

Universidad Internacional del Ecuador

Escuela de Ingeniería Automotriz



TEMA:

**DISEÑO DE UN SIMULADOR DE FALLAS PARA EL
SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL
VEHÍCULO FORD EDGE**

**Proyecto de Titulación para a la Obtención del Título de Ingeniero
Automotriz**

Christian Andrés

Fiallos Panchana

Director: Ing. Marcos Vinicio Noroña Merchán, MsC.

Guayaquil - Ecuador

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán, MsC.

CERTIFICA:

Que el proyecto titulado “Diseño de un simulador de fallas para el sistema de inyección electrónico del vehículo Ford Edge”, realizado por el estudiante: CHRISTIAN ANDRÉS FIALLOS PANCHANA, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Christian Andrés Fiallos Panchana, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, agosto 2020

Ing. Noroña Merchán Marco Vinicio, MsC.

Director de Proyecto

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, CHRISTIAN ANDRÉS FIALLOS PANCHANA, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet; según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Christian Andrés Fiallos Panchana

C.I. 0922487335

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, CHRISTIAN ANDRÉS FIALLOS PANCHANA, autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: “Diseño de un simulador de fallas para el sistema de inyección electrónica del vehículo Ford Edge”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, agosto 2020

Christian Andrés Fiallos Panchana

C.I. 0922487335

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre por siempre darme el apoyo incondicional por culminar mi carrera y a toda mi familia en general, a dos amigos en especial la cual fueron quienes a pesar de las dificultades siempre estuvieron apoyándome y a todas esas personas que me brindaron su ayuda de una u otra manera con sus consejos y demás palabras de aliento para la obtención de este logro tan importante en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar mi objetivo, a mi familia por todo el apoyo que me otorgaron a lo largo de este camino y sacrificio para que yo pueda terminar el presente proyecto.

También todas las personas que hicieron posible y contribuyeron con sus conocimientos a la realización de esta investigación la cual es un proceso para poder acreditar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Automotriz.

Christian Andrés Fiallos Panchana

RESUMEN GENERAL

Se ha evaluado y analizado los mantenimientos automotrices realizado por proveedores externos, por lo tanto, debemos realizar un “Diseño de un simulador de fallas para el sistema de inyección electrónica del vehículo Ford Edge”, con la mejor intención de mejorar el diseño estructural del banco de pruebas del motor Ford Edge y las prácticas que se pueden realizar en el mismo. Se realizó el análisis estructural del banco de pruebas que cumpla con las normas y permita trabajar de manera holgada y segura en la comprobación de sus componentes. Ciertos resultados se podrán evidenciar en los equipos como multímetro, osciloscopio, scanner o el analizador.

Los procedimientos se podrán realizar cumpliendo con los parámetros de análisis y conexión de los equipos para sensores y actuadores del vehículo. Y poder brindar un diagnóstico, desarmado, armado, comprobación y control de valores de corriente, voltaje y resistencia de los diferentes elementos del motor, para evitar inconvenientes con respecto a la garantía. Los técnicos tienen una capacitación técnica permanente del uso de estos equipos o herramientas para cualquier técnico especialista.

ABSTRACT

The automotive maintenance performed by external suppliers has been evaluated and analyzed, therefore we must design and build a test bench of a Ford Edge engine, with the best intention of improving the structural design of the Ford Edge engine test bench and the practices that can be performed in it.

The structural analysis of the test bench that complies with the regulations was carried out and allowed to work in a comfortable and safe way in the verification of its components. Certain results can be evidenced in equipment such as multimeter, oscilloscope, scanner or the analyzer. The procedures can be carried out by complying with the parameters of analysis and connection of the equipment for sensors and actuators of the vehicle. And be able to provide a diagnosis, disassembly, assembly, checking and control of current values, voltage and resistance of the different elements of the engine, to avoid problems with respect to the warranty. The technicians have permanent technical training in the use of these equipment or tools for any specialist technician.

TABLA DE CONTENIDO

CERTIFICADO	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN GENERAL.....	vi
ABSTRACT.....	vii
TABLA DE CONTENIDO	viii
CAPÍTULO I GENERALIDADES	1
1.1 Definición del problema.	1
1.2 Objetivos de la investigación.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.	2
1.3 Alcance.	3
1.4 Justificación e importancia.	3
1.4.1 Justificación teórica	3
1.4.2 Justificación metodológica.	4
1.4.3 Justificación práctica.....	4
1.4.4 Delimitación temporal	5
1.4.5 Delimitación geográfica.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Motor DBA Ford Edge.	7
2.2 Sistema de inyección de combustible.	9
2.2.1 Bomba de combustible.....	10
	viii

2.2.2 Cañerías y conductos.	11
2.3 Inyección directa en un motor de combustión interna.	12
2.4 Sistema de inyección electrónica.	12
2.4.1 Elementos relacionados al sistema de inyección electrónica.	13
2.4.2 Componentes de un sistema de inyección electrónica.	14
2.4.2.1 Conexión de la ECM en el sistema de inyección electrónica.	15
2.4.2.2 Componentes de la ECM.	16
2.4.2.3 Inyectores.	17
2.4.2.4 Válvula de aire adicional de control de régimen mínimo.	18
2.4.2.5 Actuador de mariposa electrónica.	19
2.4.2.6 Amplificador Operacional	22
2.4.2.7 Diodo Zener	23
2.4.2.8 Transistor electrónico	24
2.5 Sensores en un sistema de inyección de combustible.	25
2.5.1 Adquisición de datos para la medición de combustible.	25
2.5.2 Tipos de sensores de un sistema de inyección de combustible.	26
2.5.2.1 Sensor de giro del cigüeñal CKP tipo inductivo.	27
2.5.2.2 Sensor de giro del cigüeñal CKP tipo Hall	30
2.5.3 Sensor de detonación – Knock Sensor.	32
2.5.4 Sensor del árbol de levas CMP tipo inductivo.	37
2.5.5 Sensor Lambda.	37
2.5.5.1 Cómo funcionan las Sondas Lambda con elemento sensor de CIRCONA	42
2.5.5.2 Cómo funcionan las Sondas Lambda de BANDA ANCHA	44
2.5.6 Sensor de temperatura tipo ECT.	46
2.5.6.1 Funcionamiento de los sensores de temperatura tipo NTC.	48
2.5.7 Sensor de flujo de aire – MAF.	49
2.5.8 Sensor de posición de la mariposa - TPS.	53
2.5.9 Sensor MAP por tensión.	57
2.5.10 Sensor MAP por variación de frecuencia.	58

2.6 Generación de fallas en el sistema de inyección electrónico.....	60
CAPÍTULO III.....	62
DISEÑO DE CONEXIÓN DE PRUEBAS	62
3.1 Diseño del simulador de fallas en el banco de pruebas.	62
3.2 Diseño de diagrama eléctrico del simulador de pruebas.....	64
3.2.1 Diagrama eléctrico del circuito de distribución del circuito de alimentación del simulador de fallas.....	65
3.5.2 Diagrama eléctrico del circuito de encendido del simulador de fallas	70
3.2.2 Diagrama eléctrico de la tercera y cuarta botonera del simulador de falla.....	71
3.2.3 Diagrama eléctrico de la quinta botonera del simulador de falla.	72
3.2.4 Diagrama eléctrico de la sexta botonera del simulador de falla.	73
3.3 Elección del material para la construcción del simulador	75
3.4 Planteamiento de la caja del simulador de pruebas	77
3.5 Ubicación del simulador de fallas en la estructura.	79
3.6 Construcción de la caja del simulador de fallas.....	80
CAPÍTULO IV	83
DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN EL SIMULADOR.....	83
4.1 Diagnóstico de los sensores del sistema de inyección.....	83
4.2 Diagnóstico del sensor de oxígeno.	84
4.3 Diagnóstico del sensor CMP.....	88
4.4 Diagnóstico del sensor MAP.	91
4.5 Diagnóstico del sensor CKP.	93
CAPITULO V.....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
5.1 Conclusiones	97
5.2 Recomendaciones	98

Bibliografía	99
ANEXOS 1. Diagramas Eléctricos del Motor Ford Edge	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Característica de las mezclas de combustible.....	13
Tabla 2 . Tipos de Sonda Lambda	39
Tabla 3 . Códigos de fallas.....	61
Tabla 4 . Materiales del simulador.....	76
Tabla 5 . Componentes del sistema del simulador de fallas	77

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 . Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Del Ecuador sede Guayaquil.	6
Figura 2 . Motor Ford Edge	7
Figura 3 . Motor DBA del Ford Edge 2013	9
Figura 4 . Bomba de combustible sumergida en tanque	10
Figura 5 . Esquema del circuito de alimentación de combustible	11
Figura 6 . Sistema de Inyección BOSCH MED-7	14
Figura 7 . Sensor de presión del colector de admisión en centralita.....	17
Figura 8 . Componentes del sistema de inyección de combustible	18
Figura 9 . Electroválvula IAC.....	19
Figura 10 . Mariposa Motorizada de doble pista	20
Figura 11 . Esquema eléctrico de Mariposa motorizada.....	21
Figura 12 . Mariposa motorizada de doble pista.....	21
Figura 13 . Amplificador operacional.....	22
Figura 14 . Diagrama de un amplificador operacional	23
Figura 15 . Diodo Zener.....	24
Figura 16 . Transistor Hexfet Power Mosfet	24
Figura 17 . Sensor CKP inductivo	28
Figura 18 . Onda de captadores de pulsos inductivos.....	29
Figura 19 . Componentes del captador de impulsos inductivos	29
Figura 20 . Sensor CKP tipo Hall	30
Figura 21 . Señal del Efecto Hall.....	31
Figura 22 . Componentes del sensor tipo Hall.....	32
Figura 23 . Sensor de detonación.....	33
Figura 24 . Composición sensor detonación.....	33
Figura 25 . Diagrama del sensor de detonación.....	35
Figura 26 . Fallas sensor detonación	36
Figura 27 . Sensor CMP.....	37
Figura 28 . Sensor de Oxígeno	38
Figura 29 . Relación de la mezcla aire-combustible.....	41
Figura 30 . Franja de control del sistema de inyección	42

Figura 31 . Componentes de activación del sensor lambda.....	43
Figura 32 . Parámetro de combustión para el sensor Lambda de Circona.....	43
Figura 33 . Parámetro de combustión para la sonda lambda Banda Ancha.....	44
Figura 34 . Sensor de temperatura de refrigerante.....	46
Figura 35 . Sensor de temperatura de refrigerante PTC	47
Figura 36 . Composición del Sensor de temperatura de refrigerante.....	48
Figura 37 . Curvas sensor de temperatura de refrigerante NTC	49
Figura 38 . Medidor de masa de aire de película caliente.....	50
Figura 39 . Elementos que forman el medidor de masa de aire	51
Figura 40 . Resistencia de medición en caudalímetro de lámina caliente	52
Figura 41 . Medida de resistencia de variación de temperatura.....	53
Figura 42 . Ubicación y señal de TPS.....	54
Figura 43 . Esquema interno del TPS	55
Figura 44 . Constitución del TPS por Bobinas	56
Figura 45 . Señal del TPS por bobinas, diferente posición del acelerador	57
Figura 46 . Sensor de presión absoluta de tres cables con toma de vacío al colector.....	58
Figura 47 . Sensor MAP por variación de frecuencia.....	60
Figura 48 . Luces indicadoras panel de instrumentos	64
Figura 49 . Esquema de distribución eléctrica	65
Figura 50 . Detalle de los fusibles.....	66
Figura 51 . Distribución de masas	67
Figura 52 . Distribución de masas	68
Figura 53 . Identificación de cables	68
Figura 54 . Símbolos de conexiones	69
Figura 55 . Circuito de encendido.....	70
Figura 56 . Diagrama eléctrico sensores CKP y CMP en el simulador de fallas.....	71
Figura 57 . Diagrama eléctrico sensor MAF en el simulador de fallas	72
Figura 58 . Pines del socket del MAF.....	73
Figura 59 . Diagrama eléctrico del sensor TPS en el simulador de fallas	74
Figura 60 . Esquema del panel de control.....	78
Figura 61 . Ubicación del simulador de fallas	78
Figura 62 . Planos del simulador de fallas	79
Figura 63 . Caja del simulador de fallas	81

Figura 64 . Tablero y Componentes.....	81
Figura 65 . Tablero del simulador de falla.....	82
Figura 66 . Uso de Osciloscopio OTC.....	84
Figura 67 . Diagnóstico del estado de sensor sonda lambda	86
Figura 68 . Diagnóstico del sensor de Oxígeno	86
Figura 69 . Señal real del sensor de Oxígeno	87
Figura 70 . Diagnóstico del sensor CMP	89
Figura 71 . Diagnóstico al sensor del árbol de levas	89
Figura 72 . Señal real del sensor CMP.....	90
Figura 73 . Diagnóstico del sensor MAP	91
Figura 74 . Inspección del sensor MAP.....	92
Figura 75 . Uso del osciloscopio en el sensor MAP	92
Figura 76 . Señal real del sensor MAP	93
Figura 77 . Diagnóstico del sensor CKP.....	94
Figura 78 . Revisión del sensor CKP.....	95
Figura 79 . Señal real del sensor CKP	95

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Definición del problema.

El problema se centra en la necesidad de poder llevar a cabo un simulador de fallas eléctricas y electrónicas del motor DBA del FORD EDGE usando equipos de medición y comprobación de diversas especificaciones para la comprobación para la verificación de datos que poseen los vehículos en talleres automotrices; en la que la comunidad universitaria está a la capacidad de identificar y comprobar los parámetros de funcionamiento de los mismos, realizando las distintas pruebas en el banco simulador para poder interpretar, analizar la funcionalidad de cada uno de los componentes del sistema eléctrico y electrónico del automóvil por lo tanto se ha presentado el tema “Diseño de un simulador de fallas para el sistema de inyección electrónica del vehículo Ford Edge”.

Este tipo de prácticas en los estudiantes en unidades reales con motores de avanzada tecnología ayudara a obtener mucha más experiencia en el campo automotriz, lo que complementa su conocimiento automotriz en sensores, actuadores y tener un diagnóstico exacto. Las comprobaciones son un sustento del proceso de formación que tuvieron los estudiantes dentro del centro de estudio, además de ser indispensable para el reconocimiento académico de la institución.

1.2 Objetivos de la investigación.

El motivo principal es que el motor DBA del Ford Edge tenga disponible todos los puntos de conexión de sus elementos para poder realizar todo tipo de simulaciones y corroboración de datos, que se pueden presentar en su proceso real por lo tanto puede permitir verificaciones con diferentes tipos de equipos de comprobación técnica Automotriz.

1.2.1 Objetivo general

Elaborar un simulador de fallas para el sistema de inyección electrónica del vehículo Ford Edge, que facilite la evaluación y análisis del automotor la cual estará disponible en la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Desarrollar diagrama eléctrico para la elaboración de un simulador de fallas para el sistema de inyección electrónica del vehículo Ford Edge.
- Determinar los parámetros de medición de los sensores realizando el diagnóstico de fallas en el simulador.
- Analizar las curvas realizadas por los sensores del sistema de inyección por medio del equipo de comprobación.

1.3 Alcance.

La información detallada en el presente trabajo está constituida en base a manuales de taller y demás documentación, en donde se trate acerca del modelo Ford Edge, motor modelo DBA que utiliza este sistema y se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El diseño y la selección de la forma de la estructura se basa en la potencia del motor Ford Edge de 265 CV.
- Los parámetros por medir en este banco de pruebas serán: pruebas eléctricas y electrónicas de sensores y actuadores.

1.4 Justificación e importancia.

La necesidad se basa en que pocos técnicos o personas con el conocimiento automotriz pueden diagnosticar ciertas averías de estos motores por falta de información, falta de conocimiento y de práctica las cuales permiten que se encuentre con su fallo más rápidamente sin tener que desmontar gran parte de sus componentes y que al fin y al cabo no pueda ser ese componente sino otra la causa, lo cual hace perder más tiempo al técnico en horas de reparación y eso es pérdida para el taller.

1.4.1 Justificación teórica

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación de averías en el sistema eléctrico y electrónico ya que el equipo dispone de software para prueba de componentes eléctricos y electrónicos más importantes del vehículo. Sus conexiones de prueba reflejan valores y en algunos casos graficas del funcionamiento o rendimiento de los mismos.

1.4.2 Justificación metodológica.

Es imperativo considerar la opinión de los especialistas ya que basado en sus experiencias también se puede desarrollar la propuesta. Dentro de la metodología se definen las técnicas de investigación, así como los instrumentos en donde se recibe la información.

El método científico es la guía de cada trabajo de investigación, en donde existe un respaldo de la información que se visualiza, ya que es la ayuda de todo proyecto, es necesario informarse sobre los datos obtenidos durante las pruebas que dieron resultados específicos.

El proceso metodológico ayuda a que los lineamientos investigativos, sean los adecuados para obtener la información esperada.

1.4.3 Justificación práctica

Las múltiples posibilidades de utilización de este banco de pruebas requieren del desarrollo de algunas actividades que empiezan con una investigación, diseño conceptual, que permitan

acceder a medir los sensores y actuadores, en base a la disposición de estos componentes en el banco de ensayo en el cual se soporta el motor del Ford Edge.

Esta justificación permite trabajar los proyectos con respecto a la selección de componentes y sus dimensiones para acoplar los accesorios externos y otros subsistemas del MCI (Motor Combustión Interna). Este procedimiento debe indicar las unidades que vamos a utilizar y los implementos a utilizar para el proceso de medición de los sensores y actuadores con que dispone el simulador de fallas eléctricas y electrónicas del motor DBA del Ford Edge para planificar mejor el proceso de las conexiones o puntos de pruebas.

Posterior al análisis del diseño, se realiza un análisis de las posibles fallas a simular para complementar el uso de los equipos de medición y diagnóstico que están disponibles para poder detectar y evaluar los parámetros de funcionamiento de cualquier componente y determinar si está en buenas condiciones o provocando fallas.

Una vez terminado los procedimientos a seguir paso a paso para evaluar la posible falla y cuál es su origen para descartar una causa mayor y no desmontar componentes de mayor complejidad o los cuales se encuentren en buenas condiciones y solo sean desmontados por supuestas conjeturas de posibles daños por eso se van eliminando posibles causas y encontrar el daño raíz.

1.4.4 Delimitación temporal

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Motor DBA Ford Edge.

La historia que ha mantenido una de las marcas más conocidas en USA, Ford imponiendo vehículos con un motor fuerte y all road nos trae el motor DBA del Ford Edge (Figuras 2); siendo un motor más fuerte por lo que corresponde a un automóvil todoterreno del segmento D producido desde el año 2006. Este modelo fue uno de los cuales fue fabricado en Oakville, Canadá. Es unas cinco plazas con motor delantero y carrocería auto portante, disponible con tracción delantera o a las cuatro ruedas. (Bosch, 2008)

Figura 2.

Motor Ford Edge



Fuente: (*Motor Ford Edge, 2014*).

El modelo de la Ford Edge como se la conoce es una de las primeras generaciones de vehículo la cual fue presentada en el salón del automóvil oficialmente en Detroit de 2006 ya que en la fecha de octubre de dicho año se puso a la venta para los consumidores del producto. Se dice que utiliza una plataforma parecida a los de turismo de la marca Mazda, o al de otras las cuales poseen una característica similar a las que presenta el Ford Edge.

Para esto los creadores de la marca Ford, tenían únicamente ofrecerles a sus compradores un motor versátil que sea a gasolina con seis cilindros en V atmosférico de 3,5 litros de cilindrada y 265 CV de potencia máxima. En 2011 se lo reemplazó por un V6 atmosférico de 3,7 litros que eroga 305 CV, mientras que se añadió un motor turboalimentado de 2,0 litros y 240 CV. El modelo se ofrece con una caja de cambios automática de seis marchas.

La segunda generación del Edge se lanzó al mercado en 2014 (Figura3), realizado mediante la misma plataforma del Ford Fusion contemporáneo. Los motores gasolina son:

- 2,0 litros turboalimentado de 245 CV.
- 3,5 litros atmosféricos de 280 CV.
- 2,7 litros turboalimentado de 325 CV.

En tanto, el motor Diésel es un 2,0 litros turboalimentado que se ofrece en variantes de 180 y 210 CV. El Edge se ofrece con cajas de cambios manual y automática de seis marchas. (Sánchez, 2009)

Figura 3.

Motor DBA del Ford Edge 2013



Fuente: *(Manual usuario Ford Edge, 2014).*

2.2 Sistema de inyección de combustible.

El sistema de inyección permite entregar una cantidad estrictamente exacta de combustible en un tiempo adecuado basándose en los requerimientos de conducción del conductor y las exigencias a las que el vehículo sea sometido. Para poder entregar su mayor torque o su mayor potencia dependiendo de la carga que este posea y sus requerimientos.

El banco de pruebas debe disponer de dimensiones que permitan tener acceso a facilidad de comprobaciones, reparaciones, desmontaje de piezas y componentes eléctricos, mecánicos o electrónicos que permitan tener una mejor facilidad de manipulación de los mismos para las prácticas pertinentes o reparaciones que se puedan realizar.

2.2.1 Bomba de combustible.

La bomba de combustible para este tipo de motor va sumergida dentro del tanque de combustible de polietileno por lo tanto se debe distribuir un área para un depósito de combustible en el cual se pueda colocar la bomba de combustible ideal o sea la original (Figura 4), la cual lleva este sistema para asegurar su buen funcionamiento en presión y caudal. Y cuando se realicen las debidas prácticas los resultados sean los ideales de este motor.

Figura 4.

Bomba de combustible sumergida en tanque



Fuente: *(Manual de la técnica del automóvil, 2009).*

La electrobomba de combustible interna o bomba primaria es la que transporta combustible con presión baja hasta 6 bares después la bomba de alta presión es accionada mecánicamente para elevar la presión hasta 200 bares.

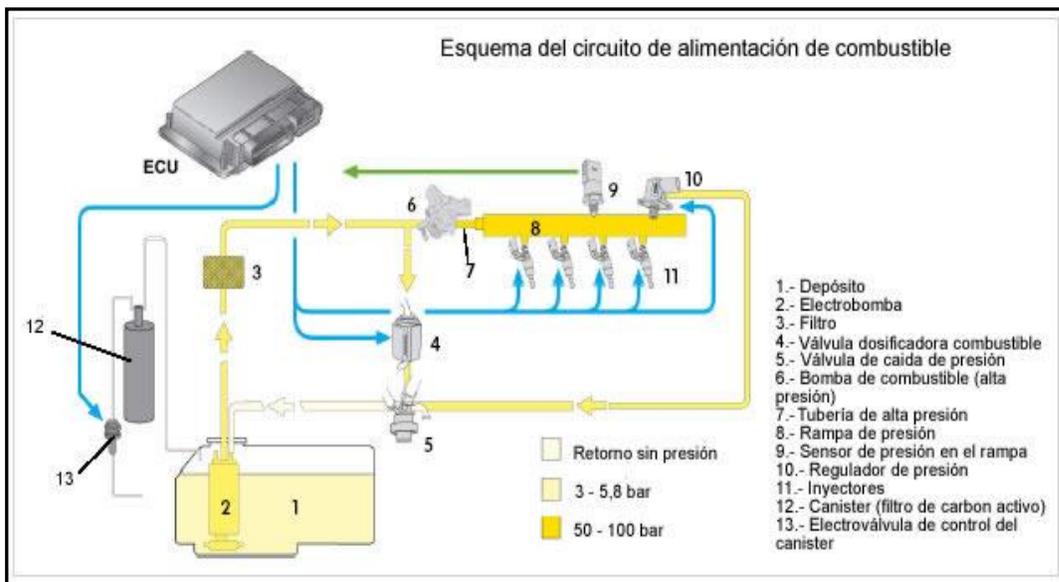
2.2.2 Cañerías y conductos.

Las cañerías y conductos permiten desplazar cualquier flujo hidráulico o neumático por su interior, en este caso estos conductos o cañerías que vamos a explicar serán los que distribuyan el combustible del tanque a la bomba de combustible y esta a su vez pasa por el filtro y sigue otros conductos que lo llevaran al sistema de riel común en el cual su presión es regulada y controlada; podemos observar el esquema del circuito de alimentación (Figura5).

Posterior a eso pasan a los inyectores de combustible los mismos que enviaran el exceso de combustible que no se ocupó por unas mangueras de retorno hacia el depósito o tanque de combustible para volver a ser retornados al sistema.

Figura 5.

Esquema del circuito de alimentación de combustible



Fuente: (Manual de la técnica del automóvil, 2008).

2.3 Inyección directa en un motor de combustión interna.

La inyección directa se diferencia por sus grandes cambios internos, externos y por opciones del conductor, puede ser multipunto o individual, en la versión Motronic la inyección electrónica de combustible y el sistema de inyección electrónico es controlada por una sola unidad de mando.

2.4 Sistema de inyección electrónica.

La inyección electrónica puede tener otras modalidades de características de funcionamiento de sus mezclas las cuales son:

- Mezcla homogénea.
- Mezcla estratificada.
- Mezcla homogénea pobre.

Todo esto depende de la carga y funcionamiento del vehículo según avanza la tecnología en todos los ámbitos, también se implementan más sensores, actuadores y unidades de mando que procesan la información que reciben de los sensores para enviarla a los actuadores con más rapidez para cumplir con todas las exigencias del sistema de inyección de combustible y esto nos permite una mejor eficiencia del motor y un menor consumo, (Tabla 1).

Tabla 1.

Característica de las mezclas de combustible.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA	
MEZCLA HOMOGÉNEA	MEZCLA ESTRATIFICADA
Inyecta el combustible en el proceso de admisión, al mismo tiempo que el aire para formar una mezcla de aire/combustible uniforme aproveche la temperatura interna de la cámara de combustión en cargas medias y altas.	Inyecta el combustible en el proceso de compresión, el aire es aspirado con alta intensidad, debido al cierre de la mariposa direccionadora de aire en el conducto interno “múltiple de admisión”. Este se presenta en carga media y baja.

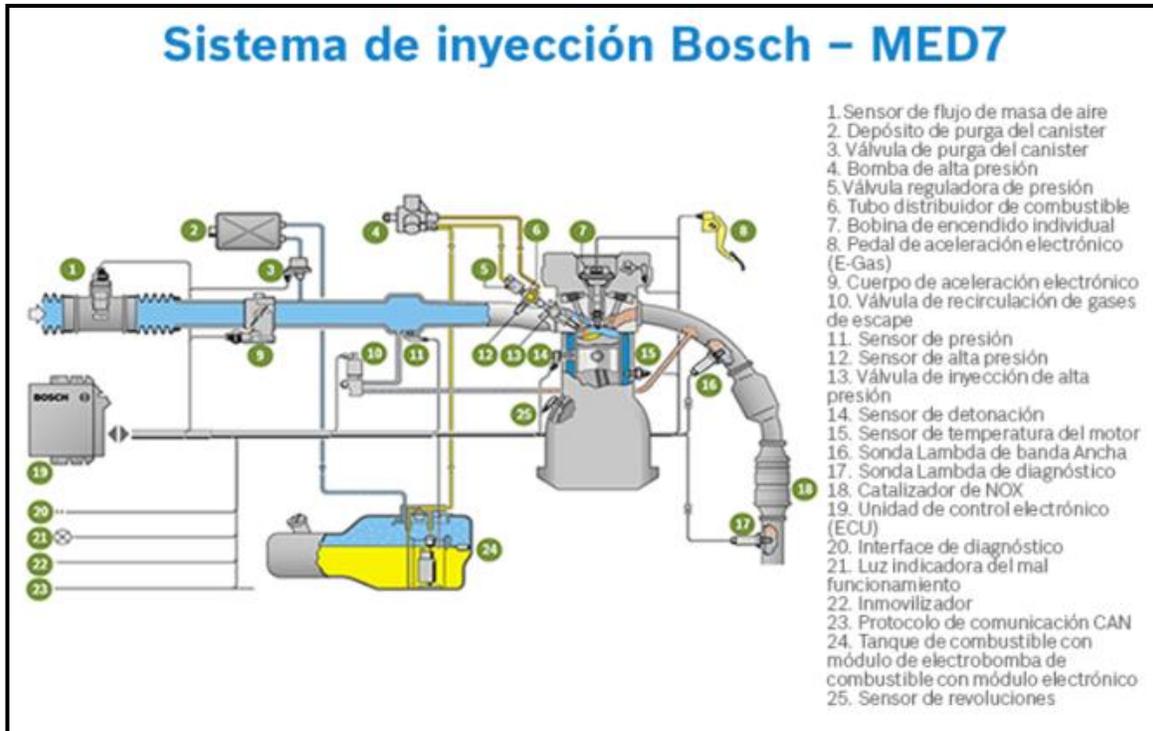
Fuente: *(Manual de la técnica del automóvil, 2008).*

2.4.1 Elementos relacionados al sistema de inyección electrónica.

Podemos apreciar los diferentes componentes de la inyección directa del Ford Edge la cual trabaja bajo la modalidad del sistema de inyección BOSCH – MED7, (Figura6).

Figura 6.

Sistema de Inyección BOSCH MED-7



Fuente: *(Manual de la técnica del automóvil, 2008).*

Los sensores de los cuales dispone este sistema de inyección permiten que la dosificación sea más exacta y oportuna brindando más potencia y rendimiento al motor sin despreciar el modo de conducción en el cual este activo.

2.4.2 Componentes de un sistema de inyección electrónica.

El sistema de inyección directa utiliza diferentes sensores para recibir información del estado del motor y funcionamiento del vehículo. Con todos estos parámetros recibidos la ECU calcula

el volumen óptimo de la cantidad de combustible a inyectar nos basaremos en los componentes, (Figura 6).

- ECU (Unidad de control del motor). Realiza un proceso matemático que determina la cantidad y tiempo de inyección en función de la información recibida por los sensores.
- MAF (sensor del flujo de masa de aire). Determina la masa por el flujo de aire que detecta el mismo.
- CKP (sensor del cigüeñal). El sensor de posición del cigüeñal detecta el ángulo del cigüeñal y velocidad del vehículo.
- CMP (sensor del árbol de levas). El sensor detecta el tiempo de fase de ignición del orden de encendido y apertura y cierre de válvulas.
- KNOCK (sensor de detonación). El sensor de detonación detecta el momento en que se produce una combustión anormal y su explosión es alterada.
- Sensor Lambda (sensor de oxígeno). Este sensor detecta la cantidad de oxígeno en los gases de escape. (Alonso, 1998)

2.4.2.1 Conexión de la ECM en el sistema de inyección electrónica.

La ECM (Engine Control Module) o ECU (Engine Control Unit), en el sistema de inyección electrónica es el componente central con mayor importancia porque es el enlace o conexión entre la información que reciben los sensores y entregan a los actuadores para que el motor y cualquier otro componente del vehículo tenga un buen rendimiento.

Una de sus funciones más importante es regular y mantener el caudal y presión de combustible estable en el sistema y el ingreso de aire necesario en la cámara para una correcta relación aire combustible para un mejor rendimiento y potencia del motor.

Según el funcionamiento interno de la ECM en esta se pueden contemplar: (Sánchez, 2009)

- **Sistemas combinados:** son los que integran el sistema de inyección y encendido en la misma unidad de control.
- **Sistemas No Combinados:** los circuitos de inyección y de encendido actúan de forma independiente y cuentan cada uno de ellos con su propia unidad de control.

2.4.2.2 Componentes de la ECM.

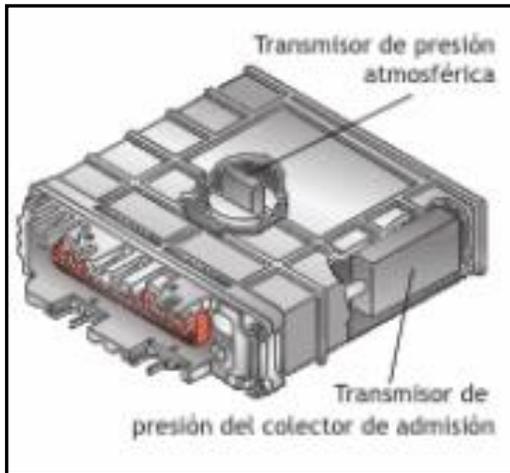
En los vehículos modernos de generación OBD I y OBD II, se disponen de elementos actuadores que permiten un mejor desempeño en el torque o la potencia de los motores los cuales no están exentos de estar dispuestos o ubicados en lugares seguros de acoplamiento y que otro componente o agente externo lo pueda averiar.

Todos estos componentes internos de la ECU deben estar interconectados entre sí, tanto las resistencias, las potencias, los diodos zener, los procesadores. Todos se encuentran dispuestos en una placa de baquelita sujeta con una soldadura e interconectada entre sí para poder recibir y enviar la información desde los sensores hasta los actuadores. Esta placa generalmente está

protegida por un gel para evitar recalentamiento en sus componentes además de tener marcada su ubicación en la placa. (Figura 7).

Figura 7.

Sensor de presión del colector de admisión en centralita



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor. 2009)*.

2.4.2.3 Inyectores.

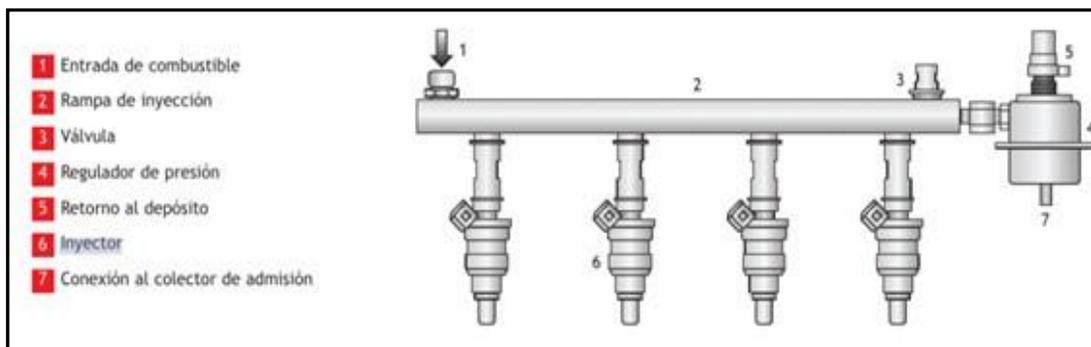
Los inyectores son componentes actuadores del sistema de combustible el cual permite ingresar la cantidad y presión adecuada del combustible pulverizado en la cámara de combustión (Figura8). Este elemento es muy determinante en el funcionamiento del motor con alto rendimiento y bajo nivel de emisiones contaminantes.

El deterioro o mal funcionamiento pueden provocar daños en el motor y estos deben ser detectados lo más pronto posible por medio de equipos análogos como los medidores de presión

de combustible o los digitales como lo son el scanner, osciloscopio o puntas de prueba que darán una señal de funcionamiento interna de los inyectores que son actuadores y en caso de avería ser reparados o sustituidos inmediatamente.

Figura 8.

Componentes del sistema de inyección de combustible



Fuente: *(Inyección y encendido, 2008)*.

Los inyectores se encuentran emplazados con precisión para que el ángulo de inyección sea exacto con respecto a la válvula de admisión para evitar pérdidas por efecto de las condensaciones. Deben estar protegidos del calor por medio de un aislamiento térmico. (Sánchez, 2009)

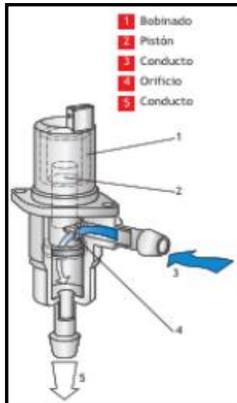
El inyector de inyección directa debe ser metálico y estar directamente instalado en la cámara de combustión debiendo soportar altas presiones y temperaturas.

2.4.2.4 Válvula de aire adicional de control de régimen mínimo.

Este tipo de válvula suministra una cierta cantidad de aire adicional mientras el motor se encuentra en la fase ralentí, de puesta a régimen térmico o cuando al motor se le aplica una carga adicional debido a la utilización de un servicio. Este tipo de válvula electromagnética que trabaja con una frecuencia variable y actúa bajo el control directo de la unidad de mando regulando, mediante el desplazamiento del pistón, un conducto de sección variable permitiendo de esta forma el paso del flujo de aire paralelamente a la válvula de mariposa, (Figura9). Para regular este tipo de acción, la unidad electrónica de mando utiliza los parámetros de velocidad angular del motor y la temperatura del líquido refrigerante proveniente de los respectivos sensores. (Sánchez, 2009)

Figura 9.

Electroválvula IAC



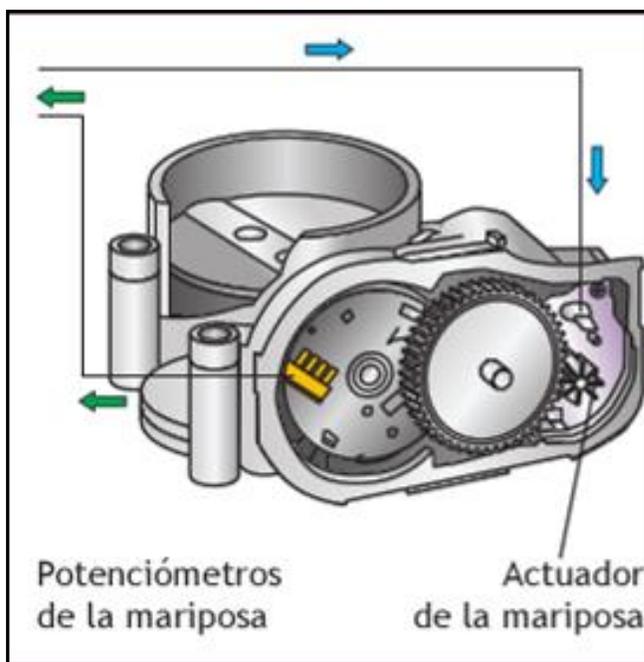
Fuente: *(Inyección y encendido, 2008).*

2.4.2.5 Actuador de mariposa electrónica.

Esta comandada por la ECU (Unidad de Control Electrónico), y consta de un motor de corriente continua con un conjunto de tres engranajes para transmitir el giro del motor hasta la mariposa; (Figura 10). La mariposa en posición de reposo mantiene una apertura de aproximadamente 7°. El actuador es el encargado de cerrar o abrir la mariposa en función de la excitación recibida de la unidad de control. (Sánchez, 2009)

Figura 10.

Mariposa Motorizada de doble pista

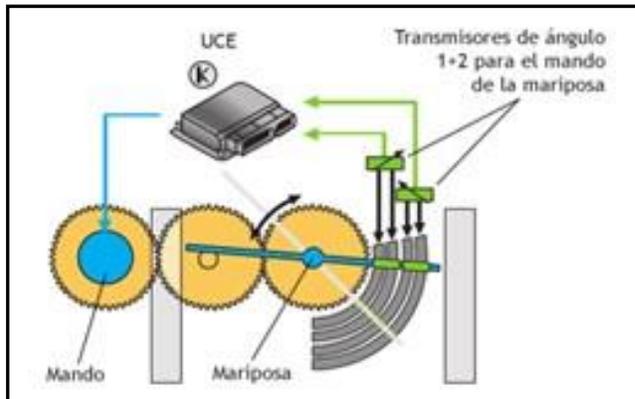


Fuente: (Sistemas Auxiliares del motor, 2009).

La unidad controla al motor del actuador por dos cables, (Figura 11); regulando el sentido de giro mediante la inversión de la polaridad. Con el encendido conectado y el motor parado, la mariposa abre o cierra en la misma proporción que se pisa el acelerador es decir con el pedal suelto está en reposo y al pisar a fondo, totalmente abierta. (Sánchez, 2009)

Figura 11.

Esquema eléctrico de Mariposa motorizada

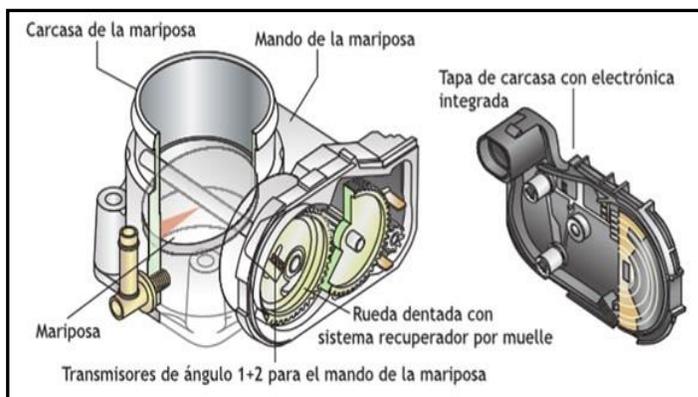


Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009)*.

Su funcionamiento se basa en que para abrir o cerrar la mariposa la unidad de control del motor excita el motor eléctrico para el mando de la mariposa (Figura 12). Los dos transmisores de ángulo realimentan hacia la ECU las señales correspondientes a la posición actual de la mariposa. Por motivos de seguridad se emplean dos transmisores. (Sánchez, 2009)

Figura 12.

Mariposa motorizada de doble pista



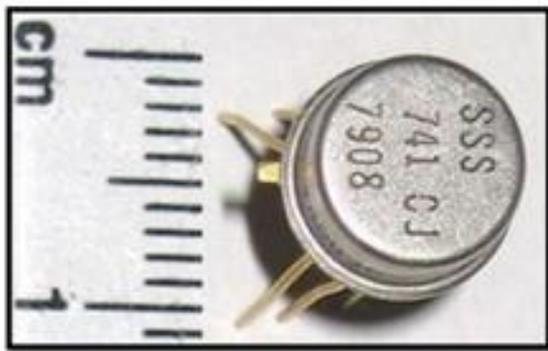
Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009)*.

2.4.2.6 Amplificador Operacional

Estos integrados se caracterizan por ser construidos en sus componentes más compatibles posible ya que deben estar dispuestos de modo que en cada momento se puede acceder a los puntos digamos standard (Figura 13), donde se conectan los componentes externos cuya función es la de permitir al usuario conmutar la respuesta y transferirla al dispositivo.

Figura 13.

Amplificador operacional



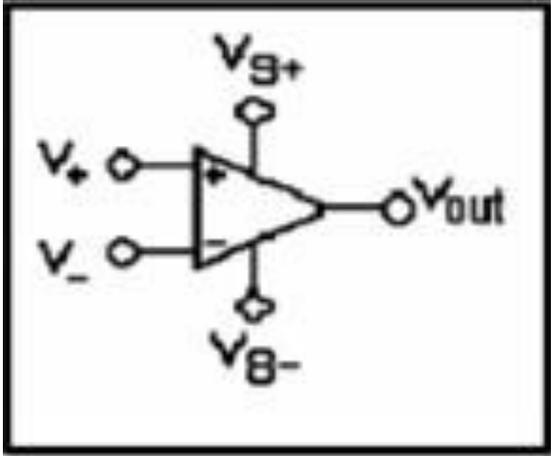
Fuente: *(Inyección y encendido, 2008)*.

Las secciones de las que está constituida un amplificador operacional son:

- $V +$ entrada no inversora
- $V -$ entrada inversora
- V_{out} salida
- V_{s+} alimentación positiva
- V_{s-} alimentación negativa

Figura 14.

Diagrama de un amplificador operacional



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

2.4.2.7 Diodo Zener

El diodo Zener tiene como función de aplicar una corriente eléctrica de Ánodo al Cátodo a esto se lo caracteriza un diodo rectificador básico. Pero por otro lado si a este diodo se le suministra o si se le surte una corriente inversa, el diodo solo dejara que el voltaje pase de forma constante, se puede observar el diodo zener (Figura 15). En conclusión: el diodo Zener tiene que ser polarizado de forma inversa para que adopte su característica de regulador de tensión, y como símbolo se lo visualiza como un diodo normal, pero tiene dos terminales a los lados. Este diodo no se comporta como un diodo convencional en condiciones de alta corriente, porque cuando recibe demasiada corriente este no se quema, sino que se apaga

Figura 15.

Diodo Zener



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009)*.

2.4.2.8 Transistor electrónico

Es un pequeño dispositivo semiconductor que cierra o abre un circuito o amplifica una señal, se emplea en circuitos integrados para generar bits. Estos transistores hacen funcionar aparatos electrónicos, aunque disponen de un dispositivo mediante el cual recibe las ondas y las transforma en sonidos o señales.

Figura 16.

Transistor Hexfet Power Mosfet



Fuente: *(Inyección y encendido, 2008)*.

2.5 Sensores en un sistema de inyección de combustible.

Los sensores son elementos receptivos esenciales que permiten captar una señal y transmitirla a la ECU (Unidad de Control Electrónico), para que la procese como digital o sea en bits y poder tener una información más rápida y segura, la variedad y parámetros de funcionamiento son los que permiten que estos sensores entreguen información a la ECU la procese y pueda definir la cantidad y el tiempo de inyección que debe tener un inyector para de esta forma ahorrar combustible y permitir al motor tener mayor potencia.

2.5.1 Adquisición de datos para la medición de combustible.

La adquisición de datos u obtención de los parámetros requeridos para el buen funcionamiento de la medición de combustible a inyectar no solo depende de dos o tres sensores y más allá de eso es que toda la información que recibe la ECU esta almacenada en la misma para hacer un comparativo de los parámetros de fábrica y los que recibe obteniendo después una mezcla rica y una mezcla pobre, queriéndose lograr obtener la mezcla estequiométrica de 14:1.

El combustible se mide a través de los inyectores de combustible pulsando sus válvulas internas para abrir y cerrar a un ritmo extremadamente rápido medido en milisegundos (ms). La ECU (Unidad de Control Electrónico), actualiza constantemente el inyector de combustible abierto al tiempo de cierre, conocido como **ancho de pulso (AP)** y el tiempo entre pulsos, conocido como **intervalo de pulso (IP)**.

A medida que aumenta la demanda de combustible del motor, los sensores transmiten ese requisito a la ECU, que busca en las tablas el ancho de pulso y el intervalo de impulso del inyector correspondiente para satisfacer la demanda. En general, la ECU aumentará el AP (Ancho de pulso) y disminuirá el IP para enriquecer la mezcla de combustible y también disminuirá el AP y aumentará el IP para disminuir la mezcla. De esta forma, la ECU puede ajustar infinitamente el flujo de combustible para que coincida con la demanda del motor bajo cualquier condición posible y en cualquier punto en el tiempo. (BOSCH, 2012)

2.5.2 Tipos de sensores de un sistema de inyección de combustible.

Todos los vehículos disponen de diversos tipos de sensores unos en mayor cantidad por ser vehículos de alta gama y otros pocos sensores por ser vehículos de baja gama. Sin embargo, existen sensores que son muy esenciales o que generen señal base para cualquier vehículo y permita tener buen desarrollo y economía en el consumo de su combustible. Entre los más comunes tenemos los siguientes:

- Sensor CKP.
- Sensor CMP.
- Sensor ECT
- Sensor Lambda.
- Sensor MAF.

Los sensores y actuadores son elementos periféricos que conforman la interfaz entre las unidades de control electrónico y sistemas del vehículo.

Requisitos de los sensores.

La diversidad de sensores en diferentes vehículos se encuentra expuestos a condiciones de servicio a resistir todo tipo de esfuerzos, tales como:

-
- Mecánicos: vibraciones y golpes.
- Climáticos: temperatura y humedad.
- Químicos: agua, aceite, ácido de batería, niebla salina.
- Electromagnéticos: Irradiaciones, frecuencias parasitas, altas tensiones e inversiones de polaridad.

2.5.2.1 Sensor de giro del cigüeñal CKP tipo inductivo.

Se emplea para medir las revoluciones del motor y detectar la posición de los pistones del motor y por ende del cigüeñal, estos sensores pueden ser de tipo inductivo y tipo hall.

Existe una rueda dentada ferromagnética con una marca de referencia para la unidad de mando enviar informaciones al sistema de encendido. Los sensores de tipo inductivo llevan dos cables. (Figura 17).

Figura 17.

Sensor CKP inductivo

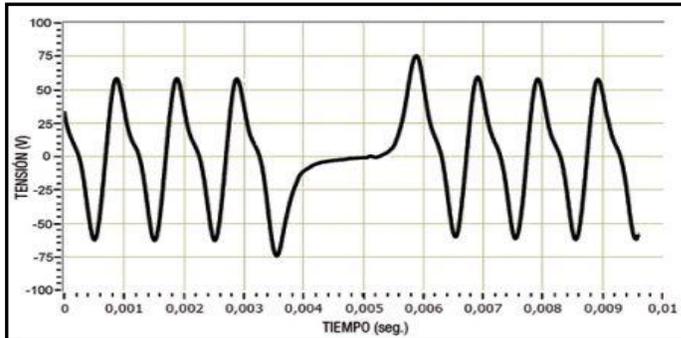


Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

Se componen de una bobina sobre un núcleo metálico y un imán permanente. El sensor está montado frente a una rueda fónica. El flujo magnético que se produce entre los dientes y los valles de la rueda, inducen una tensión sinusoidal de salida que es proporcional a la velocidad de las variaciones que detecta el sensor. La tensión varía en función de la velocidad de rotación y la distancia a la rueda dentada (*Gap*) tanto en frecuencia como en amplitud. Esas variaciones hacen que la señal que obtengamos sea la siguiente: (Manual de la técnica del automóvil, 2008)

Figura 18.

Onda de captadores de pulsos inductivos

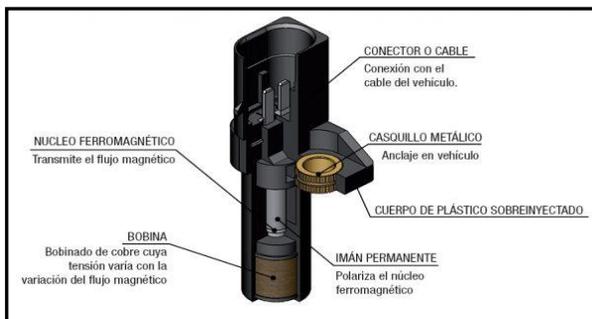


Fuente: *(Manual de la técnica del automóvil, 2008).*

En la siguiente grafica se muestran los componentes del sensor inductivo. (Figura 19).

Figura 19.

Componentes del captador de impulsos inductivos



Fuente: *(Manual de la técnica del automóvil, 2009).*

Existen algunas comprobaciones rápidas para verificar el estado de este sensor:

- Medición de resistencia la cual debe marcar entre 250 ohm a 1500 ohm según el tipo de sistema.

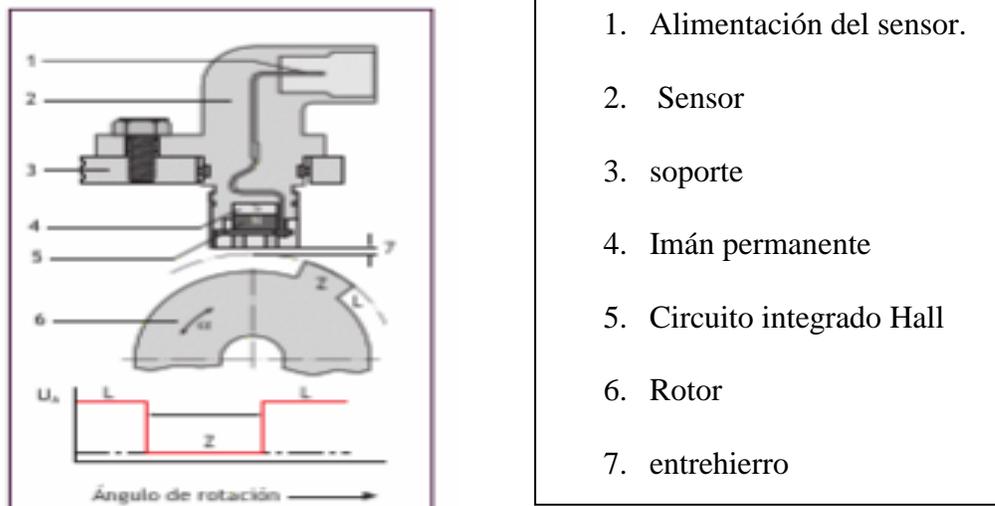
- Medición de aislamiento de masa conectando un pin del sensor a masa debe marcar resistencia infinita.

2.5.2.2 Sensor de giro del cigüeñal CKP tipo Hall

También llamados sensores ópticos, pero son de tipo Hall con tres cables, cada uno de los cuales produce tipos de señales diferentes analógica cuadrada respectivamente la señal de voltaje analógico es causada por el magnetismo generado entre la rueda en rotación y el propio sensor (Figura 20). Mientras el motor siga encendido y la rueda en rotación dicha señal será enviada a la ECU caso contrario no emite ningún tipo de señal.

Figura 20.

Sensor CKP tipo Hall



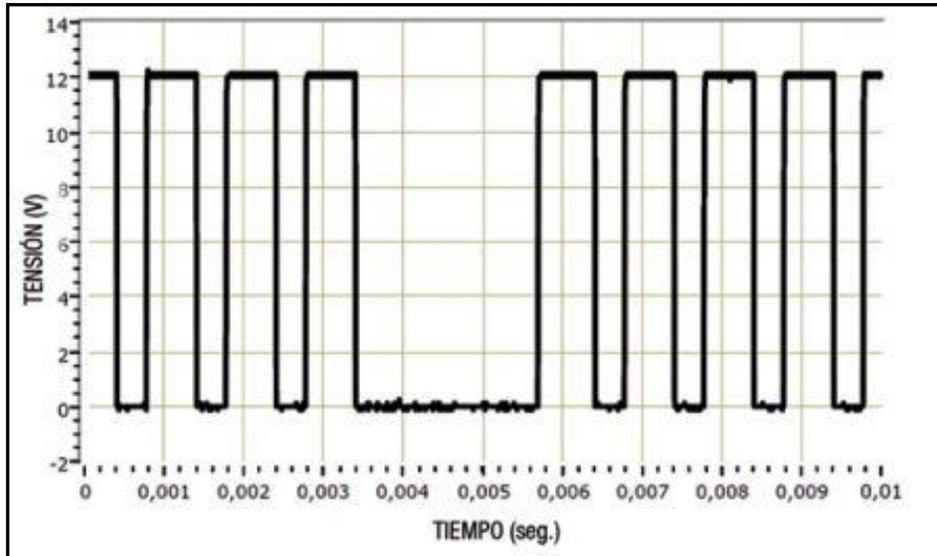
Fuente: (Sistemas Auxiliares del motor, 2009).

Se componen de un sensor semiconductor, acoplado a un circuito electrónico que protege el sensor de posibles picos de tensión y un imán permanente. El principio de funcionamiento se basa en el llamado Efecto Hall, que consiste en la generación de un voltaje transversal (tensión de hall), al sentido de la corriente en un conductor, cuando en él se le aplica perpendicularmente la acción de un campo magnético.

La respuesta que obtenemos del sensor es una señal cuadrada de salida que es proporcional a las variaciones que detecta el sensor. Esas variaciones hacen que la señal que obtengamos sea la siguiente: (Sistemas Auxiliares del motor, 2009)

Figura 21.

Señal del Efecto Hall

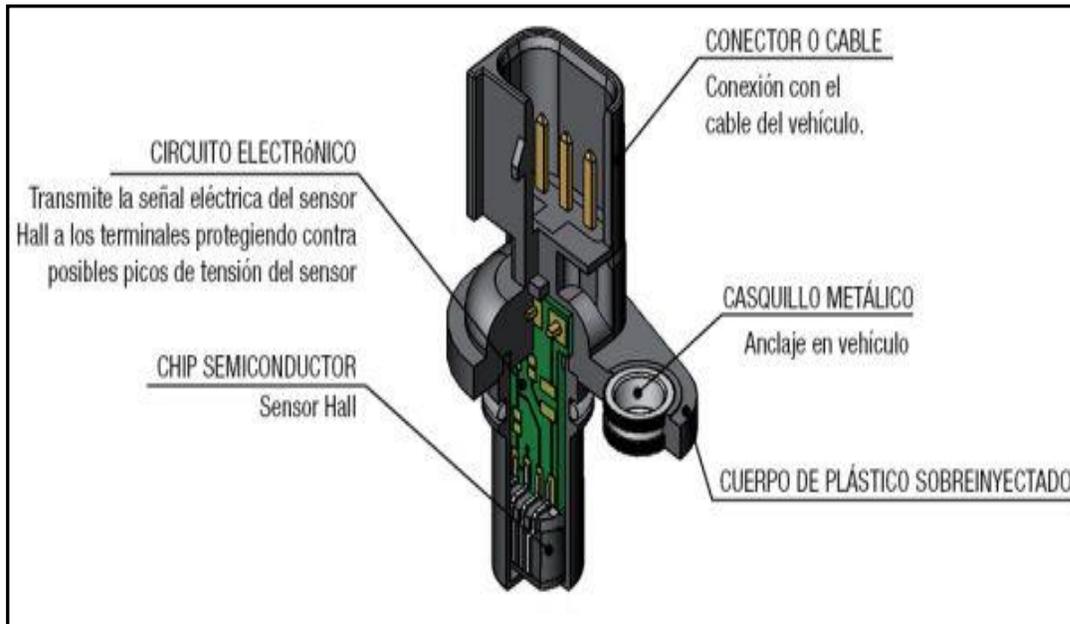


Fuente: (Sistemas Auxiliares del motor, 2009).

En la siguiente (Figura 22) se mostrará el captador de efecto hall:

Figura 22.

Componentes del sensor tipo Hall



Fuente: *(Sistema Auxiliares del motor, 2009).*

2.5.3 Sensor de detonación – Knock Sensor.

Los Sensores de Detonación previenen de un encendido espontáneo nocivo cuyo resultado es el efecto del picado, (Figura 23). Las combustiones acíclicas incontroladas dan lugar a una elevada temperatura dentro del cilindro. Este fenómeno provoca que, componentes del motor con los pistones, las válvulas o la culata sean sometidas a un elevado esfuerzo.

Figura 23.

Sensor de detonación

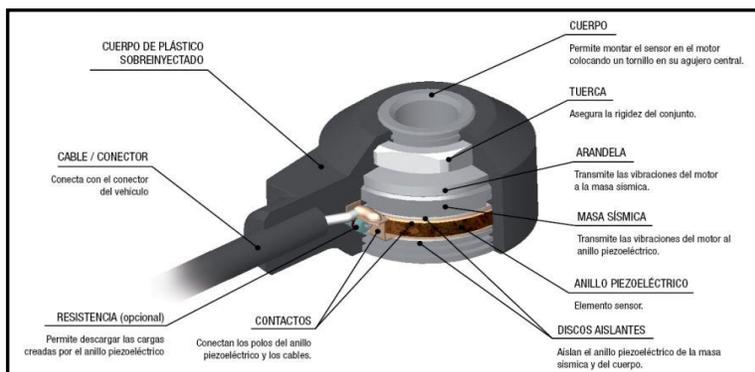


Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

El Sensor de Detonación se encuentra situado en el bloque motor de manera que, registra el golpeteo provocado por el efecto del picado y lo transforma en una señal eléctrica. La unidad de control coteja la señal con los valores de especificación almacenados e interviene para controlar el motor, la inyección del combustible y el encendido en la medida necesaria, antes de que la combustión alcance el límite de picado.

Figura 24.

Composición sensor detonación



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

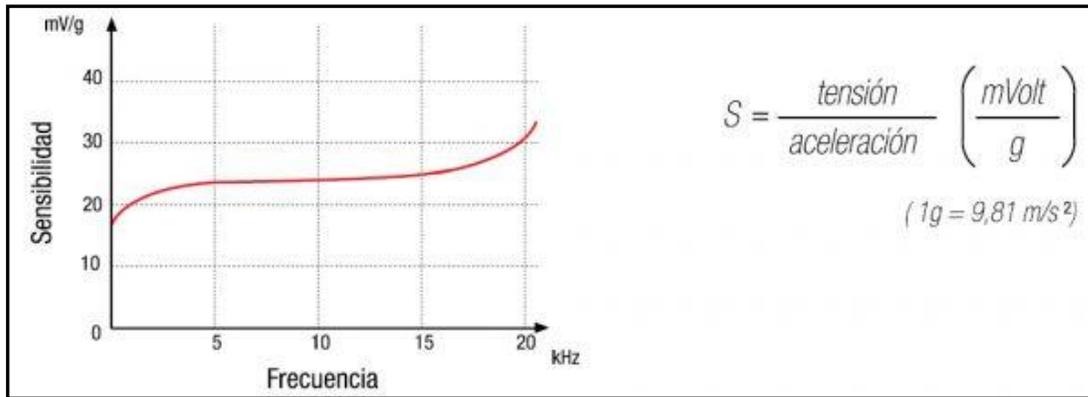
Dentro de la composición En el interior del Sensor de Detonación se encuentra un anillo piezoeléctrico con un contacto metálico en cada una de sus caras y perfectamente aislados del cuerpo y la masa sísmica, (Figura 24). El sensor piezoeléctrico es un anillo cerámico que se polariza al ser expuesto a un campo eléctrico externo, de forma que, al someterlo a fuerzas de compresión es capaz de generar una diferencia de potencial. La masa sísmica es un anillo metálico perfectamente calibrado con el fin de conseguir las sensibilidades requeridas, de manera que, colocada junto al sensor y comprimida por una arandela elástica y una tuerca transmite (debido a la fuerza de inercia) las vibraciones recibidas al elemento sensor.

La parte metálica del sensor (cuerpo) es la encargada de transmitir las vibraciones desde el bloque motor, de manera que, antes de montarlo tenemos que asegurarnos de que la zona se encuentra limpia y, en buenas condiciones, ya que, en caso contrario no aseguraríamos el buen funcionamiento del sensor. (Inyección y encendido, 2008)

Los Sensores de Detonación se diferencian por su Sensibilidad (S). La Sensibilidad es la relación entre la tensión generada entre sus terminales y, la aceleración a la que está siendo sometido, se expresa en mV/g (mV es señal de salida desde cero V, y por lo tanto es el índice del acelerómetro en mV y g es la aceleración debida a la gravedad terrestre). Los Sensores de Detonación de tipo no resonantes tienen la característica de mantener su Sensibilidad casi constante a lo largo de todo su rango de lectura, eso se puede revisar en la figura 25.

Figura 25.

Diagrama del sensor de detonación



Fuente: *(Inyección y encendido, 2008)*.

Dentro de la extensa gama disponible podemos encontrarlos con o sin resistencia de descarga. Todos los Sensores de Detonación son sometidos a rigurosos ensayos y probados en respuesta al 100%.

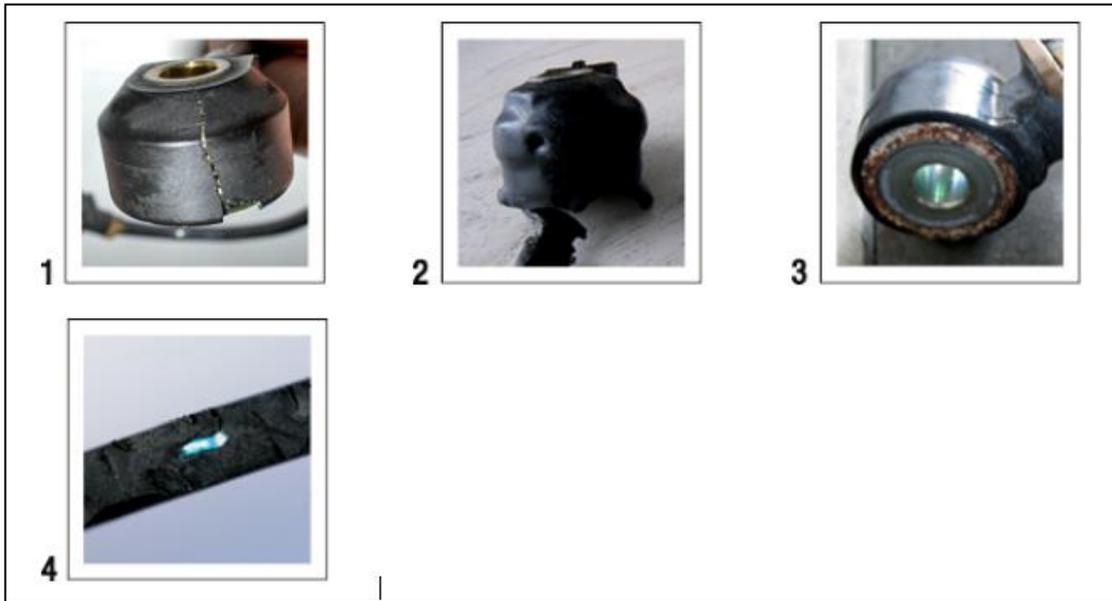
- Rango de trabajo (1...20 kHz).
- Sensibilidad a 5 kHz (propia de cada sensor).
- Temperatura de trabajo (-40°C...140°C).
- Rango de capacidad (800...1400 pF).
- Resonancia Principal (> 25 kHz).

Para poder terminar las posibles causas de fallo esta debe verificarse el cuerpo sensor, el conector y el cable asegurándose de su buen estado. Compruebe también si el cuerpo del Sensor de Detonación muestra alguna grieta, abolladura o golpe que pudieran haberlo deteriorado. Hay que tener en cuenta que, como norma general, una inspección visual no es suficiente para poder

asegurar el buen o mal funcionamiento del sensor, pero ayuda a realizar un primer diagnóstico.
(Vargas)

Figura 26.

Fallas sensor detonación



Fuente: *(Inyección y encendido, 2008)*.

- Grietas y roturas. Tensiones provocadas por el estrés mecánico.
- Deformaciones y abolladuras. Sobre calentamiento del sensor.
- Corrosión del cuerpo metálico. Mal anclaje al bloque motor.
- Sin señal. Rotura del cable por fricción o exceso de vibración, y rotura interna del sensor

por estrés mecánico o térmico, (Figura 26).

2.5.4 Sensor del árbol de levas CMP tipo inductivo.

El árbol de levas tiene una relación de 1:2 con respecto al giro del cigüeñal. La posición que indique la posición del pistón en el motor que se mueve hacia el PMS (Punto Muero Superior). Este se encuentra en el tiempo de compresión o en el escape.

El sensor de fase junto al árbol de levas suministra esta información a la ECU.

Figura 27.

Sensor CMP



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

2.5.5 Sensor Lambda.

Para el sistema de escape se toma en cuenta tres sensores:

- Sensor de oxígeno.
- Sensor NOx.
- Sensor de diferencial de presión.

El sensor de oxígeno también es conocido como Sonda Lambda, se encuentra instalada en el escape antes y después del catalizador de oxígeno. Este sensor mide la cantidad de oxígeno en los gases de escape; y envía una tensión a la unidad de mando para poder aumentar o disminuir la dosificación de combustible, existen varios tipos de sonda por el modelo del vehículo o por la tecnología a implementar en esa marca.

La sonda de banda ancha es la tecnología más empleada para vehículos con motores de inyección directa a gasolina y diésel, (Figura 28).

Figura 28.

Sensor de Oxígeno



Fuente: *(Manual de la técnica del automóvil, 2008).*

Tabla 2.*Tipos de Sonda Lambda*

Tipo de sensor	Sonda Lambda binaria de Titanio	Sonda Lambda binaria de Circona		Sonda de Banda Ancha
Material Sensor	Dióxido de Titanio	Dióxido de Circonio		Dióxido de Circonio
Principio de Funcionamiento	Resistivo	Electroquímico		Electroquímico
Señal de Salida	Tensión (circuito divisor de tensión)	Tensión (comparación entre dos atmósferas)		Corriente
Tamaño	Estándar	Estándar	Mini	Estándar
Referencia de aire exterior	No	Si	No	En ocasiones
Número de cables	4	1 o 2	1 o 4	5
Calefactor	Si	No	Si	Si

Fuente: *(Manual de la técnica del automóvil, 2008).*

Se exponen las sondas lambda binarias de Titanio y sondas lambda binarias de Circona, (Tabla 2). Estas sondas no son intercambiables entre si pues trabajan de forma distinta. Estos dos tipos de sonda lambda se basan en la más moderna tecnología como la cerámica multicapa planar, que las distingue de la sonda lambdas convencionales.

El perfecto estado de funcionamiento de la sonda lambda nos asegura:

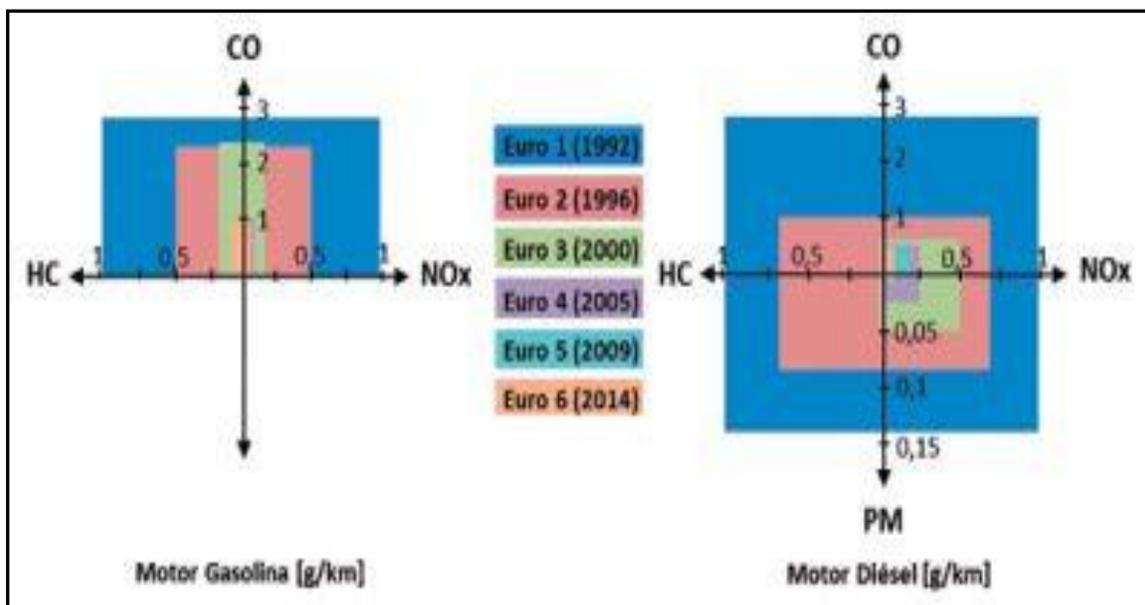
- Menos Contaminación.
- Mas rendimiento y mejor funcionamiento del motor,
- Menor consumo de combustible. (Sonda Lambda en mal estado puede causar un incremento del 15% en el consumo de combustible).
- No deteriorar el catalizador.

Mediante la señal de la Sonda Lambda la unidad de control reconoce la composición de la mezcla. La Sonda Lambda controla la ratio de la mezcla de combustible-aire y asegura que el motor trabaja en la mezcla óptima, Lambda 1.

En mezclas con exceso de combustible o ricas, $\text{Lambda} < 1$, se reduce la inyección de combustible, mientras que, en mezclas con defecto o pobres, $\text{Lambda} > 1$, la cantidad de combustible inyectada se aumenta hasta alcanzar el óptimo, (Figura 29).

Figura 29.

Relación de la mezcla aire-combustible

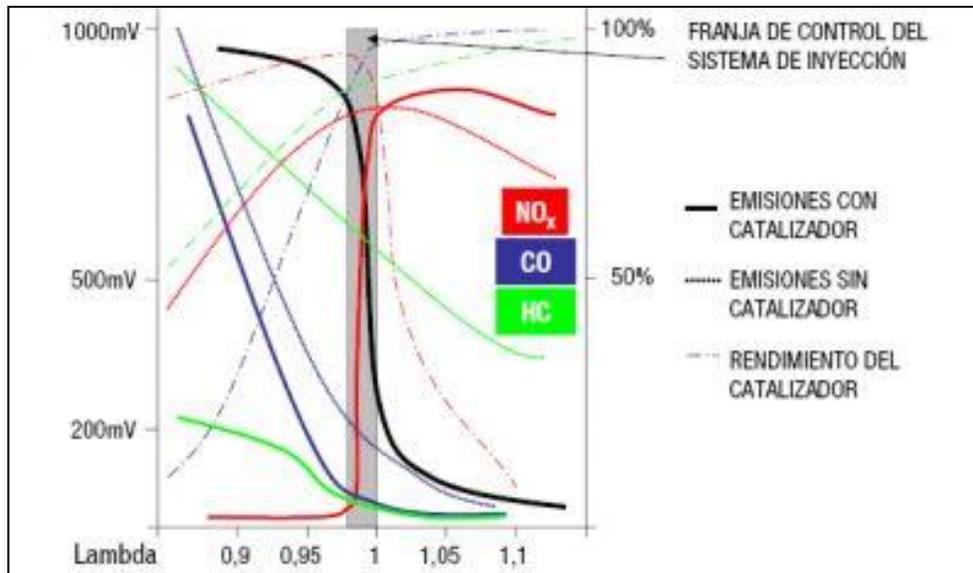


Fuente: (*Manual de la técnica del automóvil, 2008*).

Todos los vehículos con catalizador llevan al menos una Sonda Lambda, va situada antes del catalizador. Sin embargo, los vehículos que aplican el OBD-II (On-Board Diagnostic), equipan una segunda Sonda Lambda, ubicada en la parte posterior del catalizador. Su función, es informar del correcto funcionamiento de la Sonda Lambda de regulación, corrigiendo cualquier desvío, o del catalizador, avisando en el momento que éste se encuentra agotado y ha de ser sustituido.

Figura 30.

Franja de control del sistema de inyección



Fuente: *(Inyección y encendido, 2008)*.

Basándonos en la clasificación de las Sondas Lambda de Circona (Zr) y Sonda Lambda de Titanio (Ti), en función de su material sensible estas pueden disponer de cierta composición que permitirán un mejor desempeño de trabajo.

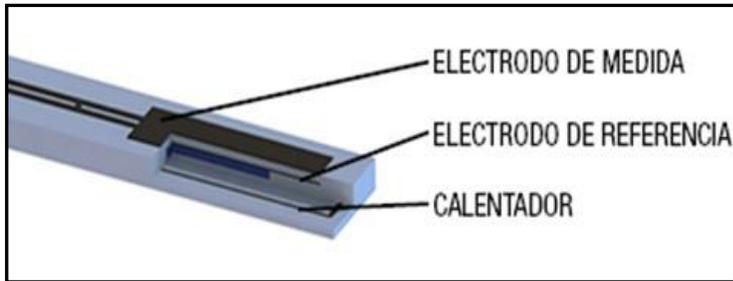
2.5.5.1 Cómo funcionan las Sondas Lambda con elemento sensor de CIRCONA

Las Sondas Lambda de Circona están basadas en Dióxido de Circonio y funcionan por comparación de dos atmósferas, los gases de escape por un lado y el aire exterior por el otro. La diferencia de concentración de oxígeno entre los dos gases genera una tensión en el sensor. Las mezclas ricas en combustible producen una tensión alta y las mezclas pobres producen una

tensión baja, una respuesta on-off o 0-1 fácil de interpretar por la electrónica. El material sensor se activa siempre que se encuentre a una temperatura superior a 350°C.

Figura 31.

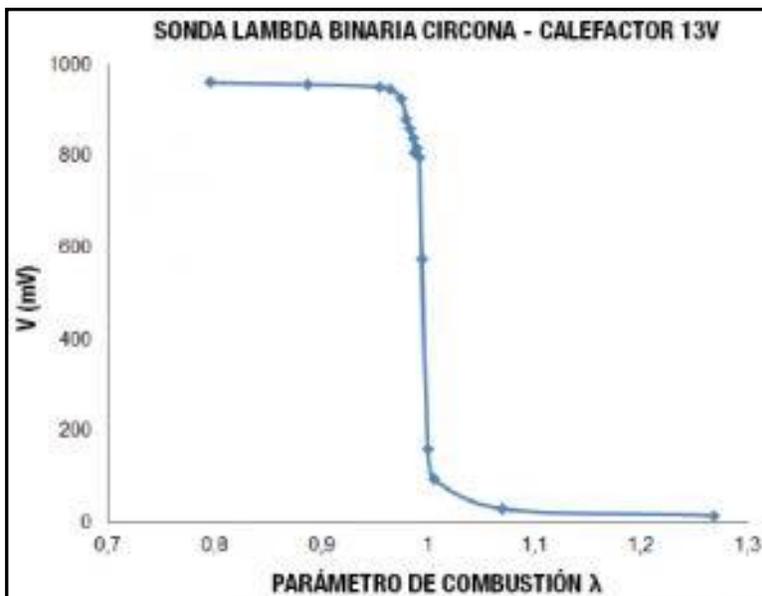
Componentes de activación del sensor lambda



Fuente: *(Inyección y encendido, 2008)*.

Figura 32.

Parámetro de combustión para el sensor Lambda de Circona



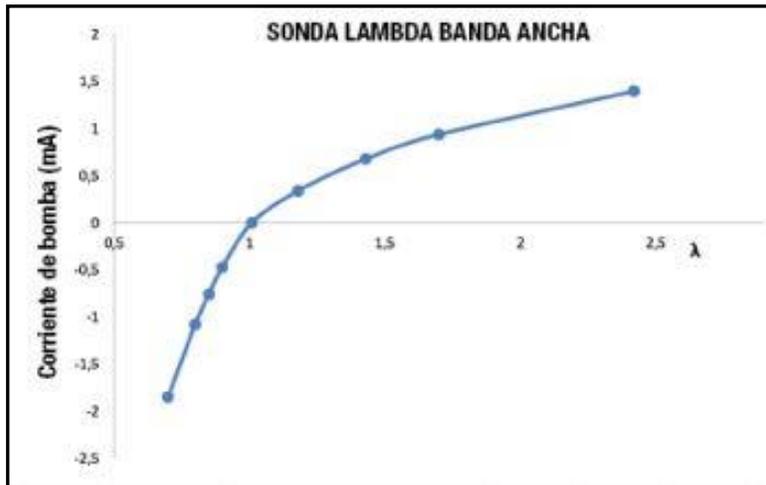
Fuente: *(Inyección y encendido, 2008)*.

2.5.5.2 Cómo funcionan las Sondas Lambda de BANDA ANCHA

A diferencia de las Sondas Lambda de circonita, las Sondas Lambda de Banda Ancha proporcionan una respuesta continua, y no binaria, frente al valor de lambda detectado. Por este motivo, miden con gran exactitud la composición de los gases de escape, lo que las hace aptas también para motores diésel y de gasolina.

Figura 33.

Parámetro de combustión para la sonda lambda Banda Ancha



Fuente: *(Inyección y encendido, 2008)*.

Las Sondas Lambda de Banda Ancha contienen dos celdas electroquímicas que trabajan de manera concurrente. Una de ellas mide el carácter rico o pobre de la mezcla de gases, de forma similar a las Sondas Lambda binarias. La otra celda electroquímica reacciona condicionada por la señal de la primera celda y por la cantidad de oxígeno en el gas de combustión. El

funcionamiento conjunto de ambas celdas proporciona una corriente eléctrica positiva para mezclas pobres, negativa para mezclas ricas y nula para el caso de mezcla estequiométrica.

La corriente generada por las Sondas Lambda de Banda Ancha está calibrada y además debe ser transformada en tensión para que pueda ser leída por la ECU del vehículo. Por estos motivos, la Sonda incorpora una resistencia de calibración en el conector. Esta resistencia es diferente para cada sonda, por lo que no se debe, en ningún caso, reemplazar una Sonda Lambda por otra cortando los cables.

Existen dos tipos de Sondas de Banda Ancha.

- Las Sondas de Banda Ancha de primera generación contienen un canal de referencia de aire exterior similar al de la Sondas Lambda binarias de circona.
- Las Sondas de Banda Ancha de segunda generación no precisan de ese canal de referencia para funcionar. En comparación con las de primera generación, la ausencia de canal permite un ahorro la potencia consumida por estas sondas, el tiempo de calentamiento inicial es menor y la estabilidad de la señal a lo largo de su vida útil es mayor.

En función de la aplicación de cada vehículo es necesaria una Sonda de Banda Ancha de primera o de segunda generación, sin que puedan ser intercambiables entre sí.

El intervalo de cambio es cada 160.000 km.

2.5.6 Sensor de temperatura tipo ECT.

Los Sensores de Temperatura del vehículo son unos componentes que juegan un papel muy importante en el control de emisiones contaminantes y consumo de combustible. Su lectura, junto a la de otros sensores, hacen que la unidad de control parametrize las condiciones del sistema de inyección, (Figura 34).

Figura 34.

Sensor de temperatura de refrigerante



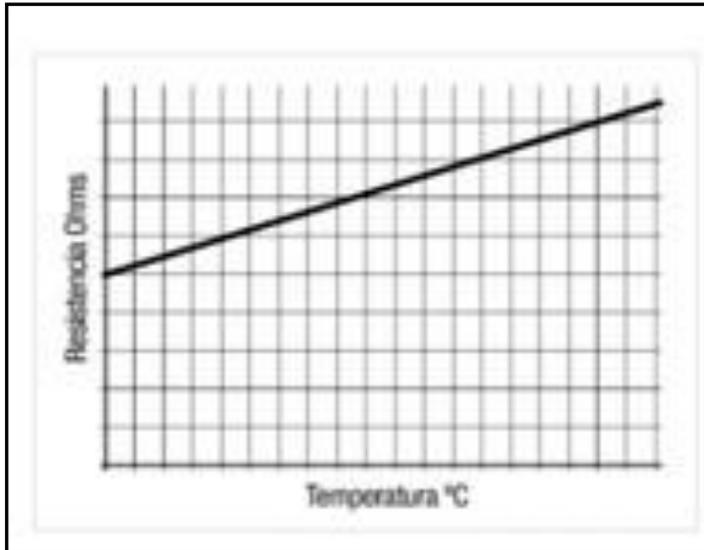
Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

Un **termistor PTC (coeficiente de temperatura positivo)** es una resistencia variable cuyo valor se ve aumentado a medida que aumenta la temperatura.

Los materiales iniciales usados son molidos, mezclados con aditivos cerámicos, prensados en moldes y sinterizados. Su representación gráfica es, a diferencia de las NTC, lineal con lo que veríamos este resultado, (Figura 35).

Figura 35.

Sensor de temperatura de refrigerante PTC



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

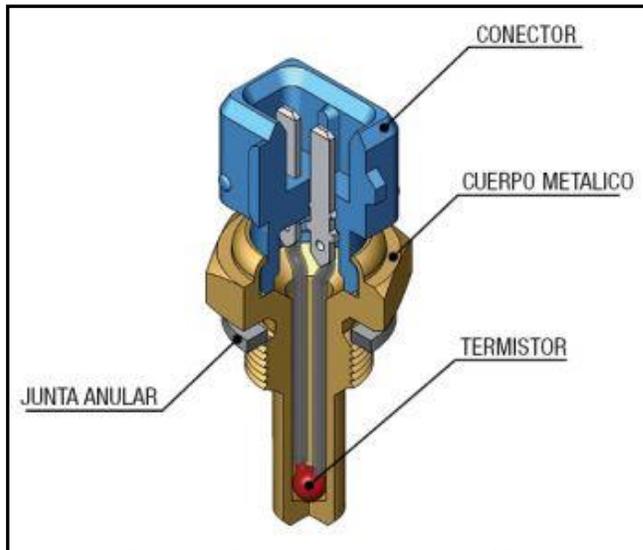
Los sensores de temperatura se basan en un termistor insertado en uno de los extremos de un cuerpo metálico, ya sea cilíndrico o hexagonal.

Ese extremo es el que estará en contacto con el líquido refrigerante, los sensores se basan en un termistor insertado en uno de los extremos de un cuerpo metálico, ya sea cilíndrico o hexagonal. (Roscado o insertado en el sistema de refrigeración del vehículo) o con el aire y será el encargado de leer la temperatura y enviar la información a la unidad de control.

La zona de conexionado de los sensores suele ser de material plástico, y se adaptan a los diferentes conectores para cubrir así la gran mayoría de vehículos del mercado. Una junta anular de metal o de goma, garantiza la hermeticidad entre el sensor y el bloque motor.

Figura 36.

Composición del Sensor de temperatura de refrigerante



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

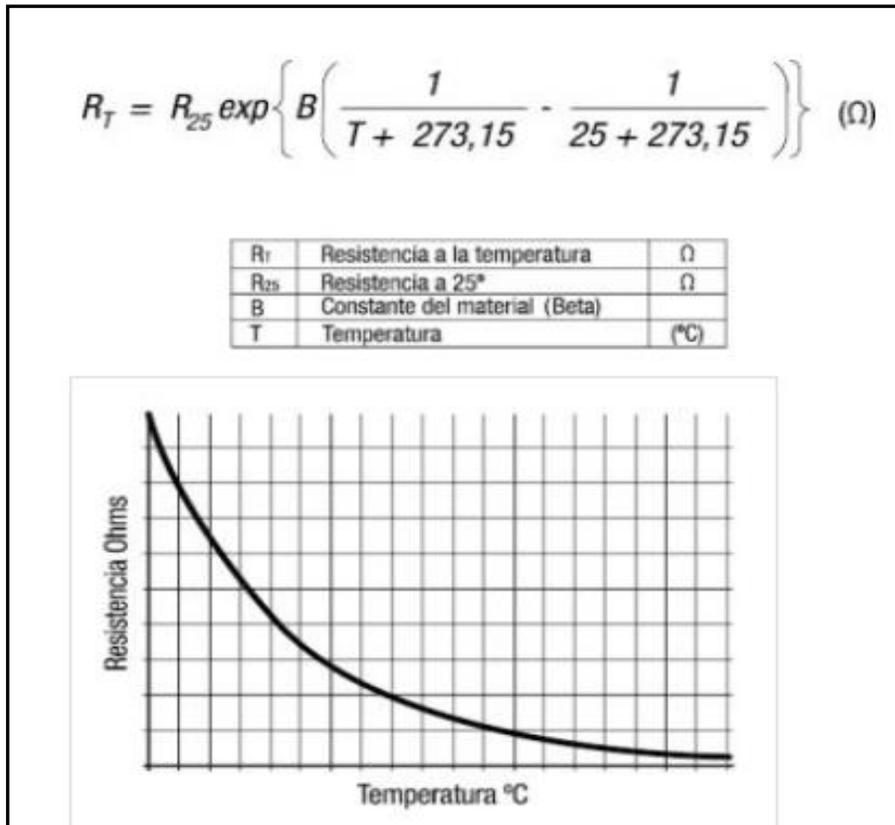
2.5.6.1 Funcionamiento de los sensores de temperatura tipo NTC.

Las **resistencias NTC (coeficiente de temperatura negativo)**, también llamadas Termistores NTC, son resistencias cuyo coeficiente de temperatura es negativo, es decir que el valor óhmico de su resistencia depende de la temperatura. Las resistencias NTC se fabrican a partir de óxidos semiconductores de los metales, tales como el óxido férrico (Fe_2O_3) sustituyendo algunos de sus iones de hierro por los de titanio.

Para obtener una representación gráfica necesitamos aplicar la siguiente ecuación:

Figura 37.

Curvas sensor de temperatura de refrigerante NTC



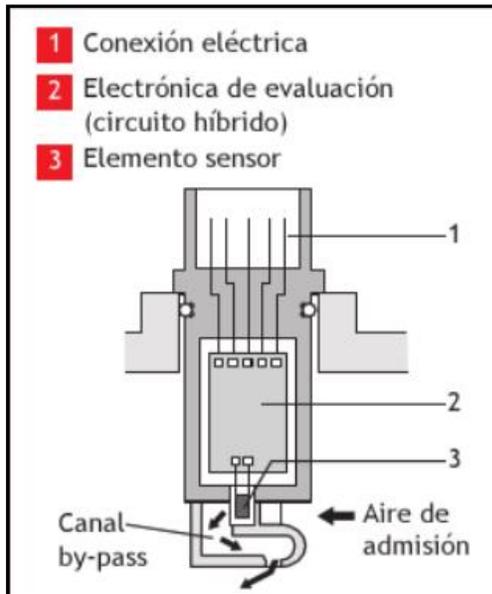
Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009)*.

2.5.7 Sensor de flujo de aire – MAF.

Este medidor permite determinar realmente la cantidad de aire aspirado por el motor, (Figura 38), el cual detecta las pulsaciones y corrientes de reflujo causado por la apertura y cierre de las válvulas de admisión que provocaban una incorrecta medición. (Sánchez. 2009)

Figura 38.

Medidor de masa de aire de película caliente



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009)*.

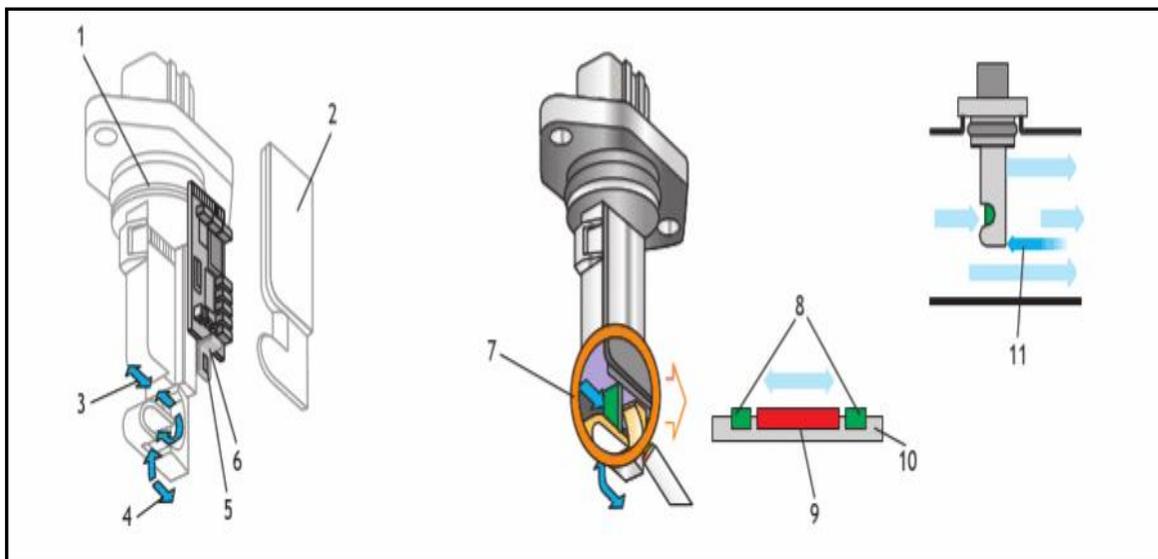
Esta señal es utilizada principalmente por la unidad de control del motor para el control de caudal inyectado y del avance del encendido.

Está constituido por una célula de medición (3), en contacto con la corriente de aire parcial en la entrada de aire de admisión y un sistema electrónico evaluador integrado (2), este último se comunica con la ECU a través de conexiones eléctricas. El canal de medición de la corriente parcial está conformado de manera que el aire puede fluir sin remolinos por delante de la célula y refluir por el conducto de medición. De ese modo se mejora el comportamiento del sensor en caso de corrientes de fuerte pulsación y además de las corrientes en sentido directo. (Sánchez, 2009)

El medidor dispone de un canal de medición (7), (Figura 39); por el que fluye una parte del flujo de aire. En el canal se encuentra el sensor de medición, el cual consta de una placa de vidrio (10), en la que están encastrados un elemento calefactor (9) en la posición central y dos resistencias de medición R_1 y R_2 (8). En los laterales de la placa. (Sistemas Auxiliares del motor, 2009)

Figura 39.

Elementos que forman el medidor de masa de aire

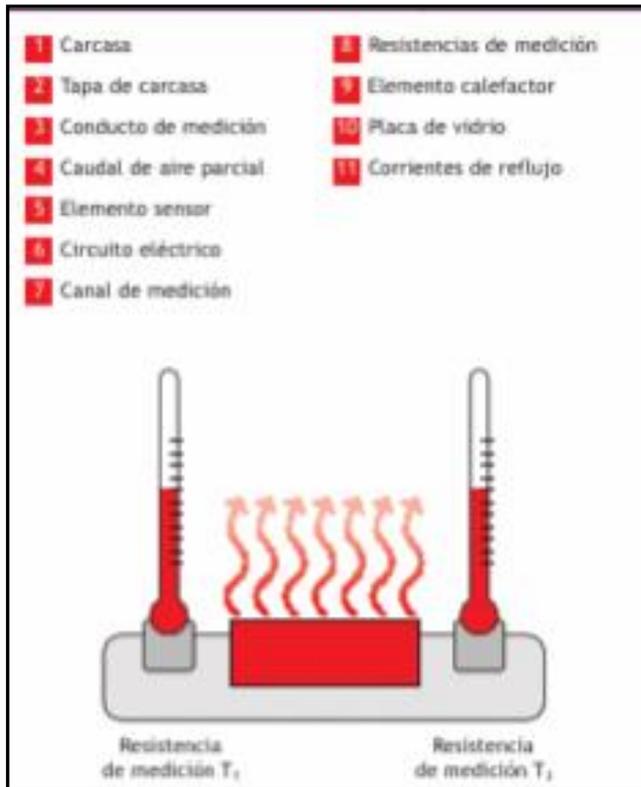


Fuente: (Sistemas Auxiliares del motor, 2009).

Al no existir corriente de aire, la temperatura generada por el elemento calefactor se disipa de un modo lineal hacia los extremos de la placa, registrando ambas resistencias de medición la misma temperatura, (Figura 40).

Figura 40.

Resistencia de medición en caudalímetro de lámina caliente

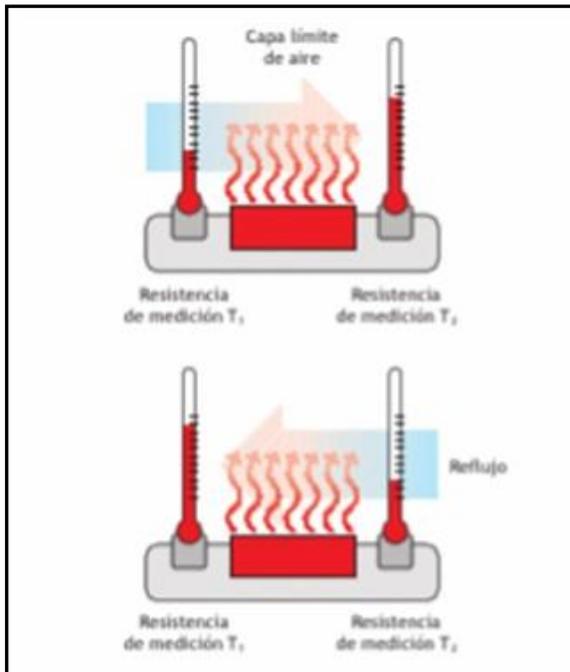


Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

Al existir un flujo de aire (Figura 40), se genera justo sobre la placa una capa límite de aire, la cual absorbe calor de la parte delantera del sensor. El aumento de temperatura de la capa hace que la reducción de la temperatura en la parte posterior del sensor sea mínima. Es decir, la temperatura de la resistencia T_1 se reduce en gran medida, mientras T_2 apenas sufre ninguna modificación.

Figura 41.

Medida de resistencia de variación de temperatura



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009)*.

Esta señal es interpretada como aire que sale del motor hacia el filtro de aire y no como aire que entra a los cilindros. En caso de ausencia de la señal del medidor de masa la unidad de control del motor utiliza la señal del potenciómetro de mariposa para realizar los diferentes cálculos.

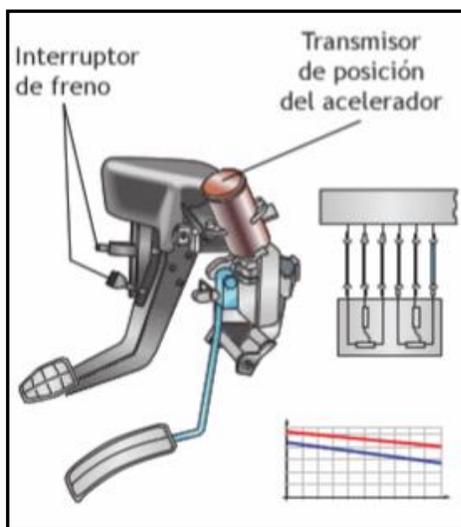
2.5.8 Sensor de posición de la mariposa - TPS.

Este tipo de sensor se utiliza en los vehículos con acelerador electrónico con caja de mariposa motorizada, este sensor por motivos de seguridad se utiliza dos potenciómetros integrados en un único conjunto situado encima del pedal del acelerador. La señal de ambos potenciómetros es

utilizada para determinar la posición del pedal del acelerador hacia el eje que acciona los cursores de los potenciómetros. La variación de resistencia de los potenciómetros es lineal respecto al movimiento del pedal del acelerador, existiendo una diferencia de resistencia fija entre las dos señales. (Sánchez, 2009)

Figura 42.

Ubicación y señal de TPS



Fuente: (Sistemas Auxiliares del motor, 2009).

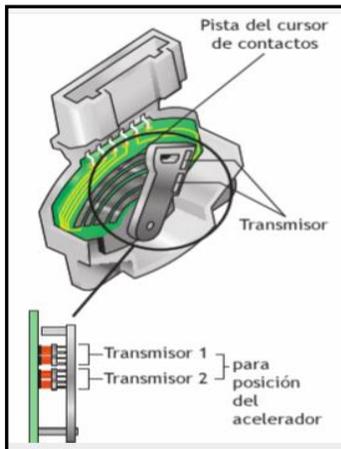
Los potenciómetros son eléctricamente independientes disponiendo ambos de alimentación y señales de salida exclusiva para cada uno. En caso de fallo de uno de los potenciómetros la unidad trabaja con la señal emitida por el otro potenciómetro y se ilumina el testigo de avería. (Sánchez, 2009)

Si una resistencia variable lineal alimentada con una tensión de 5V, que varía la resistencia proporcionalmente con respecto al efecto causado por esa señal. Si no se ejerce ninguna acción

sobre la mariposa entonces la señal estaría en 0V, con una total sobre la misma mariposa, la señal será del máximo de la tensión, por ejemplo 4.6 V, con una aceleración media la tensión sería proporcional con respecto a la máxima es decir 2.3V.

Figura 43.

Esquema interno del TPS

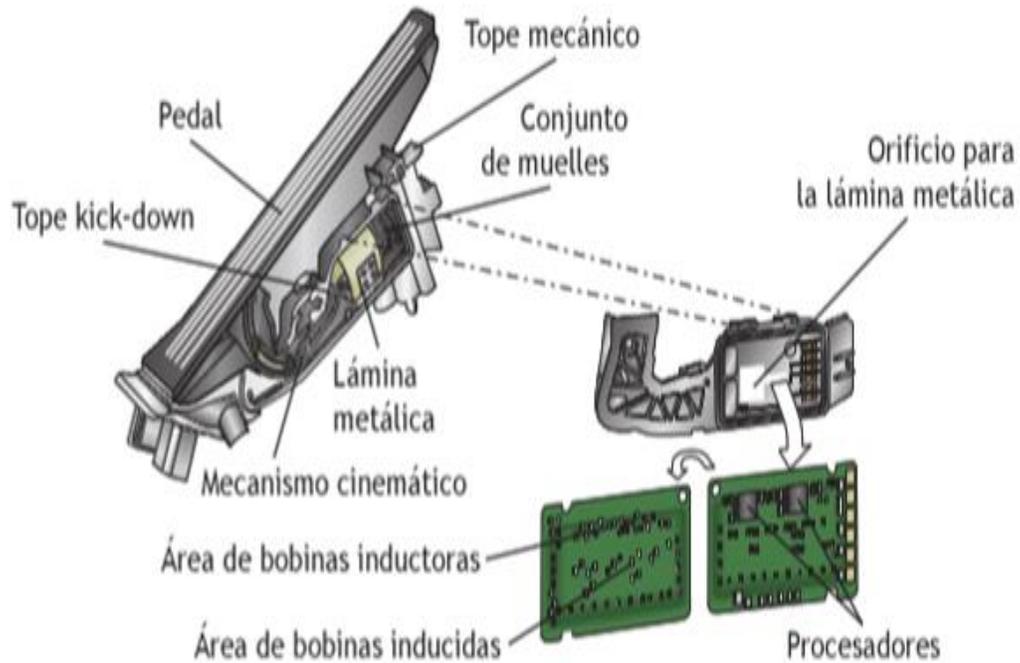


Fuente: (*Sistemas Auxiliares del motor, 2009*).

El sensor de posición del acelerador por bobinas sustituye al de potenciómetros eliminando el posible desgaste que pueden sufrir estos con el paso del tiempo, su señal es utilizada para detectar la solicitud de carga deseada por el conductor, está integrada en el módulo del pedal del acelerador, el cual está compuesto por el propio pedal, un conjunto de elementos de transmisión de movimiento y el sensor del pedal. Los elementos constan de una lámina metálica de desplazamiento lineal, dos sensores del cual cada sensor está formado por una bobina inductora y tres inducidas, así como una electrónica de evaluación y control. Las bobinas inductoras son rectangulares; en su interior están las inducidas que presentan una geometría romboidal y están desfasadas entre sí. (Sánchez, 2009)

Figura 44.

Constitución del TPS por Bobinas

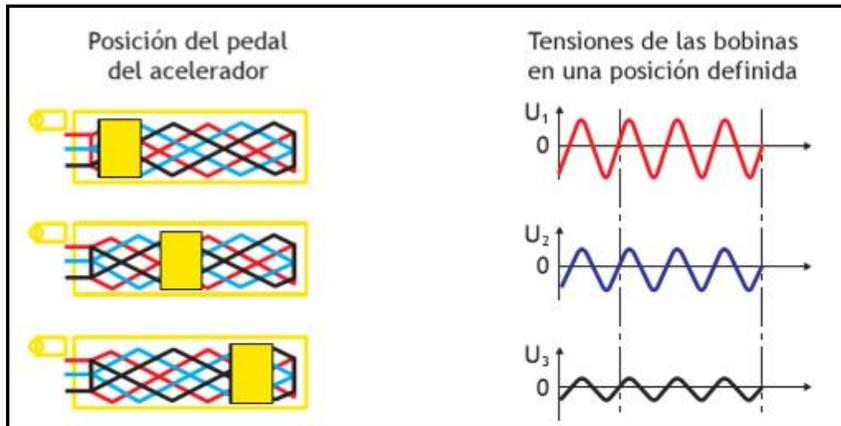


Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009)*.

Por la bobina inductora circula una corriente alterna que genera un campo magnético que atraviesa las bobinas inducidas. El valor del campo magnético también cambia debido a la geometría variable del hueco de la carcasa del transmisor entre la lámina y las bobinas. Los procesadores evalúan estos valores determinados por la distribución de tensiones en las diferentes bobinas. También se detecta la posición de reposo del pedal para la regulación del ralentí y el punto tope de kick down. (Sánchez, 2009)

Figura 45.

Señal del TPS por bobinas, diferente posición del acelerador



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

2.5.9 Sensor MAP por tensión.

Los sensores son elementos o componentes que informan a la ECU los datos que ellos están obteniendo de forma analógica por decir la temperatura del refrigerante del motor, la temperatura del aire, la emanación de los gases de escape. Y todo estado transitorio que es la clave para que los inyectores puedan entregar de mejor manera su dosificación de combustible.

Esa información analógica se transforma en digital para que el coprocesador matemático de la ECU haga relación de esos datos y poder informar a los actuadores que parámetros escoger y actuar el inyector en abrir, cerrar, dosificar. Y otros componentes del motor y el automóvil en general.

Figura 46.

Sensor de presión absoluta de tres cables con toma de vacío al colector



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

Podemos apreciar el conector de tres cables que van conectados por un socket a presión para que los terminales sean fijos y no exista intermitencia en los datos por ajuste impropio, (Figura 46). El sensor va acoplado al múltiple de admisión y además está ajustado por un tornillo para que no exista pérdida por depresión del mismo.

2.5.10 Sensor MAP por variación de frecuencia.

El sensor por frecuencia tiene dos misiones fundamentales, medir la presión absoluta del colector de admisión y la presión barométrica.

Este tipo de sensores mandan información a la unidad de mando de la presión barométrica existente sin arrancar el vehículo y cuando está completamente abierta la válvula de mariposa, por lo que se va corrigiendo la señal de inyector mientras hay variaciones de altitud.

La relación para determinar la presión absoluta a partir de la barométrica es sencilla, es decir, la presión absoluta es igual a la presión barométrica menos la succión o vacío creada por los cilindros. No podemos comprobar estos sensores de la misma forma que los sensores por variación de tensión, si lo hacemos obtendremos un valor que oscila sobre los 3.0 Voltios, pero no varía según la presión solamente es una tensión que nos indica que está funcionando dicho sensor.

La salida de la señal a la unidad de mando es de Hertzios, por lo que tendremos que medirlo mediante un osciloscopio o un tester con opción de medición de frecuencia.

La frecuencia de esta señal suele oscilar entre 90 y 160 Hertzios, la tensión de alimentación del sensor es de + 5.0 V, la toma de masa debe presentar una tensión máxima de 0.08 V igual que el de variación de tensión. (Sánchez, 2009)

Figura 47.

Sensor MAP por variación de frecuencia



Fuente: *(Sistemas Auxiliares del motor, 2009).*

2.6 Generación de fallas en el sistema de inyección electrónico.

Las fallas que suelen ser generadas o se producen en un banco didáctico están realizadas exclusivamente en la parte de la electrónica del motor en la que implica el sistema de inyección electrónico. Las averías serán comandadas desde un tablero de control que estará instalado en la maqueta.

Las fallas son generadas en el momento que se produce un mal funcionamiento en uno de los sensores o actuadores del vehículo, la cual la ECM (Módulo Electrónico de control del Motor) advierte al conductor a través de un testigo que aparece en el tablero de instrumento como CHECK ENGINE o el icono de un motor. El módulo ECM envía un código de falla o avería detectada, para saber a qué sensor o actuador corresponde el código, existen dos formas para reconocerlas:

- Insertando un escáner en el cual aparecerá el código, la avería y el elemento al que corresponde.

- Realizando un puente con un alambre en una porta relé que está ubicado en la caja de fusibles buscando el terminal conectado a masa y el terminal del interruptor de diagnóstico, con la llave en la posición de ignición en ON, si se ha puenteado correctamente, la luz del CHECK ENGINE empezara a hacer intermitencia.

Las fallas inducidas se la realizaran interrumpiendo la señal de salida del sensor o actuador, la cual el ECM la registrará como mal funcionamiento y lo plasmara en el tablero de instrumento.

Los posibles códigos de fallas que se encontrarán en este sistema son los siguientes:

Tabla 3.

Códigos de fallas

CÓDIGO	CAUSA/AVERÍA
1-1	Señal Normal
1-2	Sonda LAMBDA
1-3	Sensor de temperatura
2-1	Captador de la posición de la mariposa
2-2	Sensor de temperatura del aire
4-1	Señal de encendido
4-2	Sensor de la posición del cigüeñal

Fuente: (*Manual de servicio ORGU*).

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONEXIÓN DE PRUEBAS

3.1 Diseño del simulador de fallas en el banco de pruebas.

El propósito de este diseño del simulador de fallas en el sistema de inyección electrónica del motor Ford EDGE, es dotar de una herramienta a los estudiantes con el objetivo de mejorar el nivel de conocimiento y aprendizaje en el campo automotriz.

Un factor importante fue los requerimientos del sistema, ya que para los manuales de este vehículo es muy complejo buscarlos o adquirirlos por la marca FORD.

Para llevar al cabo el proyecto se propuso, construir, un módulo con forma rectangular en la cual encontremos plasmada una imagen del motor FORD EDGE, la misma que para funcionar adecuadamente, debe de tener el mismo componentes reales y originales FORD.

Con esto se logrará que cualquier estudiante cruzando la carrera pueda realizar diagnostico realizando pruebas de las fallas que se encuentran en el proceso de práctica sean las mismas fallas que se encuentren en el motor real.

Partiendo de las especificaciones técnicas que tienen equipos semejantes existentes en el sector y tomando en cuenta los recursos económicos disponibles para la construcción, se determinan los principales parámetros de diseño los mismos que se describen en el desarrollo de este capítulo.

El diseño de la estructura se dio por el espacio físico necesario para el montaje del conjunto de componentes que conforman el sistema de Motor Ford Edge y soporte debidamente los pesos que van a estar ubicados en la estructura.

Para esto se tuvo que tomar en cuenta las siguientes consideraciones: la estética, funcionalidad, ergonomía y seguridad por parte de las personas que van a estar involucradas con el simulador.

Las prácticas que se realicen en la maqueta didáctica se las hará en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz - UIDE, Las conexiones de pruebas eléctricas con diferentes instrumentos deben estar rotulado y con accesorios como botones, que permitan poder mantener una señal para su inspección. Los puntos de conexión o plugs serán de fácil acceso, conexión y desconexión de los mismos.

Muchas de las conexiones de prueba tienen relación con las luces del panel de instrumentos en el vehículo que es el que nos indica o avisa que existe algún problema en el motor o en algún otro sistema que no permite su correcto funcionamiento (Figura 48) y entonces con ese indicador sabemos directamente donde realizar la inspección, revisión y reparación del daño.

Figura 48.

Luces indicadoras panel de instrumentos

GLOSARIO DE SÍMBOLOS	
A continuación, le mostramos algunos de los símbolos que pueden aparecer en su vehículo.	
	Alerta de seguridad
	Consulte el manual del propietario
	Sistema de aire acondicionado
	Sistema de frenos antibloqueo
	Evitar fumar, producir llamas o chispas
	Batería
	Ácido de la batería
	Líquido de frenos, no derivado del petróleo
	Sistema de frenos
	Filtro de aire del habitáculo
	Controle el motor
	Revisar tapón de combustible
	Bloqueo de puertas para niños
	Desbloqueo de puertas para niños
	Anclaje inferior de asientos para niños
	Anclaje para correas de sujeción de asientos para niños
	Control de velocidad crucero
	No abra si está caliente
	Mal funcionamiento de la dirección electrónica asistida
	Filtro de aire del motor
	Refrigerante del motor
	Temperatura del refrigerante del motor
	Aceite del motor
	Gas explosivo
	Advertencia del ventilador
	Abrochar cinturón de seguridad
	Airbag delantero
	Faros antiniebla delanteros

Fuente: *(Manual de servicio Orgu).*

3.2 Diseño de diagrama eléctrico del simulador de pruebas

Se selecciona el material como: (cable numero # 16, focos led, botones y auto-fundente) la cual sería para la elaboración del simulador de fallas. Dentro de esta caja se va a colocar la conexión eléctrica que permitirá realizar las pruebas de diagnóstico o verificación con respecto la

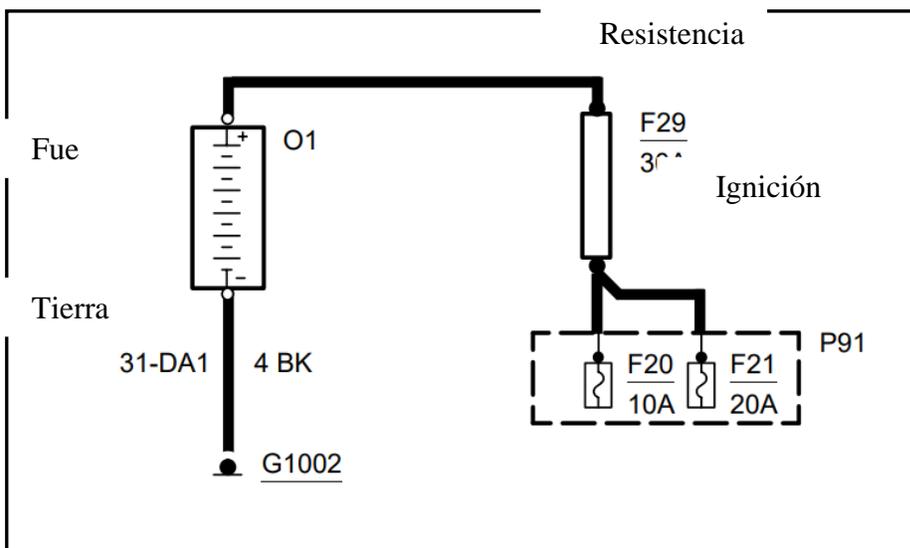
señal que emitan en el equipo de comprobación. Estas conexiones o circuitos pueden ser elaborados por diferentes tipos de software que tiene esquemas y diagramas eléctricos. En este caso se utilizó un software que permite diseñar y simular complejos esquemas eléctricos y electrónicos de fácil interpretación de conexión. Como primer punto se presenta el bosquejo que le dimos a las conexiones para el simulador de fallas electrónicas.

3.2.1 Diagrama eléctrico del circuito de distribución del circuito de alimentación del simulador de fallas

En los esquemas de distribución eléctrica se muestra el circuito de alimentación y el sentido de la corriente entre la batería y la llave de encendido. Como se observa en la figura 49.

Figura 49.

Esquema de distribución eléctrica

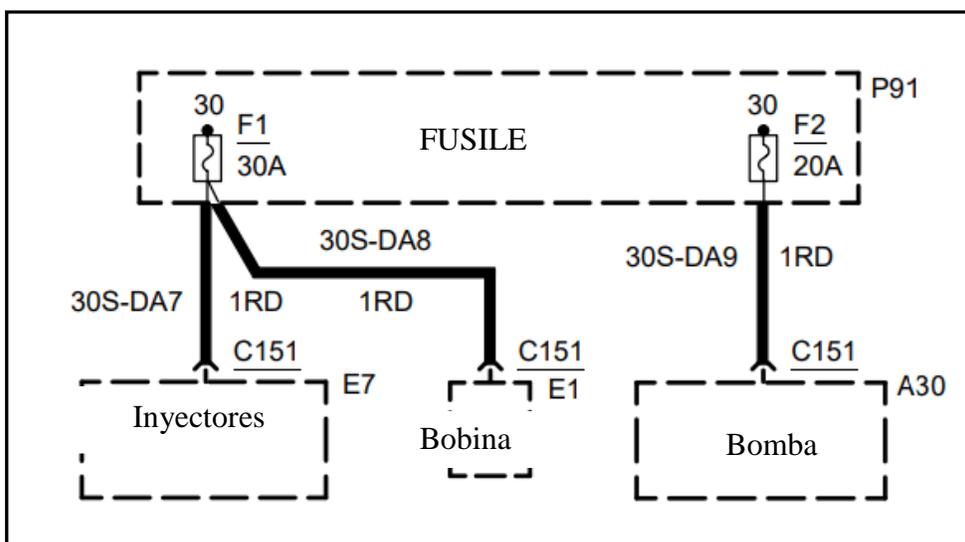


Fuente: (Ford servicio Orgu).

En los detalles de fusibles se muestra que circuitos protege cada fusible indicando todos los detalles y empalmes entre el fusible y el primer componente. Figura 49.

Figura 50.

Detalle de los fusibles

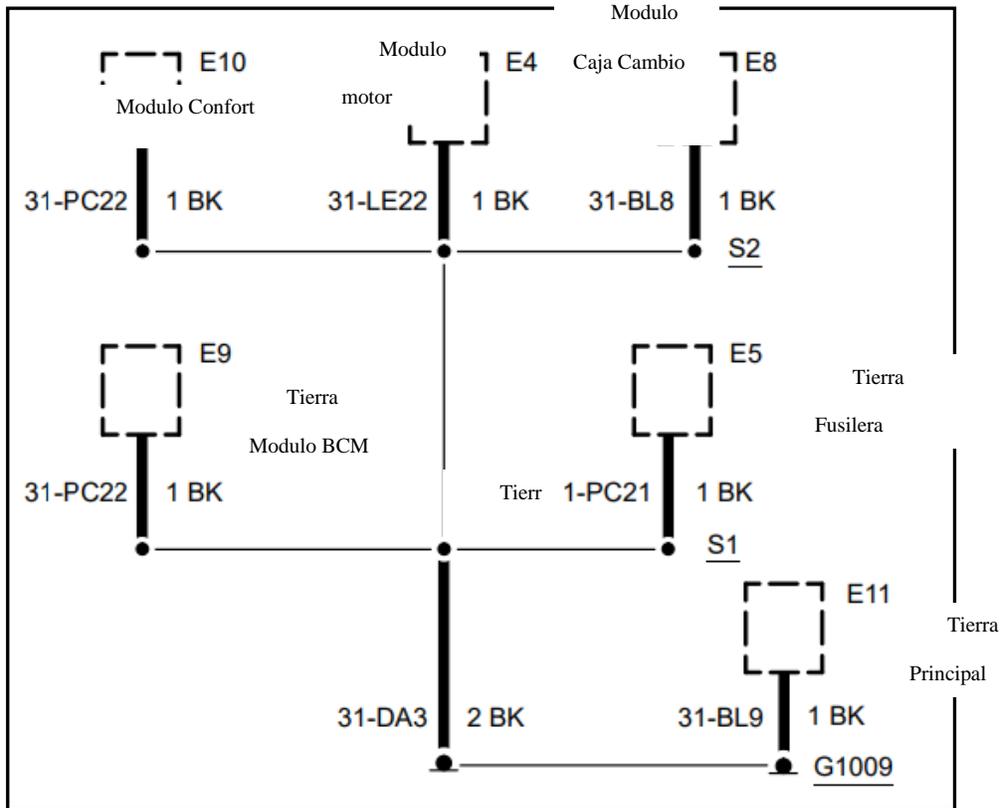


Fuente: (Ford servicio Orgu).

La distribución de masas también es muy importante ya que en estos esquemas están los detalles de la conexión a masa o los mayores empalmes a masas y son de gran ayuda para diagnosticar un problema que afecta a varios componentes a la vez, ya que estas conexiones sirven para evitar los esquemas de cada celdilla o conexión, (Figura 51).

Figura 51.

Distribución de masas

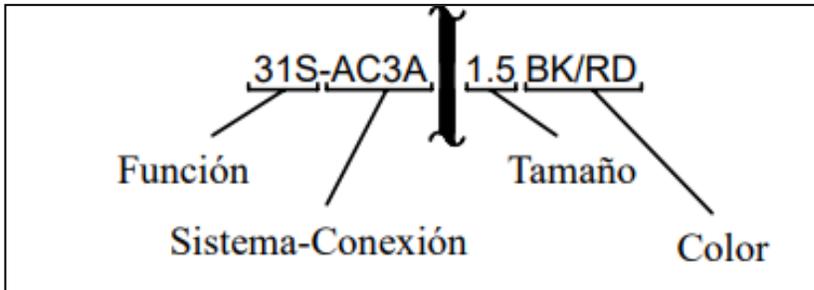


Fuente: (Ford servicio Orgu).

La numeración de circuitos e interpretación de cables es un sistema uniforme a escala mundial para la numeración de circuitos e identificación de cables. El sistema se denomina *Función Sistema Conexión "FSC"*, ya que este sistema fue desarrollado para un sistema a escala mundial para la numeración de circuitos e identificación de cables, (Figura 52).

Figura 52.

Distribución de masas

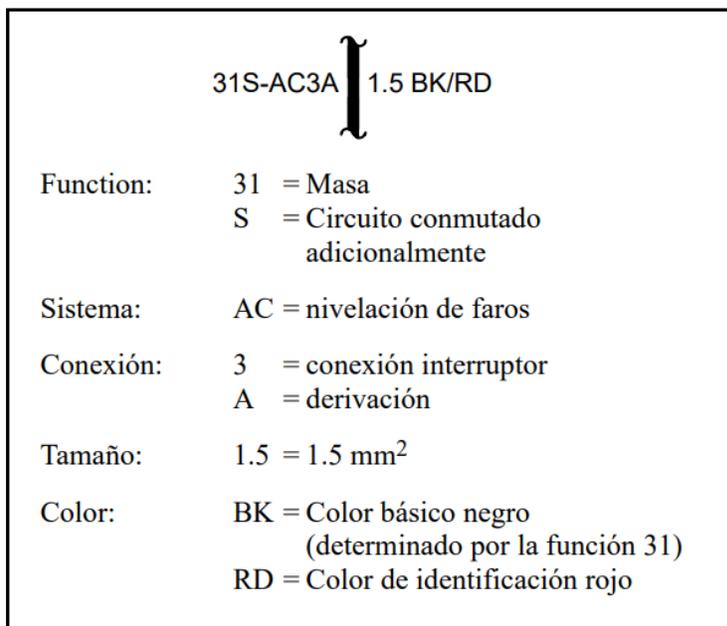


Fuente: (Ford servicio Orgu).

Esto ayuda a la identificación de los cables a determinar el número de circuito e identificación de cable se debe conocer mejor esta organización.

Figura 53.

Identificación de cables

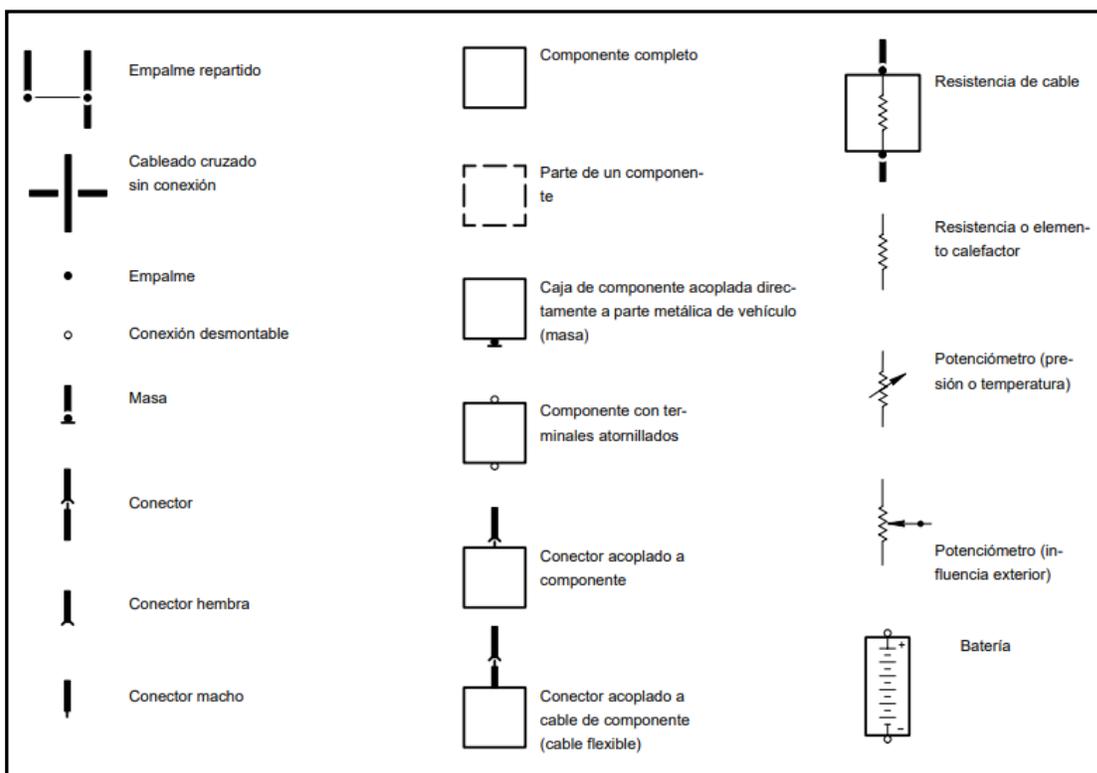


Fuente: (Ford servicio Orgu).

Ahora vamos a determinar los símbolos empleados en estas conexiones para poder realizar una mejor conexión y lectura del circuito.

Figura 54.

Símbolos de conexiones



Fuente: *(Ford servicio Orgu).*

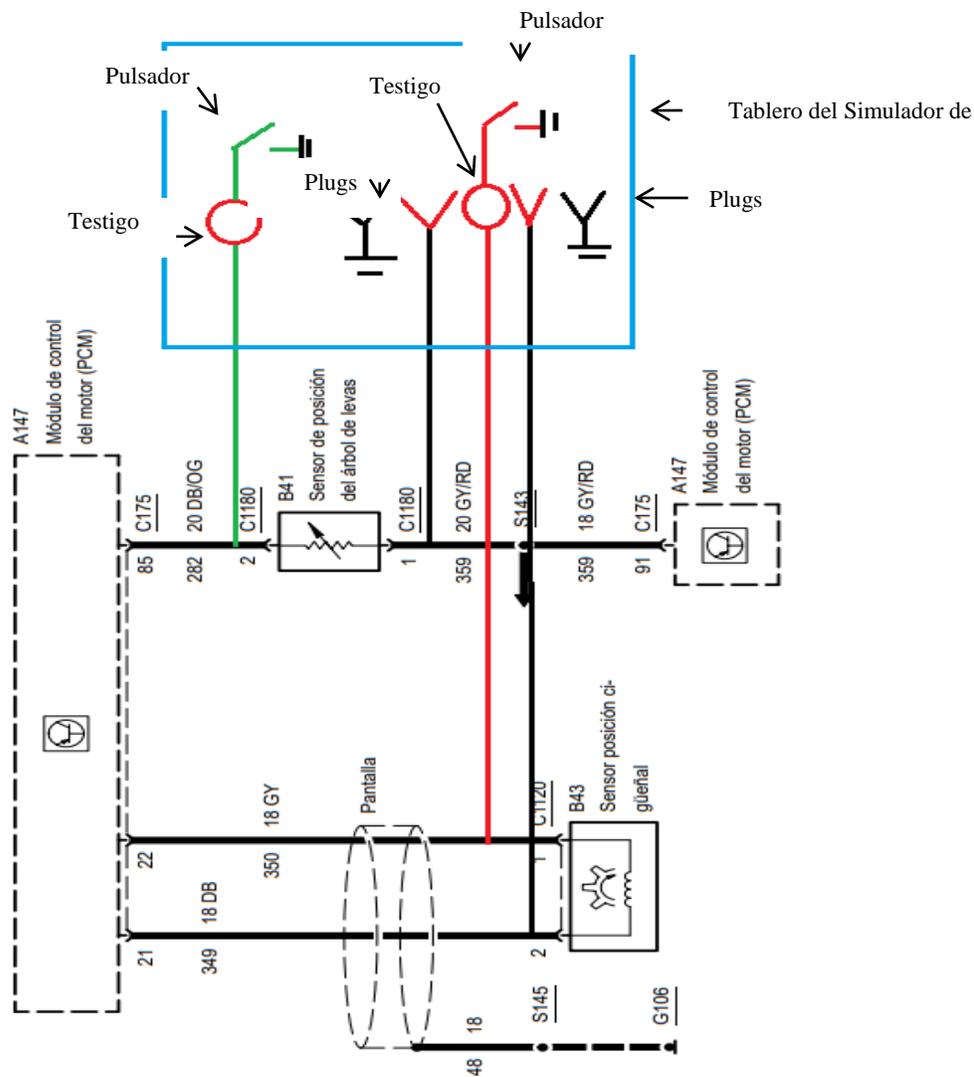
Cada sistema tiene una conexión independiente de cables y conectores con sus respectivas masas por lo tanto se analizó los componentes de cada sistema para la posterior prueba de campo.

3.5.2 Diagrama eléctrico del circuito de encendido del simulador de fallas

Se puede apreciar el circuito de encendido el cual va a permitir simular diversas fallas desconectando parte del circuito, (Figura 55).

Figura 55.

Circuito de encendido



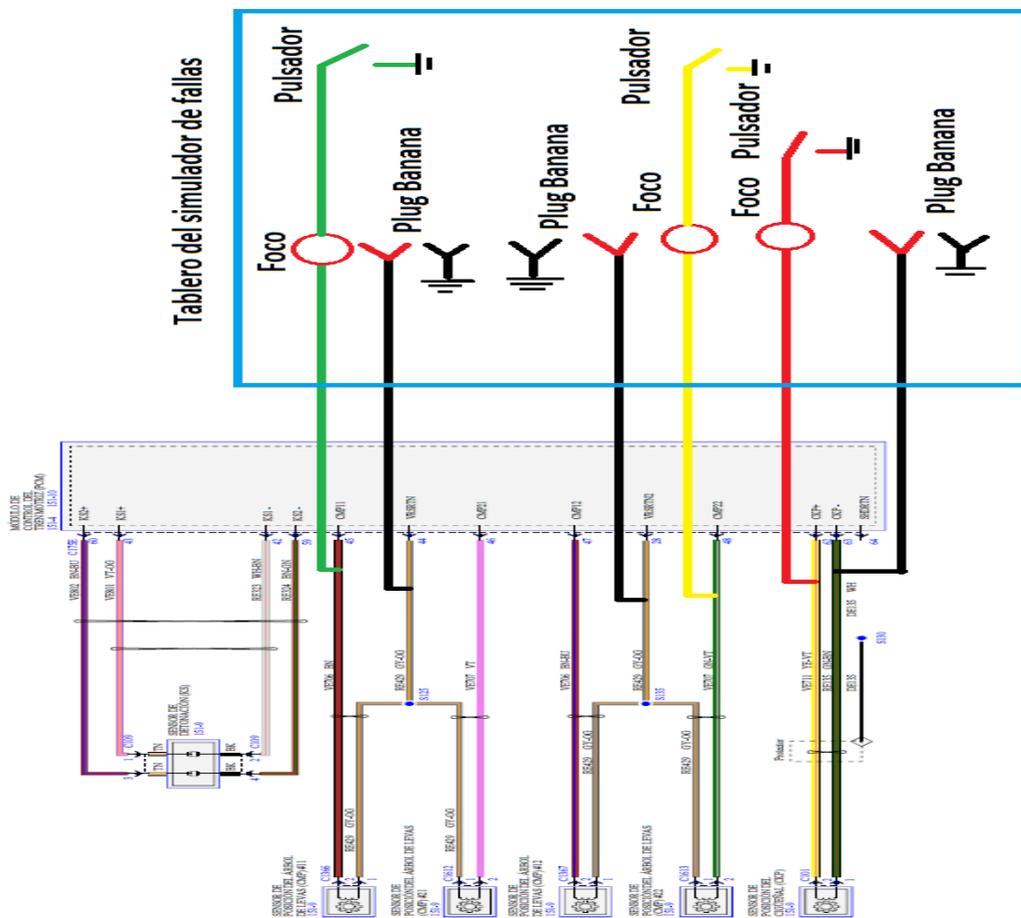
Fuente: Autoría propia

3.2.2 Diagrama eléctrico de la tercera y cuarta botonera del simulador de falla.

Se distingue al circuito de conexión eléctrica de los sensores CMP Y CKP en el tablero del simulador de fallas. Las cuales se realizaron las conexiones con el cableado de color verde para el corte de corriente el sensor CMP y con el color Amarillo corresponde al sensor CKP para la simulación del fallo en nuestra maqueta.

Figura 56.

Diagrama eléctrico sensores CKP y CMP en el simulador de fallas



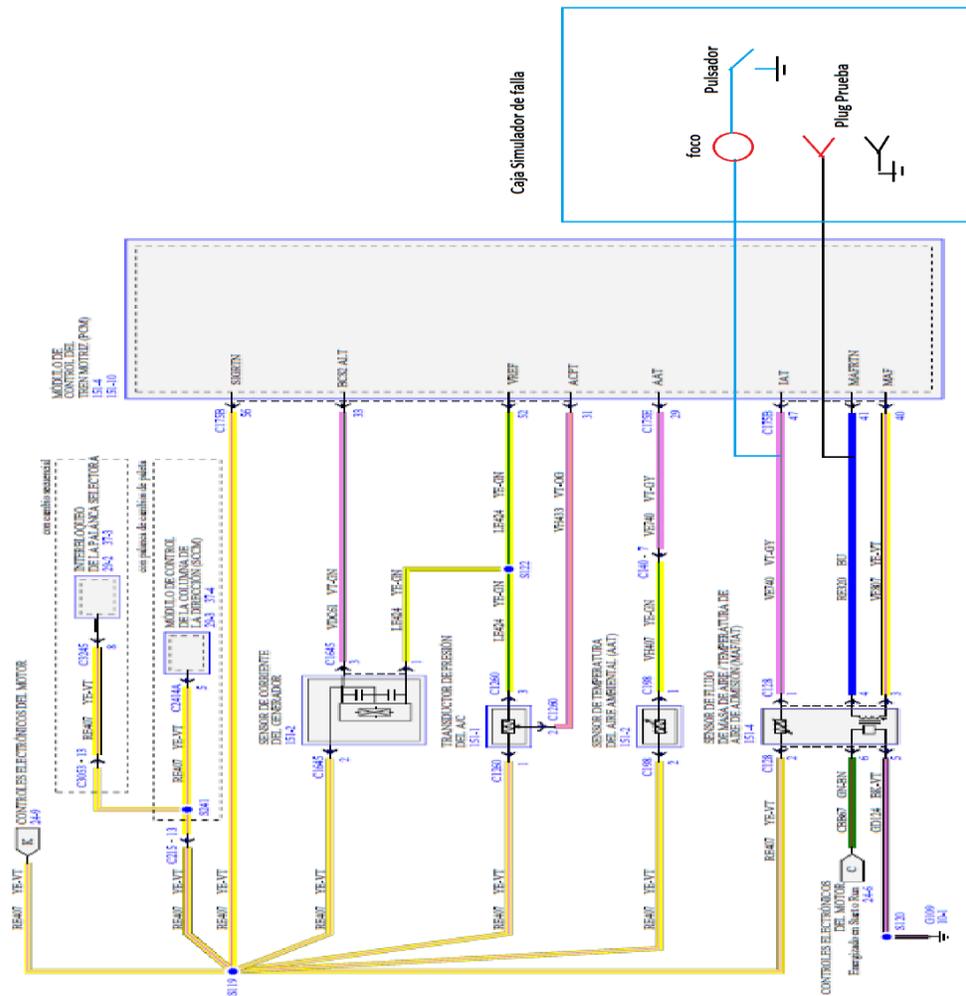
Fuente: Autoría propia

3.2.3 Diagrama eléctrico de la quinta botonera del simulador de falla.

Se distingue al circuito de conexión eléctrica de los sensores MAF en el tablero del simulador de fallas, (Figura 57). Las cuales se realizaron las conexiones con el cableado de color celeste para el corte de corriente el sensor MAF para la simulación del fallo en nuestra maqueta.

Figura 57.

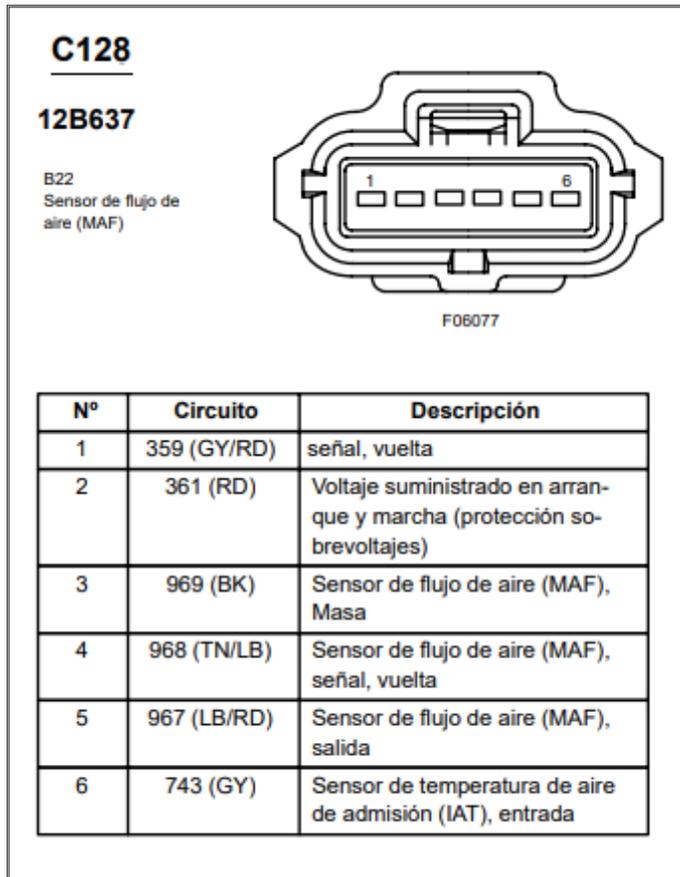
Diagrama eléctrico sensor MAF en el simulador de fallas



Fuente. Autoría propia

Figura 58.

Pines del socket del MAF



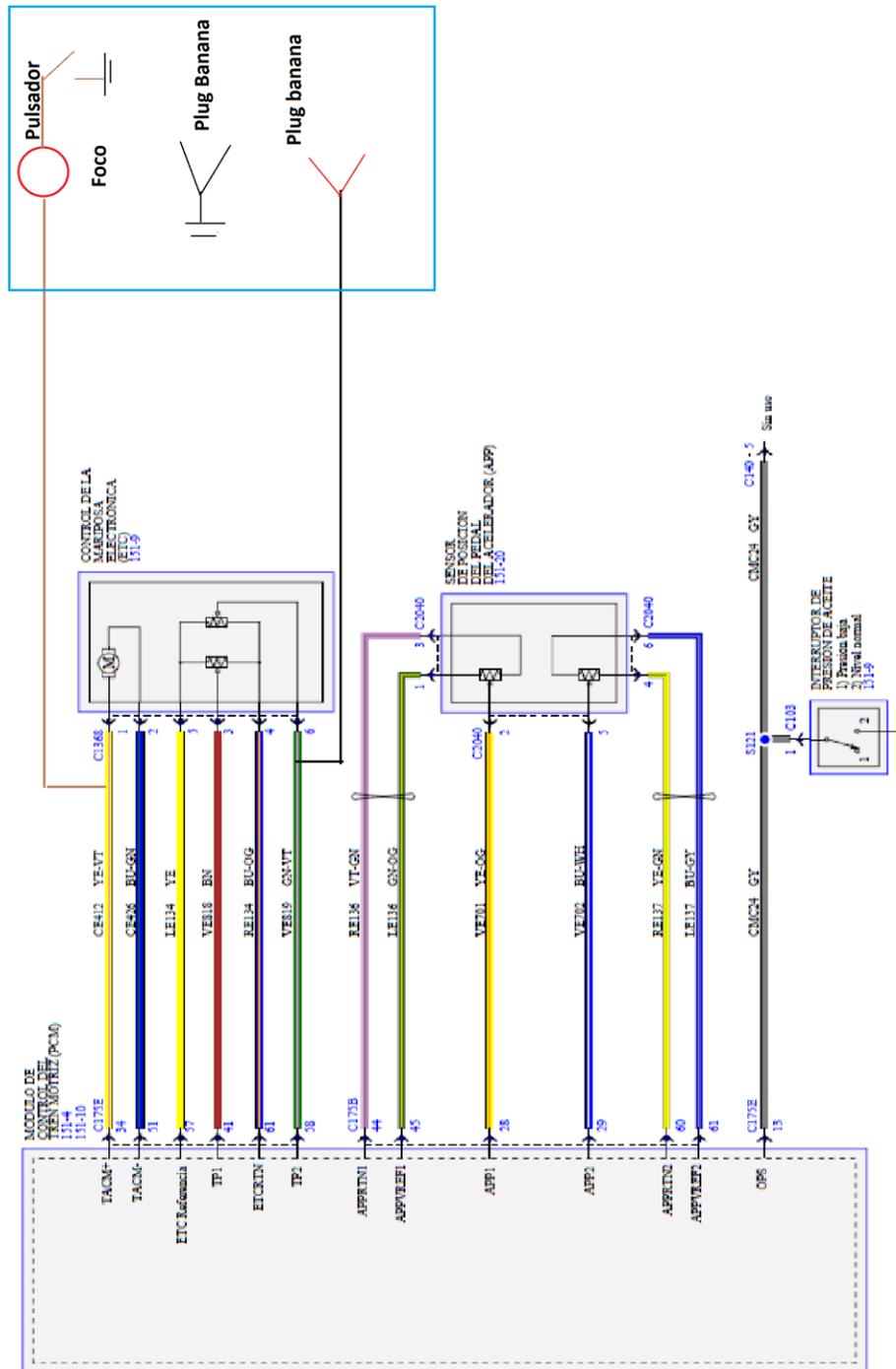
Fuente: (*Manual Ford Orgu*).

3.2.4 Diagrama eléctrico de la sexta botonera del simulador de falla.

Se distingue al circuito de conexión eléctrica de los sensores TPS en el tablero del simulador de fallas, (Figura 59). Por lo que se llevó a cabo a realizar las conexiones con el cable de color rojo para el corte de corriente del sensor TPS para la simulación del fallo en nuestra maqueta.

Figura 59.

Diagrama eléctrico del sensor TPS en el simulador de fallas



Fuente. Autoría Propia

Las conexiones entre componentes deben ser lo más similar posible a las conexiones del vehículo, sin embargo, eso no quiere decir que representen a las conexiones y cableado que aparecen en el motor o sus sistemas como tal, para asistir a la comprensión se ha simplificado el cableado interno de algunos componentes. Cada circuito se mostrará de acuerdo con las necesidades o exigencias de las prácticas para este simulador de fallas Ford Edge dispuesto en un banco de pruebas.

La información sobre fusibles o relés está ubicada con unos iconos en la parte superior o inferior de la caja para saber que fusible o relé corresponde algún sistema con su valor correspondiente

3.3 Elección del material para la construcción del simulador

Para llevar a cabo la construcción de la caja del simulador se realizaron la selección de materiales acorde a la infraestructura de la maqueta la cuales se acoplen a las necesidades y requerimientos que sean necesarios para la presentación de este proyecto.

Por lo que se detalla en una tabla los componentes y elementos que se requirieron por la normativa de calidad ASTM para la elaboración del simulador de fallas electrónico del motor Ford Edge; (Tabla 4).

Tabla 4.*Materiales del simulador*

Materiales del Simulador de fallas		
Cantidad	Descripción	Observación
1	Plancha 1/20"	Utilizado para la cubierta del simulador de fallas.
2	Paquete de sueda	Para realizar la soldadura y armar el tablero.
2	Bisagras	Para la puerta del panel de control del simulador
4	Ángulos de 1"	Para sujetar el tablero y la fusilera.
6	Pulsadores	Para generar la falla.
12	Plugs de prueba	Para verificar con los equipos de diagnósticos.
1	Switch de encendido	Para el encendido del tablero y flujo de corriente.
1	Botón Start	Para ignición del motor.
1	Tablero de instrumento	Para verificar los testigos que aparecen.

Fuente: Autoría propia

3.4 Planteamiento de la caja del simulador de pruebas

Se continua con el proceso de realizar el diseño para formar la estructura de cómo se va a quedar la caja del simulador de fallas por lo cual se puede utilizar un programa que nos permiten cumplir con el fin de diseñar el panel de control del simulador y sus componentes, en este caso se utilizó un programa que nos facilitó poder realizar los diagramas eléctricos en la caja del simulador con sus respectivas conexiones a los sensores para generar fallos en el motor del Ford Edge. (Tabla 5) Se observa los componentes de la caja del simulador de fallas electrónico.

Tabla 5.

Componentes del sistema del simulador de fallas

Componentes del Banco del Simulador de fallas	
1. Switch de encendido	2. Botón de start
3. Corte de señal TPS	4. Puntos de pruebas para TPS
5. Corte de señal MAF	6. Puntos de pruebas para MAF
7. Corte señal Bobina	8. Puntos de pruebas para Bobina
9. Corte señal CKP	10. Puntos de prueba CKP
11. Corte señal CMP	12. Puntos de prueba CMP
13. Corte señal KNOCK	14. Puntos de prueba KNOCK

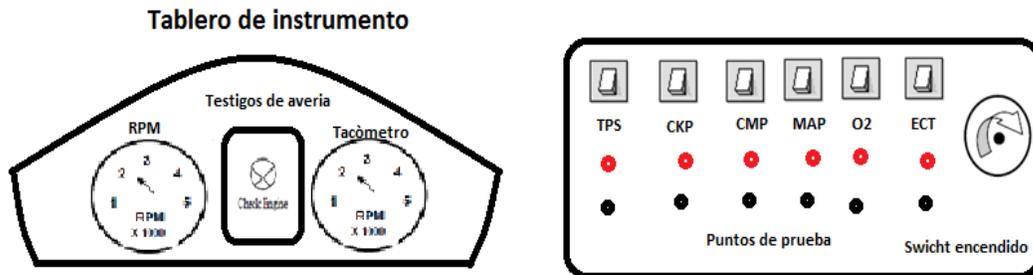
Fuente: Autoría propia

Una vez realizando el diseño procedemos a construir el banco de pruebas.

Vemos el bosquejo de como estarían ubicados los respectivos controles y mandos que se instalaron en el tablero del simulador, (Figura 60).

Figura 60.

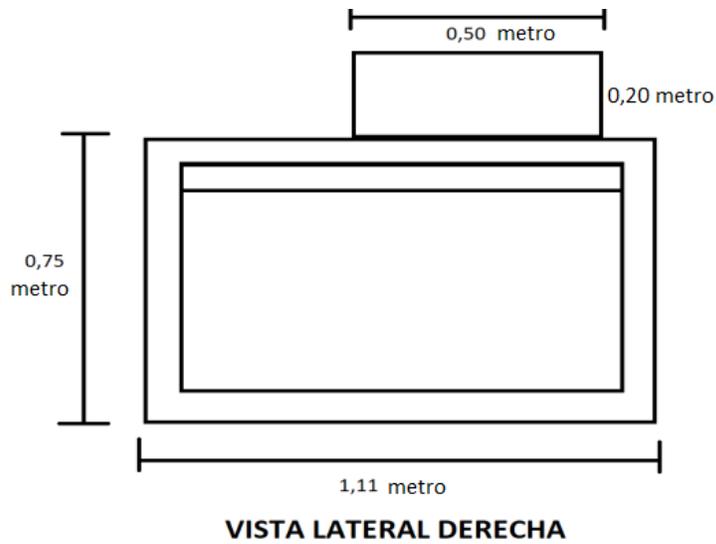
Esquema del panel de control



Fuente: Autoría propia

Figura 61.

Ubicación del simulador de fallas



Fuente: Autoría propia

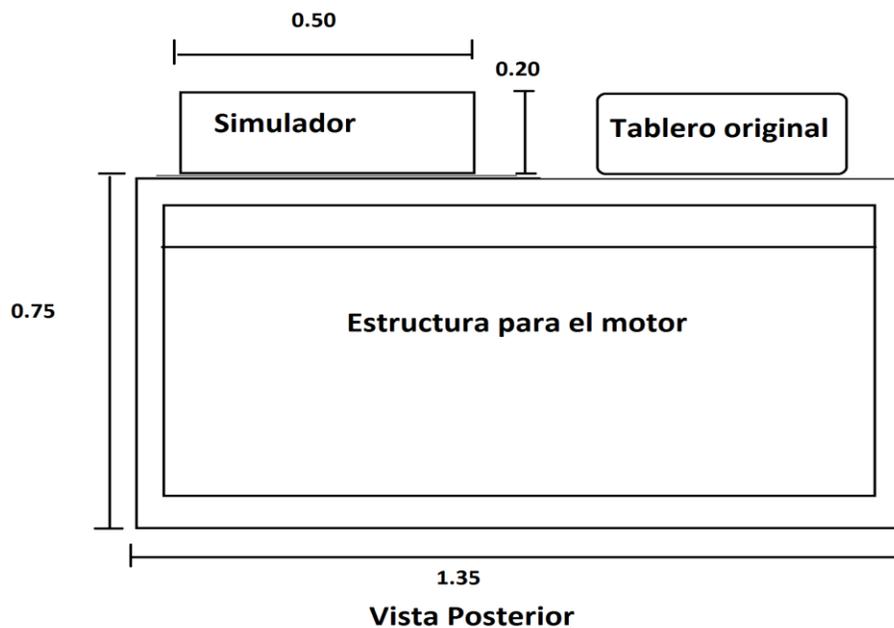
De acuerdo con la estructura que posea el banco donde se asiente el motor se elabora el tablero de control y su ubicación referente a la extensión del cableado por lo cual se realizó el plano para el tablero del simulador.

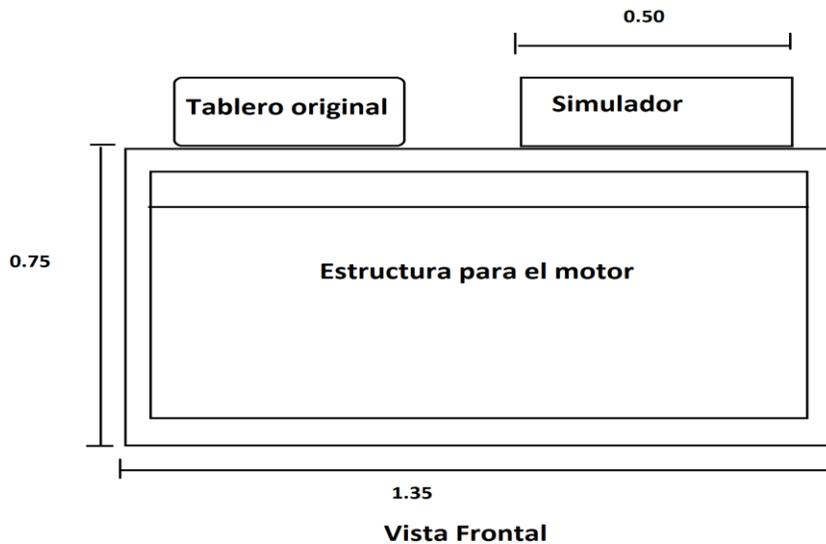
3.5 Ubicación del simulador de fallas en la estructura.

Se utilizó la estructura diseñada de la tesis que lleva por tema “Diseño y construcción de un banco de pruebas para un motor Ford Edge”, para poder situar nuestra caja simuladora de fallas, dichas estructura cumple las normas de seguridad y funcionamiento para el motor Ford Edge como se puede observar en los planos. Las dimensiones del plano están en metros.

Figura 62.

Planos del simulador de fallas





Fuente: Autoría propia

Además, la estructura provista de ruedas que nos permiten un fácil desplazamiento de esta.

3.6 Construcción de la caja del simulador de fallas

Para llevar a cabo la construcción de la caja del simulador de fallas se procedió a dar como primer caso el corte del material por lo que se realiza con una cortadora y disco para tener una incisión preciso para no tener imperfecciones y un buen acabado; se macillo la caja para tapar las imperfecciones y poder guardar la ECU y los cableados que no son necesarios. El acabo final se observa, (Figura 63). También se colocó los puntos de pruebas y los interruptores para generar el fallo en los sensores.

Figura 63.

Caja del simulador de fallas



Fuente: Autoría propia

Para poder dar nuestro siguiente paso de ir colocando el tablero de instrumento y conexiones de todas las lineadas debidamente en la maqueta dando la mejor posición y ergonomía para poder maniobrar de la forma más placentera.

Se puede observar la que todos los componentes del motor están debidamente agrupados y seccionados en el motor.

Figura 64.

Tablero y Componentes



Fuente: Autoría propia

Una vez que se finalice la colocación de los botones y plugs para el simulador de fallas, se procede a realizar las respectivas revisiones para llevar a cabo las comprobaciones practicas referentes a las pruebas requeridas y medir los parámetros de los sensores mediante los equipos de comprobaciones.

Figura 65.

Tablero del simulador de falla



Fuente: Autoría propia

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN EL SIMULADOR

4.1 Diagnóstico de los sensores del sistema de inyección.

En el desarrollo de la tecnología de los sensores automotrices actualmente podemos encontrar múltiples diseños muy variados dependiendo de los parámetros de funcionamiento del vehículo en su precisión, tamaño y resistencia.

Con la ayuda de implementos o equipos de medición como el multímetro, osciloscopio y escáner podemos determinar diversas averías, fallas o conflictos en la conexión entre los sensores, actuadores y la ECM. También existen equipos analógicos que también sirven para medir presiones, caudal, vacío, temperatura, etc. Los cuales son factores que se deben tomar en cuenta para poder determinar si el vehículo está trabajando con los valores normales o algún componente está fallando.

Figura 66.

Uso de Osciloscopio OTC



Fuente: Autoría propia

Una vez realizada esta medición de forma directa podemos evaluar la forma de onda que esta emite y se puede apreciar mejor su funcionamiento.

4.2 Diagnóstico del sensor de oxígeno.

Debe verificarse el conector y el cable asegurándose de su buen estado. Compruebe también si el cuerpo de la Sonda Lambda muestra alguna abolladura o señal de algún golpe que pudieran haberla deteriorado.

Hay que tener en cuenta que, como norma general, una inspección visual no es suficiente para poder asegurarse del buen o mal funcionamiento de nuestra Sonda Lambda, pero, de todas formas, además de las recomendaciones comentadas con anterioridad, también podemos fijarnos en el aspecto del tubo protector del elemento sensor, para tener alguna indicación del posible problema.

- Sonda Lambda dañada por un exceso de plomo en las emisiones de gases.
- Sonda Lambda dañada por contaminación con anticongelante.
- Sonda Lambda dañada por una mezcla aire-combustible excesivamente rica.
- Sonda Lambda dañada por un elevado consumo de aceite.
- Sonda Lambda dañada por contaminación de silicio de las emisiones de gases.

Recuerde que, siempre que se encuentre con cualquiera de estas situaciones, debe reemplazar la Sonda Lambda.

Valor real del diagnóstico del sensor de oxígeno en buen estado es de 0,2 V a 0.8 V.

La señal de 0.2V esto nos indica que la ECU indica que la mezcla pobre por lo que aumenta el tiempo de inyección, cuando se transforma a mezcla rica el voltaje es de 0.8 V de la salida de oxígeno.

Figura 67.

Diagnóstico del estado de sensor sonda lambda



Fuente: Autoría propia

Figura 68.

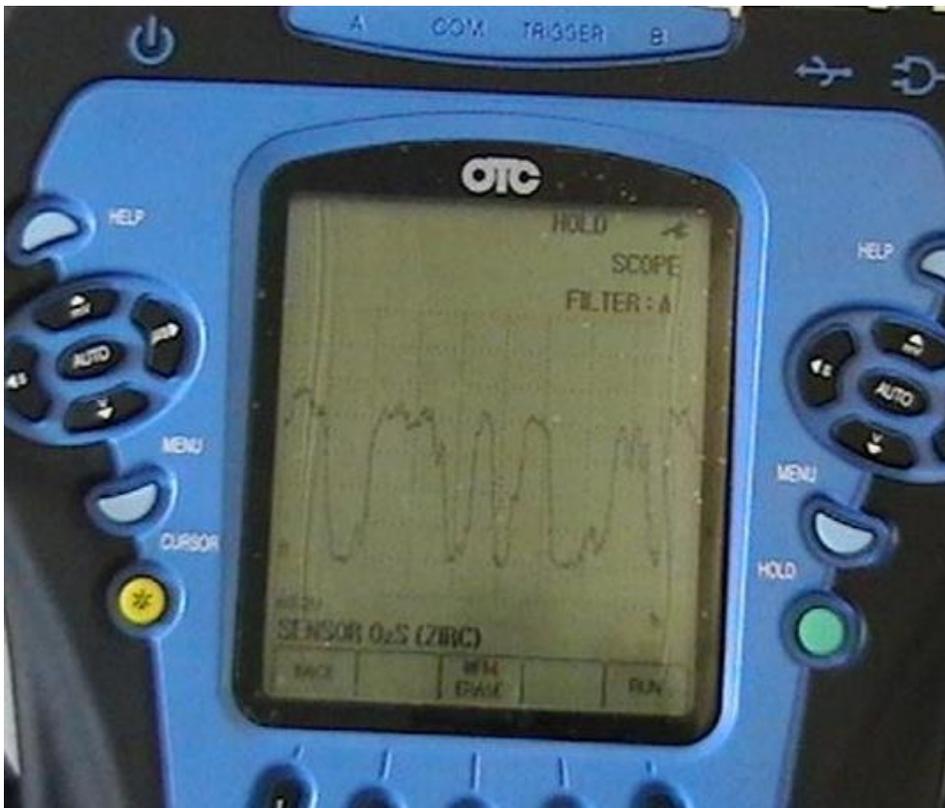
Diagnóstico del sensor de Oxígeno



Fuente: Autoría propia

Figura 69.

Señal real del sensor de Oxígeno



Fuente: Autoría propia

En el sensor de oxígeno nos debe dar una curva de forma oscilante muy parecida a la (Figura 69) en la que podemos determinar los valores de 0.7 V a 0.8 V, esto nos indica que se encuentra dentro del parámetro de sensor y está en correcto funcionamiento.

4.3 Diagnóstico del sensor CMP.

Debe verificar que el sensor este enviando señal a la ECU, ya que estas señales son usadas para la sincronización de la inyección del motor. Por medio del manual del fabricante nos indica que este sensor establece la posición del primer pistón durante su carrera dentro del cilindro. En caso que el sensor este defectuoso o posea una falla el vehículo no podrá encender por la falla en la sincronización en los inyectores.

- Grietas o roturas. Tensiones provocadas por estrés mecánico.
- Deformaciones y abolladuras. Sobrecalentamiento del sensor.
- Sin señal. Rotura del cable por fricción o exceso de vibración, cortocircuitos, roturas internas del sensor por estrés mecánico o térmico.

Comprobaciones

- Medición de alimentación 12V, la masa y señal del sensor.
- La pico alto de 4.5V (+ - 0.5V) pico baja 0V máximo llega a 0.5V.
- Señal tipo Hall es cuadrada frecuencia de 5ms

Figura 70.

Diagnóstico del sensor CMP



Fuente: Autoría propia

Figura 71.

Diagnóstico al sensor del árbol de levas



Fuente: Autoría propia

Figura 72.

Señal real del sensor CMP



Fuente: Autoría propia

En el sensor del árbol de levas nos debe dar una curva de forma digital e indicar el momento de la inyección muy parecida a la (Figura 72) en la que podemos determinar los valores de 0.5 V a 4.5 V, esto nos indica que se encuentra dentro del parámetro de operativo del sensor y que está en correcto funcionamiento

4.4 Diagnóstico del sensor MAP.

Debe verificarse el cuerpo sensor, el conector y el cable asegurándose de su buen estado. Compruébese también si el cuerpo del sensor muestra alguna grieta, abolladura o golpe que pudiera haberlo dañado.

Hay que tener en cuenta que, como norma general, una inspección visual no es suficiente para poder asegurar el buen o mal funcionamiento del sensor, pero ayuda a realizar un primer diagnóstico.

Valores técnicos: La tensión de alimentación es de $5V \pm 0.5V$; rango de temperatura es de -20 a 120°C , tiempo de respuesta 1.5 ms.

Figura 73.

Diagnóstico del sensor MAP



Fuente: Autoría propia

Figura 74.

Inspección del sensor MAP



Fuente: Autoría propia

Figura 75.

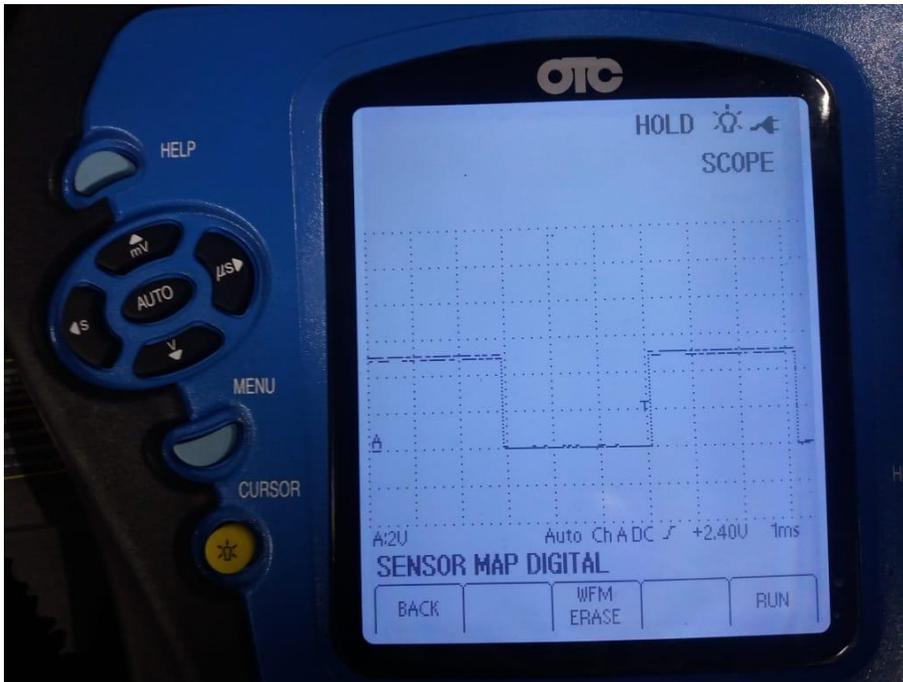
Uso del osciloscopio en el sensor MAP



Fuente: Autoría propia

Figura 76.

Señal real del sensor MAP



Fuente: Autoría propia

En el sensor MAP nos debe dar una curva de forma digital muy parecida a la (Figura 76) en la que podemos determinar los valores de 0.5 V a 5 V, esto nos indica que se encuentra dentro del parámetro del sensor y está en correcto funcionamiento.

4.5 Diagnóstico del sensor CKP.

Para tener una señal óptima de la señal que genera el sensor se tiene que configurar el osciloscopio a 50mv y una frecuencia de 1ms, una vez que se realizó la configuración se realiza la medición con las puntas de pruebas en la salida de la señal del sensor, (Figura 69).

Los dos cables del sensor pueden ocasionar una interferencia electromagnética por la bobina.
Por lo que esto nos dará una lectura del voltaje de pico a pico.

Comprobaciones

- Medición de alimentación 12V y la masa.

La pico alto de 4.5V (+ - 0.5V) pico baja 0V máximo llega a 0.5V

Figura 77.

Diagnóstico del sensor CKP



Fuente: Autoría propia

Figura 78.

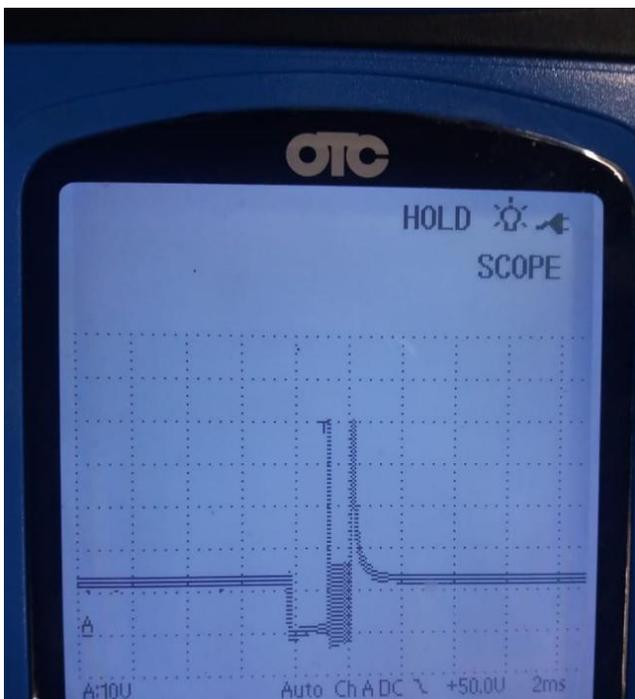
Revisión del sensor CKP



Fuente: Autoría propia

Figura 79.

Señal real del sensor CKP



Fuente: Autoría propia

En el sensor CKP nos debe dar una curva longitudinal y una señal de corte por el campo magnético referente al número diente del cigüeñal la cual es similar a la (Figura 79) en la que podemos determinar los valores de 0.5 V de forma constante y de 4.5 V al momento del corte, esto nos indica que se encuentra dentro del parámetro del sensor de posición del cigüeñal y está en correcto funcionamiento.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La conclusión de esta tesis es de demostrar mediante el simulador de fallas, las averías que suelen generarse dentro de un motor de combustión interna, las cuentas erróneas de los sensores la podemos diagnosticar de una manera más directa al daño que este nos genere.

Comprobar las señales de los sensores tanto en lo teórico como en lo práctica y poder verificar los valores para dar un criterio lógico del daño, y que esto nos indica si el sensor se encuentra en corto, no registra señal o la masa del sensor no funciona.

Mantenerse a la vanguardia de los avances tecnológicos en los vehículos, ya sea de gasolina como de diésel, y adquirir un mayor conocimiento más amplio del tema; con los diferentes módulos que se van agregando a los vehículos se dificulta más el diagnóstico técnico por lo que nos lleva a verificar de una forma más cautelosa el fallo.

Al analizar las curvas de funcionamiento de los diferentes sensores se obtuvieron los datos de voltaje en su funcionamiento ya que varían de 0.5V a 4.5V dependiendo su posición o trabajo las cuales están el sensor de posición del cigüeñal o del árbol de levas y Presión atmosférica, mientras que en el sensor de oxígeno será de 0.7 a 0.8V, esto nos demuestra que están dentro del límite permitido por un sensor.

5.2 Recomendaciones

Para poder generar un fallo en este motor hay que tener el manual del fabricante de FORD y un programa la cual nos ayude a manejar el acceso a sus componentes, muchos de estos vehículos tienen un módulo de inmovilizador integrado en la ECU. Por lo que nos genera más complicidad. .

Al realizar cualquier modificación al esquema eléctrico elaborado por el fabricante, se requiere tener conocimiento de todos los componentes electrónicos del motor; ya que sin un diagrama eléctrico de este vehículo puede ocasionar que la ECU se bloquee, por lo que se recomienda tener las líneas principales marcadas y buscar las líneas de señales al módulo BCM y la ECU para realizar pruebas.

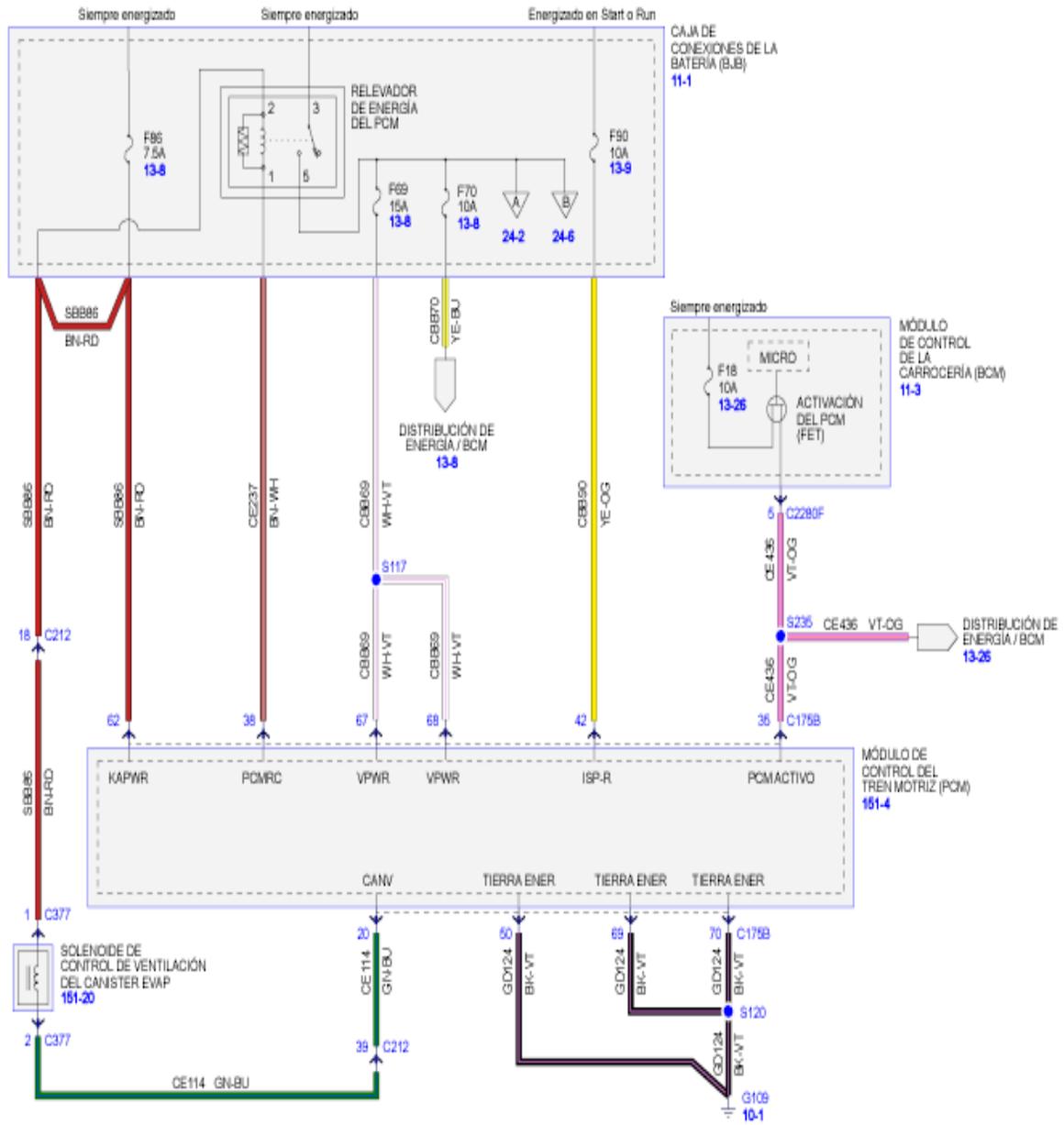
Para la importación de dicho componentes electrónicos de este motor FORD EDGE, se sugiere tener los códigos acorde al VIN que se trabaje y traer todo unidos, ya que porque existen algunas variaciones en el modelo de este automotor.

Bibliografía

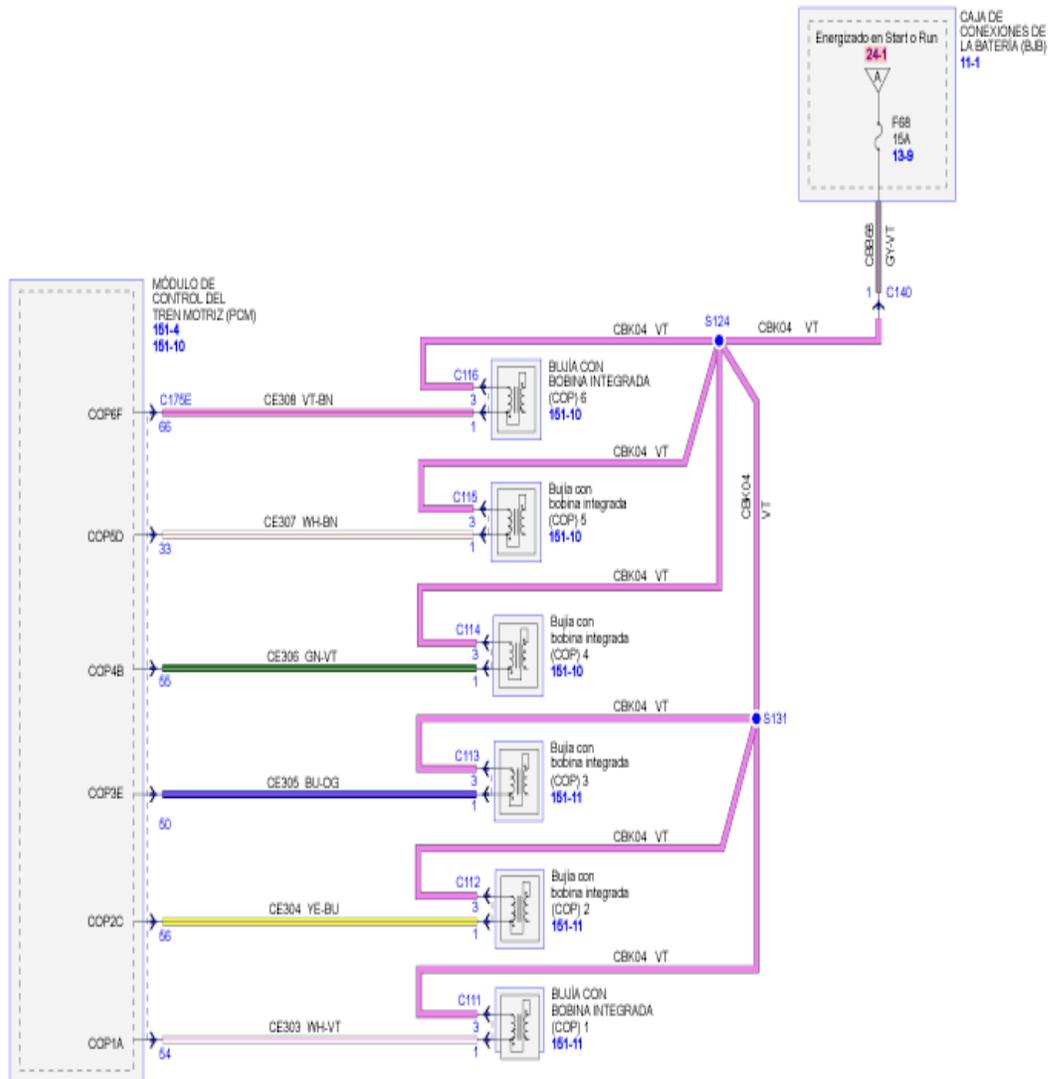
- Academia, R. (2014). *Diccionario de la Real Academia*. España: Real Academia.
- Alonso, J. (1998). *Técnicas del automóvil. Inyección de gasolina y dispositivos anticontaminación*. España: Ed Paraninfo.
- Arias, F. (2008). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: C.A.
- Barrios, A. (2010). *Metodología de la investigación 3*. Guayaquil: RIJALBA S.A.
- Best, J. (2008). *Cómo investigar en educación*. Madrid: Morata.
- Bosch. (2008). *Manual de técnicas del automóvil*. Alemania: Buer&Parnet.
- Bosch. (2009). *Manual de la técnica del automóvil*. Barcelona: Reverte S.A.
- Bosch, G. (2000). *Manual práctica del automóvil, Reparación, mantenimiento y prácticas*. Madrid: Grupo Cultural.
- Crouse, W. (2008). *Mecánica del Automóvil*. Barcelona: McGraw-Hill.
- De Castro, V. (2008). *Inyección y encendido*. Barcelona: CEAC.
- Del Castillo, Á. (2008). *18 Axiomas Fundamentales de la Investigación de Mercados*. La Coruña: Netbildo.
- Matías, A. (1997). *Análisis Estructural I*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Sánchez. (2009). *Sistemas Auxiliares del motor*. Iberia: McMillan.
- Srinivasan, S. (2008). *Automotive mechanics*. New Dheli: Tata McGraw-Hill Education.

ANEXOS 1. Diagramas Eléctricos del Motor Ford Edge

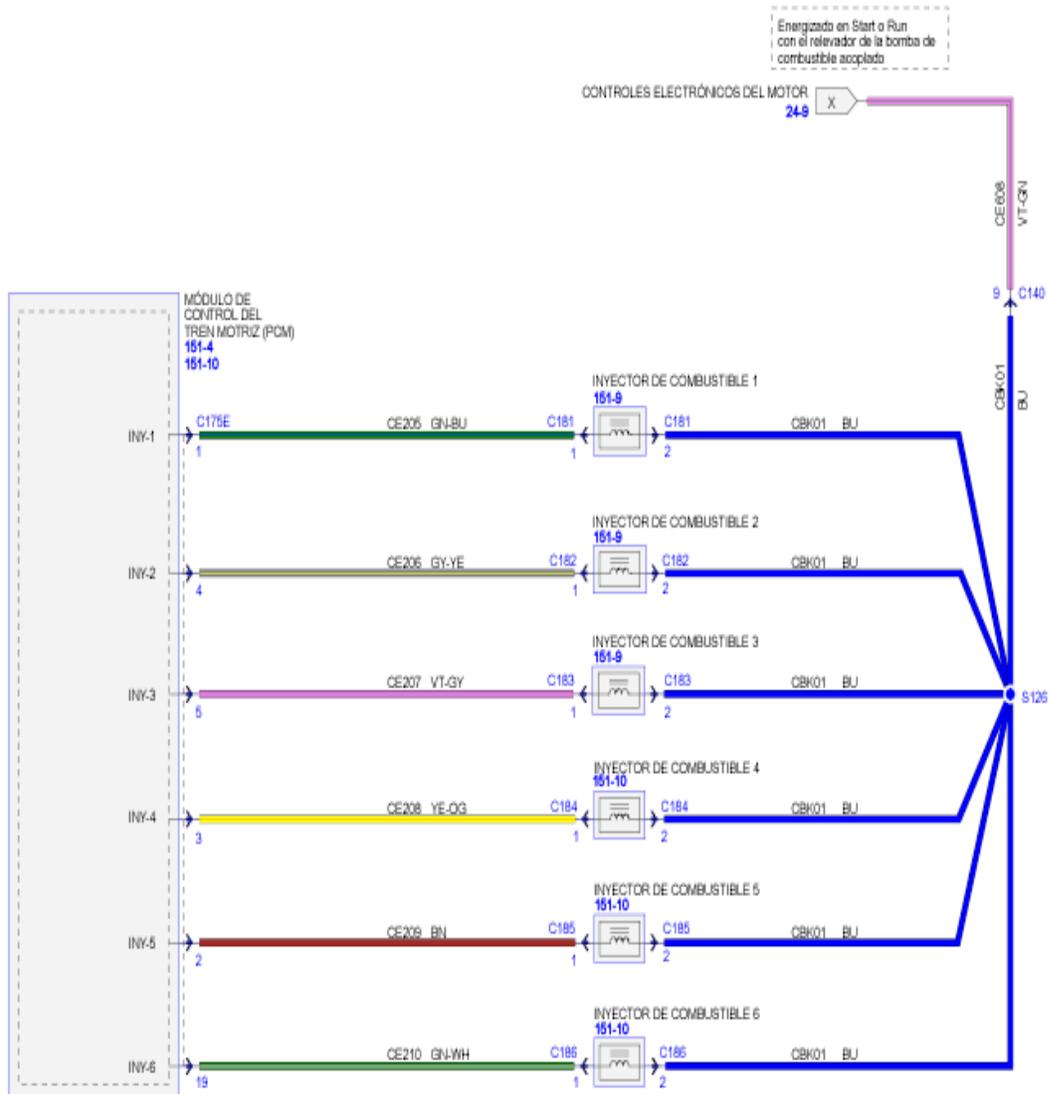
Circuito de BCM



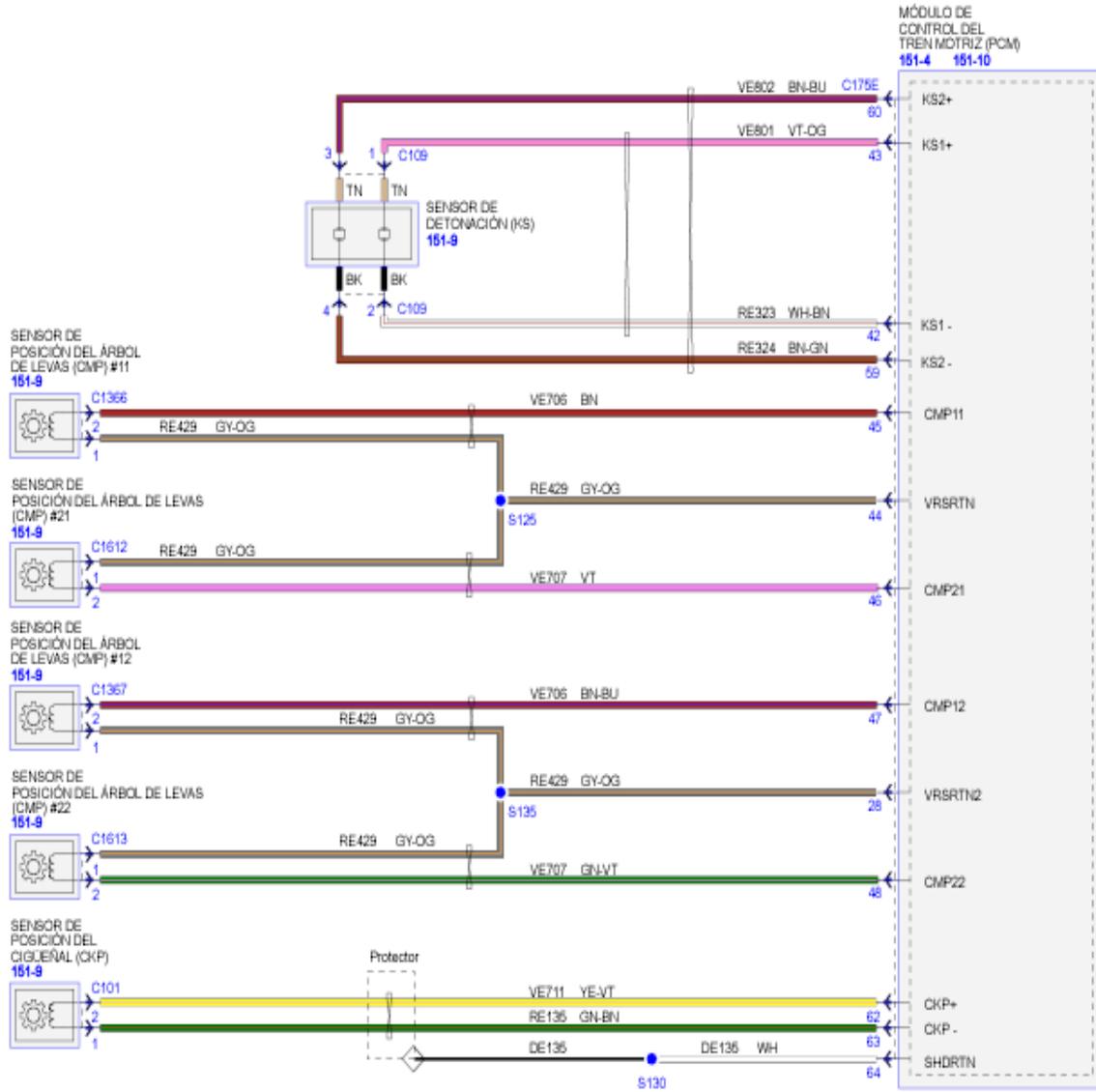
Circuito de las bobinas de encendido



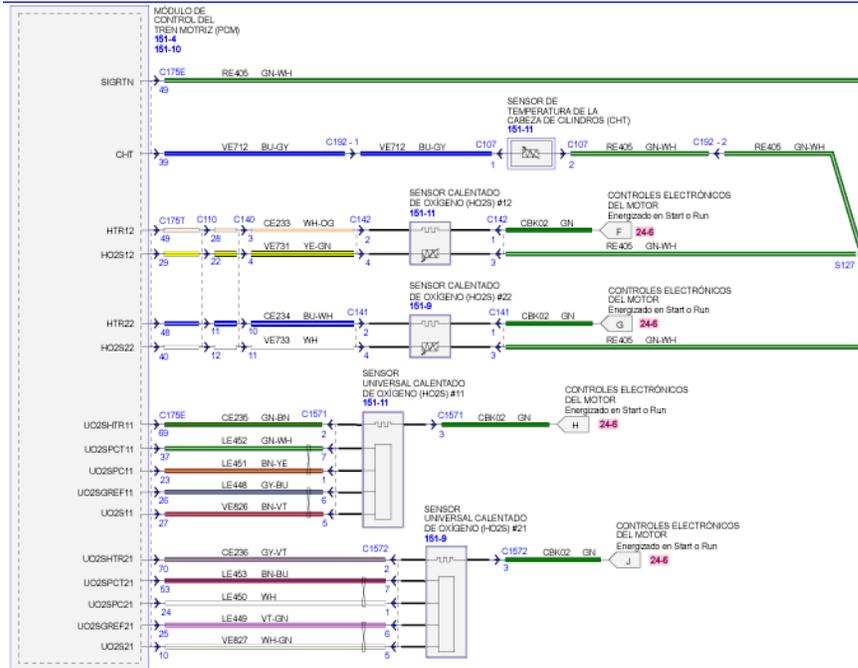
Circuito de los inyectores



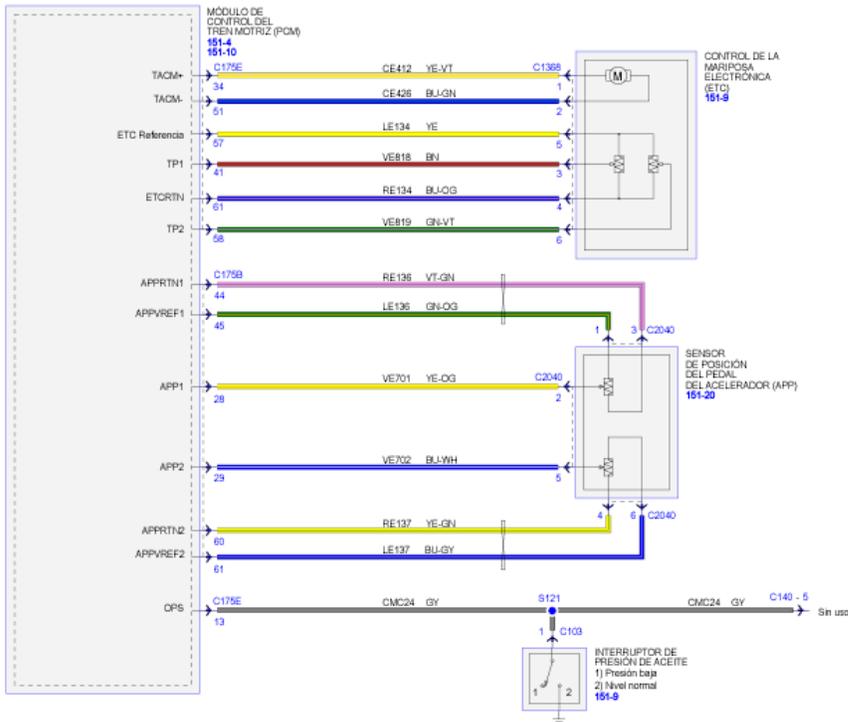
Circuito del sensor de detonación



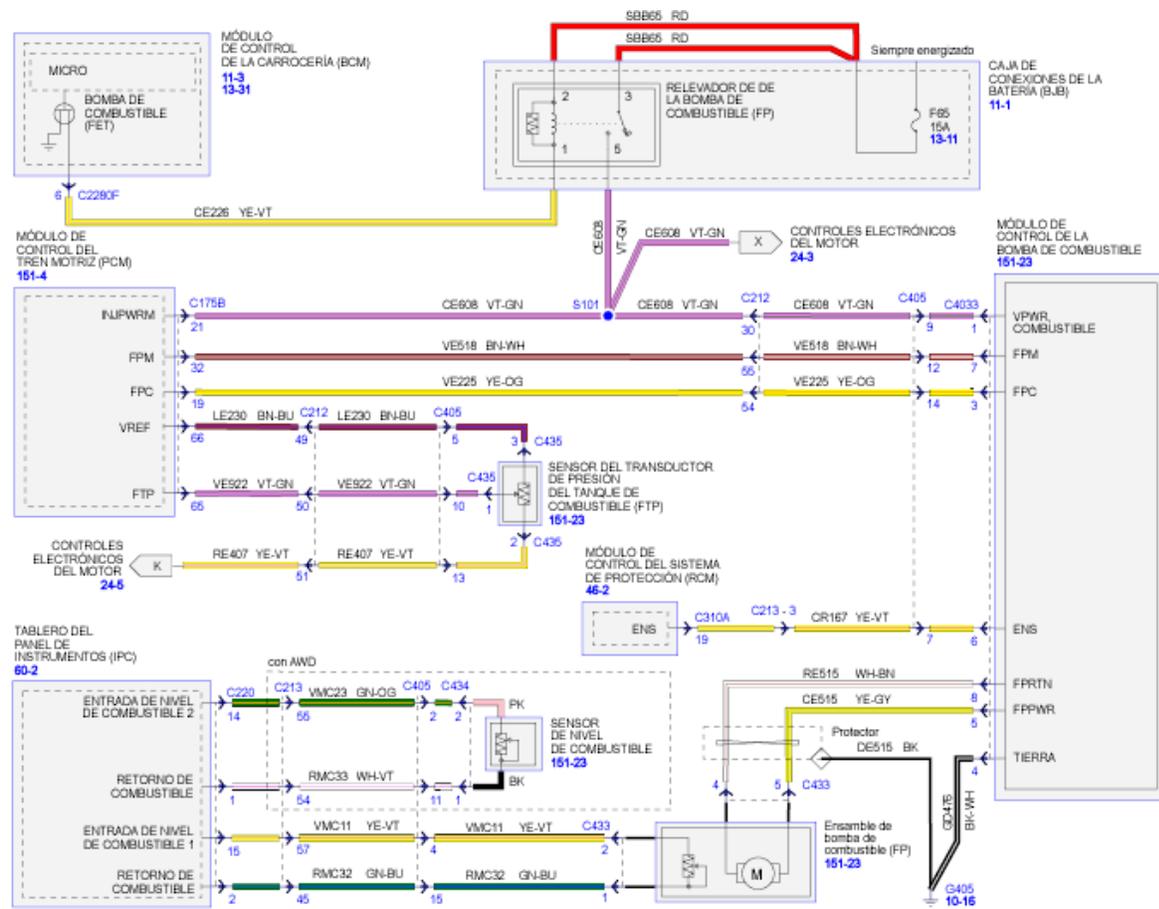
Circuito de sensor de oxígeno



Circuito de Acelerador



Circuito de alimentación



Circuito de caja de conexiones

