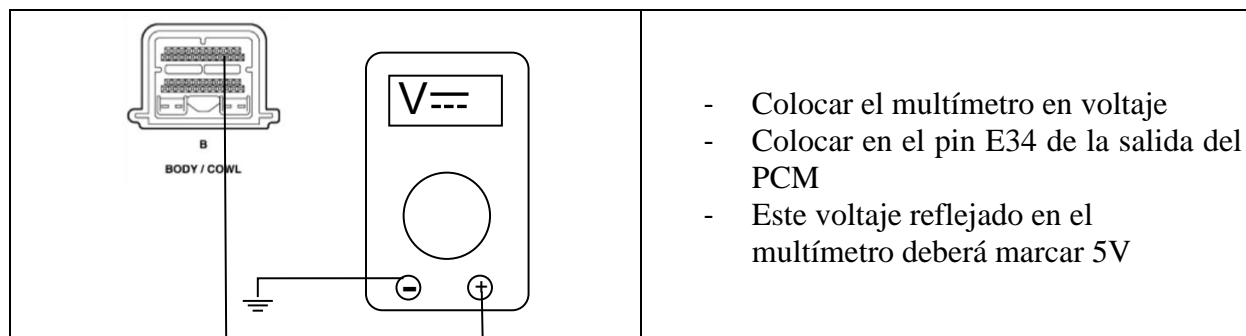
Causas de códigos

- Corto circuito en la alimentación desde el PCM hacia el sensor.
- La señal del sensor MAP se ve alterada cambiando los parámetros de trabajo con el motor en marcha.
- Falta de alimentación de tierra del PCM hacia el sensor.
- Sensor dañado.
- Terminales de conexión defectuoso.
- Ruptura de dientes de la rueda fónica.
- Desplazamiento fuera de tolerancia de la rueda fónica.
- Colocación del sensor o de la rueda fónica fuera de su posición.
- Interferencia con materiales entre el sensor y la rueda fónica.

- Espacio entre sensor y rueda fónica demasiado extendido.
- Sensor CKP dañado.

Esquema de pruebas	Resultado y verificación								
Prueba de voltaje del sensor									
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 3 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - EL socket debe estar conectado 								
<table border="1" data-bbox="204 884 795 1037"> <thead> <tr> <th colspan="2">Valores de la prueba</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Giro 2°</td> <td>4.7V - 5 V</td> </tr> <tr> <td>Giro 5°</td> <td>0V</td> </tr> <tr> <td>Giro 8°</td> <td>4.7V - 5 V</td> </tr> </tbody> </table>	Valores de la prueba		Giro 2°	4.7V - 5 V	Giro 5°	0V	Giro 8°	4.7V - 5 V	<ul style="list-style-type: none"> - Este sensor al ser de estado inductivo, la prueba se hace girando el motor manualmente - SI, la prueba se muestra estos valores es satisfactoria - NO, Continúe con las pruebas. - NO, el multímetro registra 0V, revisar que el circuito este recibiendo señal.
Valores de la prueba									
Giro 2°	4.7V - 5 V								
Giro 5°	0V								
Giro 8°	4.7V - 5 V								
Prueba del circuito de alimentación									
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor 								
	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM 								

Prueba de Conexión a tierra	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el borne positivo de la batería (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el pin 1. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor. - El multímetro debería mostrar de 12V a 14V.
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
 <p style="text-align: center;">B BODY / COWL</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Localizar el conector B del PCM este es el encargado de recibir y emitir señales de actuadores y sensores.
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la punta negativa en el pin 1 del sensor y en el pin E34 del PCM. - Colocar pin 4 del sensor y negativo de la batería.
Verificación de salida de corriente del PCM	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto



Posibles soluciones

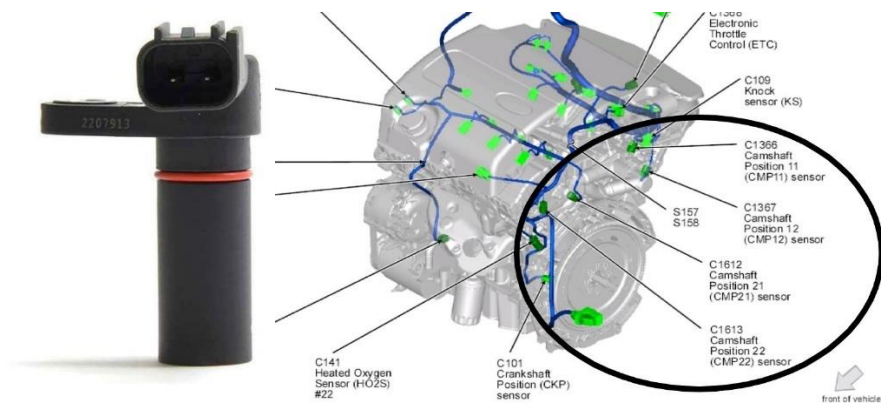
- Se puede revisar por medio del tacómetro de revoluciones o en el escáner, si el sensor está produciendo algún tipo de señal, si en el caso de no existir revoluciones, se procede a revisar señal del CKP.
- La señal del CKP puede verse interrumpida por que los cables están cercanos a los cables de bujías u otros componentes de que produzcan un campo electromagnético grande.
- Si los niveles de señal y resistencia son pertinentes en este sensor, es posible que el daño se encuentre dañada la rueda fónica o exista algún tipo de componente el cual no permita la correcta transmisión de señal.
- Las resistencias que se muestran al tener el multímetro no son las adecuadas cambie el sensor.
- Reprogramación o cambio de PCM.

3.5.8 Sección 8: Sensor de posición de cigüeñal (CMP)

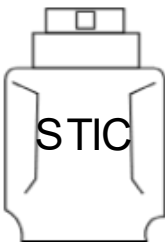
Operación del componente

El sensor CMP al igual que el CKP sirve para determinar la posición de un componente, estos dos están sincronizados por la banda de distribución, CMP verifica la posición de los árboles de levas, para que la computadora sepa en qué momento suministrar combustible y realizar la mezcla.

Este sensor al tener el árbol de levas una rueda dentada emite pulsos, estos pulsos son interrumpidos por la separación de los dientes que tiene esta, estas señales se envían al PCM, este sensor también puede determinar que cilindro está fallando o tiene algún daño.



Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico	
	Multímetro
	Escáner STIC

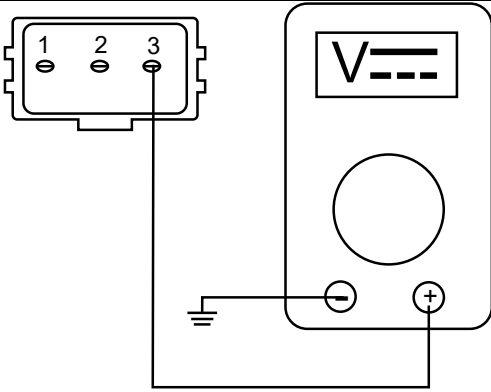
Inspección y verificación

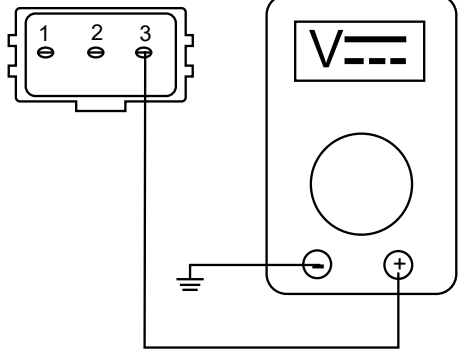
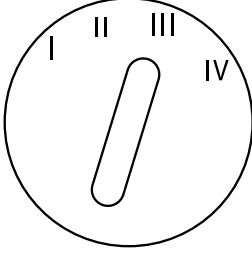
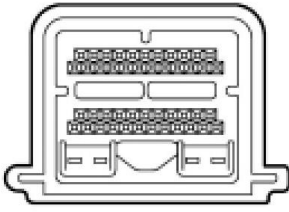
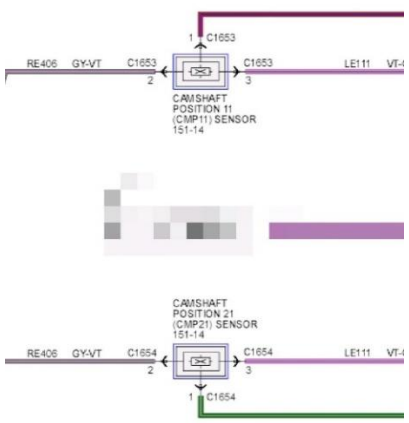
1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor.
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo.
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas.
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto OBD II.

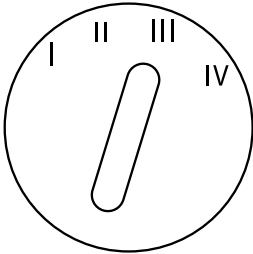
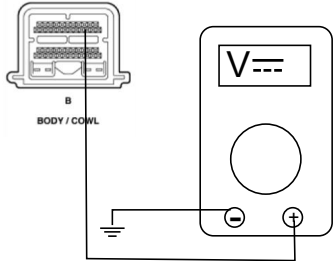
Tabla de DTC	
P0340	Funcionamiento defectuoso en el circuito
P0334	Señal inestable del circuito
P1341	Fallo del circuito de inyección
P1391	Falta de potencia el dar arranque al vehículo

Pruebas del Componente:

- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.
- ⚠ Revisar que ningún cable de bobina interfiera con la señal antes de proceder a la revisión.

Esquema de pruebas	Resultado y verificación								
Prueba de voltaje del sensor									
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 3 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket conectado 								
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Valores de la prueba</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Giro 2°</td> <td>4.7V - 5 V</td> </tr> <tr> <td>Giro 5°</td> <td>0V</td> </tr> <tr> <td>Giro 8°</td> <td>4.7V - 5 V</td> </tr> </tbody> </table>	Valores de la prueba		Giro 2°	4.7V - 5 V	Giro 5°	0V	Giro 8°	4.7V - 5 V	<ul style="list-style-type: none"> - Este sensor al ser de estado inductivo, la prueba se hace girando el motor manualmente - SI, la prueba se muestra estos valores es satisfactoria - NO, Continúe con las pruebas. - NO, el multímetro registra 0V, revisar que el circuito este recibiendo señal.
Valores de la prueba									
Giro 2°	4.7V - 5 V								
Giro 5°	0V								
Giro 8°	4.7V - 5 V								
Prueba del circuito de alimentación									

	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor
Prueba de continuidad del PCM al sensor CMP	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
 <p style="text-align: center;">B BODY / COWL</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Localizar el conector B del PCM este es el encargado de recibir y emitir señales de actuadores y sensores.
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la punta negativa en el pin 1 del sensor y en el pin E38 del PCM. - Colocar pin 4 del sensor y negativo de la batería.

Verificación de salida de corriente del PCM	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en voltaje - Este voltaje reflejado en el multímetro deberá marcar 5V

Indicios de fallos

- Luz de Check Engine encendida.
- Dificultad al encender el vehículo.
- Mientras el vehículo está en marcha reducción de potencia.
- Inestabilidad en el ralentí con posibilidad a apagarse.

Causas de códigos

- Daño en el sensor CMP.
- Defectos en los terminales.
- Ruptura de cables en el terminal del CMP y conexión al PCM.
- Interferencias de señales de otros componentes como las bobina, entre otros tipos de señales con gran campo electromagnético.
- Daño de la rueda dentada.
- Desface de la rueda fónica o mala instalación.
- Distancia excesiva entre sensor y rueda dentada.
- Falla en el PCM.

Posibles soluciones

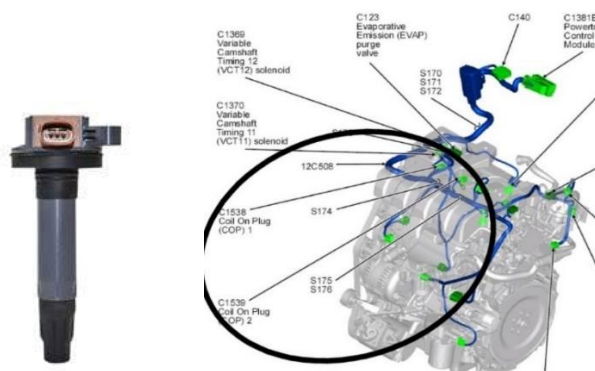
- Revisar que los cables que se dirigen desde el CMP hacia el PCM no se encuentren cerca hacia componentes como la bobinas, cables de bujías, si este fuera el inconveniente se deberá reacondicionar la posición de los cables, ya que estos elementos influyen en la salida de la señal
- Hacer una inspección visual con la finalidad de encontrar rupturas de cables o cables pelados que estén haciendo corto.
- Revisar el sensor con la finalidad de encontrar defectos o daños en el mismo
- Revisar que el anillo dentado este completo y no exista ningún diente caigo o golpes que interfieran la salida de la señal, en caso de o tener acceso se tendrá que sacar el árbol de levas con la finalidad de revisar bien esto.

3.5.9 Sección 9: Actuadores Bobinas

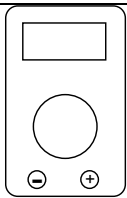
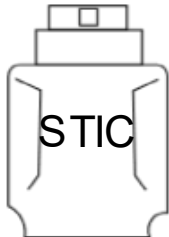
Operación del componente

El módulo de control del tren motriz envía pulsos a cada uno de los inyectores, de forma que la dosificación del combustible sea adecuada para lograr una mezcla estequiométrica correcta y no exista gasto innecesario de combustible, esta razón se cumple si los componentes del motor y externos a él se encuentran en óptimas condiciones.

Los pulsos que emite el PCM son transmitidos o controlados por medio del terminal a tierra de los inyectores, el voltaje de los inyectores cuando están trabajando deben ser bajo o cercano a cero; cuando el inyector se encuentra en reposo su voltaje se encuentra elevado.



Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico	
	Multímetro
	Escáner STIC

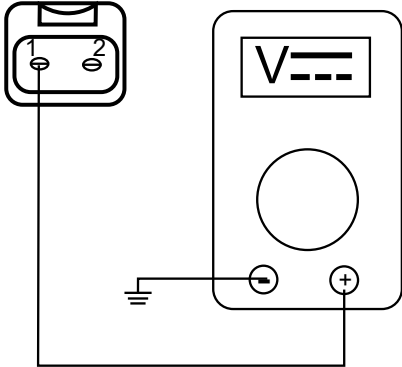
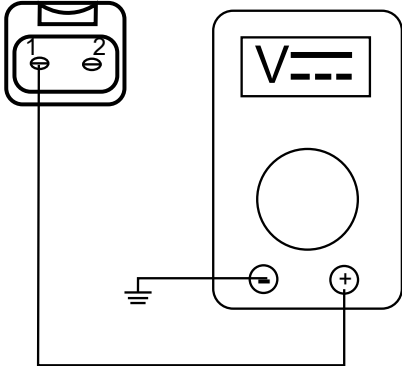
Inspección y verificación

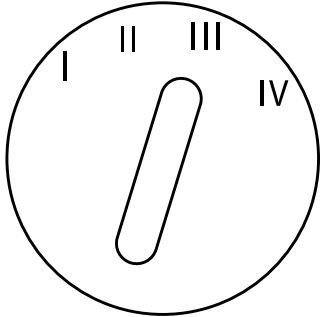
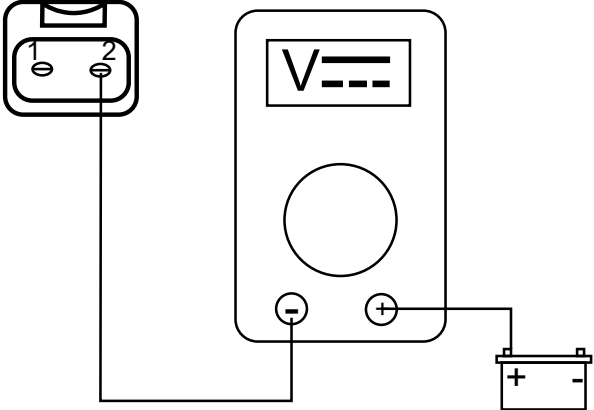
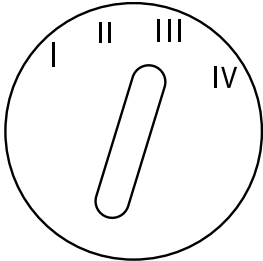
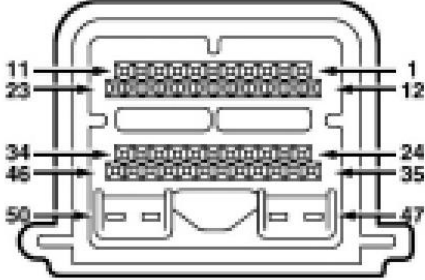
1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor.
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo.
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas.
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto OBD II.

Tabla de DTC	
P0201	Circuito inyector 1
P0202	Circuito inyector 2
P0203	Circuito inyector 3
P0204	Circuito inyector 4
P0205	Circuito inyector 5
P0206	Circuito inyector 6

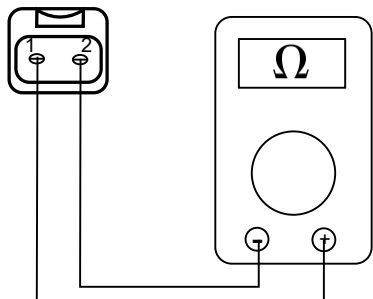
Pruebas del Componente:

- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.

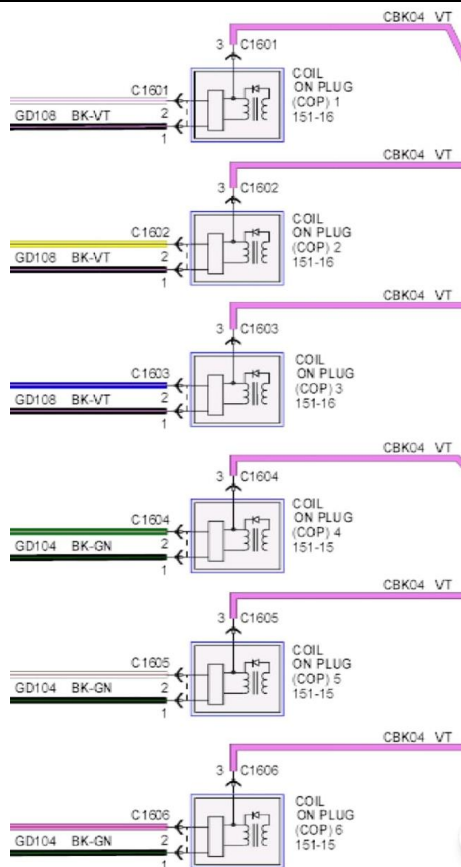
Esquema de pruebas	Resultado y verificación								
Prueba de voltaje del sensor									
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 1 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - EL socket debe estar conectado 								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="207 926 792 974" style="text-align: center;">Mediciones nominales de Inyector</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="207 974 792 1052" style="text-align: center;">Resistencia adecuada de inyectores: 8.5 a 15.5 Ohmios</td> </tr> <tr> <td data-bbox="207 1052 516 1108" style="text-align: center;">Desactivados</td> <td data-bbox="516 1052 792 1108" style="text-align: center;">Activados</td> </tr> <tr> <td data-bbox="207 1108 516 1197" style="text-align: center;">0V o cercano a 0V</td> <td data-bbox="516 1108 792 1197" style="text-align: center;">12V o superiores a 12V</td> </tr> </table>	Mediciones nominales de Inyector		Resistencia adecuada de inyectores: 8.5 a 15.5 Ohmios		Desactivados	Activados	0V o cercano a 0V	12V o superiores a 12V	<ul style="list-style-type: none"> - SI, la prueba se muestra estos valores es satisfactoria - NO, Continúe con las pruebas. - NO, el multímetro registra 0V, revisar que el circuito este recibiendo señal.
Mediciones nominales de Inyector									
Resistencia adecuada de inyectores: 8.5 a 15.5 Ohmios									
Desactivados	Activados								
0V o cercano a 0V	12V o superiores a 12V								
Prueba del circuito de alimentación									
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el pin 2 (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el terminal negativo de la batería. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor 								

	<ul style="list-style-type: none"> - Se coloca la llave en la posición de contacto (sin arrancar el vehículo) - El multímetro debe tener un voltaje de 4.5 V a 5V como máximo. - Si el multímetro marca 0V se verifica tención de salida del PCM
Prueba de Conexión a tierra	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el multímetro en DC - Colocar la punta de positivo en el borne positivo de la batería (como se indica en la gráfica) - La punta negativa en el pin 2. - Esta prueba con el socket desconectado del sensor. - El multímetro debería mostrar de 12V a 14V.
Prueba de continuidad del PCM al sensor Inyector	
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar el interruptor del vehículo en contacto
 <p style="text-align: center;">E ENGINE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Localizar el conector E del PCM este es el encargado de recibir y emitir señales de actuadores y sensores.

Comprobación de resistencia del inyector

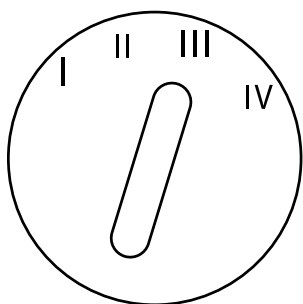


- Colocar la punta positiva en el pin 1 del socket del inyector
- Colocar la punta negativa en el pin 2 del socket del inyector
- Comprobar la resistencia en el inyector

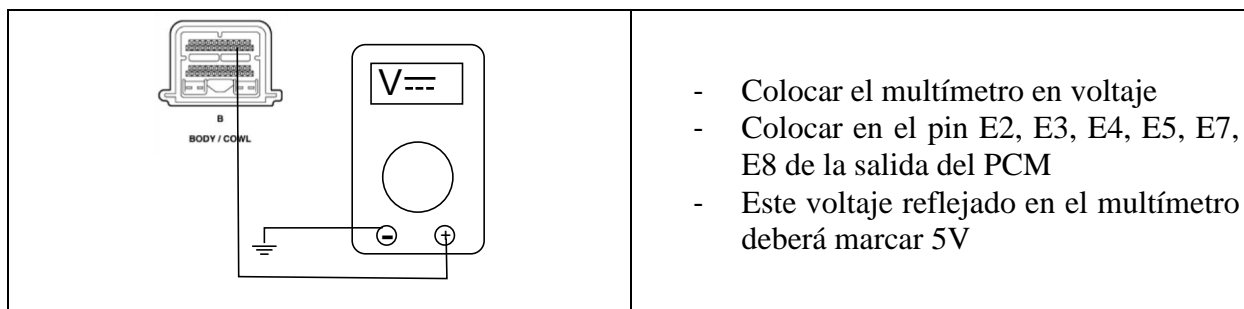


- Colocar la punta negativa en el pin 1 del sensor y en el pin 1181 del PCM.
- Colocar pin 1 del sensor y negativo de la batería.
- Para el sensor 2 colocar en el pin 1 del sensor y el otro extremo en el pin 1045 del PCM
- Colocar pin 1 del sensor y negativo de la batería.

Verificación de salida de corriente del PCM



- Colocar el interruptor del vehículo en contacto



Indicios de fallos

- Luz de Check Engine encendida.
- Perdida de potencia al momento de acelerar.
- Ralentí Variable.

Causas de códigos

- Cables y terminales de conexión de las bobinas pueden estar desgastados o dañados.
- Ruptura en el circuito de las bobinas.
- Bobina de encendido dañada.
- Daño de cables de señal del sistema COP.

Posibles soluciones

- Se puede determinar una posible falla en los cables moviendo a la salida de las bobinas los cuales se dirigen hacia el PCM, en el caso de que existiese un fallo en el motor encendido se puede determinar que existe una avería en los cables, se revisará con detenimiento hasta verificar que los cables no estén gastados o rotos.
- Para verificar el correcto funcionamiento de las bobinas se puede hacer un testeo de chispa con el verificador, en el caso de que no existiese este elemento de prueba se procede a utilizar el multímetro
- Se pone en la sección de AC Hertz y al arrancar el vehículo debería dar una lectura entre 5 y 20 para que su funcionamiento sea el adecuado, en caso de que este sistema no dé esta lectura, se puede decir que la bobina esta defectuosa y se cambiaria

- Con el multímetro se puede realizar una prueba de señal de salida de la PCM, comprobando si tiene la alimentación adecuada la bobina, si este da una lectura de un voltaje alto se debe a que existe un corto y el PCM o está mandando la señal adecuada.
- Para verificar que no exista rupturas en el cable se desconecta el Bus de datos del PCM para ver que exista continuidad entre el Pin de salida del ECU con el pin de salida de las bobinas.

3.5.10 Sección 10: Reprogramación de PCM

Operación del componente

El Powertrain Control Module (PCM) controla casi el 100% de los procesos que ejecuta el motor. Este es el encargado de mostrar fallos que pueden tener los sistemas que conforman el motor, pero relacionados con la movilidad de este. La emisión de alerta de un posible fallo de un componente nace por una luz llamada Check Engine, el cual aparece en el tablero.

Este dispositivo se podría considerar como el cerebro del motor, ya que recibe y administra información suministrada por sensores los cuales después de ser procesados generan el funcionamiento de los actuadores, esto con la finalidad de dar un desempeño al motor.

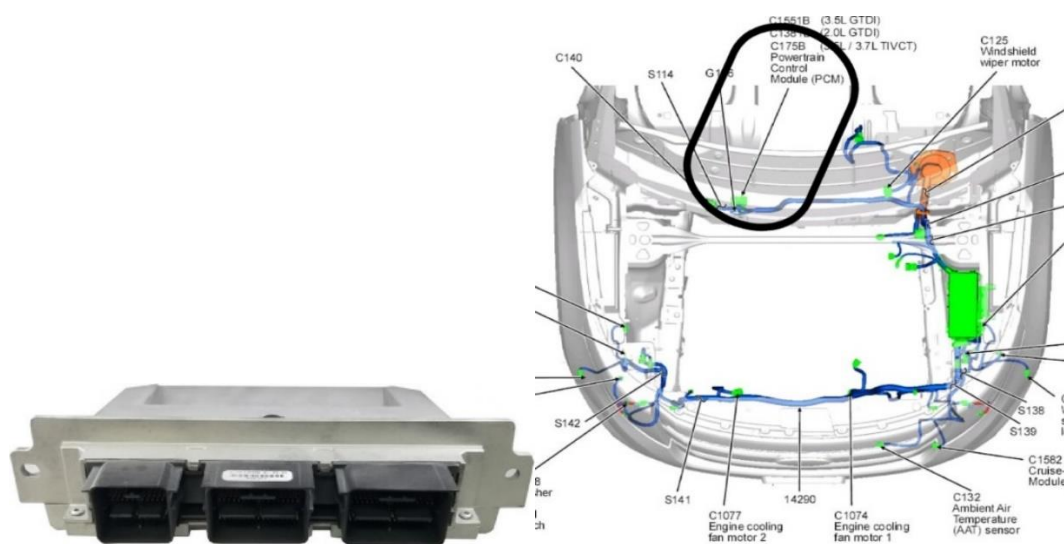
Este sistema es el encargado de administrar datos como: la posición del pedal de aceleración, cual es la masa de aire que está ingresando al motor, la posición del ángulo de levas y del cigüeñal, sensores de oxígeno, salida de chispa para la ignición en la cámara de combustión. Estos procesos se realizan en tiempo real, para que el motor trabaje a regímenes determinado y no exista deficiencia en el sistema.

El funcionamiento del PCM consiste en recibir señales de los componentes en el motor, esta trabaja analizando los datos y comparando sistemas, para ejecutar decisiones para administrar recursos dentro del vehículo, esto con la finalidad de hacer eficiente el vehículo.

Por mencionar alguna de las funciones de los sensores que son encargados de enviar datos hacia el módulo son:

- Temperatura del refrigerante.
- Medir la apertura de la aleta de aceleración.

- Detonación del combustible por medio de las bobinas.
- Temperatura del aire.
- Cantidad de aire suministrado a la cámara de combustión.
- Posición del cigüeñal y árbol de levas.



Diagnóstico y Pruebas

Herramientas Para el diagnóstico	
	Multímetro
	Escáner STIC

Inspección y verificación

1. Revisión del problema dado por el Dueño del automotor.
2. Inspección visual que refieran que el vehículo tenga el posible fallo.
3. Verifique los cables visualmente en caso de que existan fallas.
4. En caso de que no existan fallas y el problema persista conecte el escáner STIC en el puerto OBD II.

Pruebas del Componente:

- ⚠ Para la inspección de este componente es necesario verificar los componentes anteriormente descritos en este manual.
- ⚠ Para realizar las pruebas es necesario tener en cuenta que el multímetro se encuentre en buen estado y que las lecturas de este sean precisas.
- ⚠ Colocar puntas adecuadas en el multímetro para que no existan interferencias en las señales.
- ⚠ Revisar que ningún cable de bobina interfiera con la señal antes de proceder a la revisión.

Reprogramación de PCM

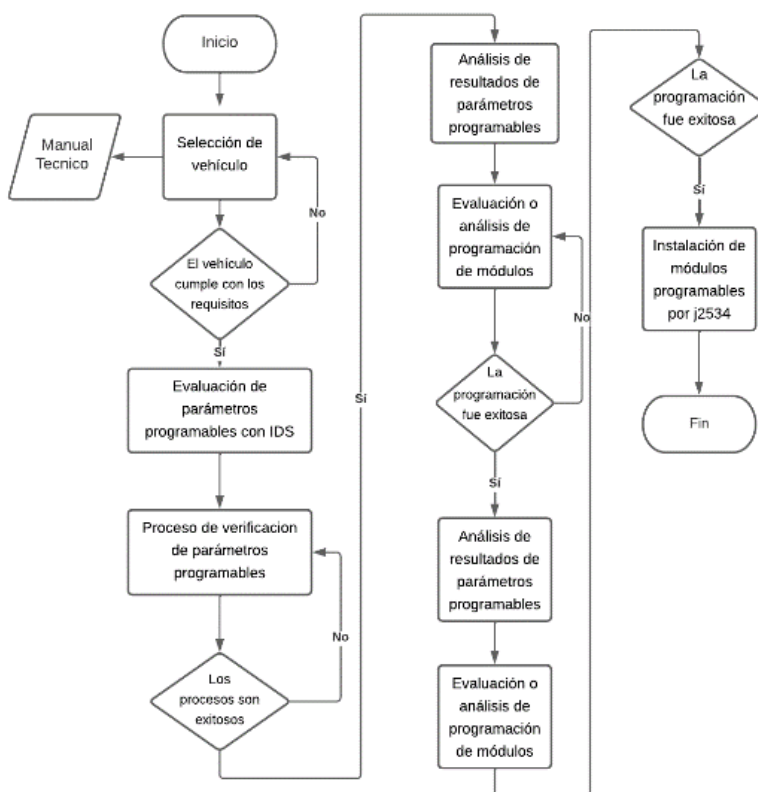
El procedimiento siguiente se lo realiza cuando se verifica que el fallo no está en ningún sensor o actuador que controla el PCM, este al ser el encargado de controlar todos los sistemas del tren de potencia puede ser que aparente estar dañado, pero antes de poner esa opción, es necesario revisar los periféricos de este.

La reprogramación del PCM no se la realiza solo cuando existe daño y se quiere cambiarla, si no también cuando se quiere hacer una actualización del sistema, de igual manera en ocasiones la reprogramación del PCM permite cambiar los parámetros a donde fue manufacturada.

El cambio de parámetros ayuda a que sea compatible con la calidad de combustible existente en el país, los parámetros de otros países donde fueron fabricados los vehículos no siempre serán iguales a los existentes en el país de uso del vehículo, por este motivo cambiar los parámetros de calidad de combustible, entrada de aire, entre otros, ayuda a que el vehículo tenga un mejor desempeño y una vida útil más larga.

3.5.10.1 Flujograma de Reprogramación


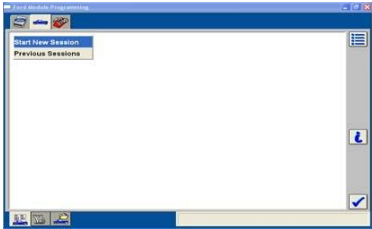
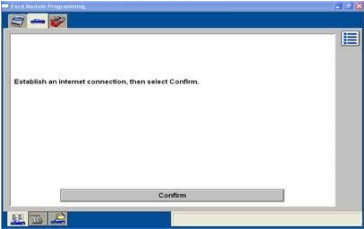
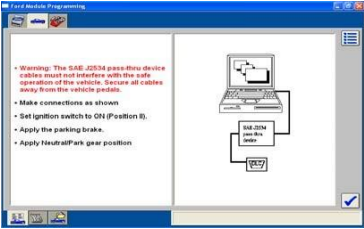
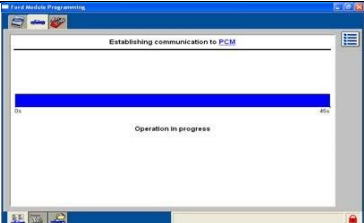
Para la correcta instalación de módulos nuevos, los datos y parámetros de configuración deben ser trasladados de un módulo antiguo previamente a su desactivación, estos datos ayudarán a reprogramar el nuevo módulo.

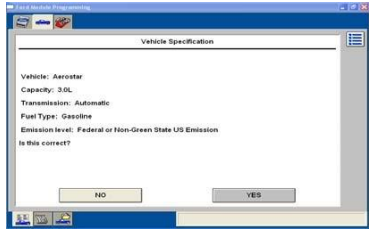
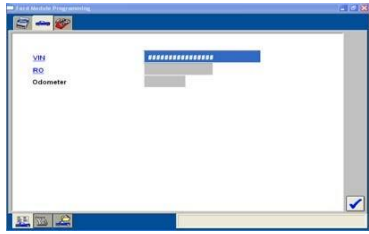
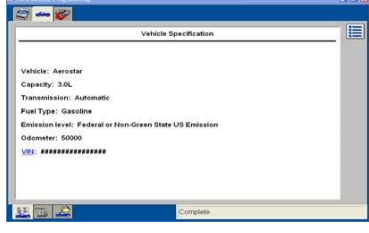
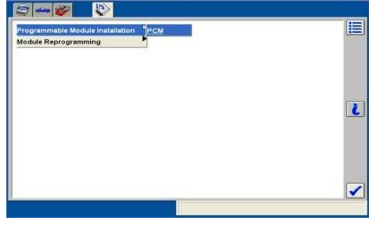
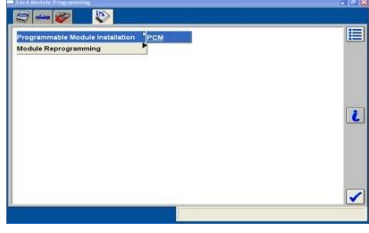


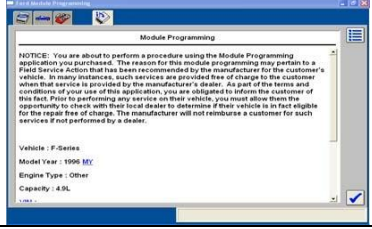
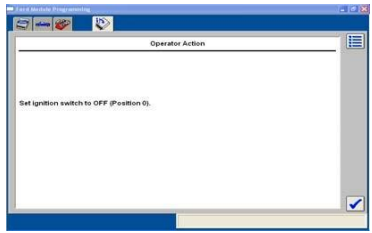
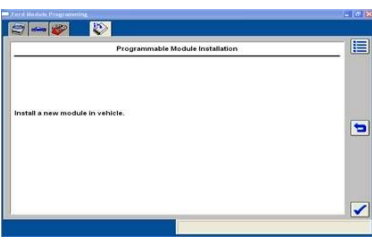
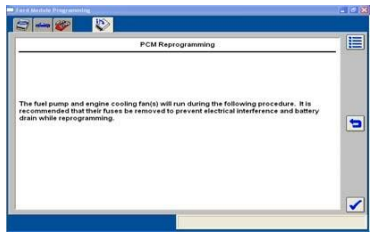
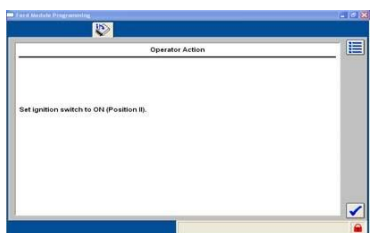

3.5.10.2 Tabla establecida de voltajes para el PCM

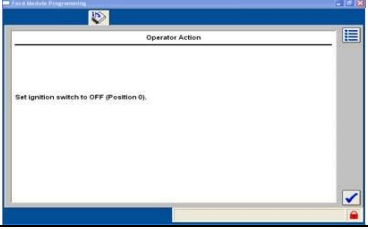
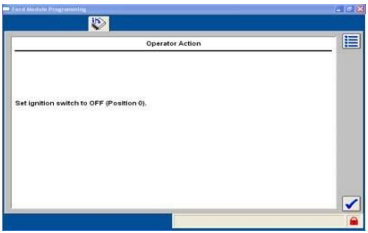



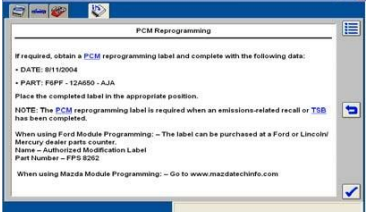
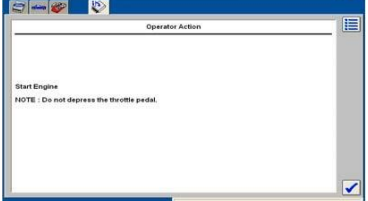
En estas tablas se indican en que pin se encuentra la salida y entradas de señales, ya sean que estas estén dadas por el PCM o recibidas por el mismo, es necesario hacer una última comprobación de estos para que la ejecución de la reprogramación no sea en pérdida de tiempo, la posibilidad de que el vehículo continúe fallando después de la reprogramación se debe a daños en los componentes que controlan el vehículo.

3.5.10.3 Enlace Escáner- Vehículo

Entorno del programa	Pasos para seguir
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conectar el escáner STIC al puerto OBD2 del automóvil
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conectar el puerto USB al computador
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ingrese al Software destinado para el vehículo.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se inicia una nueva sesión.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se realiza una conexión a internet y selecciona confirmar.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se selección el check para continuar.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se establece la comunicación con el PCM.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En Caso de que las especificaciones y número VIN coincidan se da en el botón de “YES”, para continuar.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En caso de que la PCM no sea la original y las especificaciones del vehículo son las correctas, se remarcará el número VIN original; una vez esto ocurra se da en el botón de “YES”.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se verifican los datos en la pantalla para verificar que se han correctos.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se selecciona de las pestañas superiores la caja de herramientas.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se selecciona “programación de módulos” y el apartado “PCM”.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Por precaución aparecen avisos en la pantalla para aclarar la acción que se está por ejecutar. Para continuar se da clic en el check.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se verifica que la llave este en posición de apagado y se procede a dar clic en el check.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se empieza a comunicar con el nuevo módulo. Para continuar se da clic en el check.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se advierte que la bomba de combustible y el electroventilador se encenderán, pero se recomienda quitar los fusibles para que no existan descargas de la batería durante la reprogramación.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se coloca el interruptor de la llave en contacto (ON). A continuación, clic en el check.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se empiezan a cargar los datos al nuevo módulo.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Finalizada la instalación se cambia el interruptor de la llave a la posición de apagado (OFF). A continuación, clic en el check.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se coloca el interruptor de la llave en contacto (ON). A continuación, clic en el check.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambia el interruptor de la llave a la posición de apagado (OFF). A continuación, clic en el check.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Después de esto se verifica que la calibración se ha programado correctamente en el módulo nuevo.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Si se retiraron los fusibles de la bomba y electroventiladores volver a colocarlos.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se sugiere llevar un registro del día de la reprogramación del módulo.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arranque el motor sin presionar el pedal del acelerador.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Apague el automóvil y haga clic en el check para continuar.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Coloque el interruptor de la llave en contacto (ON). A continuación, clic en el check.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se realizará un escaneo para verificar si existen DTCs.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambia el interruptor de la llave a la posición de apagado (OFF). A continuación, clic en el check.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Para cerrar el programa con éxito se debe cerrar la sesión en la pestaña de “Caja de Herramientas”.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Clic en cerrar sesión y eliminar sesión.
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Y se puede cerrar normalmente el programa.

Capítulo IV

4 Conclusiones Y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Se recopiló información de bases digitales, las cuales sirvieron de punto de partida para el desarrollo del manual. Entre estas bases, se logró recolectar posibles daños y fallas que podría tener el módulo PCM, por no contar con la última versión de software del módulo, fallos por sensores y actuadores, por daños en el sistema CAN-BUS o daños directamente sobre el PCM.
- Se seleccionó como herramientas principales de diagnóstico a un multímetro y el escáner OEM de la marca Ford, para así poder observar el comportamiento de los sensores y actuadores, con la verificación por medio del multímetro los valores de voltaje y resistencia que cada componente arrojaba y según parámetros establecidos en el manual se podría ver su correcto funcionamiento o fallo de estos. Por medio de este análisis se logra dar solución cuando un sistema tiene algún fallo o daño
- Se determinó que el escáner OEM de Ford, permite acceder a datos guardados en el módulo PCM antiguo y subirlos a un módulo nuevo; en el caso de una actualización de software, permite sobrescribir los parámetros que tenía el módulo anteriormente.
- Al realizar la reprogramación del PCM, se pudo observar que el software VCM-II pudo identificar de forma inmediata el número VIN, la cilindrada, tipo de combustible y tipo de transmisión, la cual ayuda a que finalizada la actualización o programación del PCM se pueda constatar que los nuevos datos inscritos sean correspondientes al vehículo.

4.2 Recomendaciones

- Antes de comenzar con el proceso de reprogramación o actualización de software del PCM, se recomienda que se alimente por medio de una fuente estable de voltaje el sistema eléctrico del vehículo, para evitar fallos en el proceso.
- Realizar nuevas investigaciones sobre otros tipos de módulos referentes a la marca Ford como podría ser BCM (módulo de control de la carrocería), PSCM (módulo de control de

la transmisión), para de esta manera poder ampliar el conocimiento de reprogramación de módulos automotrices.

- Se recomienda mantener los sistemas de control siempre actualizados ya que las marcas pueden encontrar una mejor configuración del software para que el vehículo se desempeñe de una mejor manera.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alireza, Banijamali, A., Pakanen, O. P., Oivo, M., & Kuvaja, P. (2017). Automotive software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 128, 25–55. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.03.005>
2. Auto Avance. (2018). *Scanner Ford VCM Ford - VCMII Ford - Blog Técnico Automotriz*. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/155-scanner-ford-vcmford-vcmiiford/>
3. Bosch Robert. (2021). *PassThru / Euro 5/ Software del fabricante del vehículo*. <https://www.boschaftermarket.com/es/es/equipos-y-diagnosis/diagnosis/equipos-de-diagnosis/euro-5-passthru/>
4. Chavez, I. (2020). *Introducción al Flash y Reprogramación J2534*. <https://www.taaet.com.app.exur.com/news-taaet-blog/norma-j2534>
5. Fernandez, E. E. (2015). *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. November 2014, 1–2*.
6. Hamad, A., Yu, D., Gomm, J. B., & Sangha, M. S. (2012). Fault detection and isolation for engine under closed-loop control. *Proceedings of the 2012 UKACC International Conference on Control, CONTROL 2012, September*, 431–436. <https://doi.org/10.1109/CONTROL.2012.6334669>
7. Khorsravina, K., Hassan, M. K., Rahman, R. Z. A., & Al-Haddad, S. A. R. (2017). Integrated OBD-II and mobile application for electric vehicle (EV) monitoring system. *Proceedings - 2017 IEEE 2nd International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems, I2CACIS 2017, 2017-Decem(October)*, 202–206. <https://doi.org/10.1109/I2CACIS.2017.8239058>
8. Kubis, M., Beno, P., Gutten, M., & Danko, M. (2019). CAN bus communication using LabViewSystem. *Proceedings of the 2019 20th International Scientific Conference on Electric Power Engineering, EPE 2019*. <https://doi.org/10.1109/EPE.2019.8777930>
9. Liu, L., Li, J., Wang, L., Zhao, W., Qin, H., & Wang, Y. (2019). Experimental Study on Effects of OBD II Diagnostics on of Emissions for Light Vehicles. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 929). Springer International Publishing.

- https://doi.org/10.1007/978-3-030-15740-1_152
10. Luis, P. (2019). *Reprogramar ECU con J2534 - Consejos para programar J2534 y no fallar*. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/119-tips-para-reprogramar-la-ecu-con-j2534/>
 11. Nayak, S. R., & Bagubali, A. (2019). Study on Diagnosis of Automotive Network. *Proceedings - International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking, ViTECoN 2019*, 12–17.
<https://doi.org/10.1109/ViTECoN.2019.8899404>
 12. Obergfell, P., Kugele, S., Segler, C., Knoll, A., & Sax, E. (2019). Continuous Software Engineering of Innovative Automotive Functions: An Industrial Perspective. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Software Architecture - Companion, ICSCA-C 2019*, 127–128. <https://doi.org/10.1109/ICSCA-C.2019.00030>
 13. Ortega Galarza, H. A. (2017). “ *Diseño Del Manual De Operación Del Scanner Automotriz Electrónico G-Scan En Sistemas Electrónica a Gasolina* ” *Operación Del Scanner Automotriz G-Scan 2*.
 14. Paladino, V. (2019). *El escaner automotriz - Mundo automotriz*.
<https://www.mundoautomotriz.tech/tienda/escaner-automotriz/>
 15. Piumatti, D., Sanchez, E., Bernardi, P., Martorana, R., & Pernice, M. A. (2020). An efficient strategy for the development of software test libraries for an automotive microcontroller family. *Microelectronics Reliability*, 115(February), 113962.
<https://doi.org/10.1016/j.microrel.2020.113962>
 16. Quishpe, L. C., & Portilla, J. F. (2022). *Utilidad de un banco de pruebas de inyectores a gasolina Usefulness of a gasoline injector test bench Utilidade de uma bancada de teste de injetores de gasolina*. 7(9), 1575–1590. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i9>
 17. Sae-Sue, S., Kinnares, V., Sirichanpong, K., & Kleebua, K. (2000). Design and analysis of delta modulated PWM inverter with regulated output voltage for 1- ϕ induction motor drives. *PowerCon 2000 - 2000 International Conference on Power System Technology, Proceedings, 1*, 317–320. <https://doi.org/10.1109/ICPST.2000.900076>
 18. Sánchez, L., Molano, M., Fabela, M., & Hernández, J. (2016). *Revisión documental del protocolo CAN como herramienta de comunicación y aplicación en vehículos*. 474, 1–69.
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt474.pdf>

19. Scholar, P. G., & Bangalore, E. (2020). *Test - Driven Development of Automotive Software Functionality*. *Icssit*, 1162–1165.
20. Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan-de-Creación-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado* (pp. 1–122).
21. Sergio Fernandez. (2021). *Introducción al Flash y Reprogramación J2534*.
<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/174-introducción-al-flash-y-reprogramación-j2534.html>
22. Signoretti, G., Silva, M., Araujo, J., Guedes, L. A., Silva, I., Sisinni, E., & Ferrari, P. (2020). Performance Evaluation of an evolving data compression algorithm embedded into an OBD-II edge device. *2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT, MetroInd 4.0 and IoT 2020 - Proceedings*, 696–701.
<https://doi.org/10.1109/MetroInd4.0IoT48571.2020.9138270>
23. Tingting, K., Yan, L., Lei, Z., & Yan, H. (2019). Development of multi-channel automatic digital multimeter calibration device. *2019 14th IEEE International Conference on Electronic Measurement and Instruments, ICEMI 2019*, 108–113.
<https://doi.org/10.1109/ICEMI46757.2019.9101487>
24. Vogelsang, A. (2020). Feature dependencies in automotive software systems: Extent, awareness, and refactoring. *Journal of Systems and Software*, 160, 110458.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.110458>
25. Vrachkov, D. G., & Todorov, D. G. (2018). Real Time Diagnostics in the Automotive Industry over the Internet. *9th National Conference with International Participation, ELECTRONICA 2018 - Proceedings*, 15031, 1–3.
<https://doi.org/10.1109/ELECTRONICA.2018.8439608>
26. Wajape, M., & Elamana, N. (2014). Study of ISO 14229-1 and ISO 15765-3 and implementation in EMS ECU for EEPROM for UDS application. *2014 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety, ICVES 2014*, 168–173.
<https://doi.org/10.1109/ICVES.2014.7063742>

ANEXOS

ANEXO I

Pruebas funcionamiento sensor MAP

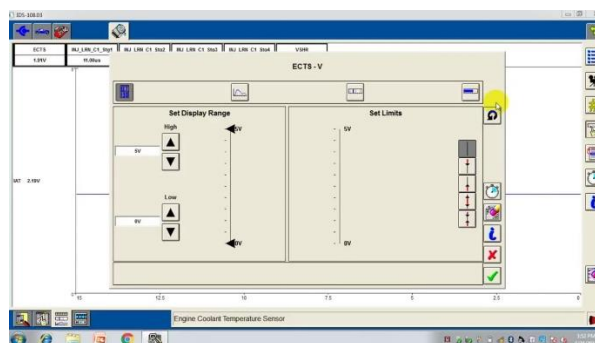
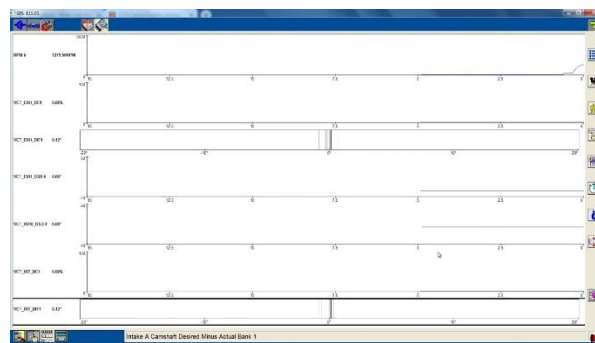


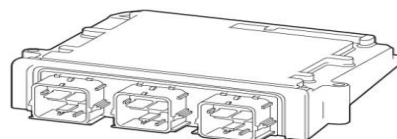


ANEXO II

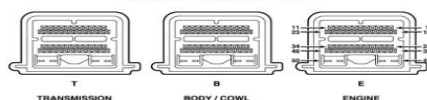
Entorno y Flujo de datos VCM-II

APP (MAGNETA) (MAGNETA)	APP_1 (MAGNETA)	APP_2 (MAGNETA)	APP_3 (MAGNETA)	APP_4 (MAGNETA)	APP_5 (MAGNETA)	APP_6 (MAGNETA)	APP_7 (MAGNETA)	APP_8 (MAGNETA)	APP_9 (MAGNETA)	APP_10 (MAGNETA)	APP_11 (MAGNETA)	APP_12 (MAGNETA)	APP_13 (MAGNETA)	APP_14 (MAGNETA)	APP_15 (MAGNETA)	APP_16 (MAGNETA)	APP_17 (MAGNETA)	APP_18 (MAGNETA)	APP_19 (MAGNETA)	APP_20 (MAGNETA)	APP_21 (MAGNETA)	APP_22 (MAGNETA)	APP_23 (MAGNETA)	APP_24 (MAGNETA)	APP_25 (MAGNETA)	APP_26 (MAGNETA)	APP_27 (MAGNETA)	APP_28 (MAGNETA)	APP_29 (MAGNETA)	APP_30 (MAGNETA)	APP_31 (MAGNETA)	APP_32 (MAGNETA)	APP_33 (MAGNETA)	APP_34 (MAGNETA)	APP_35 (MAGNETA)	APP_36 (MAGNETA)	APP_37 (MAGNETA)	APP_38 (MAGNETA)	APP_39 (MAGNETA)	APP_40 (MAGNETA)	APP_41 (MAGNETA)	APP_42 (MAGNETA)	APP_43 (MAGNETA)	APP_44 (MAGNETA)	APP_45 (MAGNETA)	APP_46 (MAGNETA)	APP_47 (MAGNETA)	APP_48 (MAGNETA)	APP_49 (MAGNETA)	APP_50 (MAGNETA)	APP_51 (MAGNETA)	APP_52 (MAGNETA)	APP_53 (MAGNETA)	APP_54 (MAGNETA)	APP_55 (MAGNETA)	APP_56 (MAGNETA)	APP_57 (MAGNETA)	APP_58 (MAGNETA)	APP_59 (MAGNETA)	APP_60 (MAGNETA)	APP_61 (MAGNETA)	APP_62 (MAGNETA)	APP_63 (MAGNETA)	APP_64 (MAGNETA)	APP_65 (MAGNETA)	APP_66 (MAGNETA)	APP_67 (MAGNETA)	APP_68 (MAGNETA)	APP_69 (MAGNETA)	APP_70 (MAGNETA)	APP_71 (MAGNETA)	APP_72 (MAGNETA)	APP_73 (MAGNETA)	APP_74 (MAGNETA)	APP_75 (MAGNETA)	APP_76 (MAGNETA)	APP_77 (MAGNETA)	APP_78 (MAGNETA)	APP_79 (MAGNETA)	APP_80 (MAGNETA)	APP_81 (MAGNETA)	APP_82 (MAGNETA)	APP_83 (MAGNETA)	APP_84 (MAGNETA)	APP_85 (MAGNETA)	APP_86 (MAGNETA)	APP_87 (MAGNETA)	APP_88 (MAGNETA)	APP_89 (MAGNETA)	APP_90 (MAGNETA)	APP_91 (MAGNETA)	APP_92 (MAGNETA)	APP_93 (MAGNETA)	APP_94 (MAGNETA)	APP_95 (MAGNETA)	APP_96 (MAGNETA)	APP_97 (MAGNETA)	APP_98 (MAGNETA)	APP_99 (MAGNETA)	APP_100 (MAGNETA)
APP_1	APP_2	APP_3	APP_4	APP_5	APP_6	APP_7	APP_8	APP_9	APP_10	APP_11	APP_12	APP_13	APP_14	APP_15	APP_16	APP_17	APP_18	APP_19	APP_20	APP_21	APP_22	APP_23	APP_24	APP_25	APP_26	APP_27	APP_28	APP_29	APP_30	APP_31	APP_32	APP_33	APP_34	APP_35	APP_36	APP_37	APP_38	APP_39	APP_40	APP_41	APP_42	APP_43	APP_44	APP_45	APP_46	APP_47	APP_48	APP_49	APP_50	APP_51	APP_52	APP_53	APP_54	APP_55	APP_56	APP_57	APP_58	APP_59	APP_60	APP_61	APP_62	APP_63	APP_64	APP_65	APP_66	APP_67	APP_68	APP_69	APP_70	APP_71	APP_72	APP_73	APP_74	APP_75	APP_76	APP_77	APP_78	APP_79	APP_80	APP_81	APP_82	APP_83	APP_84	APP_85	APP_86	APP_87	APP_88	APP_89	APP_90	APP_91	APP_92	APP_93	APP_94	APP_95	APP_96	APP_97	APP_98	APP_99	APP_100	

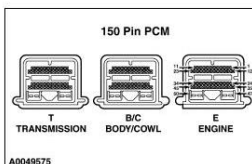




150 PIN PCM HARNESS CONNECTORS



A0060595



Typical Diagnostic Reference Values

Sensors/Inputs	PCM Pin/PID only	Measured/PID Values				Units Measured/PID
		KOEO	Hot Idle	30 MPH	55 MPH	
ACDS	B3	.1	.1	.1	.1	DCV
APP1	B5	4.0	4.0	3.4-4.0	2.9-4.0	DCV
BPS	B7	VBAT/OFF	.1/ON (E)	VBAT/OFF	VBAT/OFF	DCV/OFF-ON
BPP	B8	.1/OFF	VBAT/ON (E)	.1/OFF	.1/OFF	DCV/OFF-ON
FTP V/FTP	B9	2.6/0	2.6/0	2.6/0	2.6/0	DCV/IN-H2O
IAT	B16	1.7-3.5/120-50 (K)	1.7-3.5/120-50 (K)	1.7-3.5/120-50 (K)	1.7-3.5/120-50 (K)	DCV/DEG
APP2	B17	1.5	1.5	1.5-1.9	1.5-2.4	DCV
FPM	B21	.1	0 - VBAT	0 - VBAT	0 - VBAT	DCV
4WD MC SW	B22	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
ILC	B24	.7	9	9	9	DCV
ACP V	B26	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
TCS	B27	.1/OFF	VBAT/ON (G)	.1/OFF	.1/OFF	DCV/OFF-ON
APP3	B28	.9	.9	.9-1.3	.9-1.8	DCV
4WDSW RTN	B29	0	0	0	0	DCV
MAF V	B32	0	.7-.9	1.2-1.6	1.6-2.1	DCV
PATSIN	B42	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
FEPS	B44	.1	.1	.1	.1	DCV
4WD_PWR	B50	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
OSS	T3	0	0	460-530/ 1250-1290	885-1000/ 2100-2400	Hz/RPM
HCDS	T4	0	0	700	1180	Hz
4WD_POS1	T7	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
4WD_POS2	T8	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
TSS	T15	0	320-360/ 630-670	500-713/ 1100-1300	845-985/ 1700-1800	Hz/RPM
TR 1	T16	0	0	VBAT	VBAT	DCV
TR 2	T17	0	0	VBAT	VBAT	DCV
4WD_POS3	T19	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
4WD_POS4	T20	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
O2S12	T24	.1	(D)	(D)	(D)	DCV
O2S22	T25	.1	(D)	(D)	(D)	DCV
TR3 V/TR3	T27	0/PARK	0/PARK	1.7/OD	1.7/OD	DCV/MODE
TR 4	T28	0	0	VBAT	VBAT	DCV
TFT	T29	.5-2/210-110	.5-2/210-110	.5-2/210-110	.5-2/210-110	DCV/DEG
TP1	E19	4.1	4.4	4.1	4.0	DCV
ECT	E21	.4-1/200-160	.4-1/200-160	.4-1/200-160	.4-1/200-160	DCV/DEG
CID	E25	0	5-6	11-12	14-16	Hz
TP2	E29	1.2	.8	1.1	1.4	DCV
O2S11	E30	0	switching (C)	switching (C)	switching (C)	DCV
O2S21	E31	0	switching (C)	switching (C)	switching (C)	DCV
KS1	E32	0	0	0	0	DCV
CKP	E34	0	380-410	800-860	980-1030	Hz
FRT	E36	.5-3/210-110	.5-3/210-110	.5-3/210-110	.5-3/210-110	DCV/DEG
FRP V/FRP	E37	3.4/50	2.8/40	2.8/40	2.8/40	DCV/PSI
DPFEGR	E44	.25-1.30	.25-1.30	.25-4.65	.25-4.65	DCV
ACCS	PID	OFF	ON (A)	OFF	OFF	OFF-ON
FLI (H)	PID	50	50	50	50	%
GEAR	PID	1	1	4	5	GEAR
LOAD	PID	(L)	17-28	19-26	30-40	%
RPM	PID	0	750	1300-1350	1780	RPM
VSS	PID	0	0	30	55	MPH

Actuators/ Outputs	PCM Pin/PID only	Measured/PID Values				Units Measured/PID
		KOEO	Hot Idle	30 MPH	55 MPH	
PATSTRT	B2	.1	.5	.5	.5	DCV
FP	B12	8.4	2.5	2.8	2.8	DCV
EVAPCV	B13	VBAT/ 0	VBAT/ 0	VBAT/ 0 (S)	VBAT/ 0 (S)	DCV/ %
WAC (ACCR)	B25	VBAT/OFF	.1/ON (A)	VBAT/OFF	VBAT/OFF	DCV/OFF-ON
PATSOUT	B31	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
EVMV	B34	0	0	500-900 (F)	500-900 (F)	mA
PATSIL	B37	11.0	13.0	13.0	13.0	DCV
EPC	T11	6.0	8.0	10.0	10.0	DCV
EPC2	T23	8.0	10.0	10.0	10.0	DCV
EPC3	T34	6.0	8.0	VBAT	VBAT	DCV
SS1	T42	.1/ON	.1/ON	VBAT/OFF	VBAT/OFF	DCV/OFF-ON
SS2	T43	VBAT/OFF	VBAT/OFF	VBAT/OFF	VBAT/OFF	DCV/OFF-ON
SS3	T44	VBAT/OFF	VBAT/OFF	VBAT/OFF	.1/ON	DCV/OFF-ON
SS4	T45	.1/ON	.1/ON	.1/ON	.1/ON	DCV/OFF-ON
TCC	T46	VBAT/0	VBAT/0	VBAT/0	.2/100	DCV/%
HTR12	T47	.2/ON (P)	.2/ON	.2/ON	.2/ON	DCV/OFF-ON
HTR22	T48	.2/ON (P)	.2/ON	.2/ON	.2/ON	DCV/OFF-ON
4WD_CLUTCH	T49	.5	.2	.2	.2	DCV
CDA (CYL 1&5)	E1	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
INJ1	E2	0	2.9-3.3	3.1-5.1	6-7	mS
INJ2	E3	0	2.9-3.3	3.1-5.1	6-7	mS
INJ3	E4	0	2.9-3.3	3.1-5.1	6-7	mS
INJ4	E5	0	2.9-3.3	3.1-5.1	6-7	mS
EGRVR	E6	VBAT/0	VBAT/0	(V)	(V)	DCV/%
INJ5	E8	0	2.9-3.3	3.1-5.1	6-7	mS
INJ6	E9	0	2.9-3.3	3.1-5.1	6-7	mS
CDB (CYL 3&4)	E12	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
CDC (CYL 2&6)	E24	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
TACMP	E47	3.8	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
TACMN	E48	3.8	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
HTR11	E49	.1/ON (P)	.1/ON	.1/ON	.1/ON	DCV/OFF-ON
HTR21	E50	.1/ON (P)	.1/ON	.1/ON	.1/ON	DCV/OFF-ON
LONGFT1	PID	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	%
LONGFT2	PID	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	%
MIL	PID	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF-ON
SHRTFT1	PID	0	(-)10-(+)10	(-)10-(+)10	(-)10-(+)10	%
SHRTFT2	PID	0	(-)10-(+)10	(-)10-(+)10	(-)10-(+)10	%
SPARKADV	PID	0	20-25	30-35	30-35	DEG
TCIL	PID	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF-ON

Other	PCM Pin/PID only	Measured/PID Values				Units Measured/PID
		KOEO	Hot Idle	30 MPH	55 MPH	
KAPWR	B45	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
VPWR	B35, 36	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
VREF	B40, E40	5	5	5	5	DCV
ETCVREF	B4, E18	5	5	5	5	DCV

Note: All generic OBD II readings under no load (PARK or NEUTRAL).

