Universidad Internacional del Ecuador

Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz

Proyecto de grado para la obtención del Título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

Análisis de Sistema de Inyección Electrónica del Vehículo Chevrolet Spark a partir del equipo Maxisys

Nombre del Autor

José Enrique Delgado Caputi

Director: Ing. Edwin Puente Moromenacho

Guayaquil, Septiembre 2018

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, José Enrique Delgado Caputi

DECLARO QUE:

La investigación de catedra denominada **"ANÁLISIS DE SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO CHEVROLET SPARK A PARTIR DEL EQUIPO MAXISYS"** ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva respetando derechos intelectuales de terceros cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mí autoría apoyado en la guía constante de mí docente.

Es virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Mecánica Automotriz.

Guayaquil septiembre de 2018

_____

José Delgado Caputi

Cc:1311982894

CERTIFICADO

Ing. Edwin Puente Moromenacho

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **"ANÁLISIS DE SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO CHEVROLET SPARK A PARTIR DEL EQUIPO MAXISYS"** realizado por el estudiante: **José Enrique Delgado Caputi,** 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 se recomienda su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza al señor José Enrique Delgado Caputi que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, septiembre de 2018

_____

Ing. Edwin Puente Moromenacho

Director de Proyecto

DEDICATORIA

La familia es el pilar fundamental para que los seres humanos puedan avanzar, sin ellos no podrían conseguirse las diferentes metas propuestas a lo largo de la vida. La suma de esfuerzos permite que todo sea menos complicado, ayudan, alientan, quieren, aman, motivan a que no se desalienten quienes en determinados momentos pasan por situaciones adversas. Esto motiva a que dedique el presente éxito a mí familia, a mis seres queridos, lo más hermoso que tengo en la vida.

José Enrique Delgado Caputi

AGRADECIMIENTO

La gratitud es la principal virtud del ser humano, dar gracias es reconocer la ayuda que nos brindan las personas más importantes en nuestras vidas y de aquellas personas que contribuyen a formarnos como profesionales, así como seres humanos. A todos ellos dejo infinita constancia de respeto y agradecimiento por haber hecho posible con sus palabras, gestos y acciones llegar a este logro, un paso de gran trascendencia en mí vida.

José Enrique Delgado Caputi

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD ii
CERTIFICADO iii
DEDICATORIA iv
AGRADECIMIENTO v
ÍNDICE GENERAL vi
RESUMEN xii
ABSTRACT xiii
INTRODUCCIÓN ixiv
CAPITULO I
GENERALIDADES
1.1. Tema de investigación 1
1.2. Planteamiento, formulación y sistematización del problema 1
1.3. Formulación del problema 2
1.4. Sistematización del problema 2
1.5. Objetivos de la investigación 2
1.5.1. Objetivo general 2
1.5.2. Objetivos específicos 2
1.6. .Justificación y delimitación de la investigación 3
1.6.1. Justificación teórica 3
1.6.2. Justificación metodológica 3
1.6.3. Justificación práctica 3
1.7. Delimitación temporal 3
1.8. Delimitación geográfica 3
1.9. Delimitación del contenido 4
CAPITULO II
INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA
2.1 Historia del Sistema de Inyección electrónica. 5
2.2 Carburación versus sistema de inyección electrónica. 6
2.3 Ventajas del sistema de Inyección Electrónica. 7
2.4 Clasificación de los sistemas de Inyección Electrónica. 9
2.4.1 Según el número de inyectores. 9

2.4.2 Según la ubicación del inyector. 10
2.4.3 Por la secuencia de inyección. 11
2.4.4 Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores. 12
2.5 Sistema de Inyección Electrónica Multipunto. 14
2.5.1 Alimentación de Combustible. 14
2.5.2 Sistema de Admisión de Aire. 14
2.5.3 Datos de la sonda Lambda. 15
CAPITULO III
SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA UTILIZADO EN EL CHEVROLET SPARK
3.1 Sistema Multi Punto Fuel Inyección. 17
3.2 Parámetros de funcionamiento principales sensores. 17
3.3 Parámetros de funcionamiento de los inyectores. 21
CAPÍTULO IV
PRUEBAS Y ANÁLISIS
4.1 Pasos que se deben efectuar para que se desarrolle el diagnóstico del sistema de inyección electrónica utilizando el equipo Maxisys**.** 26
4.2 Pruebas de conexión y obtención de datos del IAT 333
4.3 Pruebas de conexión y obtención de datos del ECT 40
4.4 Pruebas de conexión y obtención de datos del CKP 4141
Conclusiones 44
Recomendaciones 45
Bibliografia 466

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación Geográfica UIDE-FIA Extensión Guayaquil…….	4
Figura 2	Sistema de Inyección Electrónica……	6
Figura 3	Ubicación de componentes en el Spark……..	8
Figura 4	Ubicación de inyectores sensor MAP, ECT y TPS….	10
Figura 5	Tipos de Sistemas de inyección Gasolina……	12
Figura 6	Caja de fusibles ubicada en el cofre motor del Spark..	13
Figura 7	Sistema de Alimentación de Combustible……...	14
Figura 8	Sistema de Admisión de aire……...	15
Figura 9	Sección de Sonda Lambda ……..	16
Figura 10	Sensor MAP……	18
Figura 11	Señal de Voltaje del sensor TPS……..	19
Figura 12	Sensor IAT……..	19
Figura 13	Sensor ECT……..	20
Figura 14	Sensor CKP…….	21
Figura 15	Diagrama eléctrico del sensor MAP, ECT e IAT……	22
Figura 16	Imagen del Scanner MAxysis…….	23

Figura 17 Imagen de parámetros de Maxysis…….. 25

Figura 18 Pantalla inicial Maxysis …….. 26

Figura 19 Selección de marcas…….…… 26

Figura 20 Selección del año del vehículo …… 27

Figura 21 Fecha de fabricación del vehículo ……. 28

Figura 22 Selección del año del vehículo…… 28

Figura 23 Marca del vehículo…….. 29

Figura 24 Selección del modelo del vehículo…….. 29

Figura 25 Características del vehículo……. 30

Figura 26 Selección, Diagnóstico vehículo…….. 30

Figura 27 Ingreso de Icono unidad de control…….. 31

Figura 28 Selección Módulo Control del Motor……... 31

Figura 29 Datos en vivo de las pruebas activas…… 32

Figura 30 Ingreso datos uno del motor……. 32

Figura 31 Sensores básicos…….. 33

Figura 32 Pruebas de conducción IAT……. 34

Figura 33 Ubicación Sensor IAT…….…… 34

Figura 34 Conexión Prueba Sensor IAT ……. 34

Figura 35 Verificación Sensor IAT ……. 35

Figura 36 Gráfica del sensor CKP ……..……. 36

Figura 37 Señal Sensor TPS……. ……...…. 37

Figura 38 Gráfica del sensor MAP ……...…. 37

Figura 39 Ubicación del sensor MAP ……. 38

Figura 40 Conexión prueba sensor MAP ……. 38

Figura 41 Prueba sensor MAP ……. 39

Figura 42 Prueba conexión sensor ECT …….……. 40

Figura 43 Prueba sensor ECT …… 40

Figura 44 Resistencia Sensor ECT ……..…... 41

Figura 45 Ubicación sensor CKP …….. 41

Figura 46 Conexión sensor CKP …….. 42

Figura 47 Prueba sensor CKP ……..……. 42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación de componentes y sensores Spark ……. 8

Tabla 2 Componentes ubicados en el cofre motor…… 10

Tabla 3 Componentes Sección Sonda Lambda…….. 16

Tabla 4 Componentes Sensor MAP……. 18

Tabla 5 Componentes Sensor ECT……. 20

Tabla 6 Valores en voltaje señal barométrica ……. 20

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo realizar un análisis del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Spark a partir del equipo Maxisys, haciendo uso para ello del scanner que presenta el equipo Maxisys con la finalidad de tener los registros o lectura del sensor de velocidad del motor (CKP), sensor ECT, sensor IAT, sensor TPC y sensor MAP. De igual manera se indican los pasos que deben efectuarse para el desarrollo del diagnóstico del sistema de inyección electrónica utilizando el equipo Maxisys. Los resultados de la investigación de campo, encuesta, permitió detectar que en muchos talleres de mecánica automotriz no hacen uso del equipo indicado, valiéndose solamente de pruebas visuales y auditivas para conocer si el o los sensores están en buen o mal estado.

Palabras claves: Sistema de inyección electrónica, Chevrolet Spark, sensores, registro de lectura.

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out an analysis of the electronic injection system of the Chevrolet Spark vehicle from the Maxisys equipment, making use of the scanner presented by the Maxisys equipment in order to have the records or reading of the engine speed sensor. (CKP), ECT sensor, IAT sensor, TPC sensor and MAP sensor. In the same way the steps that must be carried out for the development of the diagnosis of the electronic injection system using the Maxisys equipment are indicated. The results of the field investigation, survey, made it possible to detect that in many automotive mechanics workshops do not use the indicated equipment, using only visual and auditory tests to know if the sensor or sensors are in good or bad condition.

Keywords: Electronic injection system, Chevrolet Spark, sensors, reading log

INTRODUCCIÓN

La constante evolución de la tecnología automotriz ha conllevado a que se mejore la forma de hacer chequeos a los automóviles, utilizando para ello equipos de última generación, debido a que el sistema de inyección electrónica implica que tenga relación con aparatos computarizados, como es el caso del equipo Maxisys. La tesis fue desarrollada siguiendo los lineamientos metodológicos académicos de la Universidad Internacional del Ecuador.

El capítulo I, el problema con todos sus componentes, planteamiento, formulación y sistematización del problema, formulación, sistematización del problema, justificación, delimitación de la investigación.

El capítulo II, consta bibliografía sobre historia del sistema de Inyección electrónica, Carburación versus el sistema de inyección electrónica, ventajas del sistema de inyección electrónica., clasificación de los sistemas de inyección electrónica, según el número de inyectores, según la unibación del inyector, por la secuencia de inyección, por el sistema de control y accionamiento de los inyectores, sistema de inyección electrónica multipunto, alimentación de combustible, sistema de admisión de aire, datos de la sonda lambda.

El capítulo III, el sistema de inyección electrónica utilizado en el Chevrolet Spark, dando a conocer sobre el sistema multi punto fuel inyección, los parámetros de funcionamiento de los principales sensores y los parámetros de funcionamiento de funcionamiento de inyectores.

El capítulo IV, las conclusiones y recomendaciones que fueron el sustento del trabajo de campo.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Tema de investigación

Análisis de sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Spark a partir del equipo Maxisys.

1.2. Planteamiento, formulación y sistematización del problema

Cuando el sistema de inyección electrónica no está en óptimas condiciones el motor se vuelve inestable, es decir las revoluciones por minuto (RPM) no son las mismas, conllevando a la presencia de inestabilidad en el motor, mayor consumo de gasolina, así como daños en otros componentes, que inciden en el bajo rendimiento del motor.

Desde el punto de vista económico, se pueden citar efectos en cuanto a los costos de los repuestos, viéndose incrementado ante el intercambio de otras piezas, sumado a que se emite una mayor expulsión de gases nocivos para la salud y el medio ambiente, debido a que la combustión estequiométrica interna no es la adecuada, lo cual permite que no haya el desempeño correcto del vehículo.

Esto puede ser analizado con la utilización del scanner Maxisys, algo que no se realiza en gran parte de los talleres automotrices, porque quienes están al frente de dichos talleres desconocen de su existencia y por lo tanto deja de utilizarse una herramienta tecnológica de gran ayuda para determinar parámetros cuando el sistema de inyección electrónica empieza a fallar.

1.3. Formulación del problema

¿Utilizar el equipo Maxisys para el chequeo del vehículo Chevrolet Spark impide que la combustión estequiométrica interna en el sistema de inyección electrónica no sea la adecuada?

1.4. Sistematización del problema

- ¿El análisis del sistema de inyección electrónica permite la observación de parámetros de funcionamiento del motor?
- ¿En los diagramas del Scanner Maxysis la relación entre voltaje y tiempo es un indicador del buen funcionamiento del sistema de inyección electrónica?
- ¿El aprovechamiento del equipo Maxisys como instrumento electrónico en el área automotriz facilita la detección de fallas y ahorro de dinero?

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Realizar un análisis del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Spark a partir del equipo Maxisys

1.5.2. Objetivos específicos

- Estudiar los principios por los cuales se rige el sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Spark.
- Establecer a través de pruebas con el equipo Maxisys el funcionamiento interno de los sensores del sistema de inyección electrónica.
- Se debe mejorar la funcionalidad del motor con la finalidad de que tenga un mejor rendimiento.

1.6. .JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Justificación teórica

La base teórica del presente trabajo de investigación se fundamenta en cuanto a lo relacionado al sistema de inyección electrónica, ya que la comunidad universitaria y técnica revisaran el presente trabajo relacionada con la mecánica automotriz.

1.6.2. Justificación metodológica

Resulta de gran utilidad que se considere la opinión de expertos que emitan sus criterios, con la finalidad de tener sustento técnico, sumado al hecho que en la parte metodológica se definirán las técnicas de investigación e instrumentos para recolectar la información. El proceso metodológico coadyuva a que el direccionamiento investigativo sea el adecuado, con la finalidad de obtener los resultados esperados.

1.6.3. Justificación práctica

La utilización del equipo Maxisys en el sistema de inyección electrónica en el Chevrolet Spark contribuirá a la solución de problemas ante el mal funcionamiento de los sensores, permitiendo el funcionamiento de los mismos en buenas condiciones, de tal manera que haya estabilidad en el motor, consumo adecuado de gasolina, evitar daños en los demás componentes del motor. .

1.7. Delimitación temporal

El trabajo se desarrollará en desde el mes de Julio 2018 hasta Septiembre 2018, tiempo en el cual se realizará la investigación.

1.8. Delimitación geográfica

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

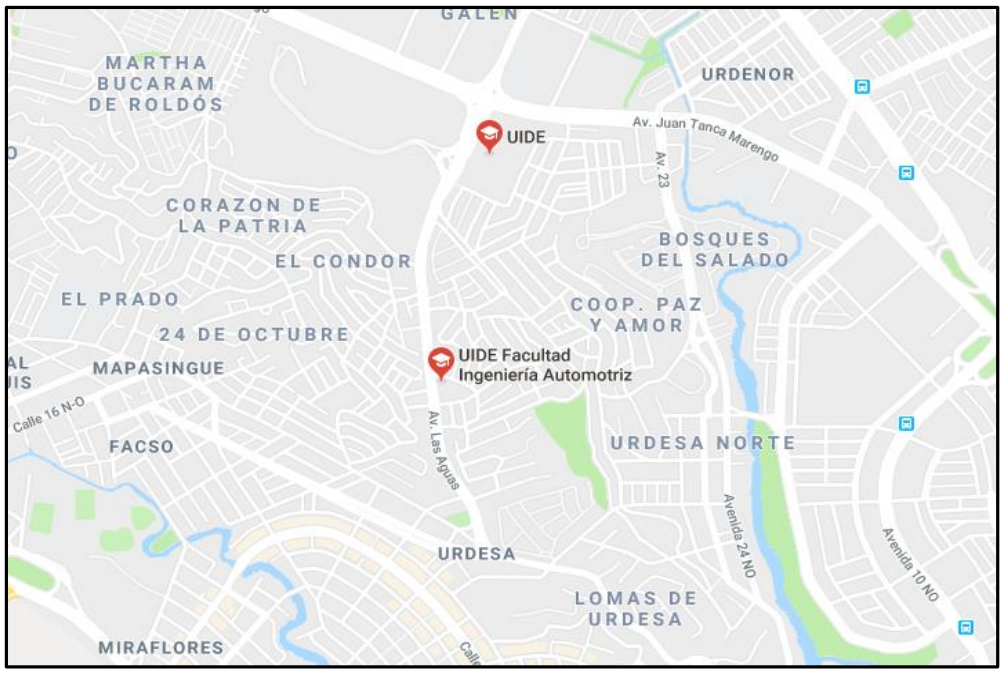

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Internacional Extensión Guayaquil
Google Maps

1.9. Delimitación del contenido

La información que será detallada en la presente investigación estará constituida en lo establecido en los manuales de taller y otra documentación en las cuales se revisara los parámetros que están explicados en el manual del propietario Chevrolet Spark y también información técnica de diagnóstico en el manual Autel de Maxisys.

CAPITULO II

INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

2.1 Historia del Sistema de Inyección electrónica.

La inyección electrónica de combustible se constituye en un sistema por el cual se alimenta de combustible a la cámara de combustión por medio de un inyector, en relación con el carburador tradicional, el sistema de inyección electrónica puede determinar la cantidad de combustible a utilizar, con ello se otorga mayor eficiente al motor.

A manera de historia cabe citar que los denominados sistemas de inyección inician de forma simultánea que los motores de combustión, apareciendo en 1881, sin embargo fue hasta mediados del siglo pasado, 1950 aproximadamente, cuando concluye la Segunda Guerra Mundial en que empiezan a verse aplicaciones de este sistema en automóviles de carreras. Era costosa y complicada en relación con la utilización del sistema de carburador.

La inyección de combustible hace posible que se tenga una excelente distribución en cuanto al sistema de admisión, para lograr que se aumente la potencia en motores de autos multicilíndricos, por cuanto el mejoramiento que implica los sistemas de admisión. Esto hace que los sistemas de inyección de combustible presenten ventajas para los motores de los coches, debido que suministran mejor entrega de la mezcla, permitiendo un diseño extremadamente simple de la culata.

Bosch en 1967 lanza el sistema de inyección de combustible, denominado “D-Jetronic”, luego de haber lanzado al mercado el “Electrojector” de Bendix en 1957, esto

fue posible por cuanto se introdujeron controles de emisiones en los Estados Unidos en los años 60 del siglo pasado. D-Jectronic tiene la finalidad de detectar la presión negativa de la admisión, calculando el volumen del aire de la admisión, luego, basándose en este volumen total de aire de la admisión, pasa a decidir el volumen de la inyección, controlando la relación de aire/combustible. Ver figura No.2.

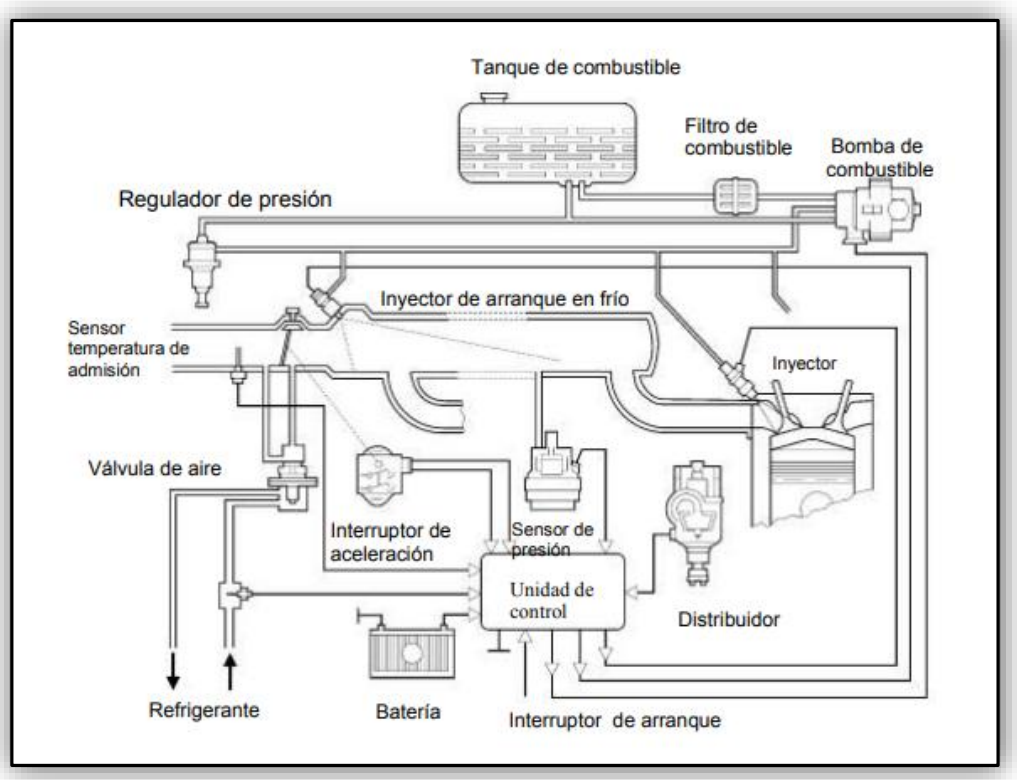

Figura 2. Sistema de inyección electrónica
Vallejo, (2013)

2.2 Carburación versus sistema de inyección electrónica.

En motores de gasolina, la mezcla es preparada utilizando carburador o equipo de inyección, sin embargo el carburador se constituía en el medio más usual para la preparación de la mezcla. Pero, desde hace varios años se aumentó la tendencia para que se prepare la mezcla a través de la inyección de combustible, todo en el colector de admisión. Dicha tendencia es explicada porque presenta ventajas que supone la inyección de combustible en concordancia con las exigencias de potencia,

comportamiento de marcha, consumo, así como de limitación de elementos contaminantes en los gases de escape.

Las razones que motivan a la presencia de estas ventajas radican en cuanto al hecho, que la inyección hace posible que se ponga en marcha una dosificación del combustible precisa todo en función de los estados que tenga la marcha, al igual que la carga del motor. Sin dejar de nombrar beneficios para el medio ambiente, para que el contenido de los gases de escape sea lo mínimo posible. Además, "asignando un electro-válvula o inyector a cada cilindro se consigue una mejor distribución de la mezcla" (Portalcoches, 2009).

2.3 Ventajas del sistema de Inyección Electrónica.

Los equipos de inyección electrónica secuencial multipunto son sistemas de alimentación con mayor exactitud en el mercado, se basan en la utilización de la electrónica. El control de dosificación se realiza para que controle los parámetros que definen el tiempo de inyección. Los cuales son:

- Temperatura del motor.
- Caudal y temperatura del aire.
- Carga del motor.
- Régimen de giro del motor.
- Oxígeno residual de la mezcla.
- Tensión del acumulador del vehículo.
- Velocidad del vehículo

En cuanto a las condiciones de funcionamiento: ralentí en frío, puesta en marcha, entre otros.

Para determinar los parámetros arriba citados se hace uso de sensores, los mismos que detectan condiciones de operación, transformándola en valores eléctricos, la envían al Módulo de Control del Tren de Potencia (PCM), el mismo que procesa dicha información, transmitiendo órdenes oportunas a los actuadores del sistema. Esto permite que los sistemas de inyección electrónica de combustible tengan "una dosificación lo más ajustada posible a las condiciones de marcha y estado del motor" (Panchi, Salazar, 2007).

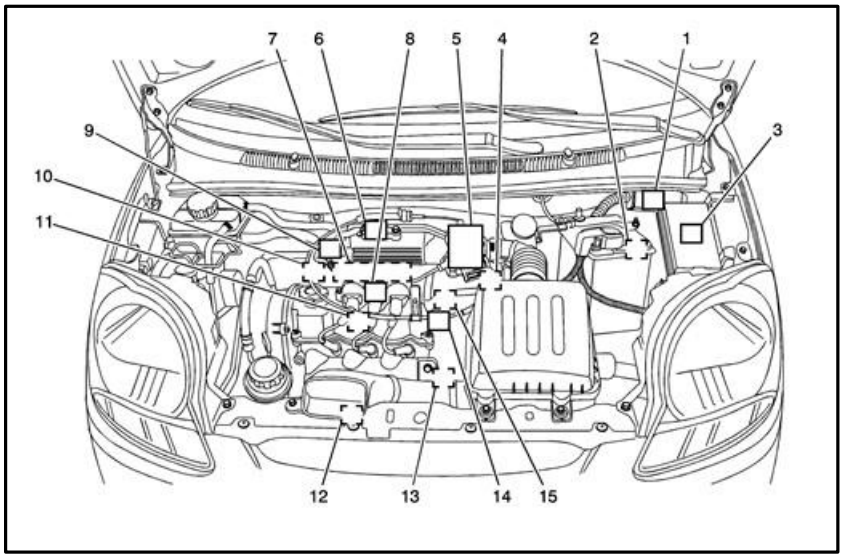

Figura 3. Ubicación de componentes y sensores del Spark
Manual Chevrolet Spark

Tabla No.1 Ubicación de componentes y Sensores del Spark

ITEM	COMPONENTES DEL SPARK
1	(ECM) Módulo de control del motor
2	Conector del vínculo de datos (DLC) (Compartimiento de pasajeros)
3	Bloque de fusibles y relevadores del compartimiento del motor
4	Válvula de recirculación de gas de escape (EGR)
5	Ensamble del cuerpo del acelerador (Control de aire a ralentí, sensores de posición del acelerador)
6	Sensor de presión absoluta del distribuidor (MAP)

7	Inyectores de combustible
8	Sistema de ignición electrónica (EI)
9	Sensor de la temperatura del aire de admisión (IAT)
10	Solenoide de purgado del EVAP
11	Sensor de detonación
12	Sensor de oxígeno caliente 1 (HO2S) 1
13	Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
14	Sensor de posición del árbol de levas (CMP)
15	Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)

Chaparro y Tovar (2007)

Los componentes del automóvil Chevrolet Spark tienen que estar definidos en su ubicación en relación al cofre del motor, esto por mejor ubicación y así realizar las mediciones que sean necesarias por medio del scanner Maxysis para el diagnóstico y posterior reparación.

2.4 Clasificación de los sistemas de Inyección Electrónica.

2.4.1 Según el número de inyectores.

Multipunto: Este tipo de inyección tiene una cantidad de inyectores igual al número de cilindros que tiene el motor. Los inyectores se alojan en la rampa de inyección, cerca de la válvula de admisión pulverizando el combustible de forma independiente. Fig. 4.

Monopunto. Consistente en un inyector único que está ubicado antes de la mariposa de aceleración, en una posición igual a la que tendría el carburador, desde allí la gasolina es enviada mediante determinados impulsos por la Unidad de Control Electrónica (ECU) mediante la información que se obtuvo debido a los diferentes sensores que

posee. “La unidad de control electrónica indica el tiempo de apertura para que llegue al motor la cantidad justa de combustible” (García, 2017).

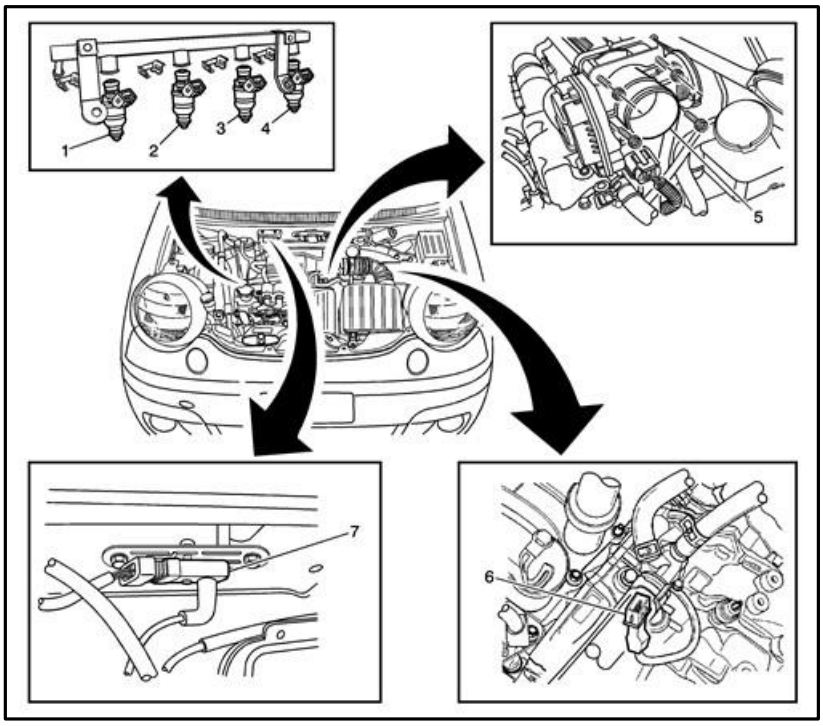

Figura 4. Ubicación de inyectores, sensor MAP, ECT y TPS del Spark
Manual Chevrolet Spark

Tabla No.2 Componentes ubicados en el cofre motor

ITEM	COMPONENTES DEL SPARK
1	Inyector
2	Inyector
3	Inyector
4	Inyector
5	Múltiple de Admisión Sensor IAT
6	Sensor de Temperatura Refrigerante ECT
7	Sensor MAP

Fuente: Manual Chevrolet Spark

2.4.2 Según la ubicación del inyector.

Indirecta. Los inyectores están ubicados cerca de la válvula de admisión, donde el combustible se inyecta en el colector de admisión, iniciando la mezcla antes de ingresar al cilindro, este método podría complicar la calidad de la mezcla, si llegase a condensarse en las paredes de la admisión.

Directa. El inyector entra en contacto con la cámara de combustión, inyectando combustible al interior de la misma, ello mejora la economía de combustible, porque inyecta la cantidad justa, por lo tanto, disminuye las emisiones contaminantes. En este sentido, "en cargas parciales, como el combustible se inyecta cerca de la bujía, debido a las turbulencias creadas en la propia cámara, se logra eficiencias termodinámicas mayores en relación a la inyección indirecta" (García, 2017).

2.4.3 Por la secuencia de inyección.

Inyección intermitente. Los inyectores inyectan combustible pulverizado en determinado momento por la unidad electrónica, en base a las informaciones que se reciben por los diferentes sensores, al igual que las estrategias de funcionamiento programadas en la unidad de mando.

Simultánea. Está basada en la inyección del combustible de forma simultánea en la totalidad de los inyectores, a determinada frecuencia, esto no tiene por qué coincidir con la apertura de la válvula de algún determinado cilindro, de tal manera, que el combustible inyectado empieza a acumularse en el colector de admisión. En tanto que la válvula de admisión permanece cerrada, por tanto, debe tratarse de inyección indirecta.

Semisecuencial. Los inyectores son activados mediante la distribución por grupos (dos a dos para un motor de cuatro cilindros), la inyección es realizada poco antes del P.M.S. de los pares de cilindros.

Secuencial. Los inyectores funcionan uno por uno, independientemente, realizando el aporte de combustible necesario para que se realice la mezcla, a través de una inyección única; la inyección es producida "poco antes del momento de apertura de la válvula de admisión y según el orden de encendido". (García, 2017). Fig. 5.

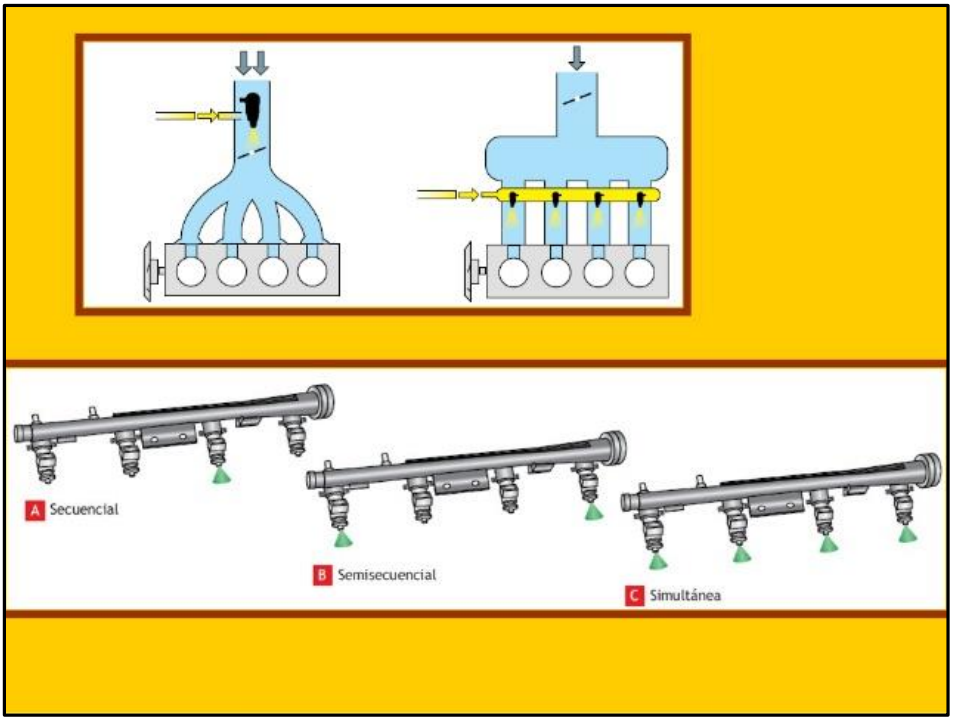

Figura 5. Tipos de sistema de inyección gasolina
Motores Paraninfo 2013

2.4.4 Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores.

Mecánicos. Están caracterizados ante la presencia de un conjunto distribuidor-dosificador encargado de la determinación en cuanto a la cantidad de combustible la cual tiene que enviarse a los cilindros, a través de inyectores que están abiertos de manera continua, permaneciendo de esa forma constante la presión de inyección.

Electromecánicos. Están basados en inyecciones mecánicas gestionadas por la unidad de control electrónica, que recibe información de los diferentes sensores para regular la presión que adapta el caudal a los diferentes estados de funcionamiento del motor. La siguiente figura No. 6 corresponde a la placa base de alojamiento de los fusibles o relés porque cuando se presenta un problema el diagnostico indica cual es la falla eléctrica pero lo primero que se debe realizar es la revisión de los fusibles que es lo primero en fundirse y los relés darán mal funcionamiento.

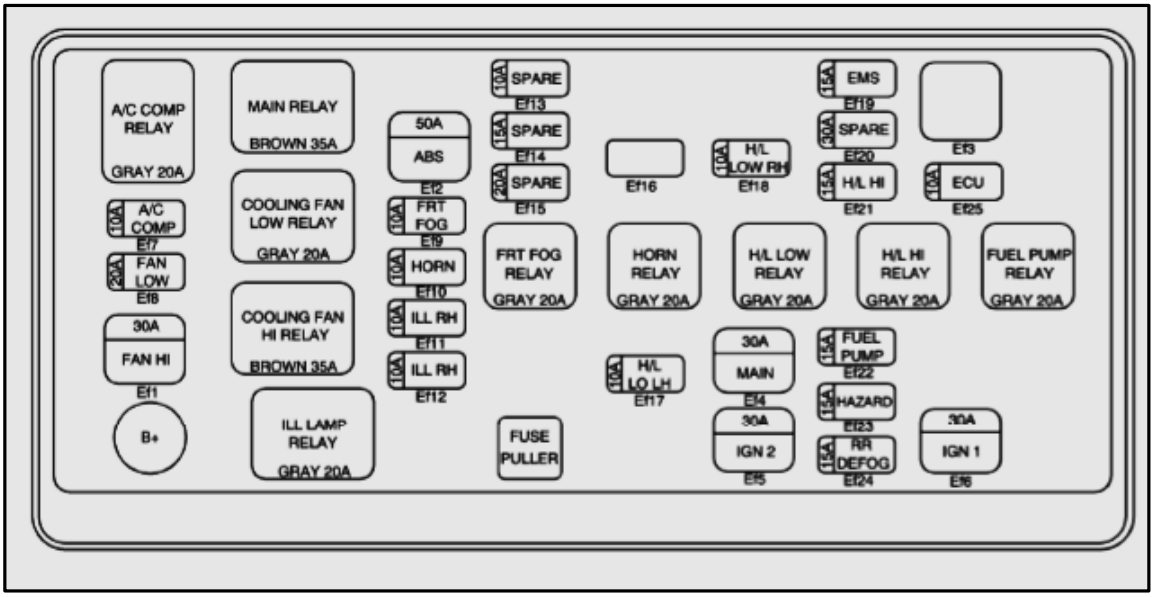

Figura 6. Caja de fusibles ubicada en el cofre del motor del Spark
Manual Chevrolet Spark

Las leyendas que tienen los componentes en la caja de fusibles en su mayoría vienen en palabras completas o en abreviaturas por el espacio provienen escritas en ingles por lo tanto es un poco difícil entender para algunos técnicos sin experiencia cual es la función de cada fusible o relé que este contiene y en cual hacer las pruebas. Por ejemplo uno de los más revisados y comunes de daño es el Fuel Pump Relay que es de color plomo y de 20 A. Otro es el AC Comp Relay de color plomo de 20 A, que corresponde al AC.

Electrónicos. El combustible es introducido en el motor por medio de electro inyectores cuyos tiempos de apertura son determinados por una unidad de control electrónica, que "adapta los tiempos de inyección a las distintas fases de funcionamiento, en función de las informaciones recibidas de unos sensores distribuidos estratégicamente por el motor" (García, 2017).

2.5 Sistema de Inyección Electrónica Multipunto.

2.5.1 Alimentación de Combustible.

"Las inyecciones multipunto emplean un inyector por cilindro, generalmente emplazado en las proximidades de la válvula de admisión" (Alonso, 2014), en este sentido, "los sistemas de inyección de combustible multipunto utilizan un inyector para suministrar combustible a cada cilindro, aumentando" (Hadfield, 2014). Este sistema es aplicado por vehículos de gama media y alta, siendo la alternativa de inyección directa más popular. Fig. 7

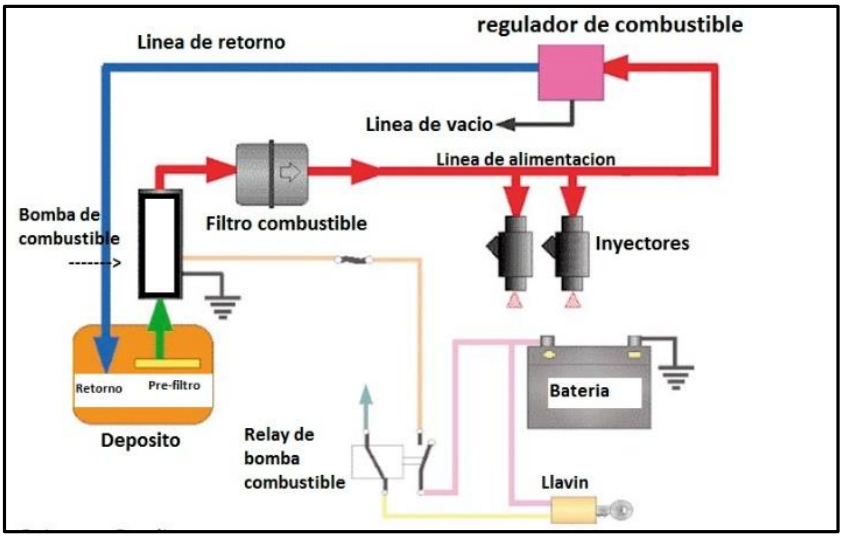

Figura 7. Sistema de Alimentación de Combustible
Manual Chevrolet Spark

2.5.2 Sistema de Admisión de Aire.

Los componentes del sistema de admisión de aire y de escape controlan la calidad y la cantidad del aire disponible para la combustión, componentes del sistema de admisión de aire y de escape son los siguientes: "Filtro de aire, Turbocompresor Posenfriador, Culata de cilindros, Válvulas y componentes del sistema de válvulas, Pistón y cilindro Múltiple de escape" (Caterpillar, 2017).

Este sistema suministra el aire al motor, el mismo que ha sido tomado dentro y limpiado por el purificador de aire, fluye hacia el tanque de compensación de acuerdo con el ángulo de abertura de la válvula del acelerador, luego es distribuido a los cilindros a través de la admisión. En motores con sistema de alimentación a inyección, la cantidad de aire de admisión es detectada por un medidor del flujo de aire ó sensor de vacío a fin de hacer la apropiada mezcla de aire-combustible. El ordenador envía luego señales de inyección de combustible para el sistema de combustible de acuerdo con el volumen de aire de admisión. Fig. 8.

Figura 8. Sistema de Admisión de aire
Manual Chevrolet Spark

2.5.3 Datos de la sonda Lambda.

La sonda lambda o sonda de oxígeno, se encuentra ubicada en el sistema de escape, su función es detectar la cantidad de oxígeno que hay en los gases de escape. "Esta sonda transmite señales hacia la unidad ECU, cuando la mezcla aire-combustible es demasiado pobre o demasiada rica, haciendo que se aumente o se disminuya la cantidad de combustible inyectada, en función de las condiciones presentes" (Crouse, 2003). Fig. 9.

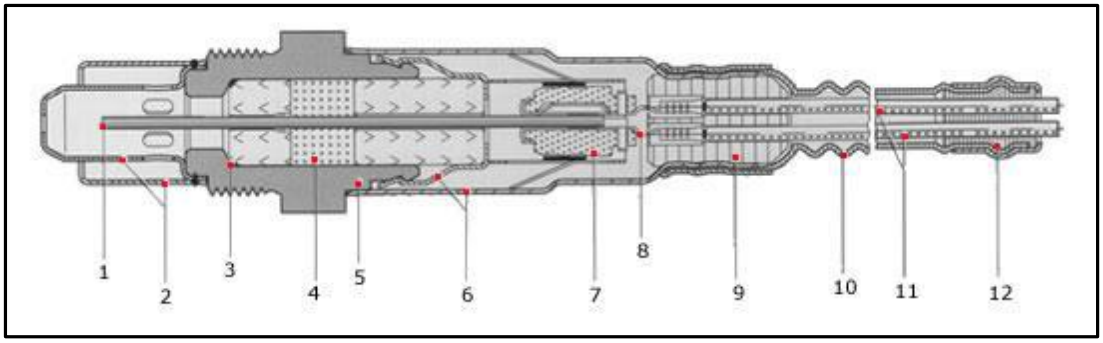

Figura 9: Sección de la Sonda Lambda Banda Ancha LSU4
Vallejo, (2013)

Tabla No. 3 Componentes de la Sección de la Sonda Lambda Banda Ancha LSU4

ITEM	COMPONENTES
1	Célula de medición (combinación de célula de concentración de Nernst y célula de bombeo de oxigeno)
2	Tubo doble de protección
3	Anillo Obturador
4	Paquete de Juntas
5	Cuerpo de la sonda
6	Manguito de Protección
7	Porta contactos
8	Grapa de contacto
9	Manguito PTFE (Teflón)
10	Tubo flexible PTFE
11	Cinco líneas de conexión
12	Junta

CAPITULO III

SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA UTILIZADO EN EL CHEVROLET SPARK

3.1 Sistema Multi Punto Fuel Inyección.

Los sistemas de inyección multipunto cuentan con "un inyector por cada cilindro del motor al que suministra la gasolina, sea por inyección dentro del cilindro (inyección directa) o en el colector de éste, o cerca de las válvulas de admisión, (inyección indirecta)" (Motores, Salinas 2007). La ventaja principal frente a la inyección monopunto es que reduce la superficie mojada del colector.

3.2 Parámetros de funcionamiento principales sensores.

Los sistemas de inyección están constituidos por actuadores y sensores, estos últimos son componentes instalados en algunos puntos del motor, permiten el envío de información a la unidad de mando (llamadas señales de entrada).

Sensor MAP (Manifold Absolute Presure**).**

Este sensor está ubicado en la parte externa del motor luego de la mariposa, es un sensor piezoeléctrico capaz de analizar la depresión en el múltiple de admisión todo en función de la cantidad de masa de aire que ingresa al motor, al momento de acelerar o desacelerar. "Permitiendo conocer si es necesario regular el encendido, de acuerdo con la altitud y la densidad del ambiente; lo que realiza conjuntamente con el sensor de revoluciones" (Arias, 2004). Fig. 10

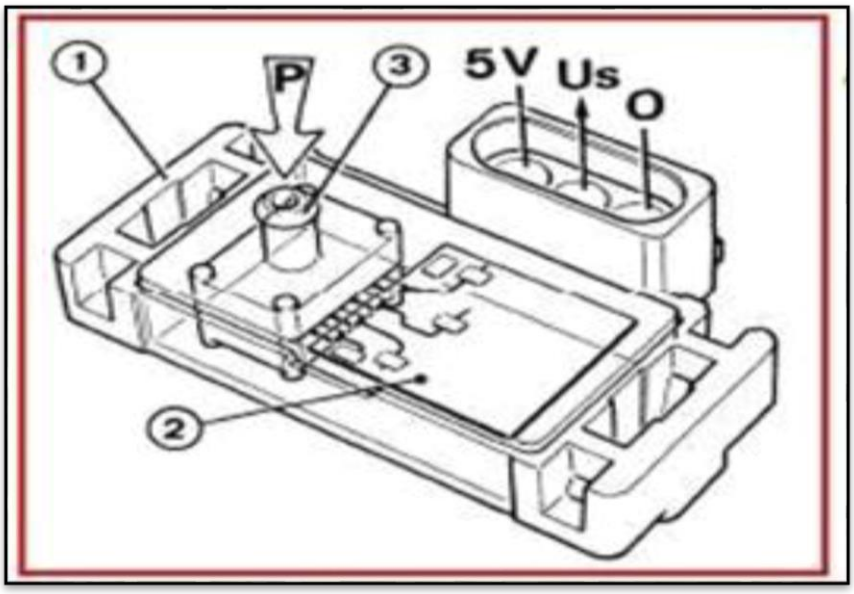

Figura 10. Sensor MAP
Vallejo, A. (2013).

Tabla No. 4 Componentes del Sensor MAP

ITEM	COMPONENTES
1	Cuerpo del sensor
2	Placa electrónica
3	Conexión de Vacío o Presión
5V	Polarización 5V+
Us	Salida de señal
O	Masa Eléctrica

Vallejo, A. (2013).

Sensor de posición de mariposa (Throttle Position Sensor)

Conocido como TPS, está localizado “sobre la mariposa de aceleración, "cumple la función de informar a la unidad de control la posición que tiene la mariposa” (Águeda, 2009). Fig. 11

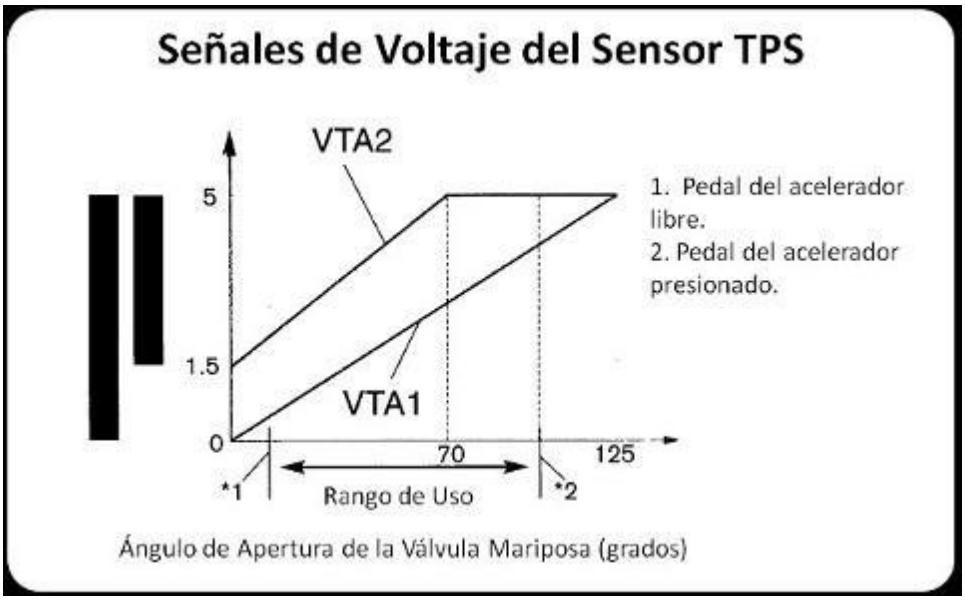

Figura 11. Señal de Voltaje del sensor TPS
Vallejo, (2013).

Sensor de temperatura del aire (Intake Air Temperature).

Conocido como IAT se compone de "una resistencia que aumenta en relación proporcional al aumento de la temperatura del aire" (Arias, 2004), está ubicado en el conducto de la admisión del aire, pudiendo estar fuera o dentro del filtro de aire. Cumpel la función de medir la temperatura del aire, ello permite ajustar la mezcla con una mayor precisión. Su funcionamiento adecuado evita fallas del motor, como: emisiones altas de monóxido de carbono, problemas que se presentan del arranque en frío, excesiva aceleración y consumo excesivo de combustible. Fig. 12.

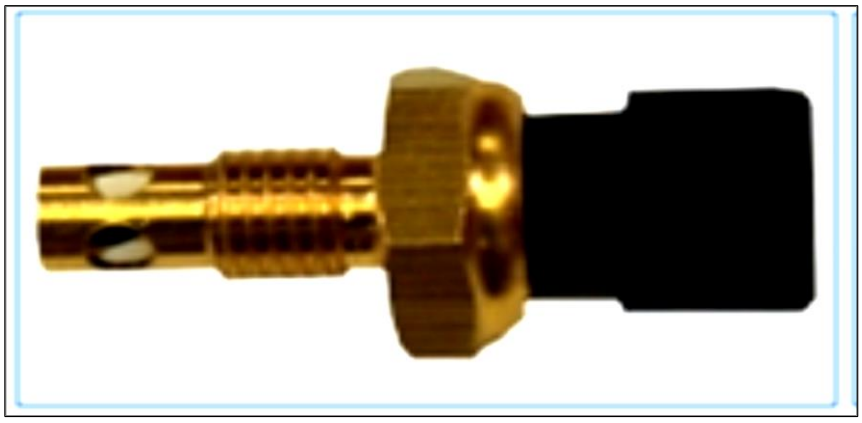

Figura 12. Sensor IAT
Vallejo, (2013).

Sensor de temperatura del refrigerante. (Engine Coolant Temperature).

Tiene la función de enviar señales a la unidad ECU al momento de necesitar combustible adicional para arranque en frío, según cada estado de funcionamiento. Fig. 13.

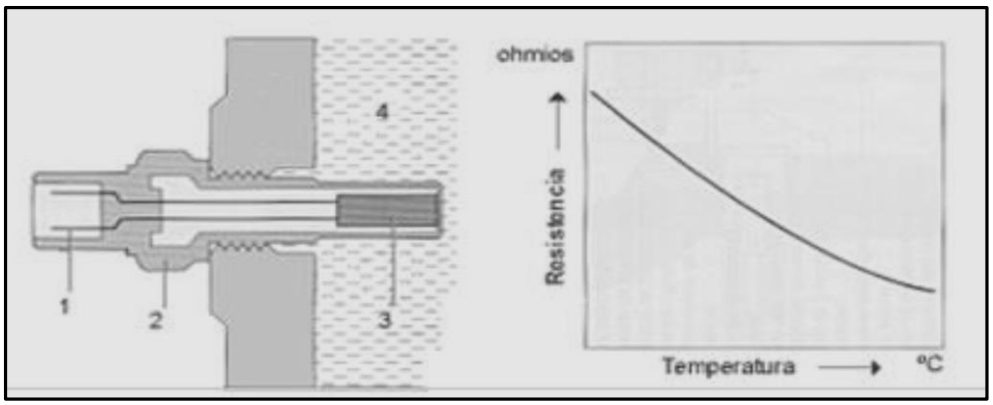

Figura 13 Sensor ECT
Vallejo, (2013).

Tabla No. 5 Componentes del sensor de temperatura del refrigerante.

ITEM	COMPONENTE
1	Conexión eléctrica
2	Cuerpo del sensor
3	Resistencia NTC
4	Líquido refrigerante

Fuente: Vallejo, (2013).

Sensor CKP. Sensor Posición de cigüeñal.

Su objetivo es informar a la ECU sobre la velocidad angular del motor para permitir el control del Avance de Encendido, control de ralentí, caudal de inyección, límite de revoluciones (cut-off). Se encuentran de dos tipos: inducción (señal analógica), de efecto Hall, foto electrónico. Fig. 14

Figura 14 Sensor de CKP
Inyección de gasolina sensores o captadores. (s.f).

3.3 Parámetros de funcionamiento de los inyectores.

Tiene una unidad de Control Electrónico (ECU: Electronic Control Unit) como centro de control y sensores que están instalados en varias partes del motor, se utilizan varios parámetros de funcionamiento del motor. El programa de computador "procede a controlar los inyectores de combustible, de tal modo que en diversas condiciones de operación del motor puede obtenerse la mezcla combustible / aire de forma óptima" (Principio de funcionamiento del sistema de inyección electrónico: EFI., 2018). Con este sistema, el automóvil Chevrolet Spark mejora notablemente el rendimiento del motor con bajo consumo y mínimas emisiones de gases. Fig, 15

SENSORES MAP, ECT e IAT.

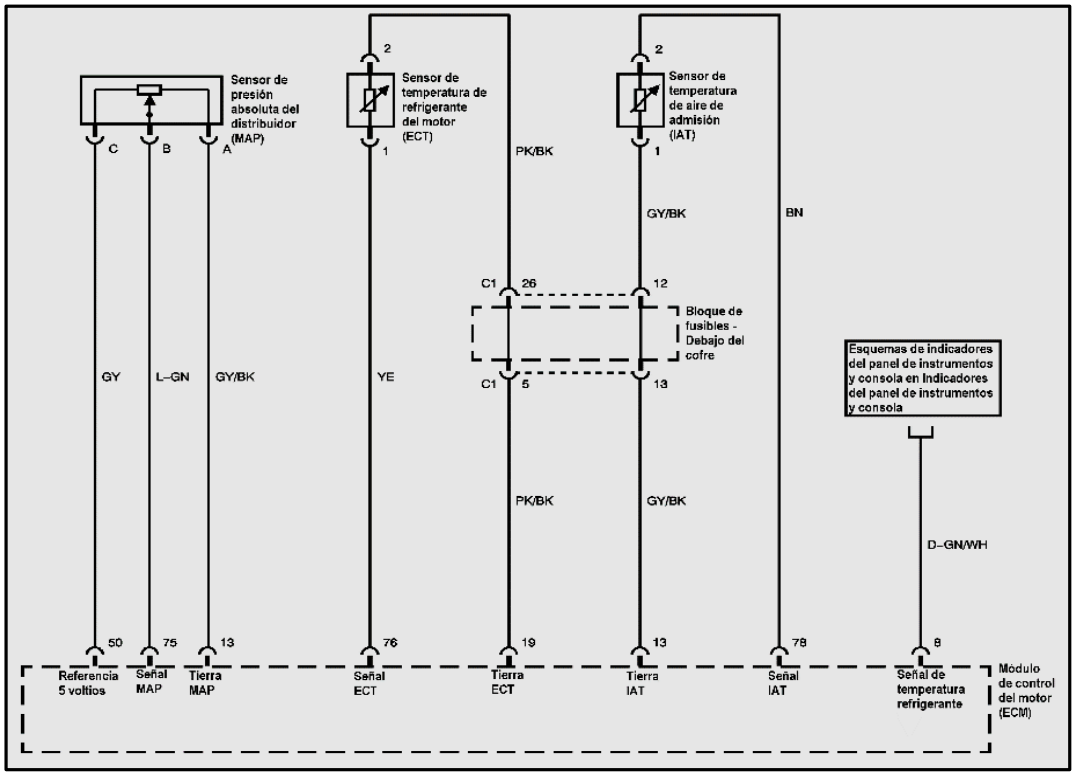

Figura 15. Diagrama eléctrico del sensor MAP, ECT, IAT.
Manual Chevrolet Spark

El diagrama eléctrico presenta las conexiones de algunos sensores de señal base los cuales son: IAT, ECT y MAP para que este permita mejorar el proceso matemático en la ECU la cual determina la cantidad y tiempo de inyección. Entregando el motor una mejor potencia y rendimiento con menor consumo de combustible.

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y ANÁLISIS

Los sensores dispuestos en el vehículo sirven para informar a la ECU de los parámetros de funcionamiento y estos a su vez entrar en un proceso matemático para poder determinar el tiempo y la cantidad de inyección de combustible que deben entregar los inyectores que tienen una presión prestablecida para mejorar la combustión de la mezcla en el cilindro.

Por lo tanto con el equipo de diagnóstico Maxysis se pueden obtener esos parámetros de funcionamiento en tiempo real y saber si todos los sensores están funcionando como deben ser. Parámetros que fueron leídos por el equipo Maxisys y que se presentan en la figura que está a continuación.

Figura 16. Imagen del Scanner Maxisys
Delgado Caputi

Características del Scanner Autel Maxisys MS906:

1. **Hardware**

- Tiene un potente procesador de cuatro núcleos Cortex-A9
- El tamaño de Pantalla es de 8.0 pulgadas con LED capacitiva pantalla táctil con resolución 1024x768P.
- Pantalla resolución de 1,024x 768 con retroiluminación LED y pantalla brillante capacitiva Multi Touch con tecnología IPS
- 32GB fiable y rápida unidad interna de estado sólido para un mejor rendimiento
- Cámara trasera de 5 megapíxeles con autofocus y linterna
- Doble banda (2.4 GHz y 5.0 GHz) 802.11n Wi-Fi para acceder a sus recursos web favoritos
- Posee diseño ergonómico duro y presenta una protección fuerte de caucho
- Batería de iones de litio que son recargable con autonomía de hasta 8 horas
- USB, audio y puertos auxiliares que sea fácil de conectar los accesorios

2. Software

- Posee sistema operativo Android de código abierto para que tenga rápido arranque y multitarea.
- Navegación fácil e intuitiva hace que encontrar lo que necesita sea sencillo y rápido.
- Amplia cobertura del vehículo de más de 80 Marcas de Vehículos de Estados Unidos, Asia y Europa
- Capacidad completa para leer de códigos de falla, lectura de datos en tiempo real y realiza pruebas o test de actuadores y también realiza procesos adaptativos. Como por ejemplo codificación de llaves de algunas marcas y función de aprendizaje de cuerpo de aceleración en las marcas más comunes.

- Exhibe los datos en vivo en modo texto, gráfico, digital, analógica para facilitar su revisión y análisis de datos
- Permite configurar las opciones de visualización, , los registros y los resultados playbacks con un solo toque
- Los registros de lectura en vivo de los datos, permite establecer claramente los valores de sensores y componentes electrónicos del automóvil
- Basado en la nube Data Manager guarda los registros de clientes y del vehículo, datos del escáner y notas del técnico
- Soporte técnico remoto para la demostración práctica, la formación y el aumento de la satisfacción del cliente
- Imprime datos registrados en cualquier momento y en cualquier lugar con la tecnología Wi-Fi
- Actualizaciones automáticas de Wi-Fi disponibles en nuevas versiones de software.
- Al conectar el scanner encontramos los siguientes cambios.
- El ingreso se realiza primero con la conexión del conector OBDII, después se ingresa a la información la cual indicamos paso a paso mas adelante.

Figura 17 Imagen de parámetros del Maxisys
Delgado Caputi

4.1 Pasos que se deben efectuar para que se desarrolle el diagnóstico del sistema de inyección electrónica utilizando el equipo Maxisys.

PASO 1. Ingreso a la aplicación del scanner para para realizar el diagnóstico del vehículo. Fig. 18

Figura 18 Pantalla Inicial Maxysis
Delgado Caputi

PASO 2. Se procede a seleccionar la marca del vehículo. Fig. 19

Figura 19. Selección de Marcas
Delgado Caputi

.

PASO 3. Se procede a la selección manual de año del vehículo para escoger el año del vehículo. Fig. 20

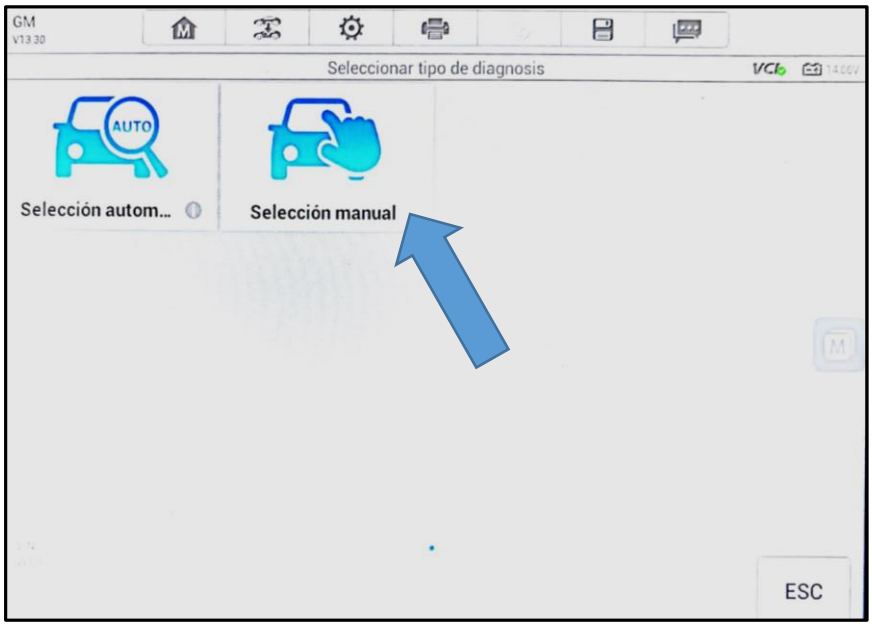

Figura 20. Selección del año del vehículo
Delgado Caputi

Paso 4 seleccionamos o escogemos la fecha de fabricación del vehículo. Fig. 21

Figura 21. Fecha de Fabricación del vehículo
Delgado Caputti.

Paso 5. Selección de las características del automotor: “Automóvil de pasajeros”. Fig.22

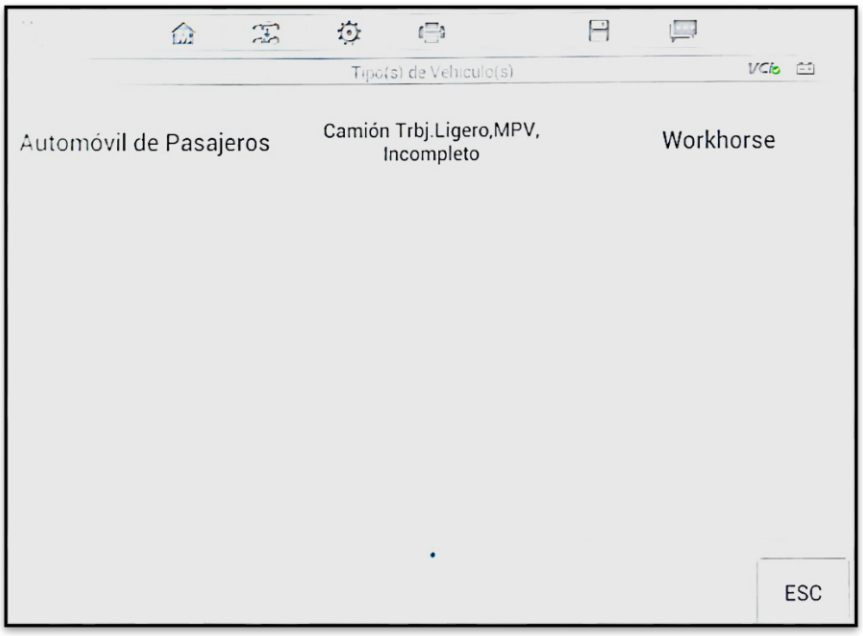

Figura 22. Selección del vehículo
Delgado Caputti

Paso 6. En este caso se escoge la marca del vehículo. Fig 23

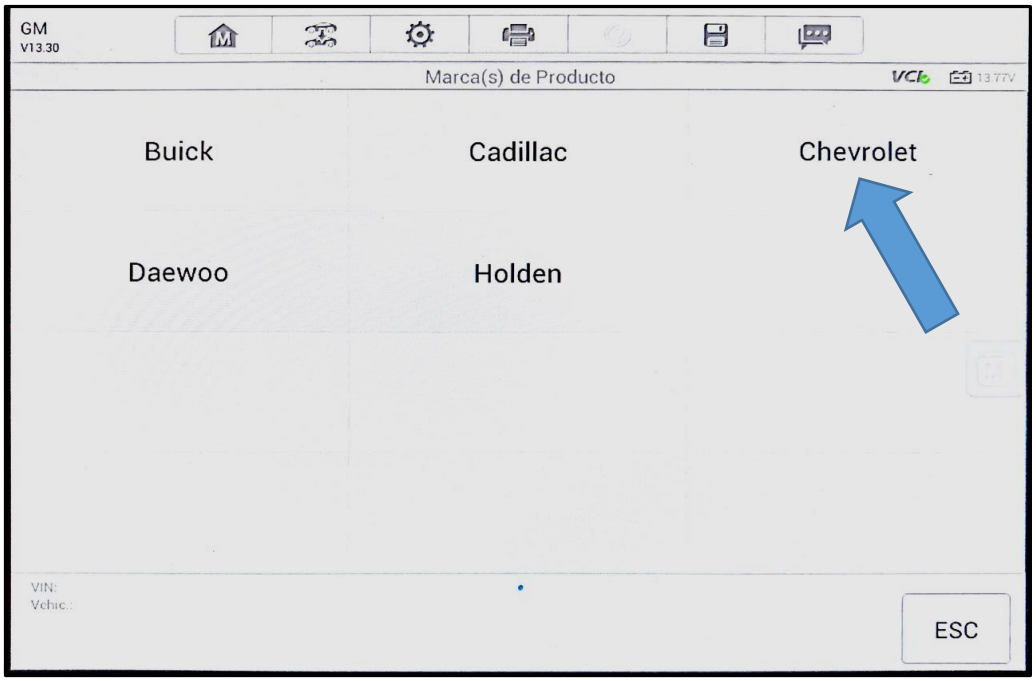

Figura 23. Marca del vehículo.
Delgado Caputti

Paso 7. Selección del modelo de vehículo, que en el caso particular es un Spark Classic. Fig. 24

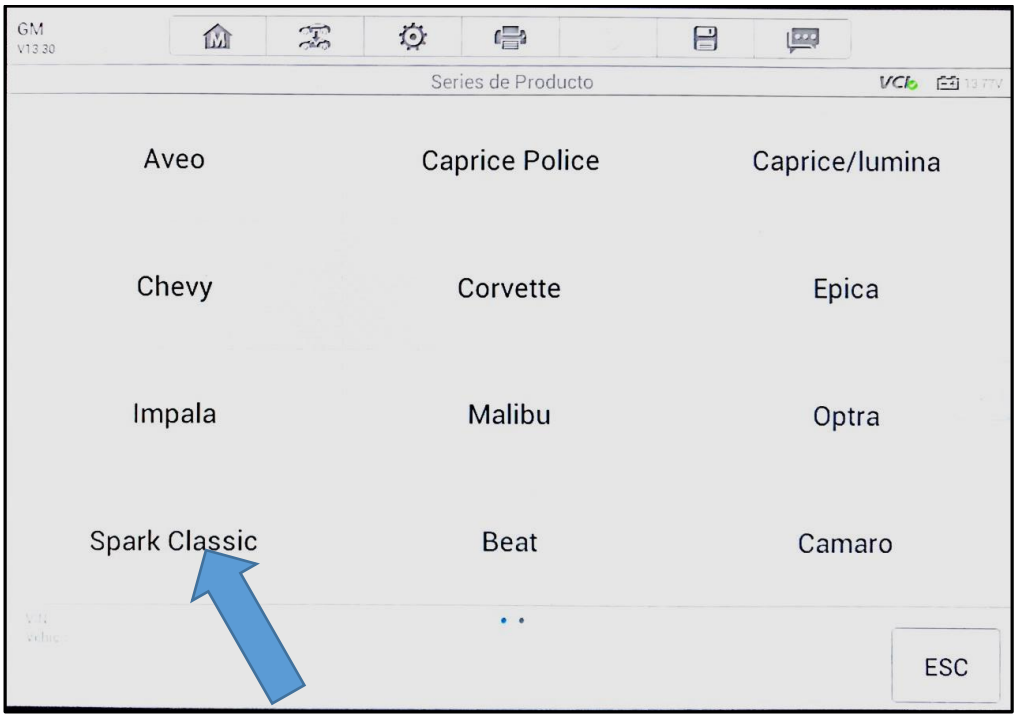

Figura 24. Selección del modelo del vehículo
Delgado Caputti

Paso 8. Toma del cilindraje del vehículo para tener claro las características del motor. Fig 25

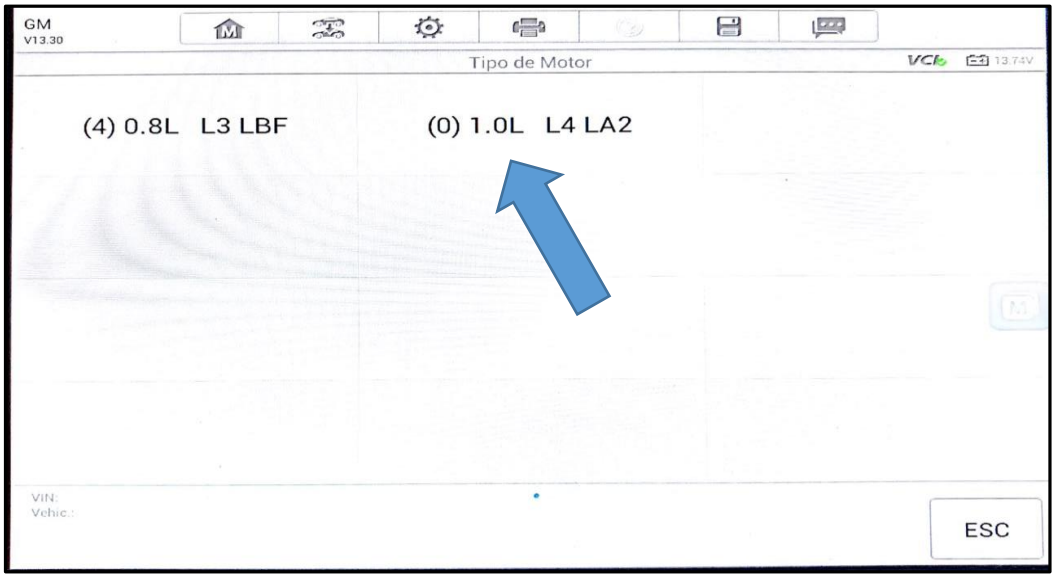

Figura 25. Características del Vehículo
Delgado Caputti

Paso 9. Diagnóstico del sistema de inyección electrónica, para que derive a la unidad de control. Fig. 26

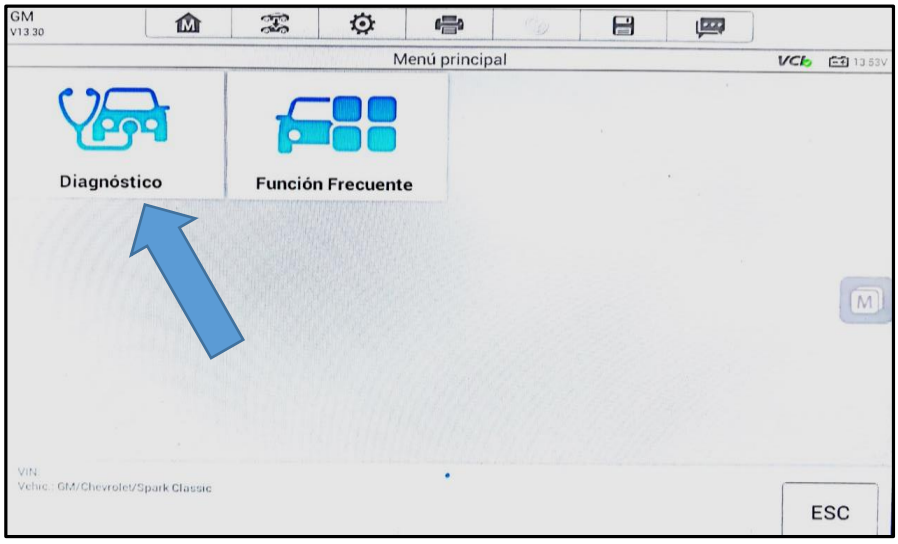

Figura 26. Selección, Diagnóstico Vehículo.
Delgado Caputti

Paso 10. Se procede a ingresar en el icono unidad de control. Fig. 27

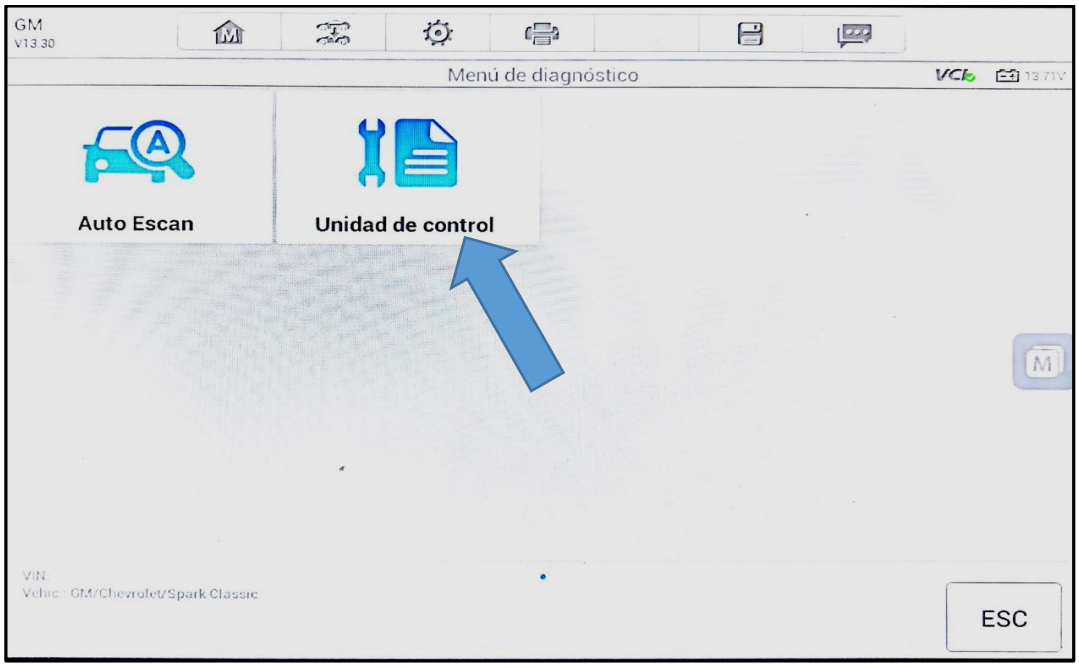

Figura 27. Ingreso de Icono Unidad de Control
Delgado Caputti

Paso 11. Seleccione el modo que se diagnosticará "módulo control motor". Fig. 28

Figura 28. Selección Modulo Control de motor
Delgado Caputti

Paso 12. Ingreso a la sección “Datos en vivos”. Fig. 29

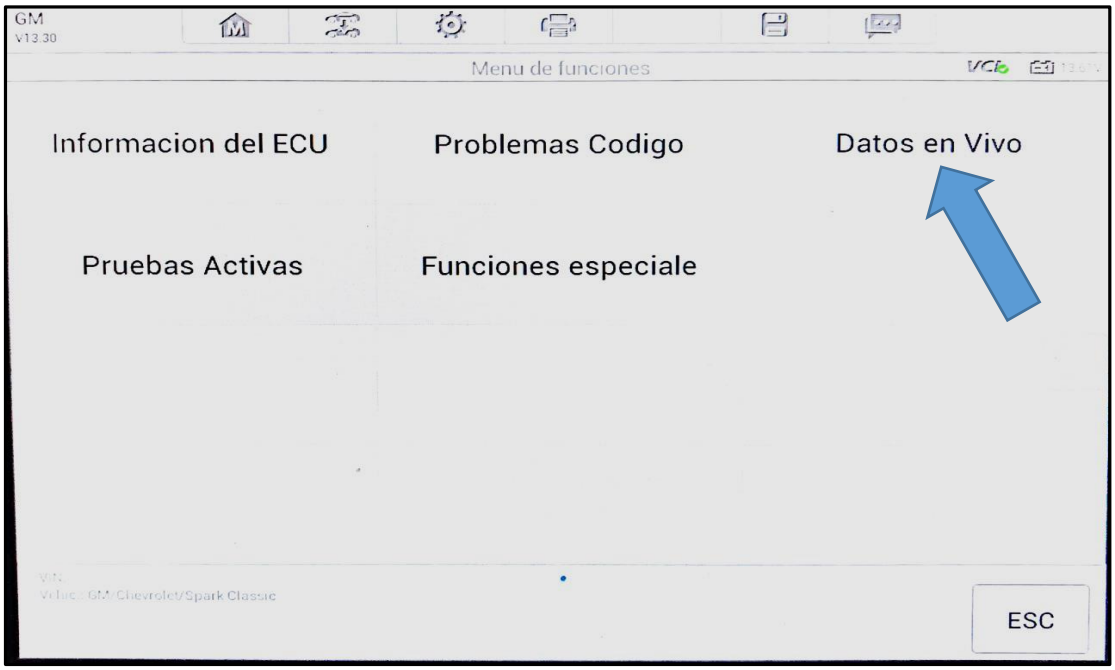

Figura 29. Datos en Vivo de las pruebas activas
Delgado Caputti

Paso 13. En esta parte se ingresa “Datos 1 del motor” donde se muestran los parámetros que se desean diagnosticar. Fig. 30

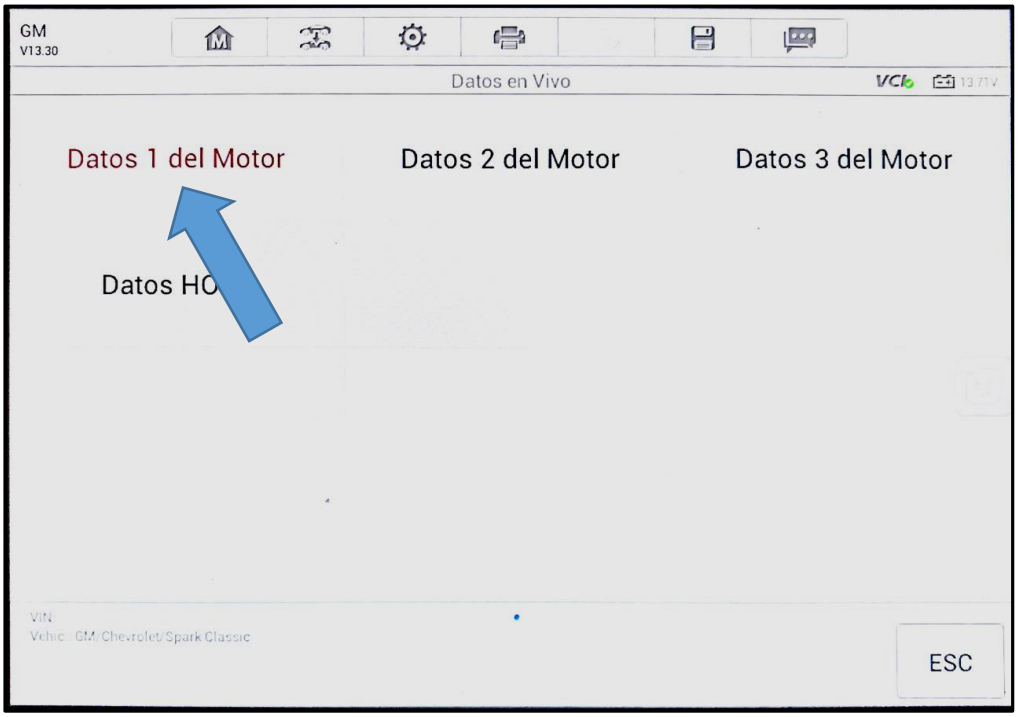

Figura 30. Ingreso Datos Uno del Motor
Delgado Caputti

Paso 14. Lectura de los sensores básicos a los cuales se procederá a verificar parámetros. Fig. 31

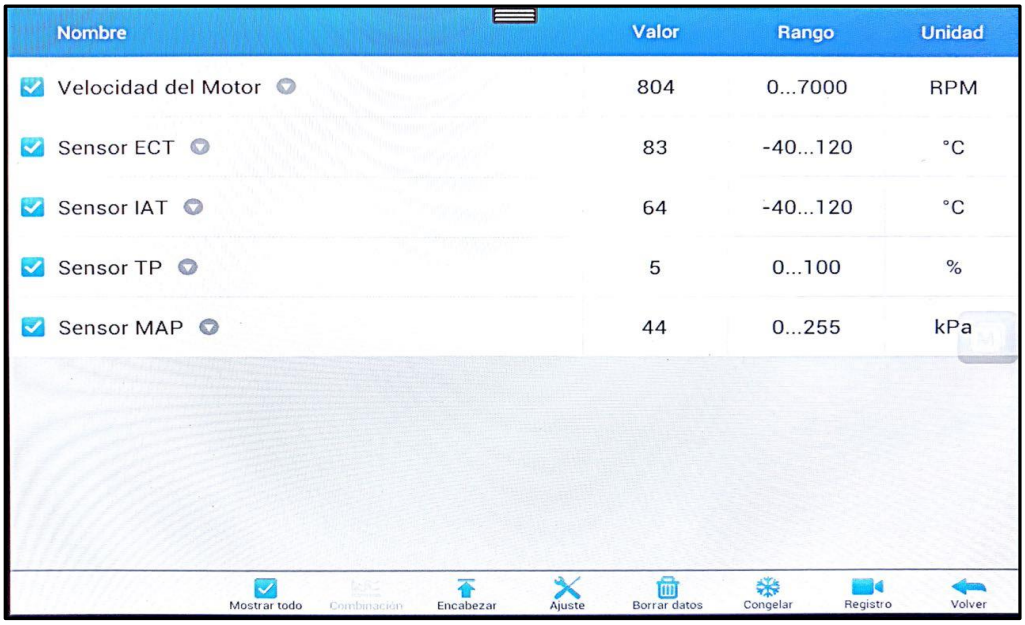

Figura 31. Sensores Básicos.
Delgado Caputti

4.2 Pruebas de conexión y obtención de datos del IAT.

Esta lectura indica la temperatura a la que ingresa el aire de admisión (IAT), ante lo cual la computadora corrige el tiempo de inyección con base en la densidad del aire ingresado a las cámaras de combustión. Según la temperatura del aire, tendrá que ser la cantidad de oxígeno que ingrese, ante ello la computadora debe regular la cantidad de gasolina para que se corrija el punto estequiométrico. Fig. 32

SENSOR DE TEMPERATURA DE ADMISION DE AIRE (IAT).

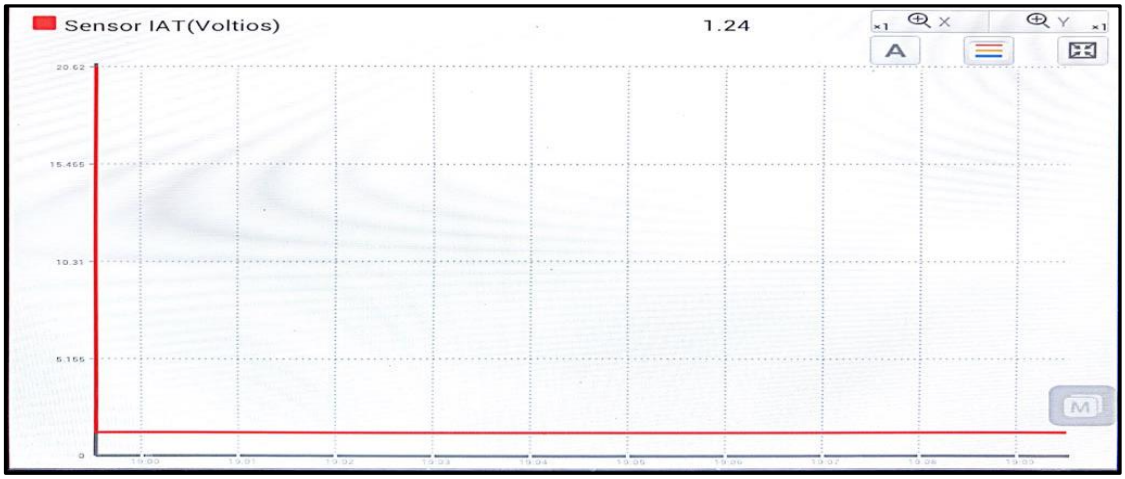

Figura 32. Pruebas al sensor IAT.
Delgado Caputi

Ubicación

Figura 33. Ubicación sensor IAT
Control Electrónico por Ricardo Welcker 2015

Circuito.

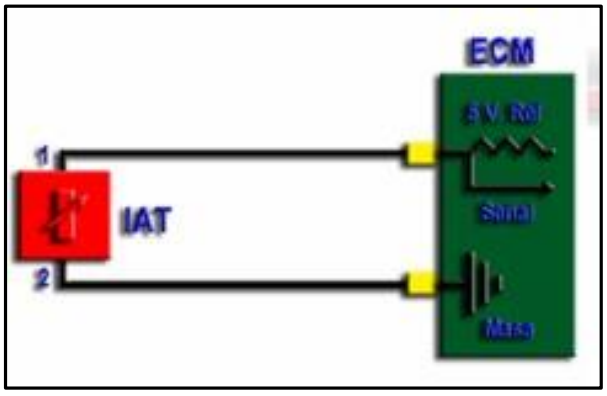

Figura 34. Conexión de Prueba sensor IAT
Control Electrónico por Ricardo Welcker 2015

Verificación del estado del circuito.

1. Interruptor en off.

2. Desconectar sensor.

3. Interruptor en On.

4. Cable negro del multímetro a masa.

5. Selección del multímetro en VDc.

6. Conectar el cable rojo del multímetro a uno de los terminales en el conector del sensor.

Figura 35. Verificación sensor IAT
Control Electrónico por Ricardo Welcker 2015

Resultado.

Si el voltaje es menor de 0.51 Veste terminal es de masa.

Conectar el cable rojo del multímetro en el otro terminal el valor del voltaje debe estar entre 4,8 a 5,2 V.

Sensor de velocidad del motor (CKP).

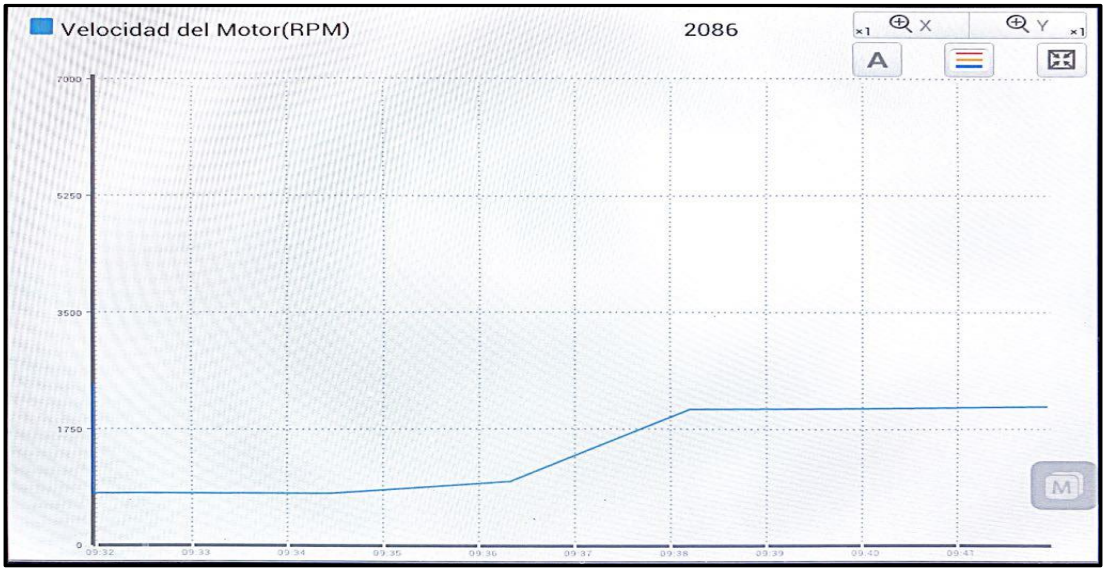

Figura 36. Gráfica del sensor de señal del CKP
Delgado Caputi

La velocidad del motor en base al giro del cigüeñal se produce en la aceleración del motor, variando las revoluciones por minutos RPM, indicando la curva que tiene una aceleración progresiva considerada normal, es decir el sensor está en óptimas condiciones.

Sensor TPS

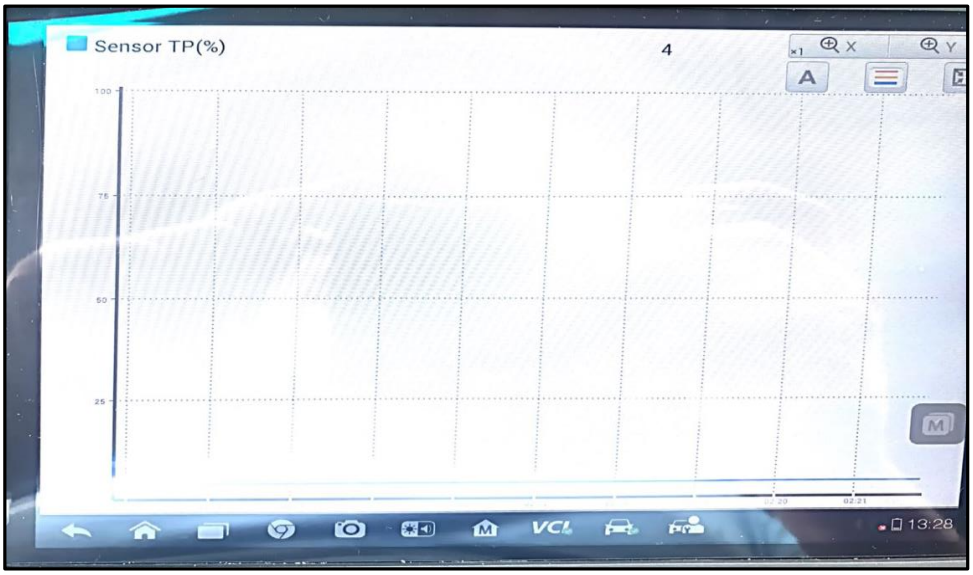

Figura 37 Señal de sensor TPS
Delgado Caputi

Sensor de posición de aceleración. La lectura indica que el sensor se encuentra en modo ralentí, la ECM está recibiendo información de este sensor y después calcula el tiempo y cantidad de combustible a inyectar por medio de los inyectores del motor. Fig. 36

Sensor MAP

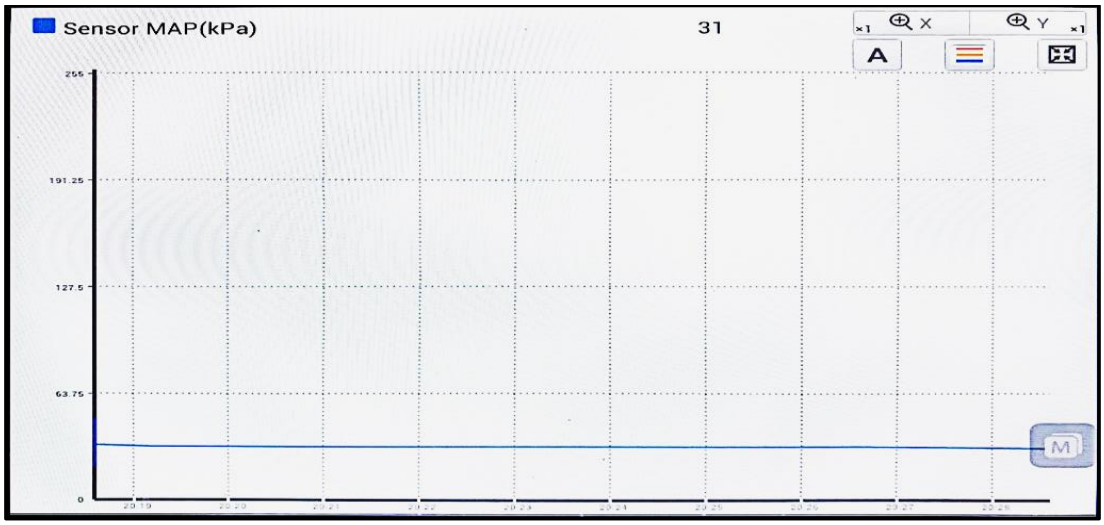

Figura 38. Grafica Sensor MAP
Delgado Caputi

Ubicación.

Parte superior del múltiple de admisión.

Figura 39. Ubicación sensor MAP
Control Electrónico por Ricardo Welcker 2015

Circuito.

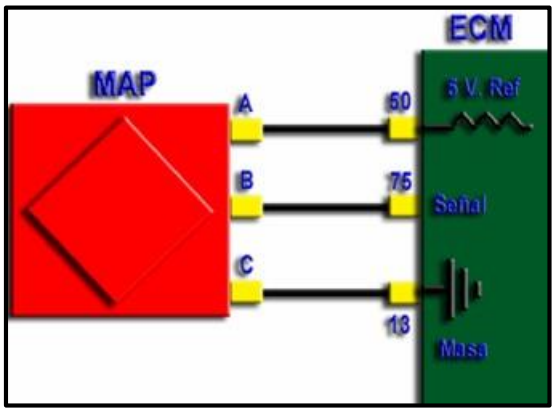

Figura 40. Conexión Prueba sensor MAP
Control Electrónico por Ricardo Welcker 2015

Pruebas.

Verificación del estado de los circuitos y señal barométrica.

Procedimiento.

1. Interruptor de encendido en OFF.

2. Cable negro del multímetro a una buena masa.

3. Multímetro selección en VDc.

4 . Con el cable rojo del multímetro tocar los tres terminales en el conector del sensor.

Figura 41. Prueba sensor MAP
Control Electrónico por Ricardo Welcker 2015

Resultado.

En uno de los terminales, el voltaje debe ser de 0,51 VDc.

En otro terminal el voltaje debe ser de 4,5 y 5,5 VDc.

En el terminal faltante el valor de voltaje debe estar en según la tabla.

Tabla. 6 Valores en voltaje de la señal barométrica.

ALTURA	**VOLTAJE**
Mayor de 2500 mts.	Entre 4,5 y 2,3
Entre 1500 y 2500 mts.	Entre 4,05 y 2,07
Menos de 1500 mts.	Entre 3,65 y 1,83

En la figura 38 se permite apreciar la presión de aire en la admisión de 50 kPa del motor para convertirla en señal eléctrica que será enviada a la ECM para la regulación de la mezcla estequiométrica.

4.3 Pruebas de conexión y obtención de datos del ECT. Fig. 42

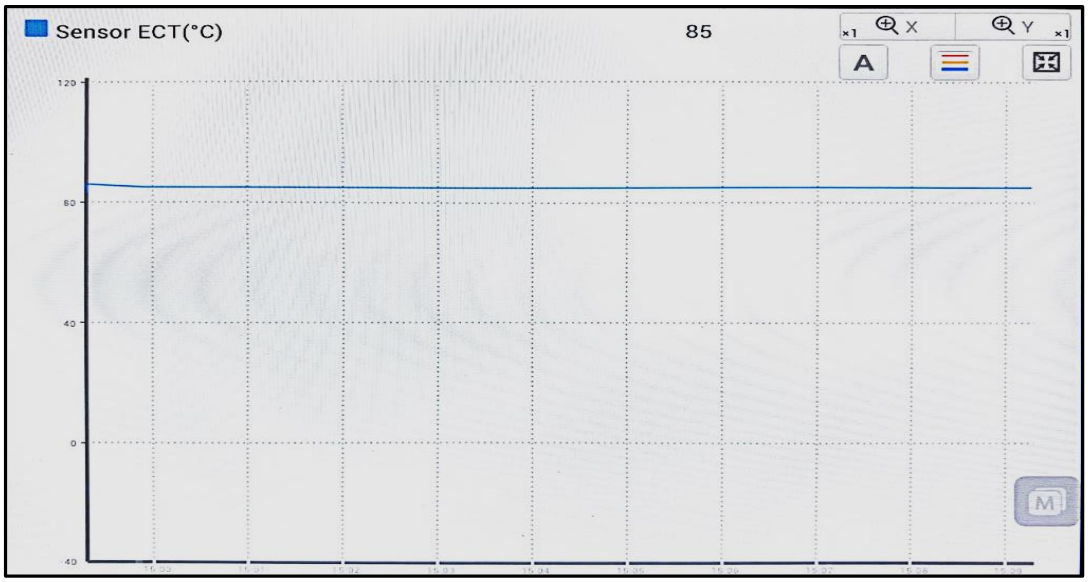

Figura 42. Prueba de conexión ECT
Delgado Caputti

Procedimiento.

1. Interruptor de encendido en OFF.
2. Selección del multímetro en ohmios.
3. Cable rojo del multímetro a uno de los terminales del sensor.
4. Cable negro al otro terminal del sensor.

Figura 43. Prueba sensor ECT
Control Electrónico por Ricardo Welcker 2015

Resultado.

Valor de resistencia varía según la tabla.

Figura 44. Prueba resistencia sensor ECT
Control Electrónico por Ricardo Welcker 2015

Puede leerse la temperatura a la cual se encuentra el motor hasta que alcance la temperatura de 83 a 85ºC para que envíe la información a la ECM, para que de forma automática envía la señal al electro-ventilador para que funciones y enfríe el líquido refrigerante

4.4 Pruebas de conexión y obtención de datos del CKP.

El sensor de posición del cigüeñal permite conocer la posición del pistón número uno cuando se encuentra en estado de compresión y empezar así el orden de encendido del motor. Fig, 45

Figura 45. Ubicación sensor CKP
Control Electronico por Ricrdo Welcker 2015

Ubicación.

En la carcasa de la caja en la unión entre el motor y la caja de velocidades.

Circuito.

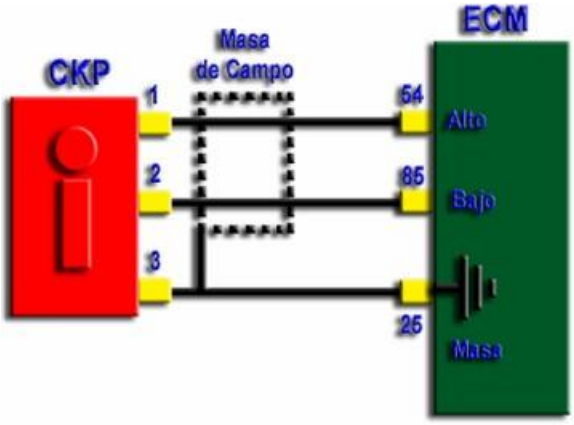

Figura 46. Conexión sensor CKP
Control Electronico por Ricrdo Welcker 2015

Pruebas.

Verificación del servicio de masa de campo.

Procedimiento.

1. Interruptor Off.
2. Dial en Voltios DC.
3. Cable negro a masa.
4. Interruptor en On.
5. Cable rojo del multímetro al pin 3 del conector.

Figura 47. Prueba sensor CKP
Control Electrónico por Ricardo Welcker 2015

Resultado.

El valor de voltaje debe ser 0.51 VDc.

Conclusiones.

Los sensores del sistema de inyección electrónica de la mayoría de los vehículos son similares al Chevrolet Spark, por cuanto utilizan el mismo sistema de medición que permiten accionar los diversos componentes a ser monitoreados. De tal manera que la utilización del equipo de comprobación identificado no sea inapropiado y genere gastos innecesarios al cliente.

En las pruebas efectuadas con el equipo Maxisys se pudo apreciar la certeza de los resultados obtenidos a la lectura de los sensores que fueron sujeto de observación, estando los rangos en los parámetros establecidos para que el motor no presente ningún tipo problema. Mientras que al efectuarse de manera empírica no se logra obtener datos reales del estado de los sensores, debido a que los técnicos de talleres que no hacen uso de esta herramienta tecnológica, como es el equipo de medición Maxisys, hacen una inspección visual o auditiva de los sensores, emitiendo un juicio de valor sin fundamento.

La realización de los respectivos análisis a los datos emitidos por el scanner del equipo Maxisys aportó información relevante pata comprobar el funcionamiento del sistema de inyección electrónica, visualizándose el funcionamiento de cada sensor identificado en la presente investigación.

Recomendaciones.

Capacitar a los técnicos de los talleres mecánicos automotrices con la finalidad de que hagan uso del equipo Maxisys, ya que diagnosticar en base a una inspección visual o auditiva el respectivo censor del que se piensa no está funcionando en óptimas condiciones o averiado conlleva potenciales costos para el cliente, al igual que para el funcionamiento del automotor.

Concienciar a quienes están al frente de los talleres mecánicos automotrices multimarcas a través de vinculación con la colectividad, para que se incorporen herramientas tecnológicas que permita evaluar los vehículos que ingresan a ser revisados de forma técnica científica y con ello aumentarían la cartera de clientes, porque el trabajo es efectuado a menor costo, en menor tiempo y con la certeza de que es realizado eficientemente.

Conocer el manejo del equipo Maxisys por parte de quien realiza el análisis, para evitar tener lecturas erróneas que al final repercuten en resultados negativos que pueden traer problemas para el dueño del automotor y de quienes están al frente de los talleres mecánicos.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso. J. (2014). Sistemas auxiliares del motor. Ediciones Paraninfo. Madrid.

Caterpillar. (2017). Sistema de admisión de aire y escape. http://itm.edu.pe/cv/courses/173201/document/semana-03-del-0409-al-0809/Sistema-de-admision-de-aire-y-escape-D8R-II.pdf?cidReq=173201&id_session=0&gidReq=0&gradebook=0&origin=

Fujisawa, H. Koike, H. Ogawa, O. Tanahashi, T. (s.f). La Inyección Electrónica de combustible. https://www.fazer-hispania.com/manuales/teoria_inyeccion_electronica_yta.pdf

García G. (2017). Clasificación de los sistemas de inyección. https://www.pruebaderuta.com/clasificacion-de-los-sistemas-de-inyeccion.php

Hadfield, C. (2014). Classroom Manual. Today's Technician: Automotive Engine Repair & Rebuilding, Fifth edition. DELMAR Cengage. Nueva York.

Inyección de gasolina sensores o captadores. (s.f). http://www.iessierradeguara.com/documentos/departamentos/automocion/circuitos_auxiliares/INY_GASOLINA/020_inyeccion_gasolina_sensores.pdf

Inyección de gasolina sensores o captadores. (s.f). http://www.iessierradeguara.com/documentos/departamentos/automocion/circuitos_auxiliares/INY_GASOLINA/020_inyeccion_gasolina_sensores.pdf

Inyección Mecánica K-jetronic. (2015). http://www.steinbock.cl/wp-content/uploads/2015/05/10-Documento-Descripci%C3%B3n-Sistema-Bosch-K-Jetronic.pdf

Panchi, Franklin. Salazar, Diego. (2007). "Adaptación de un sistema de inyección electrónica de combustible multipunto MPFI en un vehículo LADA modelo 2104 fabricado en el año 1994". Escuela Politécnica del Ejército. Tesis de grado. https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3421/1/T-ESPEL-0228.pdf

Pérez, Miguel. (2011). Sistemas auxiliares del motor. Madrid. Ediciones Paraninfo.

Portalcoches. (2009). Carburación versus inyección. http://www.portalcoches.net/blogs-coches/si-tiene-ruedas...-me-gusta/carburacion-vs-inyeccion/22/78.html

Principio de funcionamiento del sistema de inyección electrónico: EFI. (2018) https://www.autodaewoospark.com/principio-funcionamiento-sistema-inyeccion-electronico-chery.php

Principio de funcionamiento del sistema de inyección electrónico: EFI. (2018). https://www.autodaewoospark.com/principio-funcionamiento-sistema-inyeccion-electronico-chery.php

Vallejo, A. (2013). Tesis Implementación de un Sistema de Inyección Multipunto Programable en un vehículo a carburador Universidad San Francisco de Quito. repositorio.usfq.edu.ec › ... › Tesis - Ingeniería Mecánica

Arias, F. (2008). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica.* Caracas: Editorial Texto, C.A.

Best, J. (2008). *Cómo investigar en educación.* Madrid: Ediciones Morata.

Bosch. (2010). Sistemas de Inyección Electrónica. http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/HIRES_PDF_59963.pdf

Bosch. (2013). Evolución de la inyección gasolina. Revista técnica. http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R57_A7.pdf

Diccionario técnico. http://www.aficionadosalamecanica.com/diccionario-tecnico.htm

Chaparro, Paulo. Tovar, Jaime. (2007). Sistema de supervisión de un motor vehicular a gasolina con control electrónico para su uso como entrenador académico.

Universidad de la Salle. http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16611/T44.07%20Ch365s.pdf;jsessionid=FABBBDC2DB2EA12C3D0921D648EC002C?sequence=1