



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Elaboración de flujogramas de diagnóstico donde se identifiquen los códigos de averías y procedimientos para solucionar averías en un sistema de inyección electrónica con riel común mediante la utilización de equipos de diagnóstico automotriz.

Robayo Polanco, Michael Ricardo y Molina Murillo, Luis Anthony

Departamento de Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía previa a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

18 de agosto del 2022

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



Robayo - Molina Monografía.pdf

Scanned on: 14:44 August 19, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	399
Words with Minor Changes	202
Paraphrased Words	322
Omitted Words	0

A handwritten signature in blue ink that reads "Amaya Sandoval".

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

CI : 050296187-3



Website | Education | Businesses



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Certificación

Certifico que la monografía **“Elaboración de flujogramas de diagnóstico donde se identifiquen los códigos de averías procedimientos para solucionar averías en un sistema de inyección electrónica con riel común mediante la utilización de equipos de diagnóstico automotriz”** fue realizada por los señores **Robayo Polanco, Michael Ricardo y Molina Murillo, Luis Anthony** la misma que cumple con los requisitos legales teórico, científicos técnicos y metodológicos establecidos por la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y verificación de similitud de contenidos, razón por las cuales me permito acreditar y autorizar para que se le sustente públicamente.

Latacunga 18 de agosto del 2022

Firma:

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

C.C.:0504127705



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Responsabilidad de auditoria

Nosotros **Robayo Polanco, Michael Ricardo; Molina Murillo, Luis Anthony** con cédula de ciudadanía N° 0504127705 y N° 0550609846 respectivamente; declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“Elaboración de flujogramas de diagnóstico donde se identifiquen los códigos de averías y procedimientos para solucionar averías en un sistema de inyección electrónica con riel común mediante la utilización de equipos de diagnóstico automotriz.”** Es de nuestra auditoria y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando a las citas bibliográficas.

Latacunga, 18 agosto del 2022

Robayo Polanco, Michael Ricardo

C.C.:0504127705

Molina Murillo, Luis Anthony

C.C.:0550609846



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Autorización de publicación

Nosotros, **Robayo Polanco, Michael Ricardo; Molina Murillo, Luis Anthony, Anthony** con cédula de ciudadanía N° 0504127705 y N° 0550609846 respectivamente; autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Elaboración de flujogramas de diagnóstico donde se identifiquen los códigos de averías y procedimientos para solucionar averías en un sistema de inyección electrónica con riel común mediante la utilización de equipos de diagnóstico automotriz.”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 18 agosto del 2022

Robayo Polanco, Michael Ricardo

C.C.:0504127705

Molina Murillo, Luis Anthony

C.C.:0550609846

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Carmen Polanco y Germánico Robayo quienes con su amor estuvieron apoyándome en todo momento hasta poder cumplir un sueño más, a mis hermanos Katherine, Adrián y Jennifer por su apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar siempre conmigo muchas gracias.

A toda mi familia que fueron mi inspiración y por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y en todas las maneras posibles me acompañan en todos mis sueños y metas.

Robayo Polanco, Michael Ricardo

Dedicatoria

El presente proyecto es dedicado principalmente para mi abuelita pues fue el primer motor por el cual decidí comenzar con esto y pues ahora que estoy en la recta final quiero agradecerle por todo lo que me ha ayudado y pues si puedo decirlo que lo logré.

Además, lo dedico a Dios, mis padres, hermanos, tíos pues sin antes empezar esta meta para ellos ya la había conquistado confiaron en mí, confiaron más de lo que yo lo hago en mí mismo pues ahora sé que no se equivocaron mucho menos yo. Cada cosa pasa por algo y pues ahora me tocó a mí lo conseguí.

Luis Anthony, Molina Murillo

Agradecimiento

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres y hermanos quienes estuvieron presentes desde el primer día de mi vida estudiantil, apoyándome en todo, dándome consejos y ánimos hasta poder terminar mi objetivo. Por darme un hogar y alimento que nunca me faltó y lo más esencial el amor que se tiene dentro de la familia.

Mi total gratitud con la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga por haberme permitido formar parte de su prestigiosa institución, mi especial agradecimiento con todos los docentes que formaron parte de mi preparación académica en especial al Ingeniero Jaime León por guiarnos y compartir valiosos conocimientos que nos ayudaran para ser grande profesionales.

De manera especial agradezco a mí tutora de tesis la Ingeniera Stefania Amaya por ser un gran apoyo y por todos sus consejos para que este proyecto de titulación se pueda realizar, gracias por el apoyo, paciencia y dedicación que nos supo mostrar

Robayo Polanco, Michael Ricardo

Agradecimiento

Mi más sincero agradecimiento a Dios por todo el conocimiento que me ha podido brindar para poder así entender cada cuestión durante el proceso de aprendizaje, cada situación se pone difícil pero solo se trata de sobrellevarla con disciplina y perseverancia.

También quiero agradecer a mis padres, mis hermanos y tíos por darme todo su apoyo desde el comienzo y por enseñarme las virtudes de cada uno de ellos.

Además, agradezco especialmente a todos y cada uno de los docentes de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE por compartir y enseñarme todos sus conocimientos para así formarme como un gran profesional

Finalmente, un cálido y afectuoso agradecimiento a la Ing. Stefania Matilde, Amaya Sandoval por darnos todo ese asesoramiento hasta el final y así poder cumplir con el proyecto de MIC.

Molina Murillo, Luis Anthony

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento	8
Agradecimiento	9
Índice de Tablas	16
Índice de Figuras	17
Resumen	19
Abstract.....	20
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	21
Antecedentes.....	21
Planteamiento del problema.	22
Justificación.....	23
Objetivos.....	23
<i>General</i>	23
<i>Específicos</i>	23

Alcance.....	24
Capítulo II: Marco Teórico	26
Sistema de inyección electrónica.....	26
Ventajas.....	27
Unidad de control Electrónico “EDC”	28
Sistema de alta presión.....	29
Funcionamiento.....	30
Ventajas.....	30
Inyectores.....	31
<i>Funcionamiento</i>	32
Pedal de aceleración.....	33
Fallas más comunes en el sistema CRDI.....	35
Control electrónico.....	36
Sensores.....	37
<i>Potenciómetro</i>	37
<i>Termistor</i>	38
<i>Piezoeléctricos</i>	38
<i>Efecto hall</i>	39
<i>Inductivos</i>	40
Módulo de control electrónico (ECM)	41

Interpretación del PIN-OUT.....	43
Fusilera.....	44
DTC Código de diagnóstico de Fallas.....	45
Lectura de DTC's.....	45
Tipos de códigos DTC.	47
Medios de comunicación para diagnóstico.....	48
OBD (On Board Diagnostic)	48
Conector DLC SAE J1962.....	48
Ubicación.....	48
Protocolo de comunicación.....	49
Capítulo III: Desarrollo de Pruebas.....	50
Especificaciones Técnicas del Motor.....	50
Sensores.....	51
Sensor de posición del árbol de levas (CMP)	51
Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	52
Sensor de flujo de aire (MAF)	53
Sensor de presión del riel de combustible (FRP)	54
Sensor de posición del pedal de aceleración (APP)	56
Sensor de posición del Estrangulador (TPS).....	57
Actuadores.....	58

Inyectores.....	58
Válvula de recirculación de gases de escape (EGR)	59
Capítulo IV: Análisis de resultados	62
Diagnóstico de fallas.....	62
Sensor de posición del árbol de levas (CMP)	62
<i>Síntomas</i>	63
<i>Causas</i>	63
<i>Tipos de DTC</i>	63
<i>Solución</i>	65
Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	66
<i>Síntomas</i>	66
<i>Causas</i>	67
<i>Tipo de DTC</i>	68
<i>Solución</i>	69
Sensor de flujo de aire (MAF)	70
<i>Síntomas</i>	70
<i>Causas</i>	70
<i>Tipo de DTC</i>	72
<i>Solución</i>	73
Sensor de presión del riel de combustible (FRP)	74

<i>Síntomas</i>	74
<i>Causas</i>	75
<i>Tipo de DTC</i>	75
<i>Solución</i>	77
Sensor de posición del pedal de aceleración (APP)	78
<i>Síntomas</i>	78
<i>Causas</i>	78
<i>Solución</i>	79
Válvula EGR	80
<i>Síntomas</i>	80
<i>Causas</i>	80
<i>Tipo de DTC</i>	81
<i>Solución</i>	82
Inyectores	83
<i>Síntomas</i>	83
<i>Causas</i>	83
<i>Tipo de DTC</i>	83
Capítulo V: Conclusiones	86
Recomendaciones	87
Bibliografía	88

Anexos91

Índice de Tablas

Tabla 1 Principales fallas en un motor con sistema de inyección electrónica	36
Tabla 2 Características del motor	50
Tabla 3 Descripción de cables sensor CMP	52
Tabla 4 Descripción del sensor CKP	53
Tabla 5 Descripción de sensor MAF	54
Tabla 6 Descripción de sensor FRP	55
Tabla 8 Descripción de cables de sensor APP.....	57
Tabla 9 Descripción del sensor TPS	58
Tabla 10 Descripción de Inyectores.....	59
Tabla 11 Descripción de Válvula EGR	60
Tabla 12 Código de problema diagnosticado CMP	63
Tabla 13 Código de problema diagnosticado CKP	68
Tabla 14 Código de problema diagnosticado MAF	72
Tabla 15 Código de problema diagnosticado FRP	75
Tabla 16 Código de avería diagnosticado APP.....	79

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Esquematzación del sistema de inyección controlado electrónicamente</i>	27
Figura 2 <i>EDC o "ECM" de motor Dmax 2.5 CRDI</i>	29
Figura 3 <i>Acumulador Común "Common Rail"</i>	30
Figura 4 <i>Inyectores Piezoeléctricos</i>	31
Figura 5 <i>Pedal de aceleración Dmax</i>	33
Figura 6 <i>Conector de pedal de aceleración de tipo Potenciómetro</i>	34
Figura 7 <i>Secuencia de control de señal hacia ECM</i>	37
Figura 8 <i>Sensor de tipo potenciómetro</i>	37
Figura 9 <i>Sensor IAT de tipo Termistor</i>	38
Figura 10 <i>Excitación- Carga y descarga Cuarzo o Turmalina</i>	39
Figura 11 <i>Principio de funcionamiento de sensor de efecto hall</i>	40
Figura 12 <i>Esquematzación de ECM</i>	42
Figura 13 <i>Pines del módulo de control electrónico ECM</i>	43
Figura 14 <i>PIN-OUT del Módulo de control Electrónico</i>	44
Figura 15 <i>Caja de Fusibles de motor Dmax 2.5 CRDI</i>	45
Figura 16 <i>Conector OBD del arnés del motor</i>	48
Figura 17 <i>Conector DLC SAE J1962</i>	49
Figura 18 <i>Ubicación de sensor CMP</i>	51
Figura 19 <i>Ubicación del sensor CKP</i>	53
Figura 20 <i>Ubicación del sensor MAF</i>	54
Figura 21 <i>Ubicación del sensor FRP</i>	55
Figura 22 <i>Sensor de posición del pedal de aceleración</i>	56
Figura 23 <i>Cuerpo de aceleración</i>	57

Figura 24 <i>Ubicación de Válvula EGR</i>	60
Figura 25 <i>Códigos de problema de diagnóstico DTC confirmado</i>	62
Figura 27 <i>Sensor CMP</i>	62
Figura 29 <i>DTC sensor de posición de cigüeñal CKP</i>	66
Figura 30 <i>DTC sensor de flujo de aire MAF</i>	70
Figura 31 <i>DTC sensor de presión del riel de combustible FRP</i>	74
Figura 32 <i>DTC sensor de posición del pedal de aceleración APP</i>	78
Figura 33 <i>DTC válvula EGR</i>	80

Resumen

El siguiente proyecto tiene como objetivo realizar un banco de entrenamiento para la diagnosis del sistema de inyección electrónica Common Rail (CRS) de un motor de combustión interna Diésel para lograr identificar distintas fallas que pueden ocurrir en los diferentes sensores y los pasos a seguir para su diagnóstico y reparación. Como punto principal del proyecto se adquirió un motor diésel CRDI para diseñar un bastidor el cual va a servir como base del mismo y evitar movimientos bruscos debido al trabajo cuando este está encendido, además, se recopiló la información relevante de los distintos componentes eléctricos que se encuentran repartidos en el motor, así como los sensores los cuales recaban y envían la información del desempeño de trabajo al momento de realizar la combustión, además de los distintos actuadores que funcionan a través de las señales ya rectificadas por la unidad de control electrónico las cuales cumplen un papel fundamental en el funcionamiento del proceso de combustión. Finalmente, se recabo información sobre los distintos DTC que se presentan haciendo el uso de un scanner con esta información se realizó un plan de mantenimiento de los sensores que funcionan en el motor de un sistema de inyección electrónica Common Rail CRDI.

Palabras clave: CRS: Common Rail System (CRS), Diagnostic Trouble Code (DTC), Auto Diagnosis (ATD), Common Rail Direct Injection (CRDI).

Abstract

The following project aims to make a training bench for the diagnosis of the Common Rail electronic injection system (CRS) of a Diesel internal combustion engine to identify different failures that may occur in the different sensors and the steps to follow for diagnosis and repair. As the main point of the project, a CRDI diesel engine was acquired to design a frame which will serve as the base of the same and avoid sudden movements due to the work when it is switched on, in addition, the relevant information of the different electrical components that are distributed in the engine is collected, as well as the sensors that collect and send the information of the work performance at the time of combustion, Finally, information on the different DTCs presented using a scanner was collected and a maintenance plan was made for the sensors operating in the engine of a Common Rail CRDI electronic injection system.

Key Words: Common Rail System (CRS), Diagnostic Trouble Code (DTC), Auto Diagnosis (ATD), Common Rail Direct Injection (CRDI).

Capítulo I:

Planteamiento del problema

“ELABORACIÓN DE FLUJOGRAMAS DE DIAGNÓSTICO DONDE SE IDENTIFIQUEN LOS CÓDIGOS DE AVERÍAS Y PROCEDIMIENTOS PARA SOLUCIONAR AVERÍAS EN UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA CON RIEL COMÚN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ”

Antecedentes

La prioridad de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga es formar profesionales de élite capacitados con conocimiento teórico y práctico con el fin de que sea capaz de desempeñar tareas que contribuyan con el desarrollo del país, donde el taller de Tecnología Superior en Mecánica automotriz no cuenta con el material didáctico suficiente para el aprendizaje de sus distintos estudiantes que siguen la carrera, por lo tanto se puso en desarrollo este tipo de proyecto para ayudarse y tener conocimiento de los distintos sistemas electrónicos que están en desarrollo a través de los nuevos motores Diésel con sistema CRDI.

- ✓ El trabajo realizado por (Castillo, 2013) con el tema de “SISTEMAS DE INYECCIÓN DIÉSEL ELECTRÓNICO, PARA SERVICIO AUTOMOTRIZ PESADO. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO”; se concluye que el uso del sistema de inyección electrónica trabajado por varias décadas representa una mejor dosificación y sincronización electrónica de la presión de inyección siendo así más eficiente la combustión.
- ✓ El trabajo de titulación por (Fernandez Llanzi & Inga Inga , 2017) cuyo tema es “ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE MULTEC DELPHI”; se concluyó que esta información analiza la influencia en la jerarquización del riesgo que provoca la presencia de un fallo en el sistema, mediante el análisis de emisiones contaminantes, consumo de combustible y tiempo de inyección.

- ✓ Según (David, 2018) con el tema “DESCRIPCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA COMMON RAIL MONTADO EN EL MOTOR HYUNDAI D4EA” se logró concluir que para tener un buen mantenimiento preventivo e idóneo con las sugerencias del fabricante se puede tener un óptimo estado del sistema CRS.

Para la lectura de los códigos de falla en todo el sistema eléctrico que presenta el motor se debe conocer todo acerca de cómo interpretar un DTC para así poder determinar una solución y lograr dar el mantenimiento que se debe realizar. Para realizarlo se hará el uso de herramientas de diagnóstico que ayudarán a obtener resultados precisos de las averías y poder garantizar soluciones óptimas y rápidas para el sistema de inyección electrónica con riel común CRDI.

Planteamiento del problema.

Los motores de combustión interna a Diésel, han venido teniendo actualizaciones como es la implementación de sistemas de control electrónico como es el caso de motores con sistema de inyección electrónica CRDI, para ello con lleva la implementación de sensores, actuadores y una computadora central los mismos que me permiten realizar un control de los diferentes parámetros de funcionamiento del motor como son: inyección de combustible, temperatura del motor, posicionamiento del cigüeñal, presión de combustible. Etc.

Debido a las nuevas tecnologías implementadas en los vehículos a diésel los técnicos de mantenimiento de este tipo de vehículos deben estar al tanto para poder solucionar los distintos inconvenientes que provocan fallas en el funcionamiento del motor. Por lo cual el proyecto busca crear estrategias para la solución de averías en un sistema CRDI mediante la elaboración de flujogramas de diagnóstico que identifique las averías y el procedimiento que se debe seguir para dar la solución adecuada al sistema mediante la utilización de equipos de diagnóstico automotriz lo cual ayudará a toda la comunidad que cuente con esta información para aumentar sus conocimiento sobre el funcionamiento de los motores que cuenten con sistema de inyección electrónica.

Justificación

La implementación de un banco de pruebas de un motor Diésel con sistema de inyección electrónica de riel común tiene como objetivo ayudar a los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y todo técnico que tenga al alcance esta información para que se especialicen en el diagnóstico de un motor diésel con sistema CRDI reconociendo fallas o averías que se susciten en el sistema de inyección electrónica, donde se especificara cuáles son los sensores que se encuentran distribuidos en el motor para su correcto funcionamiento, los parámetros que se deben cumplir y el tipo de código de avería que detecta cuando su funcionamiento sea erróneo, para lograr este diagnóstico es necesario explicar cómo se debe utilizar los equipos de inspección como lo es el escáner desde que este se encienda hasta que funciones deben de seguir para leer los parámetros que indican cuando está en funcionamiento el motor.

Además, se logra generar flujogramas de diagnóstico de fallas y su procedimiento para la avería del sistema de control electrónico del conjunto CRDI, con el fin de apreciar los valores óptimos de funcionamiento de los sensores y obtener un comportamiento adecuado del sistema.

Objetivos

General

ELABORAR FLUJOGRAMAS DE DIAGNÓSTICO DONDE SE IDENTIFIQUEN LOS CÓDIGOS DE AVERÍAS Y PROCEDIMIENTOS PARA SOLUCIONAR AVERÍAS EN UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA CON RIEL COMÚN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ.

Específicos

- Recabar información de los diferentes sensores y actuadores que están distribuidos en el motor Dmax 2.5 CRDI.
- Revisar el protocolo que es utilizado en el sistema OBD para el diagnóstico mediante Scanner automotriz.

- Investigar sobre los códigos de averías que se dan en un sistema de inyección electrónica con riel común, las soluciones con procedimientos y los equipos a usarse para sus diagnósticos mediante páginas web, libros, etc., para obtener así una información concreta de dicho sistema.
- Registrar los códigos más comunes y los que se dan de forma general revisando la lista de DTC's que exista en toda la línea de vehículos Chevrolet o proveedor de General motors.
- Identificar los valores de los voltajes de cada cable que conforma cada uno de los sensores.

Alcance

Se desarrolló un banco de entrenamiento para la diagnosis del sistema de inyección electrónica Common Rail de un motor de Dmax 2.5 (CRDI) con la finalidad de registrar el cambio del funcionamiento del motor en condiciones de trabajo normal y cuando algún sensor entre en falla, esto se aplicará dando solución a las averías usando los equipos de diagnóstico automotriz

En el presente trabajo se lleva a cabo la elaboración de flujogramas donde se identifiquen los códigos de averías y las posibles soluciones usando los equipos de diagnóstico automotriz.

El análisis del motor del vehículo Isuzu Dmax CRDI enfocado en el sistema electrónico permitirá a las personas que tengan a su disposición este recurso para diagnosticar las posibles fallas que se susciten en el motor mientras esté en funcionamiento, con lo cual se detallarán las funciones que realizan cada uno de los sensores y actuadores que conforman para poner en funcionamiento al motor, logrando así la preparación especializada de un vehículo con sistema CRDI.

Se aplicó el método deductivo que permitirá analizar las características y parámetros de funcionamiento de los sensores además del comportamiento mecánico y electrónico de actuadores, los cuales permiten un funcionamiento adecuado para el motor.

El método experimental con el cual se realizará las pruebas de funcionamiento donde se revisará el comportamiento de cada sensor en base al régimen de trabajo que al cual se someterá en variaciones de revoluciones del motor.

Capítulo II

Marco Teórico

Sistema de inyección electrónica

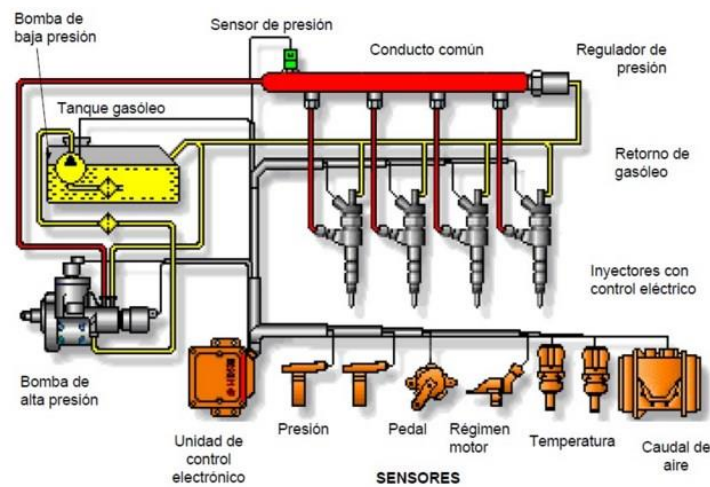
Este tipo de sistema reemplaza al sistema con regulador mecánico antiguo por uno totalmente electrónico el cual controla la sincronización y la relación de aire-combustible a través de un solo módulo electrónico con varios sensores y solenoides que permiten su correcto funcionamiento.

Las funciones que se realizaban con los métodos convencionales de inyección antiguos eran realizadas de manera mecánica pues esto ha cambiado para beneficio de obtener lecturas con mayor precisión y confiabilidad con un sistema de inyección controlado electrónicamente, pues el módulo de control electrónico detectará diferentes parámetros de funcionamiento como lo son la velocidad y carga del motor los cuales ajustará automáticamente dando una sincronización y duración de inyección ideal a través de una codificación de datos.

Con lo mencionado anteriormente el sistema de inyección de combustible tiene un acumulador de riel común que mantiene una presión igualitaria del diésel en todos los inyectores ya que son enviados a los cilindros por los inyectores que son controlados electrónicamente, además envían una pulverización de combustible adecuada en cada cilindro así evitando el consumo excesivo de combustible diésel a su vez la alta contaminación por los gases de combustión no quemados.

Figura 1

Esquematación del sistema de inyección controlado electrónicamente



Nota. La figura representa a cómo se realiza la inyección de combustible en un sistema controlado electrónicamente. Tomado de (Cómo funciona, 2022)

Ventajas

En el uso del sistema de Riel común existen varias ventajas las cuales son:

- Mejora la formación de la mezcla de aire combustible.
- Analizando al manual de (Bosch, 2005) menciona que: el sistema common rail contribuye a incrementar la potencia específica y reduce el consumo de combustible, emisión de ruidos y la expulsión de sustancias nocivas producto de la combustión.
- Hay extensas posibilidades de cambio en la configuración de la presión y momentos de la inyección. (Bosch, 2005) Reducción de gases contaminantes. (p.4)
- Según (Denso, 2004) en su manual afirma que “Disminuye en gran cantidad la cantidad de humo negro que normalmente emite un motor diésel durante el arranque y la aceleración y como resultado, las emisiones de gases de escape son más limpias y reducidas logrando así una mayor potencia de salida”. (p.7)

- Debido al control en las inyecciones de common rail logra reducir las vibraciones del motor, así como el sonido producido por la combustión.
- En el manual de (Denso, 2004) menciona que: “hay mayor reducción de gases de escape (NOx, PM, monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y humo”.
- Mejora el rendimiento de conducción.
- Algunas demandas del sistema CRDI incrementa la presión de inyección de taza de inyección optimizada, mayor precisión en el tiempo de inyección, mayor control de la cantidad de inyección en el riel de inyectores. (p.4)
- Mejor arranque en frío.
- (Davila, Mena , & Erazo, 2014) mencionan que las ventajas del sistema CRDI son:
- Optimización del combustible, tanto en bajo como alto régimen.
- El motor genera más potencia y torque, así una mejor aceleración, velocidad final y fuerza en todo momento. (p.2)

Mediante lo citado anteriormente entre las ventajas principales del sistema CRDI obtenemos que, se tiene el control sobre la presión y momentos de inyección con lo que se obtiene una mejor pulverización de combustible reduciendo el consumo así disminuyendo los gases contaminantes producidos por la combustión, menor ruido, mayor eficiencia, mayor torque y potencia entregada por el motor.

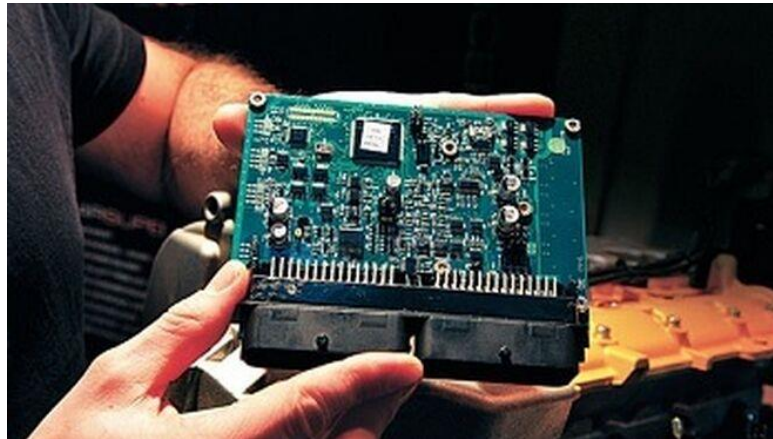
Unidad de control Electrónico “EDC”

Citando a lo publicado por (Bosch, 2002). El sistema de control electrónico de la inyección diésel es empleado para la entrega a través de un pulverizado de combustible que es controlado por un proceso de codificación de datos emitido por los sensores enviado combustible hacia la cámara de combustión en los motores diésel, el EDC por sus siglas en inglés Electronic Diésel Control fue desarrollado por las altas demandas que requieren este tipo de vehículos, pues regulan el consumo de

combustible que es entregado con lo cual se tiene más control sobre la potencia además de las emisiones que son provocadas producto de la combustión son menores.

Figura 2

EDC o "ECM" de motor Dmax 2.5 CRDI



Nota. la figura presenta a una EDC que cuenta con unos circuitos integrados y estos se encargan de codificar las señales emitidas por los sensores y hacer entrar en trabajo al motor. Tomado de (INFOTALLER, 2016)

La unidad de control del motor procesa todos los datos analizando las señales que envían los sensores externos, la señal emitida por los diferentes sensores como los son CMP, CKP, MAF, TPS, sensor de temperatura, etc. Son las señales que se envían a través del ramal eléctrico "arnés" la cual hace llegar hacia los actuadores por un intercambio de señal, evaluando datos para la inyección de combustible.

Para la alimentación de combustible el sistema CRDI está compuesto de un sistema de alta y baja presión cuya información es receptada por sensores que envían su señal hacia la ECM para el procesamiento de datos.

Sistema de alta presión

El sistema Common rail, tiene este nombre ya que cuenta con un acumulador de alta presión compartido para todos los inyectores (raíl común) este se encarga de suministrar el combustible a todos

los cilindros de manera igualitaria. En los sistemas convencionales de inyección diésel se necesita una presión para cada inyector de manera individual, pues en el sistema common rail la generación y la inyección de presión se realiza por separado ya que el combustible siempre está disponible en la presión necesaria para su inyección. (talleres_admin, 2018)

Figura 3

Acumulador Común "Common Rail"



Nota. En la figura se muestra el acumulador de diésel el cual se encarga de repartir el combustible hacia los cilindros para realizar la combustión. Tomado de (Bosch, 2002)

Funcionamiento

El Diésel es succionado por la bomba de alta presión la cual se encarga de distribuir y comprimir el combustible y lo envía hasta el orificio del raíl o riel mediante un conducto común para todos los inyectores (a él se debe el nombre de «common rail», raíl común).

Una vez acumulado el combustible se distribuye en cada inyector que, a su vez, lo inyecta en la cámara de combustión del cilindro permitiendo que se realice la combustión.

Las bombas de alta presión trabajan a presiones de entre 1 100 y 2 200 bares. También existen a su disposición sistemas con bombas independientes. Los inyectores utilizan válvulas de solenoide o tecnología piezoeléctrica la cual realiza la apertura y cierre para el paso del combustible hacia el cilindro.

Ventajas

El sistema de alta presión presenta las siguientes ventajas:

- Una inyección de combustible limpia y muy eficiente debido a las extremadamente cortas distancias de pulverización y a la inyección múltiple.
- Una potencia de motor alta y un buen funcionamiento con un nivel de consumo y emisiones contaminantes bajas.
- Se puede utilizar con todos los modelos de vehículo gracias a su diseño modular.
- Es utilizada en vehículos livianos y pesados (hasta 350 hp)

Inyectores

Refiriendo a lo publicado por (Bosch, 2005) En el sistema de inyección Diésel Common Rail, los inyectores están conectados al conducto común mediante tuberías de combustible de alta presión de una longitud pequeña. El pulverizado de los inyectores hacia la cámara de combustión se lleva a cabo mediante una arandela de presión de cobre.

Los inyectores van montados en la culata mediante elementos de fijación, debido al Common Rail son adecuados para su montaje de efecto oblicuo, según la versión de los inyectores en los motores de inyección directa.

Figura 4

Inyectores Piezoeléctricos

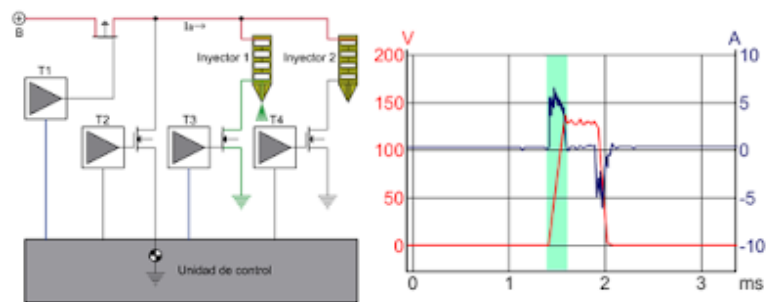


Nota. En la figura se muestran 4 inyectores de tipo piezoeléctricos los cuales cuentan con 2 cables 1 de referencia y señal controlado por la ECM Tomado de (Archilla, 2015).

Funcionamiento

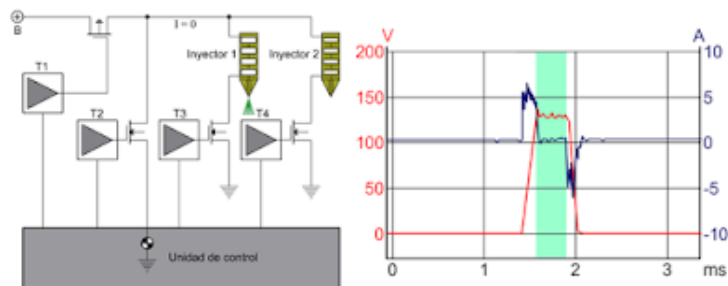
Inyector cerrado – Inicio de inyección

Al no recibir excitación, el actuador piezoeléctrico se encuentra en estado de reposo y el inyector cerrado. Para iniciar la inyección, la unidad alimenta el actuador con positivo y negativo. Al recibir tensión y por efecto piezoeléctrico inverso, el actuador se dilata y abre el inyector.



Inyector abierto - Inyección

Una vez abierto, deja de ser excitado. El actuador funciona como un condensador, reteniendo la carga eléctrica, permaneciendo dilatado y el inyector abierto.



Inyector abierto - Inyección

Una vez abierto, deja de ser excitado. El actuador funciona como un condensador, reteniendo la carga eléctrica, permaneciendo dilatado y el inyector abierto.

Citando a lo publicado por (Gilbert Mauricio Garcia Orozco, 2017) El APP, Accelerator Pedal Position (Sensor), se encuentra integrado en el pedal del acelerador. Existen principalmente dos tipos de sensor, el de tipo resistivo y el de efecto hall.

El mecanismo que se encarga de mover la mariposa es muy simple, está formado por un motor de corriente continua con escobillas y un juego de engranajes. El conjunto se encuentra acoplado a la mariposa, en el conducto de admisión, el motor eléctrico está conectado al ECM de donde recibe la señal de activación.

El APP cuenta con un conector de 6 cables:

- 1 señal de referencia que comanda la ECU que es de 5V, un voltaje de señal que varía de (0-5V) y un cable de masa.
- Señal de referencia 2 de la ECU de 5V, un voltaje de señal que varía de (0-5V) y un cable de masa.

Figura 6

Conector de pedal de aceleración de tipo Potenciómetro



Nota. El conector cuenta con diferentes pines los cuales enviaran señales de referencia, señal y masa.

Tomado de (Auto Avance, 2021)

Fallas más comunes en el sistema CRDI

Citando a lo que mencionan en la monografía por (Barros Fajardo & Pulla Morocho, 2016) que el deterioro de los elementos de inyección CRDI, son originados por múltiples razones como: calidad del diésel, mantenimiento inadecuado, esfuerzos extremos del motor, vida útil limitada de los elementos del sistema de inyección, entre otros factores los cuales son propicios a afectar el funcionamiento del motor.

Estos problemas tienden a ocasionar inconvenientes perceptibles para el conductor como lo es la pérdida de potencia y rendimiento del motor lo que genera un aumento en el consumo de combustible, lo que lleva a un gasto elevado por parte del propietario del vehículo, además de las altas emisiones contaminantes por el tubo de escape este problema conlleva varias consecuencias siendo la principal el impacto que tiene en el medio ambiente.

Con lo mencionado anteriormente los problemas para que el sistema CRDI falle son múltiples tales son la calidad de combustible que hay en el país la cual se puede calificar como muy mala, el tipo de manejo que el conductor le da al vehículo exigiendo demasiado para trabajos forzados y la principal es:

El no darle el mantenimiento correspondiente al kilometraje que recomienda el manual del fabricante, como resultado de esto hay un deterioro de los componentes del sistema haciendo que este aumente demasiado el consumo de combustible provocando una gran cantidad de gases contaminantes.

Tabla 1*Principales fallas en un motor con sistema de inyección electrónica*

N°	Fallas	Variables	Causas
1	Humo negro	Inyectores	Desconexión eléctrica del inyector
2	Mayor opacidad		Resistencia interna del bobinado fuera de rango
3	Ralentí inestable		Caudal de retorno fuera de rango
4	Ruido del motor fuera del limite		Tobera de inyección desgastada
5	El motor se demora en arrancar	Cañerías de combustible de baja, alta presión y retorno	Fugas de combustible
6	Humo blanco	Filtro de combustible	Filtro sucio u obstruido
7	El motor no arranca	Bomba de alta presión	Desgaste o deterioro de los elementos internos

Nota. La tabla N 1 indica las fallas que se suelen presentar cuando el motor tiene un funcionamiento inadecuado.

Control electrónico

El control electrónico se subdivide en 3 temas los cuales son:

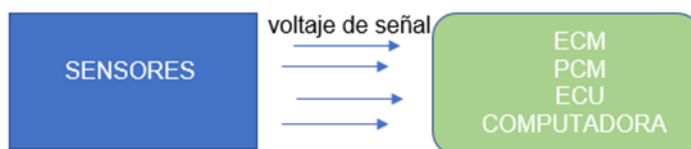
- Sensores
- Módulo de control electrónico
- Actuadores

Sensores

Son dispositivos electrónicos que detectan cambios en el entorno recibiendo un fenómeno físico, eléctrico y electrónico convirtiéndolo en una corriente eléctrica obteniendo así un voltaje analógico medido en una herramienta legible para personas o un voltaje de señal.

Figura 7

Secuencia de control de señal hacia ECM



Nota. representación básica de procesamiento de señal emitida por los sensores. Los sensores se clasifican en los siguientes elementos eléctricos.

Potenciómetro

El potenciómetro es un elemento o un resistor eléctrico con valor de resistencia variable el cual permite variar la resistencia al paso de corriente eléctrica, la función principal es informar a la centralita electrónica de la posición de los elementos que pueden moverse, se suelen utilizar para detectar la posición de piezas como el acelerador, estrangulador(mariposa), dosificador de combustible, entre otros.

Figura 8

Sensor de tipo potenciómetro



Nota. este componente tiene la capacidad de moverse y emitir una señal la cual variará dependiendo a las necesidades del controlador. Tomado de (PWRPRO, 2007)

Este sensor se mide dependiendo del porcentaje de apertura al que se someta el cual va a variar por las revoluciones del motor. Lo encontraremos en diferentes componentes como lo son: TPS, APP, BPP, CPP, y LF. De estos el número de cables que tenga cada uno variará por cada uno, por ejemplo.

TPS: número de cables= 3

APP/BPP/ CPP: número de cables = 4, 5 o 6

LF: número de cables= 3

Termistor

Un termistor es un sensor resistivo de temperatura, su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura. El cambio de los valores de resistencia afecta directamente a la señal de voltaje a medida que disminuye la temperatura del sensor, con lo cual el valor de la resistencia aumentará o disminuirá y viceversa.

Figura 9

Sensor IAT de tipo Termistor



Nota. Este sensor variará su resistencia en diferentes estados de temperatura al que se encuentre.

Tomado de (Códigos DTC, 2004)

Piezoeléctricos

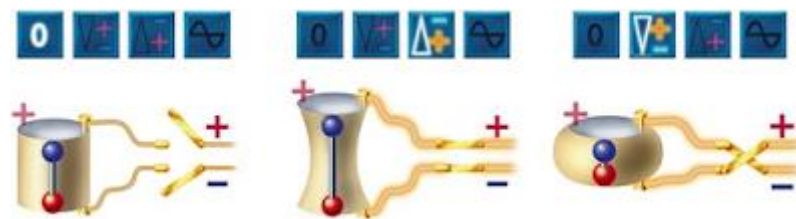
Según (Archilla, 2015) menciona que: Los inyectores se pueden encontrar a partir de las motorizaciones con sistema de inyección de tipo common-rail de 3era generación, con cuya fecha de producción desde mayo del 2003, cumpliendo con la normativa Euro 4.

El principio de funcionamiento del inyector está basado en el efecto piezoeléctrico inverso. Dicho efecto consiste en aplicar tensión eléctrica a un conjunto de placas cristalinas, elemento piezoeléctrico -cuarzo o turmalina-, provocando de esta manera una dilatación del mismo. Al dilatarse se inicia el proceso hidráulico dentro del inyector. Al aplicar una tensión, las placas cristalinas realizan un recorrido de 0,03 mm. El actuador piezoeléctrico es excitado por la unidad de mando con una tensión continua de 70 a 140 Voltios en función del sistema y se inicia el proceso hidráulico dentro del inyector.

De acuerdo a lo planteado por el autor el principio de funcionamiento de un inyector piezoeléctrico se basa como un condensador el cual ha retenido una carga eléctrica lo que lo hace lo que lo hace permanecer dilatado a su vez que el inyector está abierto, para que el inyector cierre la unidad de control actúa como un consumidor descargando la tensión acumulada por el actuador.

Figura 10

Excitación- Carga y descarga Cuarzo o Turmalina



Nota. en la Figura 10 se observa el efecto de aplicación de tensión a las placas el elemento piezoeléctrico para la activación y cierre del inyector. Tomado de (Archilla, 2015)

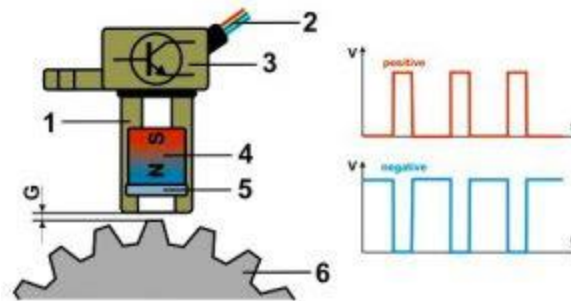
Efecto hall

Refiriendo a lo publicado en la tesis de (Quiñones & Garcia, 2009). El efecto Hall existe cuando en una placa conductora se hace circular corriente y luego se la somete a una fuerza de campo magnético que va de forma perpendicular al paso de dicha corriente, esto hace que aparezca una fuerza magnética la cual hace que las cargas que están en movimiento se desplacen y agrupen en un solo lado del material conductor, dando lugar a un campo eléctrico que es perpendicular al campo magnético y

eléctrico formado por la batería. Todo este campo eléctrico suscitado es el que se conoce como campo Hall.

Figura 11

Principio de funcionamiento de sensor de efecto hall



Nota. Este tipo de sensor envía una señal la cual se genera cuando pasa un metal por el campo magnético, esta señal es de tipo cuadrada. Tomado de (Quiñones & Garcia, 2009)

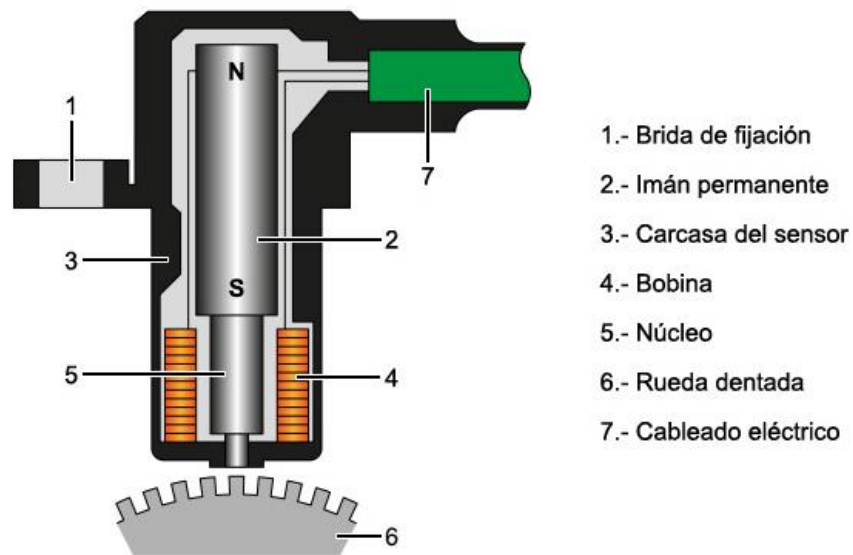
Inductivos

Haciendo énfasis en la monografía de (Fernandez, 2005) Los sensores inductivos están diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente. El trabajo que este genera es a través de una señal que pasa a través de un bobinado, al estar la bobinada en el imán queda bajo un campo magnético fijo y para variar se acerca una pieza de material ferromagnético.

El imán crea un campo magnético el cual es separado por un material ferromagnético diferente el cual crea una variación de tensión en la bobina esta variación de tensión vibra, a esta medida que la partícula ferromagnética se acerca al detector disminuye cuando la partícula se mueve la vibración en la bobina aumenta.

Figura 12

Funcionamiento de sensor Inductivo



Nota. Señal recibida por el sensor Inductivo enviada a través de una rueda dentada. Tomado de (Blog Mecánicos , 2019)

Módulo de control electrónico (ECM)

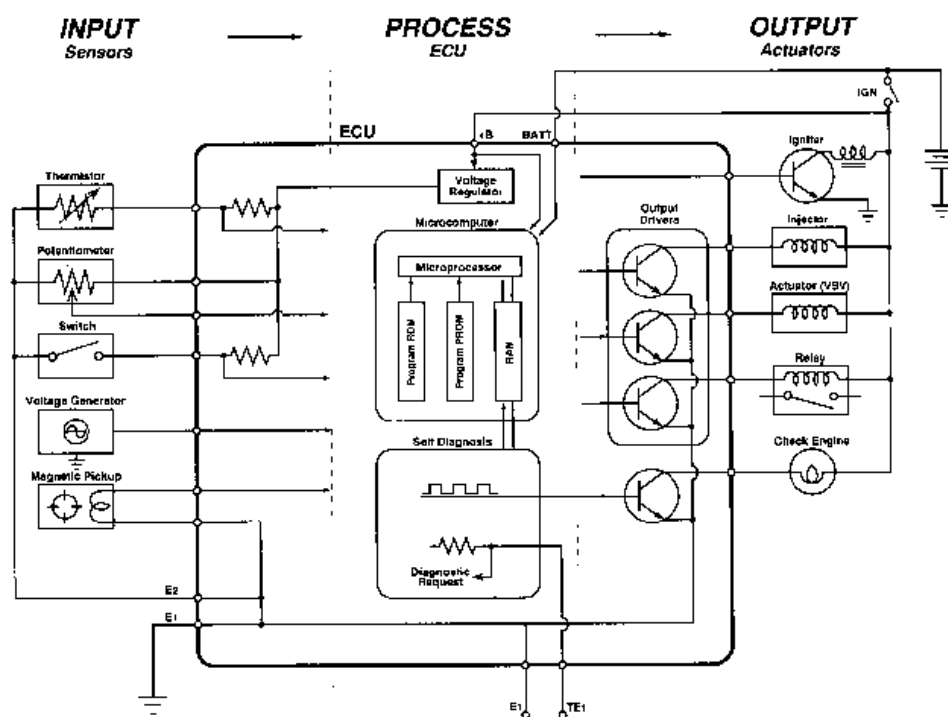
Es un módulo el cual recibe, almacena y procesa la información entregada por los sensores y así emite una orden de activación hacia los actuadores. La ECM se encarga de supervisar todos los aspectos eléctricos para el rendimiento adecuado del motor, el módulo asegura que el aire, combustible estén en las proporciones adecuadas y los tiempos correctos.

Posee 4 circuitos:

- Fuente
- Procesamiento
- Drivers
- Periferia

Figura 13

Esquematación de ECM



Nota. Sistema de control electrónico responsable de monitorear y administrar las funciones del motor.

Tomado de(e-auto, 2022)

Este dispositivo procesa las señales de entrada y salida por medio de los sensores que se instalan en el motor del vehículo, además se encarga de transmitir los movimientos a los actuadores que debe realizar entre ellos se tiene:

- Posición del árbol de levas
- Caudal de inyección
- Número de revoluciones del cigüeñal
- Comienzo de la alimentación

Figura 14

Pines del módulo de control electrónico ECM



Nota. La figura N 11 muestra los pines que se encuentran en la ECM para el control de los diferentes sistemas del vehículo.

A estos conectores se los conoce como PINOUT que describe la pinera de uno o más conectores de un componente electrónico, el PIN-OUT facilita el trabajo de la reparación en la búsqueda por inconvenientes en la ECM como cortocircuitos, interrupciones en el circuito y para la restauración del arnés.

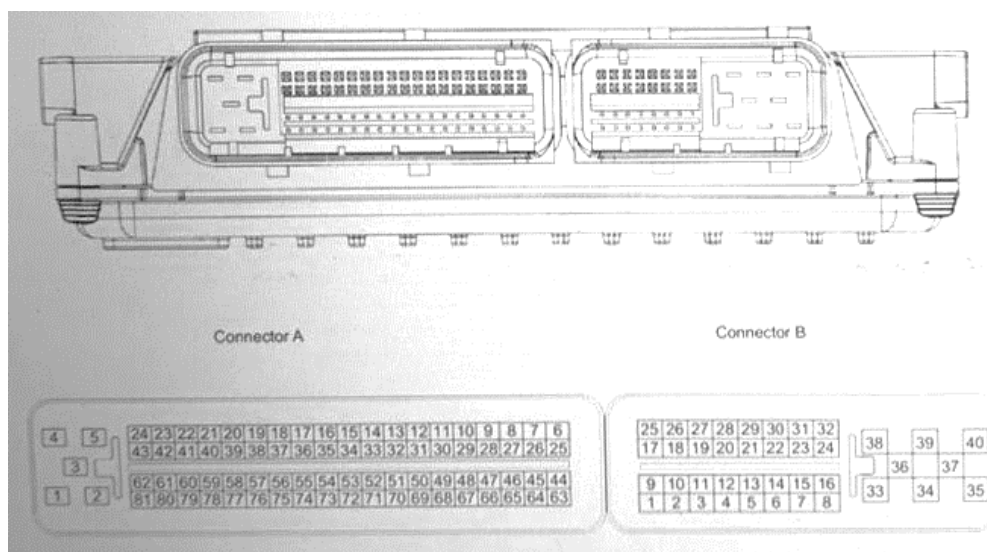
Interpretación del PIN-OUT

Citando a lo publicado por (Donado, 2020) sobre el PINOUT que cada uno de ellos cuenta con una función diferente tales como:

1. Puedes notar que en el **pin 01** del conector del ABS, existe un cable rojo que conecta al fusible F01 de la caja de relés y fusibles del habitáculo del motor.
2. En el **pin 06** existe un cable marrón y verde que se conecta al pin 02 del sensor de velocidad de la rueda trasera izquierda. Entre ellos existe un conector intermedio cuya cavidad 64 es utilizada para conectar de un trecho del arnés a otro.
3. En el **pin 14** existe un cable negro y gris es el de tierra de la unidad del ABS.

Figura 15

PIN-OUT del Módulo de control Electrónico



Nota. Con este Outline de la ECM se puede revisar toda la conexión del arnés para encontrar fácilmente los cables que dispone cada sensor.

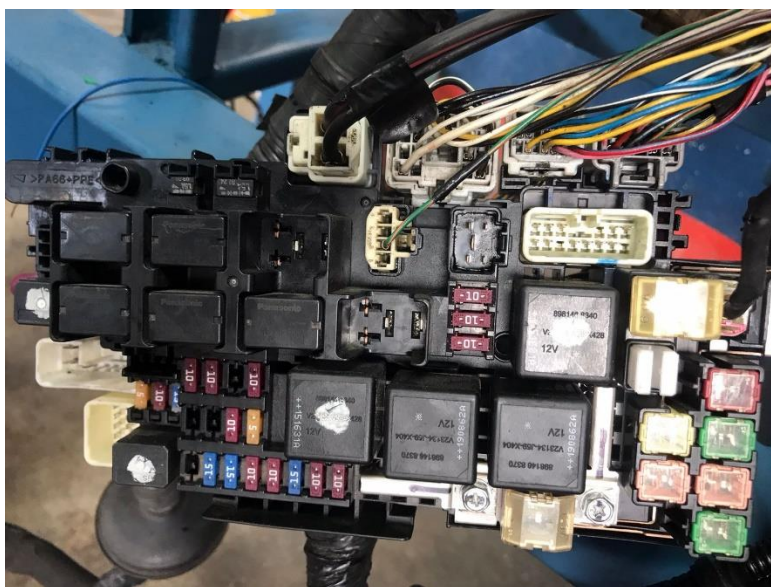
Fusilera

El sistema de inyección electrónica cuenta con su caja de fusibles los cuales son los encargados de regular cada uno de los sensores y actuadores que cuentan en el sistema, debido a esto es un elemento esencial el cual debe estar muy bien cuidado evitando que esté en contacto con cualquier líquido que pueda llegar a averiar este componente.

La Fusilera cuenta con fusibles de diferente capacidad que proteja a los sensores y actuadores, además de que se encuentran relays que comandan los tiempos de apertura y cierre de circuitos eléctricos para la apertura y cierre de corriente dependiendo las necesidades a las que se encuentre el motor.

Figura 16

Caja de Fusibles de motor Dmax 2.5 CRDI



Nota. La figura indica cada fusible, relay, sockets y pines para disposición y funcionamiento del motor.

DTC Código de diagnóstico de Fallas

Los DTC por sus siglas en inglés Diagnostic Trouble Code son anomalías que se presentan cuando existe una falla o un funcionamiento erróneo en el motor, ya sea por parte de los sensores o actuadores los cuales se visualizarán con una alerta en el tablero de accesorios o como se lo conoce como un “check engine” que traducido al español “revise el motor”

Un DTC identifica cual es el problema y donde se encuentra, pero para poder leer el código de avería es necesario contar con un escáner el cual se conecta en el puerto OBD del vehículo. Con la implementación del sistema de diagnóstico a bordo (OBD) la sociedad de ingenieros Automotrices (SAE) ha creado una lista de códigos de falla que son comunes a todos los fabricantes de vehículos.

Lectura de DTC's

Según (Samsara, 2021) para realizar la lectura de un código de avería o DTC:

Un DTC se presenta como un código el cual se presenta con cinco caracteres los cuales proporcionan información diferente sobre la localización del problema.

El primer carácter es siempre una letra. Indica qué sistema de control tiene un problema y tiene los siguientes valores y significados posibles:

P0001

- **P** (tren motriz o powertrain) se refiere al motor, la transmisión, el sistema de combustible y los accesorios asociados.
- **C** (chasis) se refiere a sistemas mecánicos generalmente fuera del compartimiento de pasajeros, como dirección, suspensión y frenado.
- **B** (carrocería) se refiere a las partes que se encuentran principalmente en el área del compartimiento de pasajeros.
- **U** (red) se refiere a las computadoras a bordo del vehículo y los sistemas relacionados.

El segundo carácter es un dígito, normalmente **0** o **1**, y muestra si el código está estandarizado o no:

- **0** indica que el código es un código SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) genérico y estandarizado. Todos los automóviles que siguen el estándar OBDII adoptan códigos genéricos.
- **1** indica que el código es específico del fabricante del vehículo. Estos códigos son exclusivos de una marca o modelo de auto específico y, por lo general, son menos comunes.
- **2** o **3** son más raros y sus significados dependen de la letra anterior en el código. La mayoría de las veces, **2** o **3** indican que un código es específico del fabricante, con solo unas pocas excepciones.

El tercer carácter también es un dígito que va del **1** al **8**. Esto revela el subsistema que tiene la culpa.

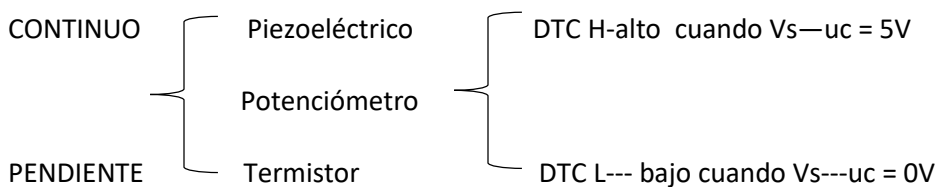
- **1** se refiere al sistema de medición de combustible o aire.
- **2** se refiere al sistema de inyección de dosificación de combustible o aire.
- **3** Se refiere al sistema de encendido.
- **4** se refiere al sistema de emisiones.
- **5** se refiere a los controles de velocidad del vehículo y al sistema de control de ralentí.
- **6** se refiere al circuito de salida de la computadora
- **7 y 8** indican que el problema está relacionado con la transmisión.

El cuarto y quinto carácter se leen juntos, como un número de dos dígitos entre 0 y 99, conocido como índice de falla específico. Estas cifras identifican el problema exacto del vehículo.

Tipos de códigos DTC.

Existen diferentes tipos de códigos los cuales son:

- **Continuo:** son códigos de falla actuales pero que no necesitan confirmación (termistor, efecto hall, inductivos).
- **Pendiente:** son códigos de falla actuales pero que necesitan confirmación (potenciómetro, piezoeléctrico).
- **Histórico:** son códigos de falla que permanecen en el sistema a pesar de haber solucionado la avería y son borrados por la utilización de un scanner.



Medios de comunicación para diagnóstico

OBD (On Board Diagnostic)

Este sistema fue requerido por la industria automotriz para ayudar a los técnicos en el diagnóstico ya que los sistemas que existían hasta ese entonces no facilitaban dicho proceso.

Consiste en un sistema de diagnóstico a bordo del vehículo y el cual permite monitorear el sistema y almacenar las diferentes fallas que se puedan presentar por el funcionamiento del motor. Los componentes dentro del sistema son verificados en su funcionalidad (usualmente los circuitos abiertos y en corto). (GlobalTech , 2017)

Figura 17

Conector OBD del arnés del motor



Nota. En la figura 10 se muestra el conector de 16 pines repartidos para el diagnóstico de fallas.

Conector DLC SAE J1962

Ubicación

El conector debe encontrarse ubicado debajo del panel de instrumentos frente al conductor y aproximadamente 30 cm más allá de la línea central del vehículo.

Los terminales 4 y 5 son ligeramente más grandes (2,0mm) para permitir que se lleve a tierra el scanner antes de aplicarse el voltaje con el objetivo de prevenir picos de voltaje que puedan afectar la red de comunicación del vehículo.

- Pin 4 Tierra de chasis para el scanner (Obligatorio).

- Pin 5 Tierra señal de referencia para los receptores de la red can bus en el scanner.

Protocolo de comunicación

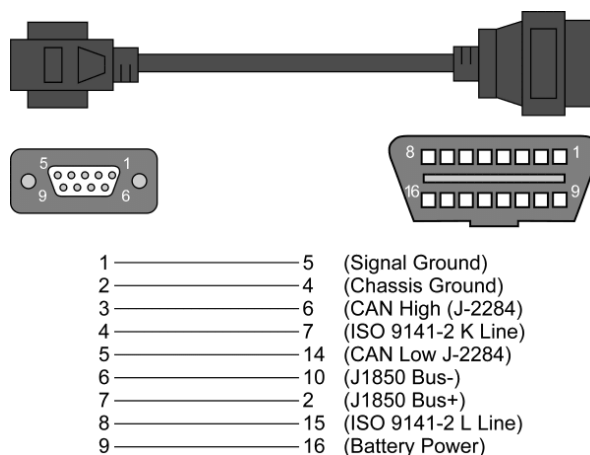
El protocolo de comunicación tipo A el cual tiene 16 pines, es un tipo de enchufe de tipo hembra que permite la conexión de un enchufe tipo macho. El conector tipo A se utiliza para los vehículos que utilizan la tensión de alimentación de 12V, además:

- El ancho de pulso varía a 10,4 Kbps.
- Trabaja por medio de un solo cable.
- La cantidad máxima de transmisión es de 12 bytes por mensaje.
- Este protocolo es utilizado por GENERAL MOTORS en el caso de nuestra investigación ISUZU

Dmax.

Figura 18

Conector DLC SAE J1962



Nota. Conector para el diagnóstico con el uso del Scanner Automotriz Fuente: (Mecánica en acción, 2018)

Capítulo III

Desarrollo de Pruebas

Especificaciones Técnicas del Motor

Tabla 2

Características del motor

<i>Especificaciones principales del motor Dmax 2.5 CRDI</i>	
<i>Modelo del motor</i>	4JK1-TC
<i>Tipo de motor</i>	4 tiempo, válvula en culata, refrigerado por agua
<i>Tipo de cámara de combustión</i>	Diésel “common rail”
<i>Tipo de camisa del cilindro</i>	Tipo seco- cromado
<i>N de cilindros</i>	4 en línea
<i>N de válvulas</i>	8
<i>Número de segmentos del pistón</i>	Segmento de compresión 2/ segmento de lubricación 1
<i>Cilindrada total cm³ (pulg³)</i>	2.499(152.4)
<i>Relación de compresión MPa</i>	18.5
<i>Peso del motor kg (lb)</i>	Aproximadamente 239 Kg (527lb)
<i>Orden de inyección del combustible</i>	1-3-4-2

<i>Distribución de inyección de combustible</i>	8
<i>BTDC grados</i>	
<i>Tipo de combustible especificado</i>	Combustible diésel JIS No.2, DIN/EN 590/ GB252-1944
<i>Ralentí</i>	730 _ 25(A/C apagado)
<i>Especificaciones principales del motor Dmax 2.5 CRDI</i>	
<i>Diámetro x carrera (HP-RPM)</i>	95,4 x 104,9
<i>Torque neto (Nm-RPM)</i>	280/2000
<i>Potencia neta (HP-RPM)</i>	130-3800

Nota. Tabla con las características principales del motor diésel de Dmax 2.5

Sensores

Sensor de posición del árbol de levas (CMP)

Figura 19

Ubicación de sensor CMP



Nota. El sensor CMP trabaja en conjunto con el sensor CKP para determinar cuando el pistón se encuentra en el PMS para realizar la inyección de combustible.

Este sensor es de tipo Hall los cuales verifican señales a altas revoluciones del motor como es el caso del árbol de levas, este cuenta con una rueda dentada la cual al girar genera pulsos que son recibidos por el sensor a través de un campo magnético, esta señal permite sincronizar al primer cilindro con el sensor de posición del cigüeñal y estas señales las recibe la Unidad de control electrónico determinando cuando el cilindro N 1 se encuentre en el punto muerto superior, esta información es necesaria para:

- El comienzo de la inyección secuencial
- Señal de activación de la electroválvula del sistema bomba-inyector
- Regulación de la inyección en cada cilindro

Este sensor consta de 3 cables:

Tabla 3 Descripción de cables sensor CMP

Color	Características	Parámetro
RED	Voltaje de referencia	5.02 v
WHT	Voltaje de señal	5.05 v
BLK	Voltaje de masa	0.2 mv

Nota. Los valores del sensor son nominales ya que varía en diferentes condiciones de trabajo.

Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

Figura 20

Ubicación del sensor CKP



Nota. La figura 19 indica el lugar en el cual es acoplado el sensor CKP, el cual esta tras del motor de arranque y el volante de inercia.

Las revoluciones a las que gira el motor es uno de los parámetros más importantes para el cálculo de la inyección además de esto para el encendido del vehículo. Pues el sensor CKP es un transmisor que genera pulsos eléctricos en cada uno de los destajes del volante de inercia al igual que el CMP el cual verifica la posición angular del cigüeñal.

Al ser un sensor de tipo de efecto Hall cuenta con 3 cables.

Tabla 4

Descripción del sensor CKP

Color	Características	Parámetro
BLU	Voltaje de referencia	5.01 v
YEL	Voltaje de señal	5.02 v
GRN	Voltaje de masa	mv

Sensor de flujo de aire (MAF)

Figura 21

Ubicación del sensor MAF



Nota. El sensor MAF es un sensor integral y se ubica en el cuerpo de aceleración del motor, consta de 5 cables y una sujeción para evitar el movimiento del conector al sensor.

Este sensor es el encargado de informar a la unidad de control sobre la cantidad de aire que es aspirada al interior de los cilindros, está situado en la parte del colector de admisión tiene una carcasa resistente en la cual incluye el procesamiento de la señal electrónica, en pocas palabras su funcionamiento se basa en convertir la cantidad de aire succionado presentándose como una señal de voltaje, mientras más sea la cantidad de aire ingresado mayor será el combustible inyectado y los RPM también aumentaran.

Tabla 5

Descripción de sensor MAF

Color	Características	Parámetro
RED	Referencia	5.02 V
BLK	Masa	20 a 80 mV
WHT	Señal	0.03 V
BLU	Alimentación	

Sensor de presión del riel de combustible (FRP)

Figura 22*Ubicación del sensor FRP*

Nota. El sensor FRP se ubica en el costado derecho del riel de combustible el cual verifica la presión que se encuentra en el acumulador o riel.

El sensor de presión del riel permite monitorear la presión que existe en el riel o en la flauta de inyectores, gracias a él se logra un mejor consumo de combustible además que hay una mejor eliminación de los gases de escape, su funcionamiento se basa en determinar la presión del riel y a su vez envía señales de ajuste a la bomba de combustible, determinando que la presión del riel sea estable logrando que haya un volumen constante y se generen menos vapores de escape.

El sensor cuenta con 3 cables, donde se indica la funcionalidad de cada uno y parámetros de medición en la siguiente tabla.

Tabla 6*Descripción de sensor FRP*

Color	Características	Parámetros
RED	Alimentación	5 .02 V
WHT	Voltaje de señal	1.02 V
BLK	Voltaje de masa	20-80 mv

Sensor de posición del pedal de aceleración (APP)

Figura 23

Sensor de posición del pedal de aceleración



Nota. El APP controla las necesidades del conductor enviando una señal al TPS para que permita más ingreso de aire, a su vez mayor combustible inyectado.

Este tipo de sensor de tipo potenciómetro se encarga de ubicar la posición exacta a la que se encuentra el acelerador, envía una señal a la ECM la cual procesa la información del voltaje de señal enviado, dependiendo de la presión que ejerza el conductor en el pedal el potenciómetro cambiará de voltaje ya sea alto o bajo el cual oscila de 0,5V a 4,5V este voltaje hará que la mariposa del cuerpo de aceleración se abra o cierre permitiendo la entrada y salida de aire así enviando una mayor cantidad de combustible inyectado.

Esta señal se emplea para limitar la presión de sobrealimentación y la regulación de la recirculación de gases de escape.

Posee 6 pines

Tabla 7*Descripción de cables de sensor APP*

Color	Características	Parámetro
ORG	Referencia 1	5 v
WHT	Señal 1	0,50 v
BLK	Masa 1	20 a 80 mv
ORG	Referencia 2	5.02 v
REF	Señal 2	0.97 v
BLK	Masa 2	20 a 80 mv

Sensor de posición del Estrangulador (TPS)*Figura 24**Cuerpo de aceleración*

Nota. El cuerpo de aceleración o TPS permite el ingreso de aire hacia el interior de los cilindros y formar la mezcla de aire-combustible.

Este sensor se encarga de determinar la posición a la que se encuentra la mariposa de aceleración, es un pequeño transmisor que controla la inyección del combustible mediante una señal que es enviada por el APP hacia la computadora la cual transforma la señales enviando diferentes datos

ya codificados para cambiar los parámetros de la inyección de combustible, el sensor puede realizar un movimiento de hasta 100 grados.

El TPS cumple las siguientes funciones.

- Dosifica la cantidad del combustible
- Controla la marcha en mínimo
- Controla la función del canister

Tabla 8

Descripción del sensor TPS

Color	Característica	Parámetro
BLU	Voltaje de referencia	5.01 v
WHT	Voltaje de señal 1	0.02 v
RED	Voltaje de señal 2	0.58 v
GRN	Voltaje de señal 3	4.42 v

Actuadores

Inyectores

Figura 25

Inyectores desmontados de motor Dmax.



Nota. Juego de inyectores desmontados de un motor Dmax 2.5 CRDI. Tomado de (Machines, 2019)

Los inyectores son pequeñas bobinas las cuales trabajan de 2 a 20 Voltios, generalmente con 12 V de la batería, además cuentan con un fusible de 15 a 30 Amperios, los inyectores poseen 2 cables uno de alimentación de 12V entregado por la batería y un control de masa señal de un termistor PNP.

La resistencia que tiene este bobinado es de 2 a 20 Ohm y para realizar el trabajo de la inyección trabaja en un rango de milisegundos, aproximadamente de (1,2 - 2,8 milisegundos). En el sistema de common rail los inyectores son controlados electrónicamente donde se introduce más o menos el combustible de manera automática en función que el conductor presione el pedal del acelerador.

El orificio por el cual pasa el combustible se va conduciendo hasta llegar al final de la aguja lo cual un resorte se encarga de presionar dicha aguja para mantener cerrado el agujero de la inyección, una vez que se contrae el resorte el combustible es echado de forma de aerosol donde sale a una presión de hasta 400 kg/cm².

Los inyectores cuentan con 2 cables los cuales se describen en la siguiente tabla los parámetros de medición, y con su respectivo color.

Tabla 9

Descripción de Inyectores

Actuador	Color de cables	Voltajes
Inyector #1	GRY- GRY YEL	12. 09 V
Inyector #2	WHT-YEL	12.09 V
Inyector #3	BRN-WHT	12.09 V
Inyector #4	GRN-BLU	12.09 V

Válvula de recirculación de gases de escape (EGR)

Figura 26

Ubicación de Válvula EGR



Nota. La válvula EGR permite el paso de gases de escape para terminarlos de combustionar en caso de que existan partículas de diésel sin haber explotado.

Esta es una electroválvula de paso que transforma las señales procedentes de la unidad de control en una depresión de mando para la válvula mecánica EGR, cumple la tarea de dosificar la cantidad de gases de escape que son puestos en recirculación mediante la regulación del vacío que llega hasta la válvula mecánica EGR para activarla.

El valor para la regulación es la cantidad de recirculación de gases de escape se calcula a partir de un diagrama característico en función de los valores de la masa del aire aspirado, el número de revoluciones del motor y la cantidad de combustible a inyectar y se activa si la temperatura del motor sobrepasa los 50°C

La distribución de sus cables son 2 para el solenoide de activación y 3 para un potenciómetro al igual que el TPS.

Tabla 10

Descripción de Válvula EGR

Color	Característica	Parámetro
RED/BLU	Can ⁺	1.93 V
YEL	Can ⁻	3.10 V
BLU	Voltaje de referencia	5.01 v

Capítulo IV

Análisis de resultados

Diagnóstico de fallas

Al realizar las pruebas de funcionamiento de los distintos sensores y actuadores presentes en el motor, conectamos el equipo de diagnóstico (escáner) y verificamos los códigos de problema de diagnóstico. Esperamos unos segundos mientras cargue la lista y se pudo observar que se presenta una lista de distintos DTC. Los cuáles serán descritos a continuación:

Figura 27

Códigos de problema de diagnóstico DTC confirmado

Código de problema diagnóstico			
	Descripción(16/16)	MID	Estado
P2138	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D'/'E' Voltage Correlation	E8	Confirmado
P2123	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D' Circuit High	E8	Confirmado
P2122	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D' Circuit Low	E8	Confirmado
P2228	Barometric Pressure Sensor 'A' Circuit Low	E8	Confirmado
P0335	Crankshaft Position Sensor 'A' Circuit	E8	Confirmado
P0183	Fuel Temperature Sensor 'A' Circuit High	E8	Confirmado
P0113	Intake Air Temperature Sensor 1 Circuit High - Bank 1	E8	Confirmado
P0201	Injector Circuit/Open - Cylinder 1	E8	Confirmado
P0202	Injector Circuit/Open - Cylinder 2	E8	Confirmado
P0102	Mass or Volume Air Flow 'A' Circuit Low	E8	Confirmado

Nota. Los sensores que se presentan se muestran en estado confirmado ya que se presentaron con falla antes de poner en contacto al motor.

Sensor de posición del árbol de levas (CMP)

Figura 28

Sensor CMP

P0340	Camshaft Position Sensor 'A' Circuit - Bank 1 or Single Sensor	E8	Confirmado
-------	--	----	------------

Nota. código de falla del sensor CMP en conjunto con el sensor CKP estado confirmado.

Síntomas

Un fallo en el sensor de posición del árbol de levas puede detectarse de la siguiente manera:

- Problemas en el arranque
- Testigo de lámpara check engine
- Registro de código de avería DTC

Causas

Las posibles razones para que el sensor detecte una falla son las siguientes:

- Daños mecánicos internos en el sensor
- Rotura de la rueda del transmisor
- Cortocircuitos internos
- Rotura de la conexión hacia la unidad de control

Tipos de DTC

Tabla 11

Código de problema diagnosticado CMP

Código	Código de síntoma	Nombre DTC	Condición de recuperación	Piezas relacionadas con el fallo
P0340	A	Fallo en la velocidad del árbol de levas	Velocidad correcta del árbol de levas	1.Fallo en el sensor del árbol de levas de la bomba 2.Intervalo Incorrecto de detección de pulsos 3.Fallo en el generador de pulsos 4. Interferencia eléctrica 5.interferencia magnética 6.Fallo en la PSG (Unidad de control bomba) 7.Fallo en la ECM

Nota. La tabla indica las piezas con las que están relacionadas el fallo en el sensor de posición del árbol de levas

Solución

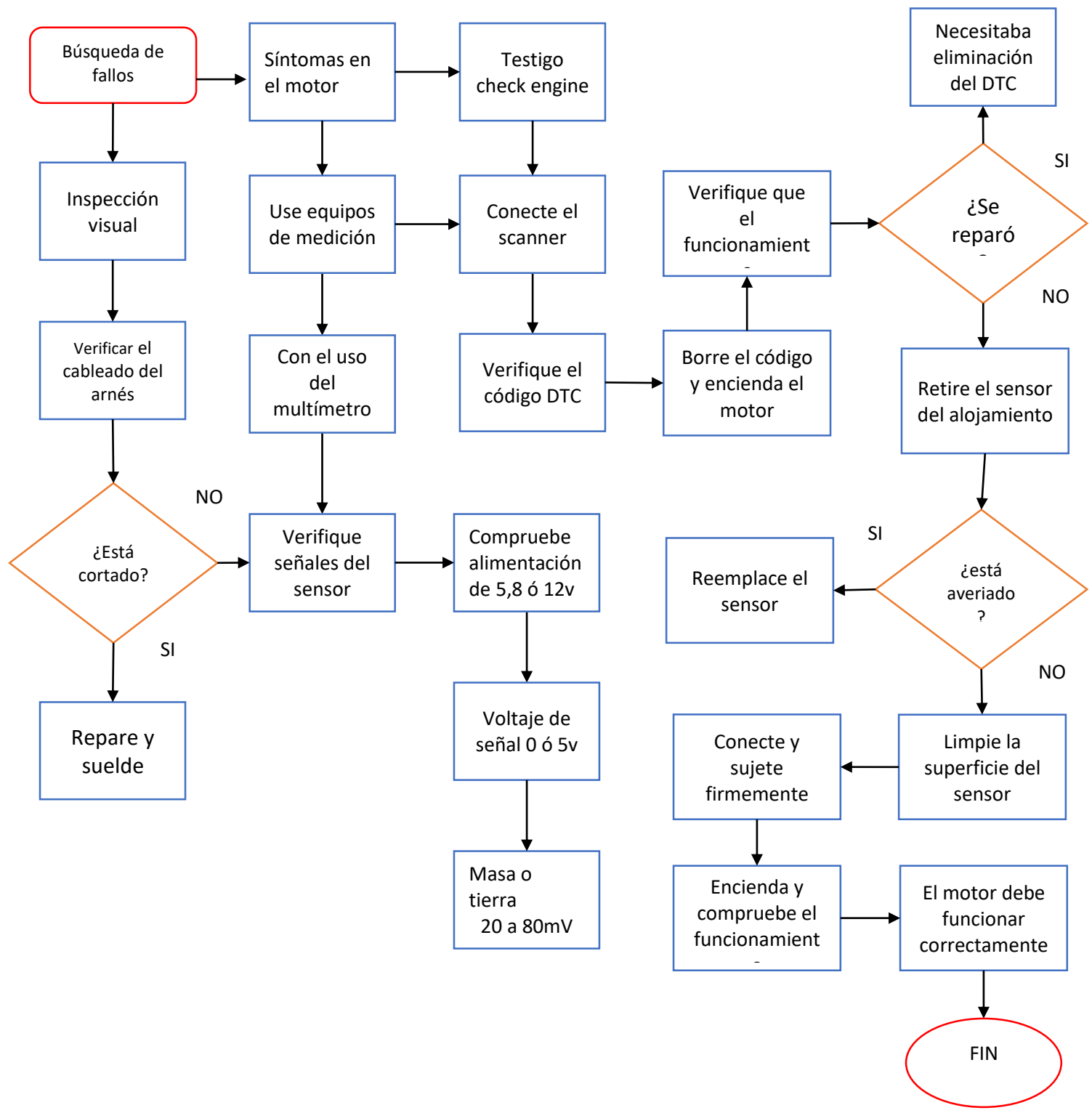
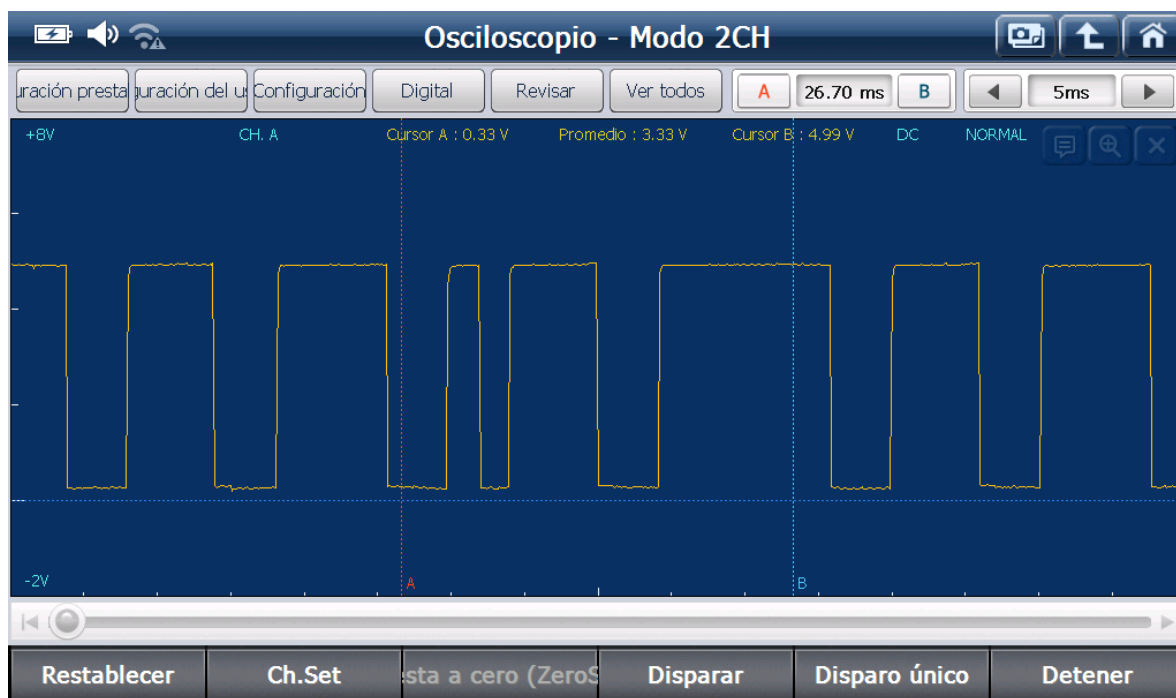


Figura 29

Señal medida en osciloscopio de sensor CMP



Nota. La figura indica la señal que emite el señor de posición del árbol de levas

Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

Figura 30

DTC sensor de posición de cigüeñal CKP.

P0335	Crankshaft Position Sensor 'A' Circuit	E8	Confirmado
-------	--	----	------------

Nota. Código de avería sensor CKP estado confirmado.

Síntomas

Si el sensor CKP se encuentra en falla las posibles fallas son las siguientes:

- El vehículo no arranca
- La bomba de combustible no funciona
- El tacómetro baja de manera brusca
- El testigo Check engine aparece en el tablero de instrumentos

Causas

Un sensor CKP que tenga algún tipo de falla se debe a que el sensor está averiado y tiene un corto circuito a su vez esté obstruido por suciedad, por lo que emitirá una señal débil provocando fallos en el encendido.

El conector del sensor está flojo o roto, esto hará que al momento de que el motor esté en marcha el sensor tienda a moverse demasiado perdiendo la señal que debe enviar a la ECM.

Tipo de DTC**Tabla 12***Código de problema diagnosticado CKP*

Código	Código de síntoma	Nombre DTC	Condición de recuperación	Piezas relacionadas con el fallo
P0335	B	Fallo en el circuito del CKP	1.Velocidad del motor a más de 665 rpm 2.Error en el ancho de pulso del CKP	1.Red del arnés del sensor CKP está abierto. 2.Mala conexión en los conectores del sensor 3.Sensor CKP tiene un fallo. 4.El intervalo de los pulsos emitidos es incorrecto.
	D	Fallo en el circuito del CKP	1.No hay error en el sensor de velocidad del árbol de levas de la bomba 2.Mal funcionamiento del circuito del sensor CKP 3.Velocidad del motor es 0 rpm 4.Velocidad de la bomba es más de 50 rpm	1.Corto circuito en la señal de alimentación 2.Fallo en el sensor MAF 3.Fallo en el ECM
	E	Intervalo rendimiento del circuito de entrada de la velocidad del motor	-velocidad del motor entre 600 y 5000 rpm	1. Circuito de alimentación abierto 2.Circuito de señal abierta o cortocircuito a tierra. 3.Fallo en el sensor MAF 4.Fallo en el ECM 5.circuito del arnés del colector abierto 6. Mala conexión de los conectores

Nota. Tabla con condiciones y piezas relacionadas al código DTC.

Solución

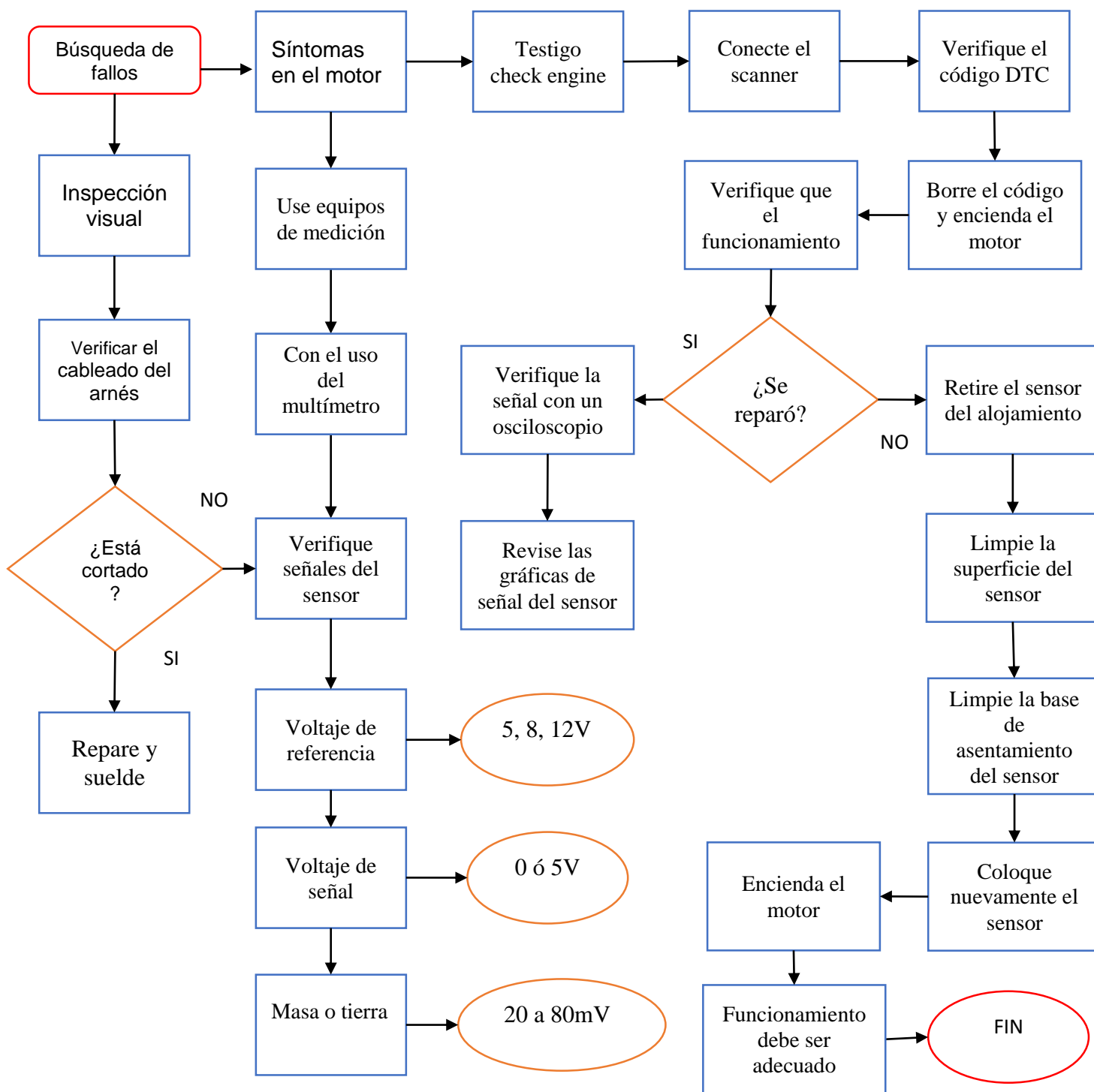


Figura 31

Señal medida en osciloscopio del sensor CKP



Nota. Señal emitida por el sensor CKP a bajas rpm.

Sensor de flujo de aire (MAF)

Figura 32

DTC sensor de flujo de aire MAF.

P0102	Mass or Volume Air Flow 'A' Circuit Low	E8	Confirmado
	Borrar	Arco de congelaci	

Nota. código de avería del sensor MAF, estado: confirmada entrada baja en el circuito de alimentación.

Síntomas

La pérdida de potencia del motor es ocasionada por el mal estado del sensor además de la dificultad para el arranque son de las fallas más comunes que se pueden presentar en el sensor, pues se presentan unas malas lecturas que se envían a la ECU lo cual ocasiona problemas en el encendido, inconvenientes al acelerar o subir de rpm, exceso en la entrada de aire, mayor consumo de combustible, entre otros.

Causas

Las causas por las que se presentan este tipo de errores son las siguientes:

- Sensor MAF dañado
- El estrangulador está obstruido

- Sensor sucio lleno de polvo
- Malos contactos en el sensor
- Existe un corto en el cableado del sensor

Tipo de DTC**Tabla 13***Código de problema diagnosticado MAF*

Código	Código de síntoma	Nombre DTC	Condición de recuperación	Piezas relacionadas con el fallo
P0100	7	Entrada alta en el circuito de alimentación	Voltaje de alimentación menor a 5,2V	1.Corto circuito en el circuito de alimentación 2.Fallo en el sensor MAF 3.Fallo en el ECM
P0102	9	Entrada baja en el circuito de alimentación	Voltaje de alimentación menor a 4,6V	1.Corto circuito en el circuito de alimentación 2.Fallo en el sensor MAF 3.Fallo en el ECM
	B	Entrada baja en el circuito de salida	velocidad del motor entre 600 y 5000 rpm	1. Circuito de alimentación abierto 2.Circuito de señal abierto o cortocircuito a tierra. 3.Fallo en el sensor MAF 4.Fallo en el ECM 5.circuito del arnés del calefactor abierto 6. Mala conexión de los conectores
	C	Entrada alta en el circuito de salida del sensor	-velocidad del motor entre 600 y 5000 rpm	1. Circuito de alimentación abierto 2.Circuito de señal abierto o cortocircuito a tierra. 3.Fallo en el sensor MAF 4.Fallo en el ECM

Nota. La tabla indica las relaciones de componentes que tienen al presentarse un tipo de DTC del sensor

MAF.

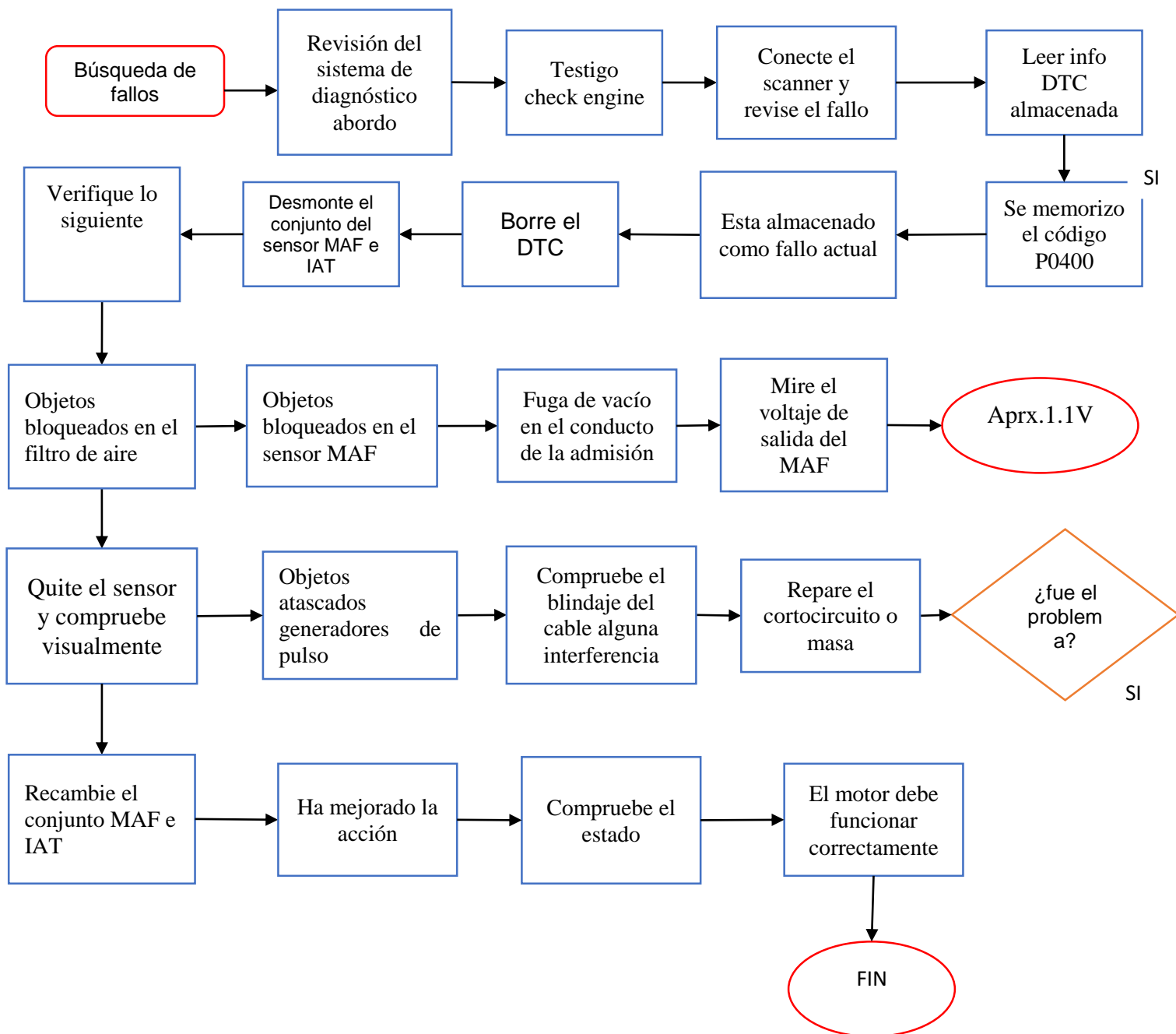
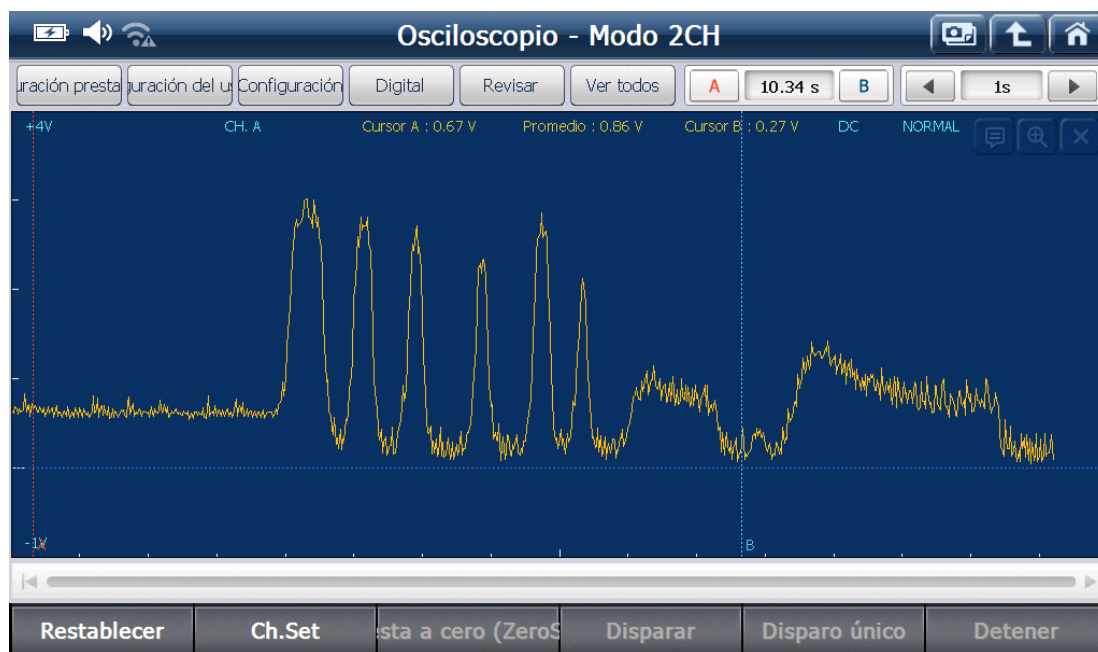
Solución

Figura 33

Señal medida en osciloscopio sensor MAF



Sensor de presión del riel de combustible (FRP)

Figura 34

DTC sensor de presión del riel de combustible FRP

P0193	Fuel Rail Pressure Sensor 'A' Circuit High	E8	Confirmado
P0193	Fuel Rail Pressure Sensor 'A' Circuit High	E8	Pendiente

Nota. Código de avería sensor FRP circuito de alimentación alto, estado: confirmado

Síntomas

Si el sensor deja de funcionar y se presentan problemas en la presión del combustible los síntomas que se presentan son:

- Lámpara check en el tablero
- Falla del motor
- Caída considerable del encendido del motor
- El motor no rinde adecuadamente o no supera los 200 rpm

- Se presentan apagones intermitentes del motor
- El motor no arranca para nada debido a la falta de combustible

Causas

Si el sensor está funcionando de manera errónea el problema se deriva al desempeño del riel de combustible pues el sensor detecta una presión excesiva o a su vez la presión es baja, en ese caso se deberá verificar que la línea de tierra no esté abierta o en corto además de las líneas de referencia y señal deberán ser comprobadas, falla en la bomba de alta presión, la bomba de baja presión no envía el suficiente combustible, presenta un código de avería y se procede al diagnóstico.

Tipo de DTC

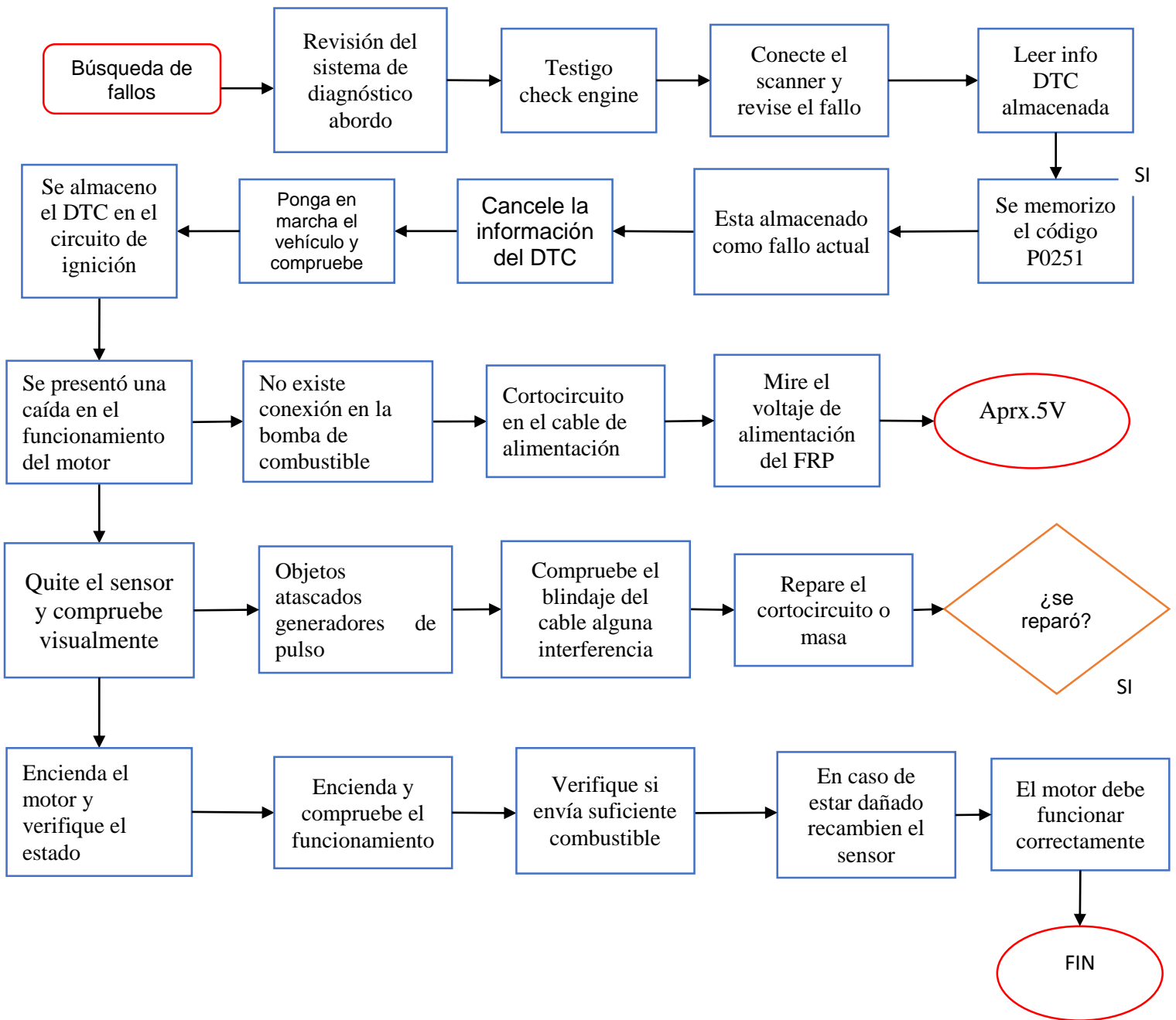
Tabla 14

Código de problema diagnosticado FRP

Código	Código de síntoma	Nombre DTC	Condición de recuperación	Piezas relacionadas con el fallo
P0193	7	Fallo en la bomba de inyección	1.No existe error en el sensor de velocidad del árbol de levas de la bomba. 2.No existe error en el sensor CKP 3.La diferencia entre la velocidad del motor y del árbol de levas de la bomba es menos de 800 rpm	1.existe un cortocircuito en la señal de alimentación 2. existe un fallo en el sensor MAF 3.Existe un fallo en la ECM
	9	Fallo en la bomba de Inyección	No hay recuperación hasta que no coinciden las condiciones del	Fallo en la PSG

			siguiente ciclo de encendido
A	Fallo en la bomba de Inyección	No existe fallo en el convertidor o en la EEPROM de la PSG, no hay recuperación hasta el siguiente ciclo.	Fallo en la PSG
B	Fallo en la bomba de Inyección	La recuperación no coincide con las condiciones del siguiente ciclo de encendido.	Fallo en la PSG
D	Fallo en la bomba de Inyección		Fallo en la PSG
E	Fallo en la bomba de Inyección	La ECM confirma el mensaje enviado de la PSG.	1.Existe un cortocircuito en el arnés bien sea de masa o alimentación 2.La red CAN tiene una señal abierta. 3.Existe un fallo en la ECM 4.Existe un fallo en la PSG

Nota. La tabla indica las posibles fallas y piezas relacionadas con el código DTC.

Solución

Sensor de posición del pedal de aceleración (APP)

Figura 35

DTC sensor de posición del pedal de aceleración APP

Código de problema diagnóstico			
	Descripción(16/16)	MID	Estado
P2138	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D'/'E' Voltage Correlation	E8	Confirmado
P2123	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D' Circuit High	E8	Confirmado
P2122	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D' Circuit Low	E8	Confirmado

Nota. Sensor APP tipos de DTC alto, bajo, estado: confirmado

Síntomas

Las fallas que se produzcan en el sensor de pedal de aceleración se puede ocasionar por distintos motivos, uno de los más comunes es desgaste debido a la exposición a altas temperaturas debido a su ubicación, debido a esto se presentan los siguientes síntomas de avería.

- Ralentí inestable
- Anomalías en la aceleración del vehículo
- Testigo de check engine
- Tirones en marcha
- Anomalías en el sistema de control de velocidad
- Tiempo de respuesta retardado del pedal de aceleración

Causas

Los malos hábitos o un mal manejo por parte del conductor ocasionan que el sensor APP produzca averías y tenga un mal funcionamiento en el motor, otras causas pueden ser:

- Sensor en mal estado
- Señales de referencia erróneas
- Cortocircuito en el cable del arnés
- Fusibles quemados

Solución**Tabla 15***Código de avería diagnosticado APP*

Código	Código de síntoma	Nombre DTC	Condición de configuración de DTC
P2123	1	Entrada alta en el circuito de sensor de posición del pedal	El voltaje de salida del sensor de posición de estrangulador es más de 4,5V
	7	Entrada alta de circuito de alimentación de tensión del sensor de posición del pedal	El voltaje de alimentación del sensor de posición del estrangulador es más de 5,2V
P2122	9	Entrada baja de circuito de alimentación de tensión del sensor de posición del pedal	El voltaje de alimentación del sensor de posición del estrangulador es más de 4,6V
P2138	D	Error de contactor de freno se sensor de posición de pedal	1.La velocidad del motor es más de 1700 rpm
	E	Error de contactor de posición de ralentí de sensor de posición del pedal	1.Cuando el contador de ralentí está desactivado el sensor de posición del estrangulador era inferior al 0,35% 2.Cuando el interruptor de ralentí se enciende el sensor de posición del estrangulador es más de 7,8%

Nota. La tabla indica las posibles fallas y piezas relacionadas con el código DTC.

Válvula EGR

Figura 36

DTC válvula EGR

P0403	EGR Valve System	E8	Confirmado	▼
		Borrar	Arco de congelaci	

Nota. Código de avería válvula EGR, estado: confirmado

Síntomas

- Se enciende la luz indica del motor
- Problemas en el arranque
- Potencia limitada del motor
- Sacudidas en el motor
- Humo negro por el escape cuando se acelera

Causas

- Válvula EGR rota u obstruida
- Aumento de las partículas
- Dificultades para arrancar el motor
- Pérdida de potencia a bajas revoluciones
- Golpes en el motor

Tipo de DTC

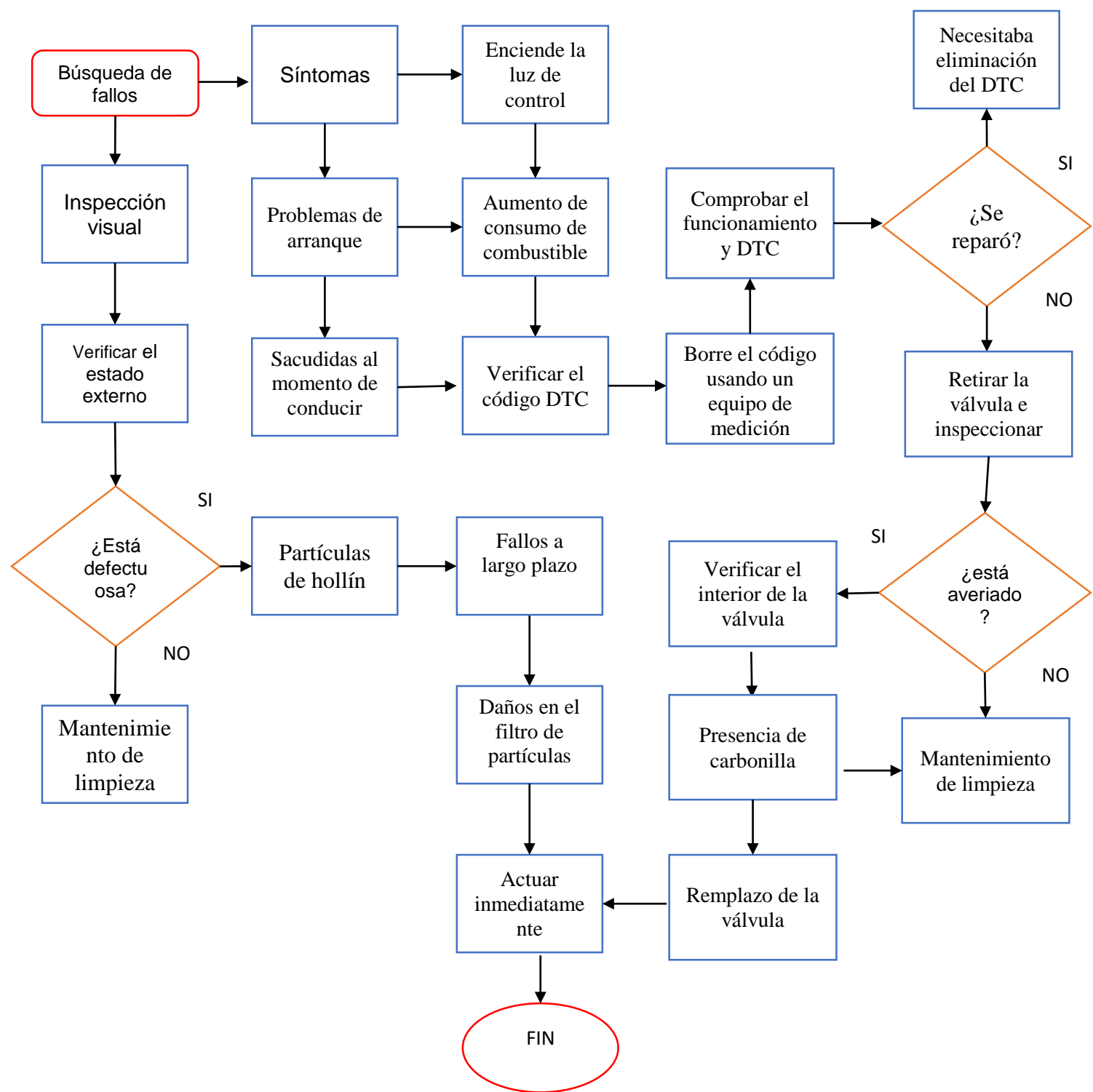
Tabla 16

Tipos de códigos DTC referente a la válvula EGR

Código	Código de síntoma	Nombre DTC	Condición de configuración de DTC
P0400	3	Se ha detectado una recirculación excesiva de gases de escape	1. La temperatura del aire de entrada es de entre 15°C y 100°C. 2. La temperatura del refrigerante del motor es de entre 55°C y 100°C 3. La presión Barométrica está entre 850 y 1.100. 4. Caudal de aire pequeño.
	4	Circuito de recirculación de los gases de escape está cortocircuitado de masa o a un circuito abierto	1.El circuito de la EVRV para la EGR está abierto o cortocircuitado de masa.
	5	Se ha detectado una recirculación insuficiente de los gases de escape	1.La temperatura del aire de entrada es de entre 15°C y 100°C. 2. La temperatura del refrigerante del motor es de entre 55°C y 100°C 3. La presión barométrica está entre 850 y 1100 4. Gran caudal de aire.
	8	circuito de recirculación de los gases de escape está cortocircuitado a la batería	1.circuito de la EVRV para la EGR está cortocircuitado al circuito de alimentación.

Nota. La tabla indica las posibles fallas y piezas relacionadas con el código DTC

Solución



Inyectores

El inyector al ser una parte muy importante del motor debido al desgaste al que es sometido a diario, este inyector de tipo piezoeléctrico es una parte bien compleja debido a los componentes internos de los que están conformados.

Síntomas

- Averías internas un ejemplo de esto es la tobera que se encarga de distribuir el combustible y se encuentra en el interior de los cilindros.
- Se puede quedar abierto provocando una avería grave del motor
- Ruidos internos del inyector

Causas

- Acumulación de carbonilla
- Deformaciones debido a la temperatura
- Obstrucción de los orificios de la salida de combustible
- Combustible de mala calidad
- Fallos eléctricos

Tipo de DTC

Tabla 17

Tabla con los diferentes códigos de avería presentes en los inyectores.

Código	Nombre DTC	Condición de configuración de DTC
P0201	Circuito del Inyector abierto	-Pérdida de conexión en el cableado del inyector. -Señal errónea o fuera de parámetros de funcionamiento. -Cortocircuito en la alimentación del actuador.

Código	Nombre DTC	Condición de configuración de DTC
P0202	Circuito de inyector 2 abierto	El circuito de la EVRV para la EGR está abierto o cortocircuitado de masa.
		Circuito de la EVRV para la EGR está cortocircuitado al circuito de alimentación.

Figura 37

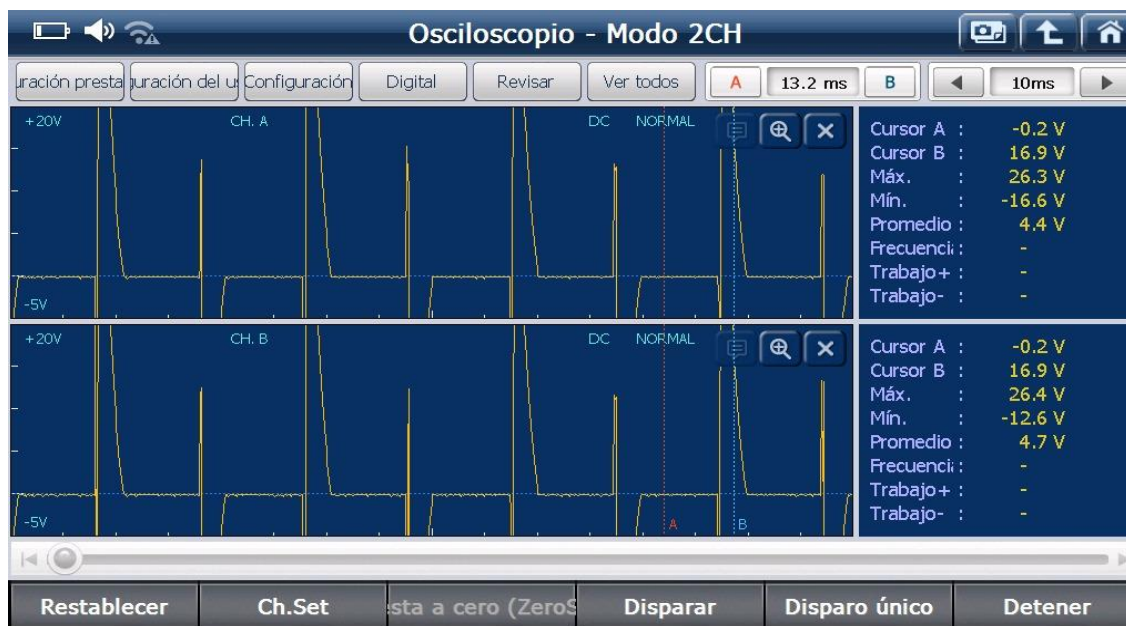
Código de problema de diagnóstico Inyectores

P0201	Inyector Circuit/Open - Cylinder 1	E8	Confirmado
P0202	Inyector Circuit/Open - Cylinder 2	E8	Confirmado

Nota. El código indica las fallas de los inyectores el número al final del código indica cual inyector presenta la avería.

Figura 38

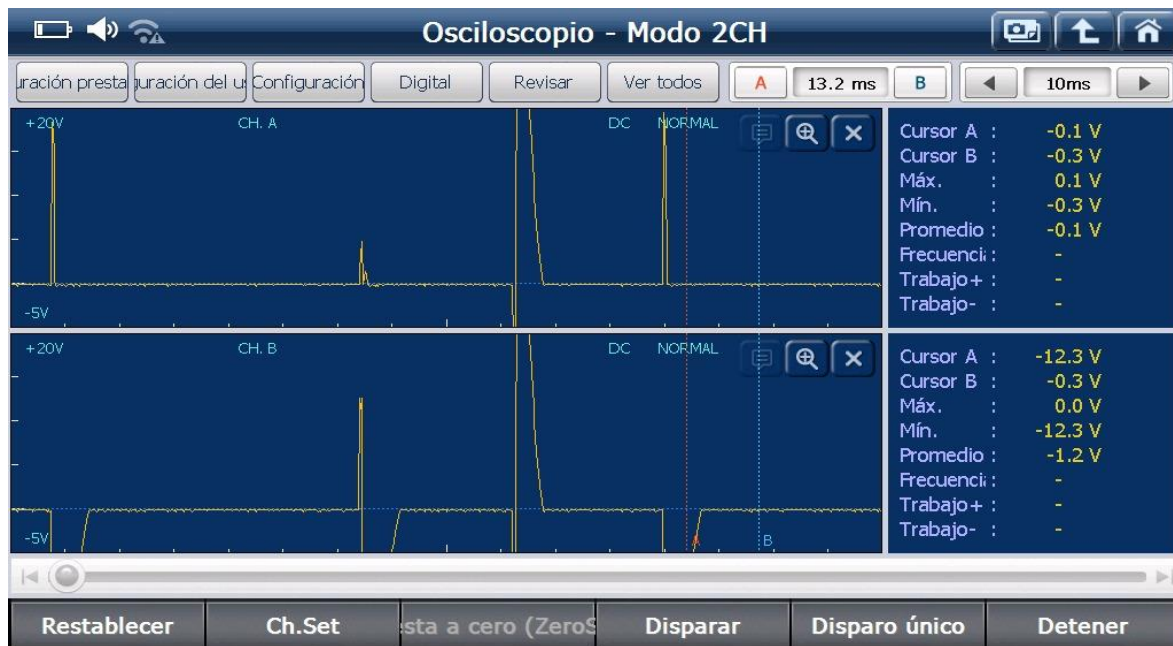
La gráfica medida en el osciloscopio con el funcionamiento adecuado de los inyectores



Nota. En la gráfica se muestra los voltajes mínimo y máximo a los que trabaja el inyector

Figura 39

Señal obtenida en osciloscopio de las señales de pulso emitidas por los inyectores.



Nota. En la gráfica se muestra la caída de voltaje que se presenta al desconectar el inyector N 1 dándonos un código de error al momento de diagnosticar con el scanner.

Capítulo V

Conclusiones

- Con este proyecto se puede concluir acerca de cuál es el funcionamiento de los sensores en un motor a diésel, se pudo verificar que uno de los sensores más importantes es el CKP pues ayuda a encender y a seguir en funcionamiento el motor
- Se concluye que una parte muy fundamental también es el uso de los equipos de medición en especial el escáner porque gracias a este equipo se pudo verificar los DTC que nos proporciona cada sensor y actuador pues de esta manera descubrimos su significado y que se debe hacer para corregir el código de error presentado.
- Al momento de identificar los DTC pudimos notar que para tener soluciones y procedimientos más precisos un punto clave era contar con manual del motor ya que de esta manera nos facilitó dar la solución a los problemas con los DTC que presenta cada sensor, esto se hizo posible gracias a la ayuda de diferentes fuentes bibliográficas, así como proyectos previos publicados por otros técnicos.
- Con la ayuda de equipos de medición y la correcta información se dio una lista detallada de los DTC que refleja cada sensor el cual a su vez se verifica con la información consultada y el escáner mientras estaba en uso.
- Una vez obtenidos los resultados se pudo realizar distintos tipos de flujogramas que indican las actividades que se deben realizar desde las inspecciones previas antes de realizar cualquier tipo de reparación o reemplazo de los sensores.
- Se observó además el comportamiento que tiene el motor y pasa de un estado funcional correcto a un estado con la falla notable al momento que se realiza la combustión, sin

embargo, a través de los equipos de diagnóstico se pudo tomar acción para la solución de las averías presentadas realizando la corrección o eliminando los códigos de error.

Recomendaciones

- Se recomienda a los propietarios de los vehículos que cuentan con el sistema de inyección electrónica realicen los respectivos mantenimientos preventivos antes de que se susciten problemas que comprometan al motor.
- Limpiar los inyectores Common Rail con aditivos químicos para que ayuden a eliminar las impurezas que estén dentro de estos elementos y proteger al máximo el sistema de inyección.
- Evitar circular con un bajo nivel de combustible ya que la bomba de alta presión puede sufrir inconvenientes en su funcionamiento al trabajar y succionar partes de aire lo que forzará al trabajo que realiza al momento de inyectar el combustible.
- Es recomendable realizar inspecciones visuales periódicas al arnés del motor ya que puede llegar a sufrir algún corte en los cables los que pueden presentar cortocircuitos a su vez un mal funcionamiento para las lecturas que son realizadas por los sensores.
- Además, se recomienda a toda la comunidad que siga extendiendo sus conocimientos sobre el funcionamiento del sistema de inyección electrónica para así especializarse en el diagnóstico y reparación de los motores que cuenten con este tipo de sistema.
- Por último, se recomienda a la comunidad presente cuente con las herramientas necesarias para realizar mantenimientos en un motor diésel ya que son herramientas especiales para realizar diferentes tipos de recambio de elementos mecánicos.

Bibliografía

- Archilla, F. (08 de 10 de 2015). *Blogmecanicos* . Obtenido de <http://www.blogmecanicos.com/2015/10/como-funciona-un-inyector-piezoelctrico.html>
- Auto Avance. (01 de 02 de 2021). Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sensor-pedal-acelerador/>
- Barros Fajardo , L., & Pulla Morocho, C. (2016). *Análisis de fallas del sistema de alimentación de combustible*. Quito.
- Blog Mecánicos* . (27 de 09 de 2019). Obtenido de <http://www.blogmecanicos.com/2019/09/los-sensores-magneticos-su.html>
- Bosch. (2002). *regulacion electronica diesel* . España: Editorial Reverte.
- Bosch. (2005). Diesel Service Inyector.
- Castillo, A. F. (01 de 07 de 2013). Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0754_M.pdf
- Códigos DTC*. (2004). Obtenido de <https://codigosdtc.com/sensor-iat/>
- Cómo funciona*. (2022). Obtenido de <https://como-funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-sistema/>
- David, A. P. (2018). Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/42436/3560901544198UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Davila, Mena , & Erazo. (2014).
- Denso. (2004). Manual de servicio . *Common Rail System*.
- Donado, I. A. (07 de 09 de 2020). *Autosoporte* . Obtenido de <https://autosoporte.com/que-es-un-pin-out/>
- e-auto*. (2022). Obtenido de <http://www.e-auto.com.mx/enew/index.php/85-boletines-tecnicos/7047-los-sensores-1>

Fernandez Llanzhi, I., & Inga Inga , H. (01 de 2017). Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13468/1/UPS-CT006862.pdf>

Fernandez, A. G. (2005). *uaeh.edu.mx*. Obtenido de *uaeh.edu.mx*:

<http://lawebtecnica.freevar.com/automat/sensor/sensor.html>

Gilbert Mauricio Garcia Orozco. (08 de 04 de 2017). *Pruebaderuta.com*. Obtenido de *Pruebaderuta.com*:

<https://www.pruebaderuta.com/el-acelerador-electronico-como-funciona.php>

GlobalTech . (31 de 10 de 2017). Obtenido de

https://www.globaltechla.com/eBusiness/fichas_tecnicas/TEORIA-CONECTIVIDAD-OBd.pdf

González Criollo, D. L., & Ochoa Briones, K. H. (01 de 01 de 2007). *rrae*. Obtenido de *rrae*:

https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UPS_d330c9b96cb728cc9b33fdbea5ec6350

INFOTALLER. (21 de 11 de 2016). Obtenido de [https://www.infotaller.tv/electromecanica/funciona-UCe-](https://www.infotaller.tv/electromecanica/funciona-UCe-unidad-control-motor_0_1056494353.html)

[unidad-control-motor_0_1056494353.html](https://www.infotaller.tv/electromecanica/funciona-UCe-unidad-control-motor_0_1056494353.html)

Machines, F. (02 de 03 de 2019). *Youtube*. Obtenido de

<https://www.youtube.com/watch?v=EvusyclZCvs>

Mecánica en acción. (22 de 05 de 2018). Obtenido de

<https://www.mecanicaenaccion.com/diagnostico/escaner-automotriz-protocolo-j1962-obd1-y-obd2/?noamp=mobile#respond>

Mercado Libre. (2020). Sensor de aceleración.

PWRPRO. (2007). Obtenido de <https://es.aliexpress.com/item/32765403093.html>

Quiñones, I. A., & Garcia, J. Z. (09 de 2009). Obtenido de

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/602/digital_18246.pdf?sequenc

Samsara. (03 de 11 de 2021). Obtenido de <https://www.samsara.com/mx/guides/dtc-codes/>

talleres_admin. (14 de 02 de 2018). *talleres cuenca* . Obtenido de <https://tallerescuenca.com/sistema-common-rail/>

Anexos