

**Universidad Internacional del Ecuador**

**Facultad de Ciencias Técnicas**



**TEMA:**

**DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DEL MOTOR  
CHEVROLET SAIL A PARTIR DEL ANALIZADOR FSA 500**

**Proyecto de grado para la obtención del título de Ingeniero Mecánica Automotriz**

**AUTOR:**

**Argenis Alexander Zumba Moina**

**DIRECTOR:**

**Ing. Juan Castro Mediavilla, Msc**

**Guayaquil – Ecuador**

**JUNIO, 2021**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS**

**CERTIFICADO**

Ing. Juan Castro

**CERTIFICA**

Que el trabajo de **“Diagnóstico del Sistema de Encendido del motor Chevrolet Sail a partir del analizador FSA 500”** realizado por el estudiante: ARGENIS ALEXANDER ZUMBA MOINA, 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, si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza el señor: ARGENIS ALEXANDER ZUMBA MOINA que lo entregue a biblioteca de la facultad, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, junio 2021

Ing. Juan Castro

Director de proyecto

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS**

**CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, ARGENIS ALEXANDER ZUMBA MOINA, 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.

---

ARGENIS ALEXANDER ZUMBA MOINA

C.I: 1715297519

## **DEDICATORIA**

Lleno de alegría dedico esta tesis a mis padres por ser el pilar fundamental en todas las metas que me he propuesto a lo largo de mi vida, por sus esfuerzos y sacrificios para darme lo mejor siempre, por ser ejemplos de vida y enseñarme que con determinación y perseverancia todo se puede lograr.

## **AGRADECIMIENTO**

Mis agradecimientos a mi familia por su apoyo incondicional, este logro está inspirado en ellos.

A mis maestros que han sido guías de enseñanza y aprendizaje, por ayudarnos a sacar ese máximo potencial durante este largo periodo, especialmente a mi tutor por compartir sus conocimientos y por las correcciones para perfeccionar este trabajo.

Agradezco también a todas las personas que me han ayudado tanto directa como indirectamente en el transcurso de este tiempo para la culminación de esta tesis.

## ÍNDICE

CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	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 .....	2
1.4. Justificación del proyecto.....	3
1.4.1 Justificación teórica.....	3
1.4.2 Justificación metodológica.....	3
1.4.3 Justificación práctica .....	4
1.5. Marco metodológico .....	4
1.5.1. Método de investigación .....	4
1.5.2. Tipo de investigación .....	5
1.5.3. Ubicación geográfica.....	5
1.6. Hipótesis.....	6
CAPÍTULO II.....	7

MARCO TEÓRICO .....	7
2.1.    Sistema de encendido. ....	7
2.1.1.    Batería.....	8
2.1.2.    Constitución de una batería .....	8
2.1.3.    Bobina de encendido. ....	9
2.1.4.    Cables de bujía. ....	11
2.1.5.    Bujías.....	11
2.1.5.1.    Constitución de la bujía .....	12
2.1.6.    Oscilogramas más relevantes.....	14
2.2.    Sensores del vehículo .....	19
2.2.1.    Sensor de presión del múltiple de admisión (MAP).....	19
2.2.2.    Sensor de posición del cigüeñal .....	20
2.2.3.    Sensor de posición del árbol de levas.....	21
2.2.4.    Sensor de temperatura de aire de admisión .....	22
2.2.5.    Sensor de temperatura del refrigerante .....	23
2.2.6.    Sensor de oxígeno.....	23
2.2.7.    Sensor de detonación .....	24
2.2.8.    Sensor de velocidad .....	25
2.2.9.    Sensor de posición del pedal del acelerador .....	26
CAPÍTULO III .....	27
ANÁLISIS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DEL VEHÍCULO SAIL CON EL DISPOSITIVO FSA500 .....	27
3.1.    Equipo FSA500 .....	27
3.1.1.    Requisitos para el servicio con FSA 500.....	28
3.1.2.    Funciones FSA500 .....	28
3.1.3.    Descripción del equipo .....	29
3.1.4.    PARTES DEL FSA 500 .....	29

3.1.5.	Ajustes del FSA 500 .....	30
3.1.6.	Símbolo de conexión .....	30
3.1.7.	Conexión al vehículo .....	31
3.2.	Chevrolet Sail. ....	32
3.3.	Curvas de sensores.....	33
3.3.1.	Característica de Batería.....	34
3.3.2.	Característica de Bobina.....	35
3.3.3.	Característica del sensor de temperatura del refrigerante.....	36
3.3.4.	Análisis de curva del sensor de temperatura de aire de admisión. ....	38
3.3.5.	Curva característica del sensor de posición del cigüeñal .....	40
3.3.6.	Curva característica del sensor de posición del pedal de acelerador. ....	43
3.3.7.	Curva del Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP) .....	46
3.3.8.	Características del Sensor de Oxígeno. ....	48
3.3.9.	Curva y característica sensor de posición del eje de levas. ....	51
3.3.10.	Curva del sensor de detonación.....	54
3.3.11.	Curva característica del sensor de Velocidad.....	56
CAPÍTULO IV .....		59
ANALISIS DE RESULTADOS .....		59
4.1.	Curva real vs curva teórica del sensor ECT .....	59
4.2.	Curva real vs curva teórica del sensor IAT.....	59
4.3.	Curva real vs curva teórica del sensor CKP.....	60
4.4.	Curva real vs curva teórica del sensor APP .....	61
4.5.	Curva real vs curva teórica del sensor MAP.....	61
4.6.	Curva real vs curva teórica del sensor O2.....	62
4.7.	Curva real vs curva teórica del sensor CMP .....	63
4.8.	Curva real vs curva teórica del sensor KS .....	64
Conclusiones .....		66



Recomendaciones.....	67
Bibliografía.....	68
ANEXOS.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación geográfica del taller (Google maps).....	5
<i>Figura 2.</i> Sistema de encendido .....	7
<i>Figura 3.</i> Baterías .....	8
<i>Figura 4.</i> Partes de una bobina.....	10
<i>Figura 5.</i> Cable de bujías .....	11
<i>Figura 6.</i> Bujía .....	13
<i>Figura 7.</i> Oscilograma del circuito de encendido .....	14
<i>Figura 8.</i> Oscilograma del circuito primario.....	15
<i>Figura 9.</i> Oscilograma del circuito secundario .....	16
<i>Figura 10.</i> Encendido transistorizado .....	18
<i>Figura 11.</i> Sensor MAP .....	20
<i>Figura 12.</i> Sensor CKP .....	21
<i>Figura 13.</i> Sensor CMP.....	21
<i>Figura 14.</i> Sensor IAT .....	22
<i>Figura 15.</i> Sensor ECT.....	23
<i>Figura 16.</i> Sensor de oxígeno.....	24
<i>Figura 17.</i> Sensor detonación.....	25
<i>Figura 18.</i> Sensor de velocidad.....	26
<i>Figura 19.</i> Sensor de pedal del acelerador .....	26
<i>Figura 20.</i> FSA 500.....	27
<i>Figura 21.</i> Partes FSA 500 .....	29
<i>Figura 22.</i> Alimentación FSA500 .....	31
<i>Figura 23.</i> Conexiones FSA500.....	32
<i>Figura 24.</i> Motor del Chevrolet Sail. ....	33
<i>Figura 25.</i> Gráfica del sensor de temperatura del refrigerante (ECT).....	36
<i>Figura 26.</i> Circuito del sensor de temperatura del refrigerante (ECT).....	37
<i>Figura 27.</i> Gráfica del sensor IAT .....	38
<i>Figura 28.</i> Circuito sensor de temperatura .....	40
<i>Figura 29.</i> Curva del sensor de posición del cigüeñal (CKP).....	41
<i>Figura 30.</i> Circuito del sensor CKP .....	42
<i>Figura 31.</i> Gráfica sensor del pedal del acelerador.....	43

<i>Figura 32.</i> Circuito sensor de posición del pedal del acelerador .....	45
<i>Figura 33.</i> Curva del sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).....	46
<i>Figura 34.</i> Circuito del sensor del pedal del acelerador.....	48
<i>Figura 35.</i> Curva del sensor de oxígeno. ....	49
<i>Figura 36.</i> Circuito del sensor de oxígeno .....	50
<i>Figura 37.</i> Curva del sensor de posición de la barra de levas (CMP).....	52
<i>Figura 38.</i> Circuito del sensor del árbol de levas.....	53
<i>Figura 39.</i> Curva del sensor de posición de detonación (KS).....	54
<i>Figura 40.</i> Circuito del sensor de detonación .....	56
<i>Figura 41.</i> Oscilograma del sensor de velocidad (VSS). ....	57
<i>Figura 42.</i> Circuito del sensor de velocidad .....	58
<i>Figura 43.</i> Curva real vs teórica sensor ECT .....	59
<i>Figura 44.</i> Curva real vs teórica sensor IAT .....	60
<i>Figura 45.</i> Curva real vs teórica sensor CKP .....	60
<i>Figura 46.</i> Curva real vs teórica sensor posición pedal acelerador.....	61
<i>Figura 47.</i> Curva real vs teórica sensor MAP .....	61
<i>Figura 48.</i> Curva real vs teórica sensor O2.....	63
<i>Figura 49.</i> Curva real vs teórica sensor CMP .....	63
<i>Figura 50.</i> Curva real vs teórica sensor KS.....	64
<i>Figura 51-</i> Curva real vs teórica sensor velocidad.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.1 Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación.....	6
Tabla 2. Símbolos de conexión.....	30
Tabla 3. Colores del cable sensor ECT. ....	36
Tabla 4.Terminales del sensor ECT. ....	36
Tabla 5. Parámetros del sensor ECT. ....	37
Tabla 6.Color del cableado del sensor IAT. ....	38
Tabla 7.Terminales del sensor IAT. ....	39
Tabla 8. Parámetros del sensor IAT. ....	39
Tabla 9.Color del cableado del sensor CKP. ....	41
Tabla 10. Terminales del sensor CKP. ....	42
Tabla 11.Parámetros del sensor CKP. ....	43
Tabla 12.Color del cableado del sensor APS. ....	44
Tabla 13.Terminales del sensor APS.....	44
Tabla 14. Parámetros del sensor pedal acelerador.....	45
Tabla 15.Color del cableado del sensor MAP. ....	47
Tabla 16. Terminales del sensor MAP. ....	47
Tabla 17.Parámetros del sensor MAP. ....	47
Tabla 18. Color del cableado del sensor de oxígeno. ....	50
Tabla 19. Terminales del sensor de oxígeno.....	50
Tabla 20.Parámetros del sensor de oxígeno. ....	50
Tabla 21.Color de los cables del sensor CMP.....	52
Tabla 22.Terminales sensor CMP. ....	52

Tabla 23. Color del cableado del sensor KS.....	55
Tabla 24. Terminales del sensor KS.....	55
Tabla 25. Parámetros del sensor KS.....	55
Tabla 26. Color del cableado del sensor VSS. ....	57
Tabla 27 . Terminales del sensor VSS.....	57
Tabla 28.Parámetros del sensor VSS.....	58

## **RESUMEN**

El presente proyecto se basa en la utilización del dispositivo para diagnóstico de del sistema de encendido FSA500, en el vehículo Chevrolet Sail, el cual fue sometido a prueba cada uno de los sensores, analizando en diferentes condiciones, como altas y bajas revoluciones o con el motor frío o caliente, para que de esta forma tener parámetros exactos y proceder a realizar el análisis correspondiente del mismo.

También se muestra la teoría respectiva del funcionamiento de los sensores del automóvil Sail, la ubicación de cada uno de ellos como a su vez para que sirven en el sistema de encendido del motor.

De la misma forma el funcionamiento del FSA500, sus conexiones y su interfaz para operar y diagnosticar el vehículo, que componentes lo conforman y sus características técnicas.

## **ABSTRACT**

This project is based on the use of the device for diagnosis of the FSA500 ignition system, in the Chevrolet Sail vehicle, which was tested each of the sensors, analyzing in different conditions, such as high and low revolutions or with the cold or hot engine, so that in this way have exact parameters and proceed to perform the corresponding analysis of it.

It also shows the respective theory of the operation of the sensors of the Sail car, the location of each of them as well as to serve in the engine ignition system.

In the same way the operation of the FSA500, its connections and its interface to operate and diagnose the vehicle, its components and its technical characteristics.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 1.1. Definición del problema

El problema se centra en la necesidad del uso del equipo FSA 500 que es un aparato portátil de comprobación para la técnica de comprobación de vehículos en talleres (Gasolina, Diesel o Wankel) en la que la comunidad universitaria esté en la capacidad de identificar y comprobar los parámetros de funcionamiento de los mismos, realizando las distintas pruebas en el banco simulador para poder interpretar y analizar la funcionalidad de cada uno de los componentes del sistema eléctrico y electrónico del automóvil.

Este tipo de prácticas los estudiantes obtendrán mucha más experiencia en el campo automotriz, lo que les va a ayudar en su formación profesional. El trabajo es 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.

La investigación que se realiza se basa en un objetivo del El Plan De Desarrollo 2017-2021 Toda Una Vida, Eje 2: Economía Al Servicio De La Sociedad. Objetivo 5: Impulsar La Productividad Y Competitividad Para El Crecimiento Económico Sostenible De Manera Retributiva Y Solidaria, por el motivo que con este proyecto se da a conocer un nuevo dispositivo para el diagnóstico de los diferentes sistemas que contiene un vehículo, siendo más versátil y fácil de usar, dando una nueva herramienta para el uso en los grandes medianos y pequeños talleres, para fomentar un mejor servicio y un fácil diagnóstico de fallas para su pronta solución.



Por consiguiente también se basa en una línea de investigación de la UIDE la cual es Gestión del conocimiento, por el motivo que se estudia el funcionamiento, y pruebas que se realizan en los diferentes sistemas que comprende el motor ya sea diesel o gasolina, como los fallos más comunes en los mismos, para darle su respectiva solución, y de esta forma poder conducir a los estudiantes de la facultad de mecánica automotriz de la UIDE, a un mejor nivel profesional y técnico.

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Elaborar una guía de práctica para diagnosticar el sistema de encendido del motor usando el equipo FSA500; de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Conocer las características, el funcionamiento y el alcance que tiene el dispositivo FSA 500.
- Detallar paso a paso el proceso para diagnosticar el sistema eléctrico del motor utilizando el dispositivo FSA500.
- Analizar los resultados del diagnóstico del sistema eléctrico del motor de un vehículo Chevrolet Sail, utilizando el dispositivo FSA500.

## **1.3. Alcance**

Este proyecto se centra en el funcionamiento, características técnica, del dispositivo FSA500, para el diagnóstico de los componentes del sistema eléctrico de un motor de combustión interna, del proceso para el respectivo análisis, adquiriendo

conocimiento de las fallas que existen en este sistema y debida solución, aparte para conocer las partes de este dispositivo, su modo de uso y la versatilidad que tiene en el taller de la faculta de mecánica automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador.

#### **1.4. Justificación del proyecto**

##### **1.4.1 Justificación teórica**

La base teórica del trabajo se fundamenta en la investigación de averías en el sistema eléctricos y electrónicos del motor, como también los componentes que lo conforman y su funcionamiento, ya que el equipo dispone de un software para prueba de componentes eléctricos y electrónicos más importantes del vehículo.

##### **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, para ello se aplica el método cuantitativo realizando las pruebas pertinentes al sistema eléctrico del motor, para diagnosticarlo y resolver sus fallas.

### **1.4.3 Justificación práctica**

Las múltiples posibilidades de utilización del equipo Bosch FSA500 para interpretar y diagnosticar los circuitos eléctricos y electrónicos del vehículo son muy amplias lo cual ayudara a realizar una revisión completa, segura y compatible con los requerimientos standard para las diversas comprobaciones. El sistema dispone de test normales y CAN Bus para analizar sus curvas comparativas. También se puede realizar el uso del osciloscopio que complementa el análisis de los sistemas eléctricos y electrónicos.

## **1.5. Marco metodológico**

### **1.5.1. Método de investigación**

Se considera la aplicación del método de investigación cuali-cuantitativa, considerando que de esta manera se podrá expresar de manera porcentual la factibilidad de utilizar el equipo de diagnóstico FSA500, en base a las preferencias del mercado para de tal manera desarrollar una propuesta que se ajuste a las necesidades del mercado seleccionado. Además, se busca obtener información en base a la opinión de expertos, acerca de los procesos de implementación del sistema de encendido.

En lo que corresponde al método de investigación se determina la aplicación de una investigación de campo, debido a que los datos deberán ser obtenidos de manera directa de la muestra que será estudiada. La investigación de campo permitirá al autor analizar y entender el motivo por el cual se considera necesaria el desarrollo de la propuesta en base a la implementación del diagnóstico de los sistemas de encendido como método preventivo para evitar fallos en el motor y cumplir con las normas ambientales.

### 1.5.2. Tipo de investigación

En lo que se refiere al tipo de investigación que se realizará, se considera aplicar el tipo de investigación descriptiva y científica, debido a que se dispone entender y analizar los parámetros de funcionamiento de los sistemas de encendido, es decir, se podrá obtener información con respecto al mercado potencial, su comportamiento y el nivel de demanda existente en la actualidad, de modo que se pueda determinar la necesidad real de mantenimiento preventivo o diagnóstico del sistema de encendido.

### 1.5.3. Ubicación geográfica

El proyecto de titulación se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, ubicada en la avenida Las Aguas, tal como se muestra en la figura 1.

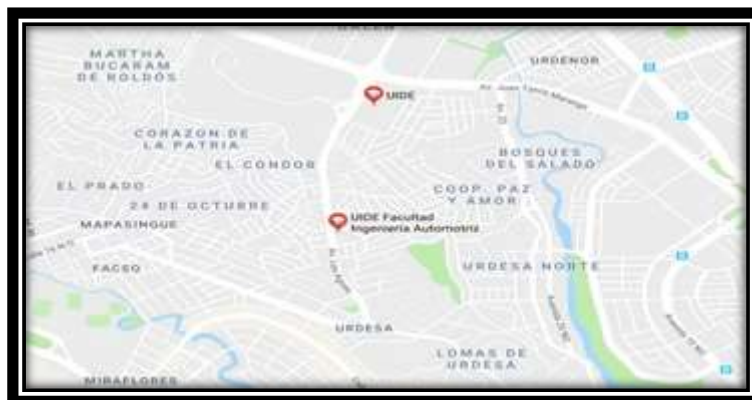


Figura 1. Ubicación del taller (Google maps)

## 1.6. Hipótesis

Es viable la guía para el diagnóstico del sistema eléctrico del motor utilizando el dispositivo FSA500, para los estudiantes de la Escuela de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador.

### 1.6.1. Variables de la investigación

- **Variable independiente:** Análisis de la curva del oscilograma del encendido Transistorizado.
- **Variable dependiente:** Congelamiento del oscilograma de encendido convencional.

### 1.6.2. Operacionalización de variables

*Tabla.1* Operacionalización de variables dependiente e independiente de la investigación

VARIABLE	TIPO	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Encendido convencional</b>	Dependiente	Congelamiento del oscilograma de encendido	100 % obtenido
<b>Encendido transistorizado</b>	Independiente	Análisis de la curva del oscilograma	100 % captado

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Sistema de encendido.

Por piezas o componentes esta formado el sistema de encendido el cual se encarga de realizar la acción de inflamar la mezcla de aire de gasolina que esta ubicado en el interior de una cámara de combustión. Actualmente los sistemas de encendido son inspeccionados por unidades de control electrónicas (UCE), quienes se encargan de calcular el momento idóneo del encendido de manera muy precisa, consiguiendo que los motores tengan altos niveles de potencia, rendimiento y fiabilidad. Así como se observa en la figura 2. (Melchor, 2012)

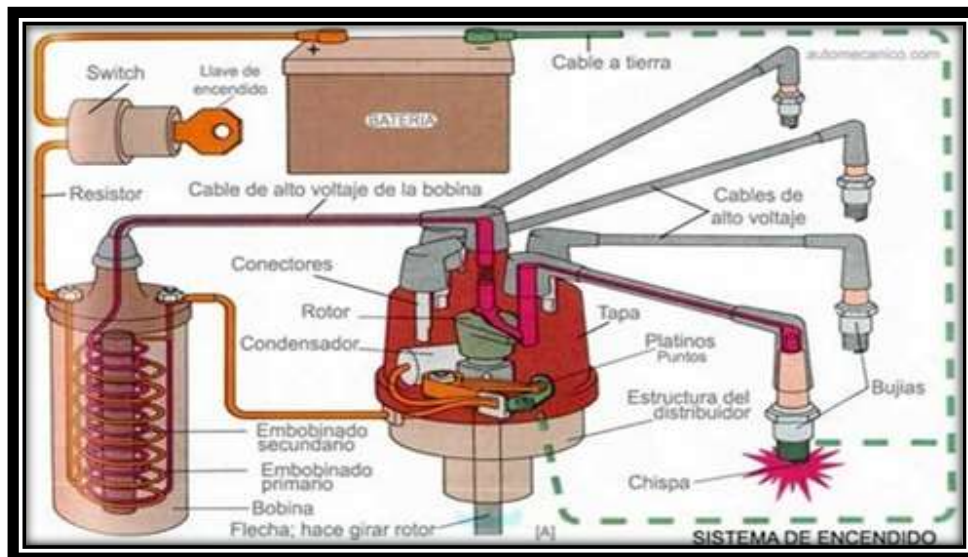


Figura 2. Esquema de un sistema de encendido convencional (Slideshare, 2018)

Por medio de una batería está conformado el sistema de encendido, un rotor o condensador, cables de bujía, bujía, y una bobina, todos estos tienen una vital función muy importante la cual se describe en las siguientes líneas.

### **2.1.1. Batería**

El principal trabajo de la batería es ser un acumulador de energía, es decir, que esta recibe energía de una fuente exterior, la transforma en energía química y la almacena hasta que la transforma de nuevo en energía eléctrica cuando es requerida.



*Figura 3. Bosch baterías  
(Bosch-automotive, 2018)*

### **2.1.2. Constitución de una batería**

Principalmente las baterías están constituidas por un objeto en forma de prisma de forma rectangular con orificios con tapa en su parte superior. En la parte interior de la batería hay unas separaciones que forman recipientes aislados unos de otros llamados vasos. Sin embargo las baterías de los turismos tienen seis vasos, mientras que la de camiones y autobuses suelen tener doce lo cual le permite realizar una mayor

acumulación de energía. Dentro de cada vaso en un interior se encuentra un líquido denominado electrolito, el cual se encuentra constituido por agua destilada ( $H_2O$ ) y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

En el interior del vaso sumergidas, unas placas positivas y otras negativas intercaladas entre sí. Por lo general siempre existe una placa negativa más que positiva. Las positivas están separadas de las placas negativas por un separador que está fabricado con material aislante, constituyendo este conjunto de placas un bloque compacto. (Fleta, 2009).

### **2.1.3. Bobina de encendido.**

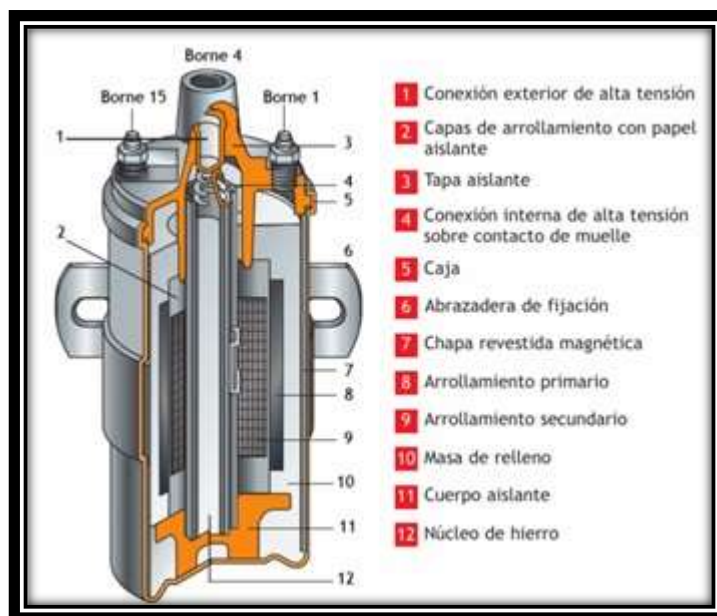
La encargada de transformar la baja de tensión de la batería 12 v es la bobina de encendido, debido a que es la alta tensión que se necesita para producir la chispa entre los electrodos de la bujía de 12000 a 20000 V. (Sánchez, 2009)

Está conformada por un embobinado primario el cual está situado por encima del embobinado secundario y a su vez compuesto por pocas espiras de hilo con forma gruesa con un aproximado de 200 a 300 de 0,5 a 0,8 mm de diámetro. El embobinado secundario es compuesto por muchas espiras de hilo fino de aproximadamente 20 000 a 30 000 de 0,06 a 0,08 mm de diámetro y está conectado eléctricamente mediante el núcleo con el borne central. (Sánchez, 2009)



- **Funcionamiento de la bobina**

El funcionamiento de la bobina como tal se basa en el fenómeno de autoinducción e inducción mutua. Al momento de generar corriente por el primario se crea automáticamente un campo magnético en el núcleo y al interrumpirse la corriente el campo desaparece bruscamente, provocando en el primario tensión por autoinducción y en la secundaria tensión por inducción.



*Figura 4. Partes internas de una bobina*  
(Sánchez, 2009)

La tensión que se da en el secundario depende mucho de la relación en el número de espiras entre primario y secundario, así como la intensidad de corriente que alcance a circular por el primario en el momento de la interrupción. La autoinducción en muchas ocasiones limita el tiempo de carga de una bobina, sobre todo cuando el tiempo disponible para saturarse es limitado, como es el caso de los transformadores de encendido trabajando a elevado régimen.

#### **2.1.4. Cables de bujía.**

Los cables de bujía según el autor son cables de alta tensión 25 kV que es producida por la bobina y pasa por este cable antes de llegar a la bujía y mantener el voltaje de manera constante y fiable, tal como se puede observar en la figura 5. (Sánchez, 2009)



*Figura 5. NGK cable de bujía  
(Ngk, 2019)*

#### **2.1.5. Bujías**

Considerado como un elemento del sistema de encendido la bujía en la que se encarga de hacer saltar la chispa en la cámara de explosión de los motores de combustión interna. Es la que conduce al interior de la cámara la corriente de alta tensión producida por el sistema de encendido y se encarga de descargar en forma de chispa entre sus electrodos para poder encender la mezcla de aire y carburante.

### 2.1.5.1. Constitución de la bujía

Principalmente la bujía es la que se encuentra constituida por los electrodos, el aislador y un cuerpo metálico.

- **Electrodos.**

En primer lugar la bujía es la que consta de un perno de conexión de acero (1), de un electrodo central de la aleación especial inoxidable con alto punto de fusión y otro electrodo de masa que está conectado al cuerpo de la bujía.

Ambos de los electrodos deben poseer insuperables propiedades tanto eléctricas que sirven para reducir al mínimo la tensión requerida y para hacer saltar la chispa, por otra parte se dice que debe ser resistente a temperaturas extremas, tanto a la corrosión de los gases de la combustión y por ultimo a la erosión eléctrica. Dentro del aislador se fijan ambos electrodos en una masa colada especial, de forma absolutamente estanca.

- **Aislador.**

Con un anillo de junta se puede introducir y también con un anillo de reborde en el cuerpo de la bujía y es rebordeada a la alta presión mediante un procedimiento de forma especial. Esta constituido el aislador como la parte más importante que tiene la bujía de encendido. Es un cuerpo de cerámica, fabricado a base de óxido de aluminio con adición de sustancias vítreas.

La cualidad esencial que tiene el aislador es su alto compacto de rigidez eléctrica todo esto se da frente a la tensión de encendido de más de 20 kV, dando en motores de alta compresión. Se podría decir que además posee de buena combustibilidad térmica debido a que la bujía trabaja en torno a 800 °C. Otra de las

calidades del aislador es la resistencia térmica que este tiene, por ello se entiende que la resistencia se da a cambios bruscos de temperatura y a una rápida caída de la misma en el aislador. Dentro del aislador se incorporan ranuras como parte de este para evitar que el alto voltaje tienda a fugarse a lo largo de la superficie del aislador.

- **Cuerpo.**

El cuerpo está constituido por acero enroscado a la culata del motor. La estanqueidad entre el cuerpo de la bujía y la culata está totalmente garantizada por una junta la cual impiden que se salgan los gases. El cuerpo además es el encargado de conducir el calor y alejarlo de la parte roscada.

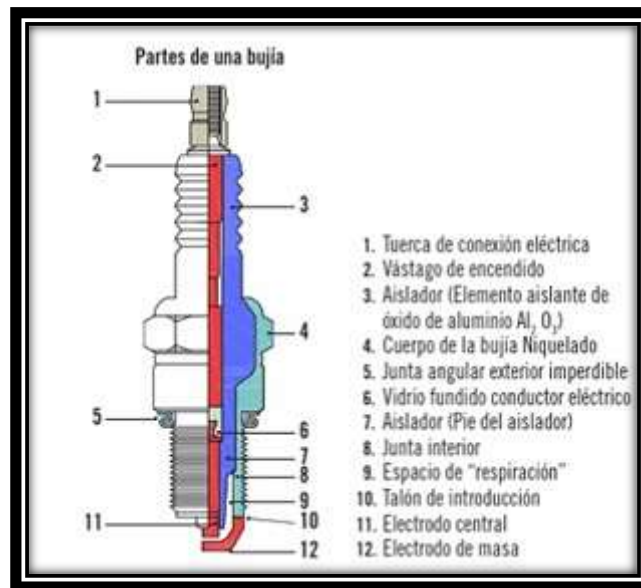


Figura 6. Partes internas de una bujía  
(Fleta, 2009)

### 2.1.6. Oscilogramas más relevantes

Dentro de la figura se ha introducido un amperímetro y dos voltímetros para que de esta manera se pueda medir la intensidad y las tensiones que tiene un circuito de encendido de forma convencional.

Se debe tener claro que para medir la tensión eléctrica en el circuito secundario debe realizarse de forma indirecta, es decir midiendo el campo electromagnético que genera el cable de alta tensión de las bujías, ya que muchas veces son tensiones muy elevadas del orden de 15 kV y los aparatos de medición no están preparados para soportar directamente estas tensiones, como se observa en la figura 7.

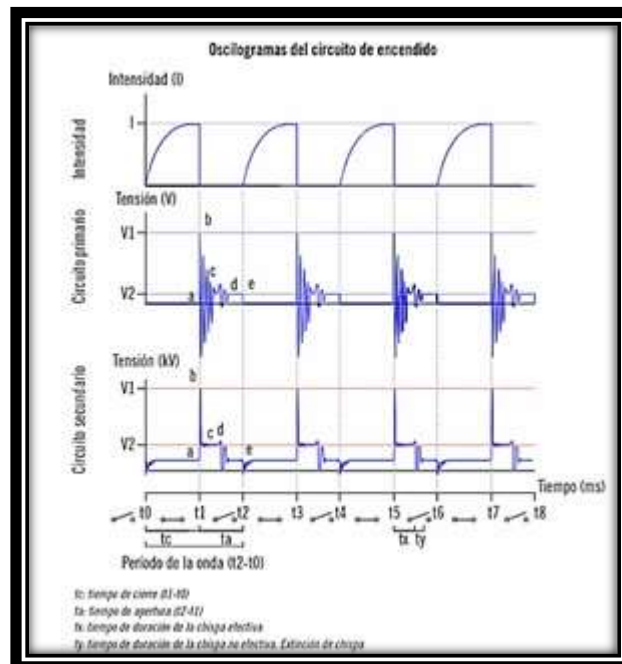


Figura 7. Modelos de oscilogramas de un circuito de encendido (Fleta, 2009)

Como se puede observar en la figura existen oscilogramas del sistema de encendido. Los cuales representan cómo varían la intensidad y la tensión eléctrica en función del tiempo de tres unidades eléctricas diferentes, que son:

Intensidad por el primario.

- Tensión eléctrica en el primario de la bobina la cual es la parte de baja tensión.
- La tensión eléctrica en el secundario de la bobina la cual esta en la parte de alta tensión. Además se puede observar, que los oscilogramas están sincronizados respecto al tiempo es decir el eje horizontal, dado a que puede verse en el mismo instante de tiempo qué está sucediendo con las tres unidades eléctricas.
- Dentro del oscilograma se pueden observar variaciones de la tensión que coinciden con el momento de apertura y cierre del interruptor accionado por leva (ruptor o platinos), salto de chispa, etc. En el siguiente párrafo se analizará cada zona del oscilograma:

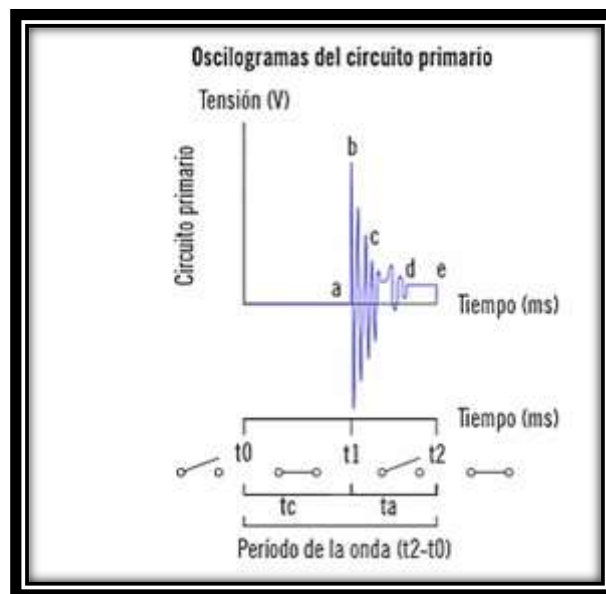


Figura 8. Oscilograma del circuito primario (Fleta, 2009)

- a. Al momento que se abren los contactos del interruptor, se genera en el tiempo (t1). a-b. La subida rápida de tensión eléctrica en el primario, debido a la apertura que tiene del interruptor y a fenómenos de inducción electromagnética entre las bobinas del primario y secundario, como se observa en la figura 8.
- b. La tensión máxima o también llamada pico, debe se alcanzada al momento justo de abrir el interruptor (t1). b-c. se puede decir que la disminución de la tensión eléctrica se da debido a la pérdida progresiva de energía electromagnética. Este es el tiempo de duración de la chispa efectiva. c-d. la amortiguación de la onda de la energía en forma de calor al extinguirse la chispa hasta estabilizarse con la tensión eléctrica de la batería. e. Cierre de los contactos del interruptor y fin del periodo de la onda (t2) figura 9.

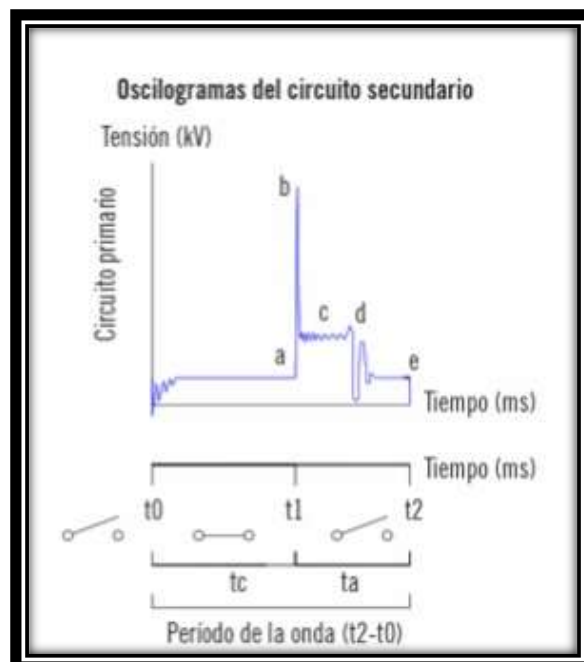


Figura 9. Oscilograma del circuito secundario (Fleta, 2009)

Dentro del oscilograma se pueden observar las distintas variaciones de la tensión que coinciden con el momento de la apertura y así mismo el cierre del interruptor, salto de chispa, etc. A continuación se dará paso a analizar cada zona del oscilograma:

a. El instante en que se abren los contactos que tiene el interruptor, sucede en el tiempo ( $t_1$ ).

a-b. La subida rápida de tensión eléctrica en el secundario, debido a la transformación de la tensión eléctrica de baja tensión a alta tensión consecuencia de la bobina de encendido.

b. Tensión máxima o pico, es una de tantas que debe ser elevada para que pueda saltar la chispa en la bujía, (del orden de 15 kilovoltios). c-d. a su vez la tensión eléctrica necesaria para mantener la chispa. d-e. la caída de tensión progresiva (amortiguación de la onda) debe tener una tensión eléctrica de valor 0 voltios. Por último se puede producir chispa en la bujía, esta es de mala calidad. e. Cierre de los contactos del ruptor, tensión inducida en el secundario. Fin del periodo de la onda ( $t_2$ ).

- **Puesta a punto al encendido.**

Según Sánchez en la actualidad la puesta a punto al encendido se encarga de determinar el momento exacto en el que se apertura en los contactos del ruptor, ya que es ahí cuando debe saltar la chispa en el cilindro. (Sánchez, 2009)

- **Encendidos Transistorizados.**

- ✓ **Encendido transistorizado con contacto.**

Este sistema se encarga de conservar como tal los componentes del sistema de encendido convencional, muchas veces los contactos o platinos manejan la bobina mediante los transistores Darlington, que son utilizados como amplificadores de corriente. (Sánchez, 2009)



✓ **Encendido transistorizado sin contacto.**

Lo más importante del encendido de transistorizado sin contacto fue sustituir el ruptor por un generador de impulsos y eliminar el condensador. Debido a que con este tipo de distribuidores se pudo conseguir un sistema de encendido electrónico sin contactos, sustituyendo el elemento mecánico. (Sánchez, 2009)

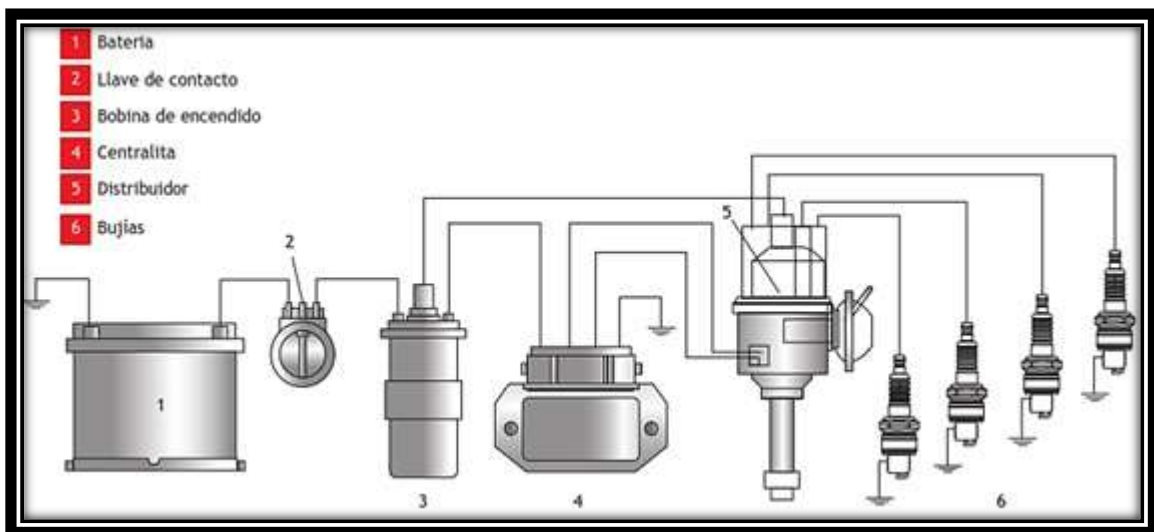


Figura 10. Diagrama de encendido transistorizado (Calsina, 2009)

✓ **Encendido electrónico Integral.**

En esta parte se da paso a la supresión del número y a la composición de cada uno de los componentes. Es aquí donde desaparecen los elementos de corrección del avance del sistema de encendido, dando la posibilidad de desajuste. Por ahora sus funciones las realizan los componentes electrónicos que son insertados en la unidad de control. (Sánchez, 2009)

✓ **Encendido DIS estático.**

Este encendido se caracteriza por contener principalmente las funciones del encendido electrónico y renunciar al distribuidor de alta tensión. Sánchez, 2009.

✓ **Encendido DIS integral.**

La distribución en esta parte está compuesta por un gran cantidad de bobinas como bujías de varios módulos de encendido de potencia. El sistema que actualmente es el más difundido tiene un módulo de potencia acoplado a cada bobina de alta tensión. Sánchez, 2009

## **2.2. Sensores del vehículo**

### **2.2.1. Sensor de presión del múltiple de admisión (MAP)**

El MAP (Manifold Absolute Pressure) conocido en sus siglas en inglés es el sensor de presión tal como se lo muestra (Figura 5) principalmente se encuentra compuesto por medio de un chip de silicio, quien tiene una estructura que consta de dos partes, una membrana de presión y un cuerpo electrónico.

La función que tiene este es controlar la cantidad de combustible mediante el acuerdo del régimen de carga y a las exigencias que presente el conductor como tal en la aceleración. Este proceso se supervisa constantemente para ver si las variaciones en la presión dentro del múltiple de admisión no han cambiado dependiendo de la carga del motor, tal y como se observa en la figura 11.



*Figura 11. Sensor MAP*

Por otra parte la señal que emite el MAP tiene una variación en valores aproximados de 0.5 a 4.5V, están considerados estos valores como de menor voltaje ya que representan una presión absoluta mínima, mientras que los valores de voltaje altos tienen una presión y representan una absoluta máxima dentro del múltiple de admisión. La presión absoluta y el vacío son inversamente proporcionales.

### **2.2.2. Sensor de posición del cigüeñal**

Conocido por sus siglas en ingles CKP (Crankshaft position sensor) este sensor de posición del cigüeñal, es un sensor característico e inductivo que genera a gran escala una forma de onda sinusoidal cuya frecuencia varía según la velocidad de giro de la rueda dentada al momento de utilizarse. Se encuentra ubicado en la parte trasera del motor, a un lado de la polea del cigüeñal, cuenta con 58 dientes y un espacio correspondiente a 2 dientes faltantes. Las señales que emite este sensor son recibidas por la ECM, las cuales son usadas para la sincronización del encendido y la inyección de combustible, como se observa en la figura 12.



*Figura 12.Sensor CKP*

### **2.2.3. Sensor de posición del árbol de levas**

Otro de los sensores conocido por sus siglas en inglés CMP (Camshaft position sensor) es el de posición del árbol de levas, este es un sensor de efecto Hall el cual tiene la función de enviar ondas de forma cuadrática, que al ser recibidas por la ECM detectan cuando el primer cilindro está en ciclo de explosión.

La función principal del sensor es activar la inyección de combustible de acuerdo con el orden de encendido, este sensor se encuentra ubicado en el vehículo tal como se muestra en la figura 13.



*Figura 13.Sensor CMP*

#### **2.2.4. Sensor de temperatura de aire de admisión**

Conocido por sus siglas en ingles IAT (Intake air temperature) es el sensor de temperatura de admisión (Figura 14), permite a el ECM corregir el tiempo de inyección de combustible que se ha realizado, todo esto se da dependiendo de la temperatura del aire en admisión correspondiente a su masa. Este sensor se encuentra ubicado en el vehículo tal como se muestra en la figura14.



*Figura 14.Sensor IAT*

Este sensor usa resistencias en serie, una se denomina fija y la otra variable las cuales permiten la variación del voltaje. La ECM suministra que se haga 5 voltios al sensor y de esta manera se toma la variación de voltaje entre las resistencias conectadas en serie.

En la carcasa del filtro de aire del motor este tipo de sensor se encuentra ubicado. Con la señal que es emitida hacia la ECM, se puede tomar clara lectura de los flujos de aire y ajustar la mezcla de aire-gasolina mediante el tiempo de inyección, para mantener un funcionamiento óptimo del motor.

### **2.2.5. Sensor de temperatura del refrigerante**

Conocido por sus siglas en inglés ECT (Engine coolant temperature) este sensor de temperatura del refrigerante, es considerado como un transmisor el cual responde con facilidad a las mediciones de temperatura. Este se encuentra situado en el block de motor manteniendo contacto constante con el líquido refrigerante circulante dentro del motor. El sensor ECT es de gran ayuda fundamental para lo que es la función del motor el cual basa su señal emitida a la ECM para los tiempos de inyección de combustible y tiempo de encendido, figura 15.



*Figura 15. Sensor ECT*

La función que tiene este sensor es de monitorear los constantes cambios de temperatura del motor como tal para que de esta forma se calcule la cantidad de combustible inyectado, la sincronización del tiempo de encendido y el control de la apertura de la válvula recirculadora de gases de escape.

### **2.2.6. Sensor de oxígeno**

También llamado sonda lambda o sensor de oxígeno (Figura 16), es un generador de señales que tiene su función mediante las distintas reacciones químicas internas,

informa a la ECM la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape. La ECM usa dicha información para realizar ajustes en la mezcla y mantener siempre una relación estequiométrica.

Este sensor está ubicado en el múltiple de escape antes del catalizador, el Chevrolet Sail 1.4 - 2010 tiene dos sensores de oxígeno, la segunda lo usa para monitorear la correcta función del catalizador, como se puede observar en la figura 16.



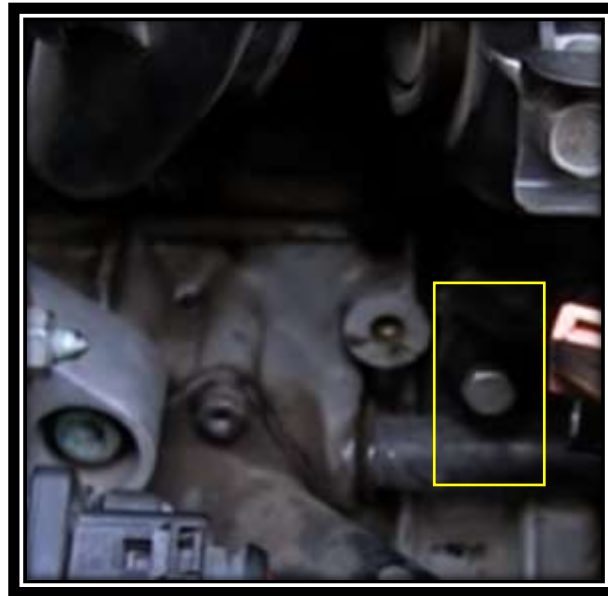
*Figura 16. Sensor de oxígeno*

Detecta las cantidades aproximadas de oxígeno y los gases de escape, este sensor además hace la realización de una comparación entre el oxígeno del ambiente con el oxígeno de los gases, produciendo una reacción química entre sus componentes internos generalmente de zirconio, generando una diferencia de potencial que es enviada como señal a la ECM.

### **2.2.7. Sensor de detonación**

El sensor de detonación, conocido por sus siglas en inglés KS (Knock sensor) se encuentra ubicado e incrustado en el block del motor. Posee en su interior un componente

piezoeléctrico que responde a las vibraciones generadas dentro del motor. La función principal se base en detectar la explosión o detonación dentro de las cámaras de combustión a fin de acomodar los tiempos de encendido del vehículo, corrigiéndolos constantemente, tal como se muestran en la figura 17.



*Figura 17. Sensor detonación*

Principalmente estas detonaciones que se producen fuera del tiempo de ignición son generadas por el uso de combustibles con octanaje no correspondiente al específico del vehículo, La ECM por medio de estas señales provenientes del sensor KS, adapta el tiempo de encendido de acuerdo al octanaje del combustible inyectado.

#### **2.2.8. Sensor de velocidad**

Conocido por sus siglas en ingles VSS (Vehicle speed sensor) este sensor de velocidad, permite a la ECM monitorear la velocidad del vehículo mediante las revoluciones en la salida de la transmisión, tal como se puede observar en la figura 18.

La ECM mediante esta señal recibida tiene la capacidad de controlar el sistema de velocidad crucero, control de tracción, estabilidad, sistema de encendido, relación aire-



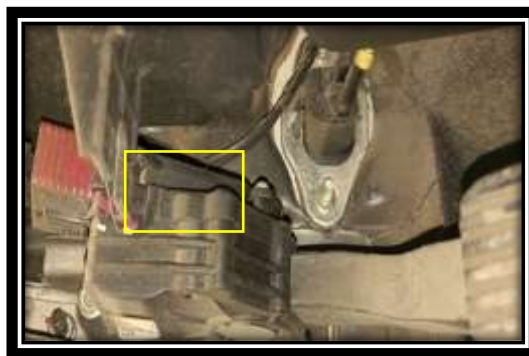
combustible y momento exacto de cambios en transmisiones automáticas. Este sensor está ubicado en la salida del eje de la caja de cambios y es del tipo imán permanente. }



*Figura 18.*Sensor de velocidad

### **2.2.9. Sensor de posición del pedal del acelerador**

El sensor de posición del acelerador o llamado también del pedal del acelerador conocido por sus siglas ingles (APP), recibe una de las señales más importantes por medio del ECM, el cual envía señales de voltaje que son correspondientes a la posición del pedal a la ECM para a su vez controlar la apertura de la válvula de la mariposa de aceleración el cual regula la cantidad de aire entrante al múltiple de admisión, tal como se muestra en la figura 19.



*Figura 19.*Sensor de pedal del acelerador  
(Taller UIDE, 2019)

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DEL VEHÍCULO SAIL CON EL DISPOSITIVO FSA500

#### 3.1. Equipo FSA500

Al momento de dar paso a la realización del análisis de las curvas características de los sensores de inyección electrónica se comenzó por tomar en consideración dos tipo de variables que van ayudar a una mayor estabilización del problema, dichas variables son la utilización del vehículo Chevrolet Sail y el FSA500 cuyo dispositivo incorpora un osciloscopio el cual se encuentran en la Facultad de Ciencias Técnicas extensión Guayaquil de la Universidad Internacional del Ecuador, tal como se muestra en la figura 20.



*Figura 20.FSA 500*

### **3.1.1. Requisitos para el servicio con FSA 500**

Ordenador con sistema operativo Windows 7/8/10 de (32/64 Bit), y al menos una interfaz Usb libre para el adaptador Bluetooth o para el cable de conexión USB.

- CPU Intel/ AMD Dual Core 1,1 GHz o superior
- Ram 1GB
- Unidad de DVD
- Como mínimo 5 GB libres en la memoria del disco duro.

### **3.1.2. Funciones FSA500**

El FSA500 contiene las siguientes funciones:

- Identificación del vehículo
- Ajustes
- Pasos de prueba para la comprobación de motores otto y motores diesel
- Mediciones de multímetro para tensión, corriente y resistencia
- Generador de señales
- Prueba de componentes
- Trazador de curvas
- Osciloscopio universal de 4canales/2canales
- Osciloscopio de encendido primario
- Osciloscopio de encendido secundario
- Mediciones de aislamiento con FSA

### 3.1.3. Descripción del equipo

FSA 500 se compone de la unidad de medición con alimentación activa de batería, una fuente de alimentación con cable de conexión a la red para la alimentación de la unidad de medición y para cargar la batería interna. Para la conexión con el ordenador se utilizad el cable de conexión USBA o el adaptador Bluetooth. De forma adicional se suministran diferentes cables de sensores para el registro de mediciones.

### 3.1.4. PARTES DEL FSA 500

El dispositivo FSA500 consta de: 1. Correa de transporte con gancho, 2. LED A: indicación de estado, 3. LED B: indicación del estado de carga, 4. Interruptor conexión / desconexión, 5. Soporte del sensor, 6. Conexión USB, tal como se muestra en la figura 21.

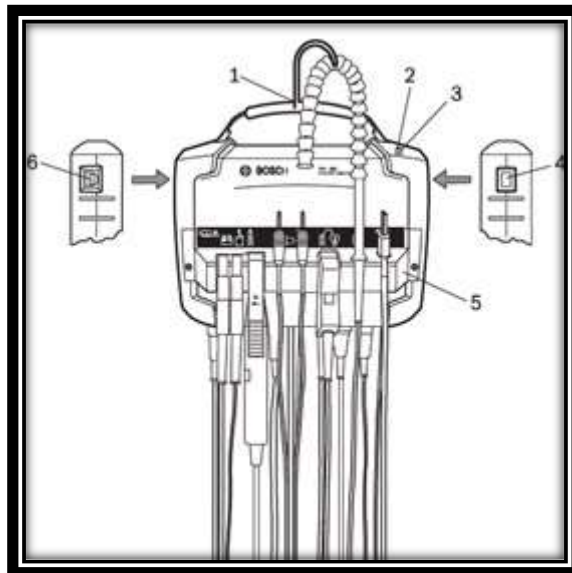


Figura 21. Partes FSA 500






### 3.1.5. Ajustes del FSA 500



1. Se conecta el FSA 500 con el ordenador mediante el cable de conexión USB
2. En el “DSA” seleccionar la aplicación “FSA 050/500”
  - a. Se inicia el software Compact-Soft
  - b. Se abre la ventana Ajustes
3. Seleccionar “F12”
4. El dispositivo esta lista para funcionar.

### 3.1.6. Símbolo de conexión

El dispositivo FSA500 tiene los siguientes símbolos para conectar tal como se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2.** Símbolos de conexión

SIMBOLOS	SENSOR
	Cable de conexión B+/B-
	Transmisor de valores secundarios
	Pinzas de corriente
	Cable de medición multi CH1 / CH2 o cable de medición con divisor de tensión
	Pinza de disparo o cable adaptador para captador de pinza

	Sensor de temperatura
	Cable de conexión primario

### 3.1.7. Conexión al vehículo

La conexión que se realiza es mediante alimentación de batería como se muestra en la figura, además se conecta la aguja de prueba correspondiente al sensor que se va a realizar la prueba, tal y como se puede observar en la figura 22.



*Figura 22. Alimentación FSA500*

Luego se conecta a un ordenador donde tenga instalado el software del FSA500, para obtener los resultados y expresarlos en forma visible para su interpretación y análisis correspondientes, tal y como se puede observar en la figura 23.



Figura 23. Conexiones FSA500

### 3.2. Chevrolet Sail.

Este automóvil es un de las variables en donde se realizara el análisis de los sensores del sistema de inyección electrónica, en el cual se ejecutara un estudio de los sensores más relevantes como son: Figura 24

- (CKP) posición del cigüeñal.
- Batería
- Bobina
- (CMP) posición del eje de levas.
- (IAT) temperatura de aire de admisión.
- (MAP) presión absoluta del múltiple de admisión.
- (KS) detonación.
- (APP) posición del pedal de aceleración.
- (VSS) sensor de velocidad.
- (O2) sensor de oxígeno.
- (ECT) temperatura del refrigerante.



*Figura 24. Motor de Chevrolet Sail.*

### **3.3. Curvas de sensores.**

Tienen diferentes tipos de ondas los sensores del sistema de inyección electrónica según el tipo de sensor que este sea y parámetros del sensor que utiliza. Según se conoce que las curvas de los sensores tienen uno o varias.

- **Amplitud de onda.**

Se conoce a amplitud de onda al voltaje de una señal en un intervalo de tiempo de una curva.

- **Frecuencia de una onda.**

Se conoce a la frecuencia de una onda como la cantidad de ciclos que se da en un segundo; esta expresada en Hz.

- **Anchura de impulso.**

Es un parámetro que se encuentra medido en porcentaje (%) y está conceptualizado al tiempo de activación de la señal del sensor.



- **Forma.**

Es una muestra gráfica que posee curvas, según los modelos de sensores de forma de punta, sierra, curva o filo.

- **Patrón.**

Es la forma base que tiene la curva para poder ser utilizada para mediciones respectivas.

### 3.3.1. Característica de Batería

Es un acumulador de electricidad, transforma energía química en energía eléctrica, la cual está diseñada por placas con metales nobles, y aleaciones, está ubicada en una esquina del motor detrás de uno de los faros delanteros, en la figura 25 se muestra la curva de voltaje y corriente de reposo en la batería.

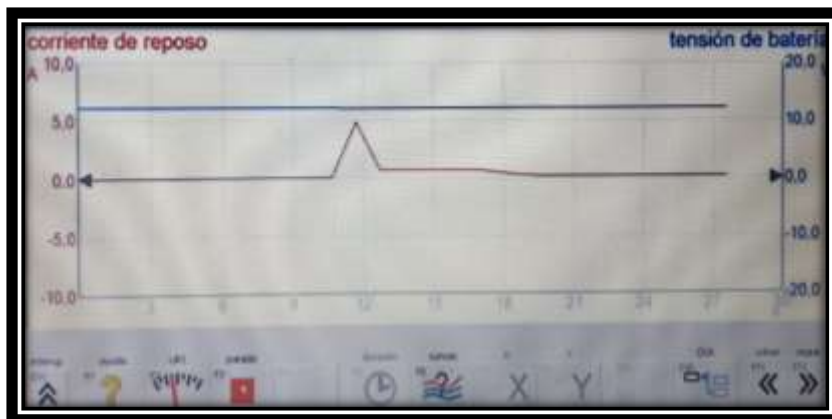


Figura 25. Gráfica de una Batería

Tabla 3. Parámetros de Batería

PARAMETROS	VOLTAJE	MINIMO	MAXIMO
Tensión batería	12.24 V	11.00 V	13.00 V
Corriente reposo	0.17 A	-0.05 A	

### 3.3.2. Característica de Bobina

Es un amplificador de tensión, la cual al tener un embobinado primario y uno secundario, multiplica la tensión que ingresa por uno para arrojar un voltaje extremadamente mayor, se encuentra ubicada en el motor encima de la bujía. La gráfica que se observa en la figura 26 muestra los picos de voltaje generado en cada tiempo del motor.

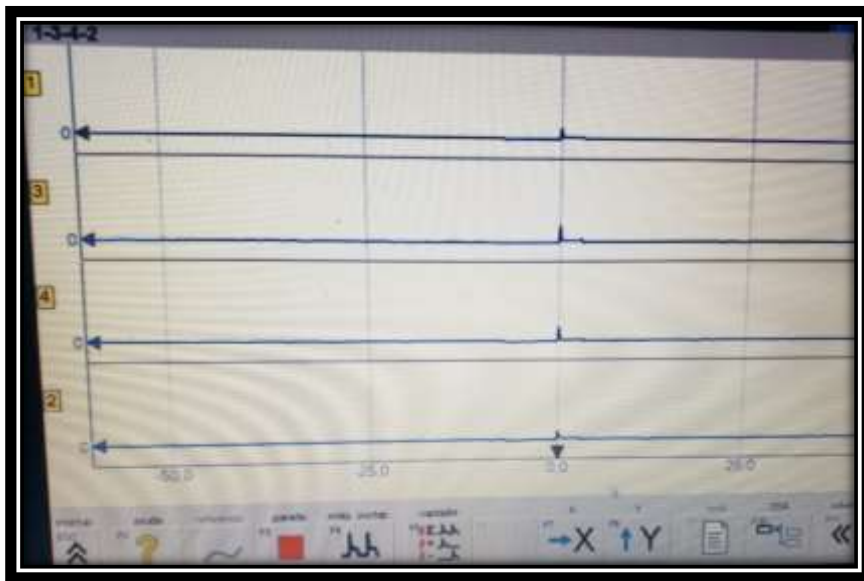


Figura 266. Gráfica de Bobina

Tabla 4. Parámetros de bobina

PARAMETROS	REA	MINIMO	MAXIMO
Revoluciones 1/min	630	2800	3200
Tensión batería	14.3 V	12.0 V	14.05 V
Tensión a borne 15	14.3 V	11.0 V	14.05 V
Corriente. Prim. max		2.5 A	10.0 A

### 3.3.3. Característica del sensor de temperatura del refrigerante.

El sensor de temperatura del refrigerante del motor nos permite verificar su calentamiento adecuado, se encuentra ubicado en el cabezote en el termostato, como en la Figura 25.

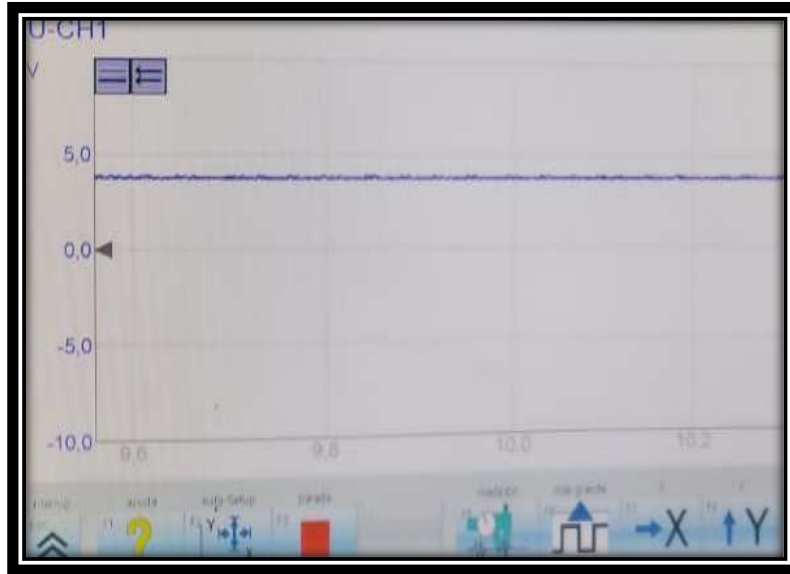


Figura 27. Gráfica del ECT (Sensor de temperatura del refrigerante)

Tabla 5. Colores del cable sensor ECT.

#CIRCUITO	COLOR DEL CABLE
2761	Negro/Café
2753	Café/ Negro

Tabla 6. Terminales del sensor ECT.

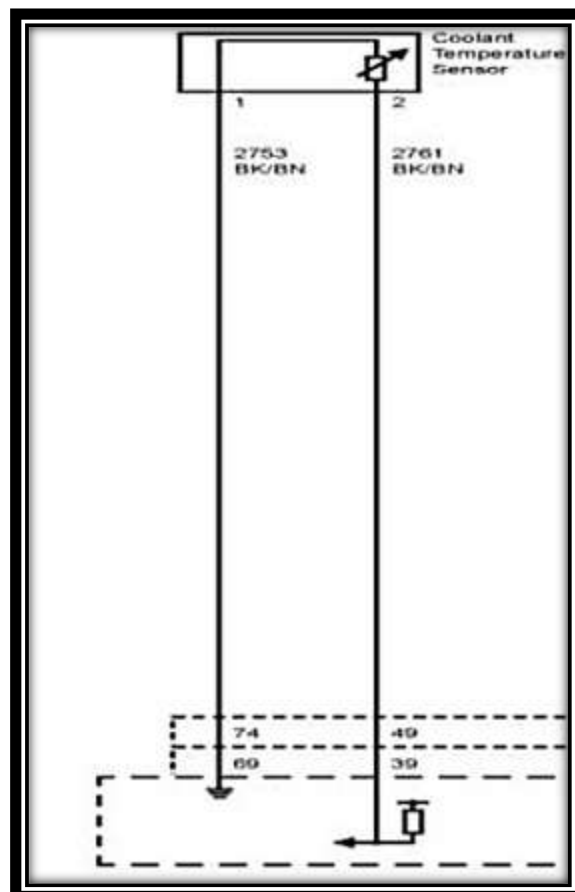
# CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
2761	2	Señal del sensor ECT
2753	1	Masa

El sensor de temperatura del refrigerante se un sensor de coeficiente negativo (NTC) según los datos arrojados por el osciloscopio y donde indica su voltaje el cual va disminuyendo mientras aumenta la temperatura, como se observa en la tabla 5.

**Tabla 7.** Parámetros del sensor ECT.

PARAMETROS	VALORES 70 °C	VALORES 29 °C
Voltaje máximo	0,550V	1,57 V
Voltaje mínimo	0,0V	1,19V
Voltaje promedio	0,525V	1,38V

Se puede observar la curva que está tomada dentro del voltaje por tiempo con el módulo osciloscopio del FSA500 en esta se puede ver como el voltaje va disminuyendo a razón que la temperatura va aumentando dando como resultado una medida máxima de 0,70voltios y una mínima 0,58voltios obteniendo como promedio un valor de 0,63voltios.



*Figura 28.* Diagrama eléctrico del sensor de temperatura del refrigerante (ECT).

Todos estos valores se registraron en un rango de temperatura sometiendo al sensor ECT a temperatura de 29 °C a 70 °C con lo cual se pudo evidenciar que su voltaje comienza a disminuir a medida que la temperatura aumenta, todos estos datos la computadora lo obtiene del sensor para poder realizar un trabajo eficiente en el motor, las conexiones que tiene se puede observar en el diagrama eléctrico de la figura 26.

### 3.3.4. Análisis de curva del sensor de temperatura de aire de admisión.

El sensor de temperatura de aire de admisión se encuentra ubicado en el tubo de aspiración va con el porta base del filtro de aire y cuerpo de aceleración, este dispositivo registra la temperatura del aire que absorbe el motor, ayuda a calcular su temperatura y enviar esta información a la ECM, como se puede observar en la figura 27.

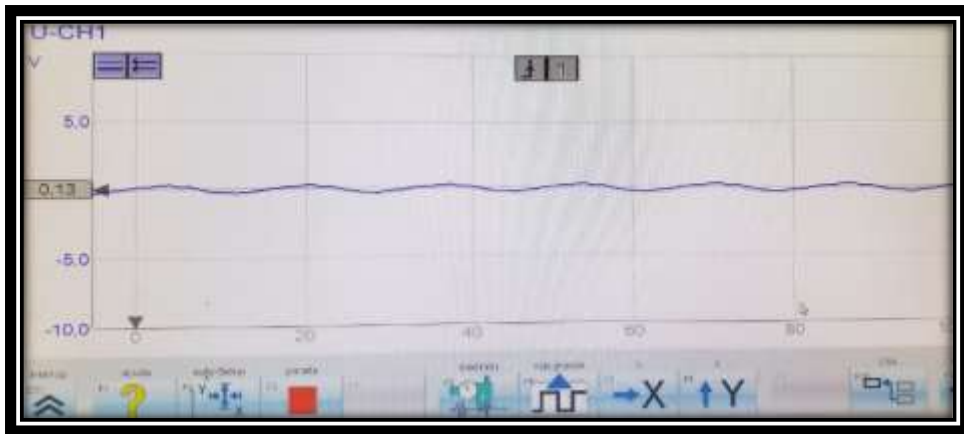


Figura 29. Gráfica del sensor IAT

Tabla 8. Color del cableado del sensor IAT.

#CIRCUITO	COLOR DEL CABLE
919	Blanco
2753	Negro/ Cafe

**Tabla 9.** Terminales del sensor IAT.

#CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
919	12	Señal del sensor IAT
2753	7	Tierra

Según los datos obtenidos con el osciloscopio en la figura 27 el sensor de temperatura del aire de admisión mostro que su voltaje es nulo ya que se encuentra averiado, por eso no marca ninguna gráfica.

**Tabla 10.** Parámetros del sensor IAT.

PARAMETROS	VALORES 29 °C	VALORES 27 °C
Voltaje máximo	1,2V	1.62V
Voltaje mínimo	0.,0 V	1,52V
Voltaje promedio	2,45V	1,56V

La curva tomada con el módulo osciloscopio del FSA500, la cual es parecida a la temperatura del refrigerante, va disminuyendo su voltaje esto se da a medida que la temperatura aumenta.

Se obtiene una medida máxima de 1,60 voltios y una mínima de 1,50 voltios, y como promedio se obtiene un valor de 1,54 voltios, estos valores han sido obtenidos midiendo en un rango de temperatura con el sensor IAT a 27 °C hasta 29 °C.

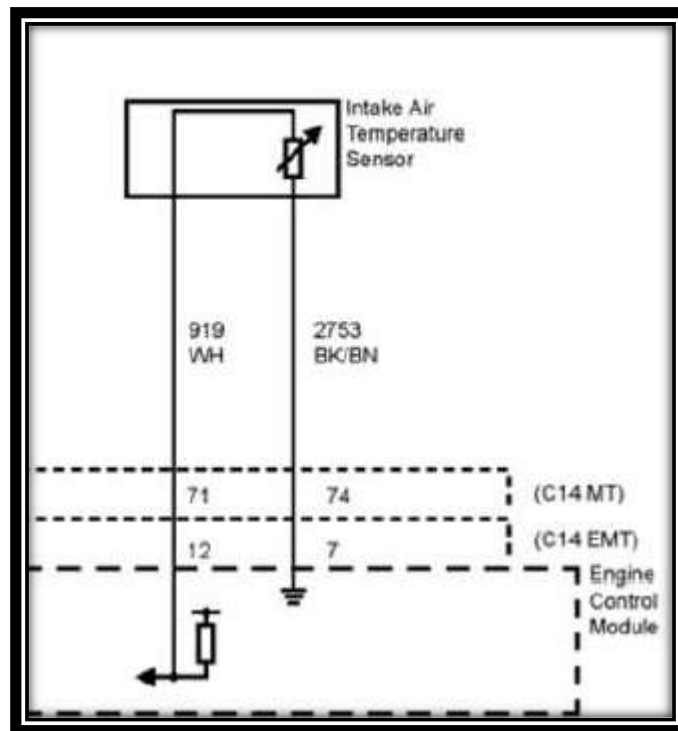


Figura 30. Diagrama del sensor de temperatura (Motors, 2017)

Lo cual permite evidenciar variación mínima del voltaje, y este va disminuyendo a medida que la temperatura del aire que ingresa a la cámara vaya aumentando, y estos datos se dirigen a la ECU mediante el circuito plasmado en la figura 28.

### 3.3.5. Curva característica del sensor de posición del cigüeñal

El sensor CKP se encuentra ubicado en la parte inferior del block del motor esta ubicado debajo del filtro de aceite, realiza captar la velocidad de giro de la rueda dentada, para obtener la curva se debe conocer su circuito y que cable es el que manda la señal. Según los datos obtenidos por el osciloscopio el sensor de posición el

mostro una curva de forma cuadrada en el cual presento los siguientes valores, tal como se observa en la figura 29.

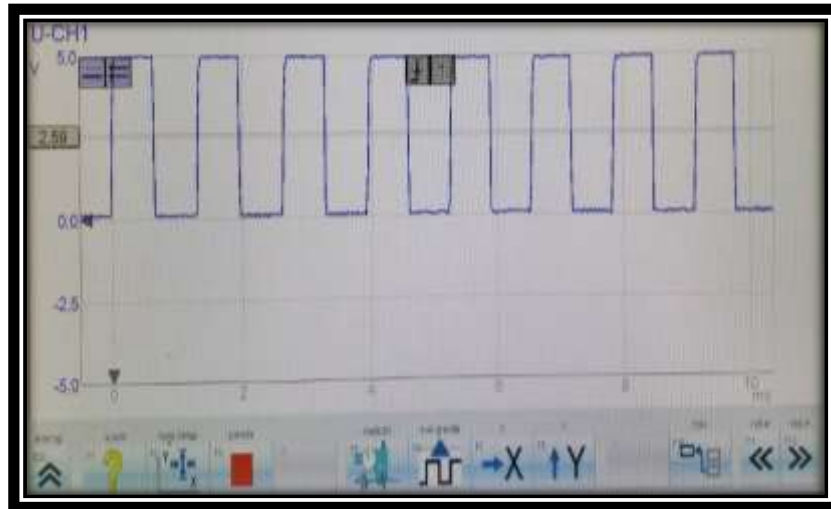


Figura 31. Curva del sensor de posición del cigüeñal (CKP)

En la figura 29 se puede ver como la curva se encuentra tomada con el módulo osciloscopio la cual fue obtenida de un sensor CKP de tipo de efecto hall generando un voltaje máximo de 5,8 v y un voltaje mínimo de 0,0v teniendo un promedio de voltaje de 7.175 v con una frecuencia de 753.2 Hz todas estas medidas fueron tomadas con un ralentí de 750 rpm.

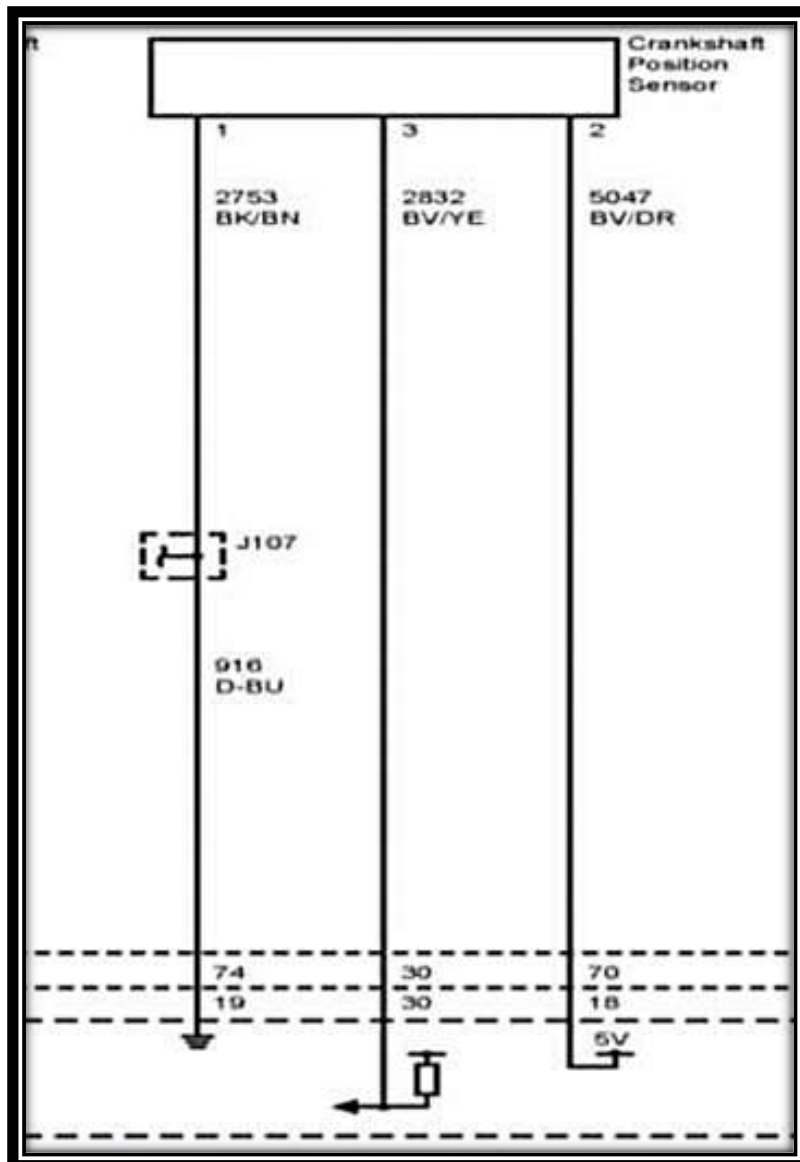
Tabla 11. Color del cableado del sensor CKP.

#CIRCUITO	COLOR DEL CABLE
5047	Azul/Rojo
2832	Amarillo/Azul
2753	Café/negro



**Tabla 12.** Terminales del sensor CKP.

#CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
5047	3	Referencia de voltaje
2832	2	Señal del sensor CKP
2753	1	Masa



*Figura 32.* Circuito del sensor CKP  
(Motors, 2017)

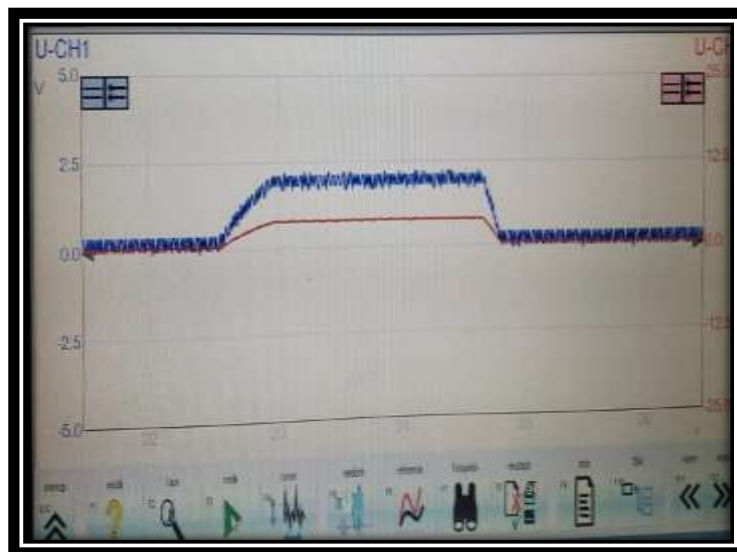
**Tabla 13.**Parámetros del sensor CKP.

<b>PARAMETROS</b>	<b>VALORES a 750 rpm</b>	<b>VALORES a 3000 rpm</b>
Voltaje máximo	5.8V	21.5V
Voltaje mínimo	0.0V	16.5V
Voltaje promedio	2,30V	19 V
Frecuencia	753.2Hz	7.9 KHz

### 3.3.6. Curva característica del sensor de posición del pedal de acelerador.

El sensor de posición del pedal del acelerador se encuentra situado dentro del vehículo el cual se encuentra unido al pedal del acelerador.

El sensor sirve para verificar la posición exacta del pedal del acelerador ya que en la mayoría de los casos posee un sistema redundante lo que aumenta la fiabilidad del funcionamiento del sistema el cual permite mayor precisión al obtener su posición, donde la gráfica de ambos es similar y por ende se tomó una como se muestra en la parte superior de la figura 31.



*Figura 33.* Gráfica sensor del pedal del acelerador (APP)

Dentro de la gráfica se puede observar que el sensor de posición del pedal del acelerador muestra una variación esto se da debido que la prueba fue tomada por un régimen de velocidad variable ralenti del motor se pudo obtener los siguientes valores un voltaje máximo de 3.52 voltios y mínimo de 0.50 voltios teniendo un promedio de 2.01 voltios, como se puede observar en la figura 31.

De esta forma se indica por medio de una señal eléctrica a la ECU su posición actual para que se pueda realizar los cambios necesarios en la apertura de la válvula de mariposa de aceleración y entregar más combustible si este lo requiere, tal como se puede observar en la tabla 12.

**Tabla 14.**Color del cableado del sensor APS.

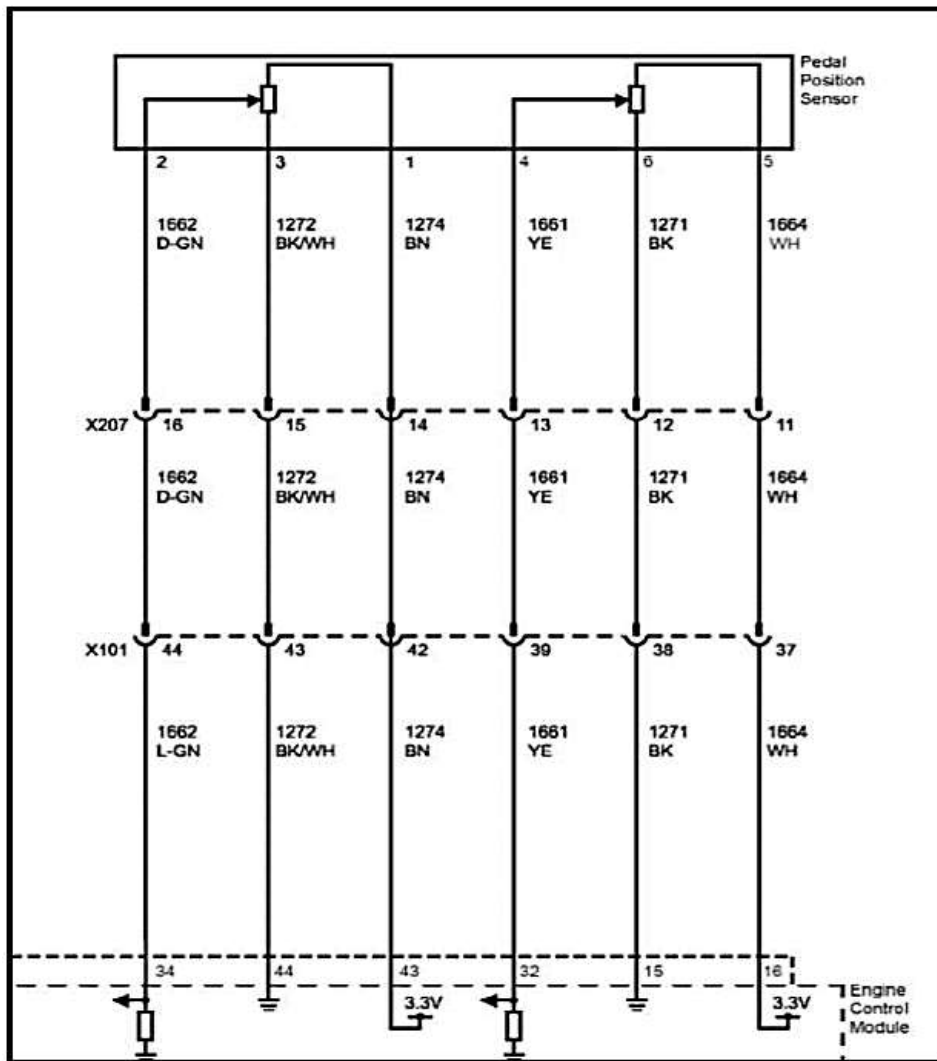
# CIRCUITO	COLOR DEL CABLE
1662	Verde
1664	Blanco/ negro
1661	Amarillo
1272	Negro/blanco
1271	Negro
1274	Café

**Tabla 15.**Terminales del sensor APS.

# CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
1274	1	Referencia de voltaje sensor (2)
1662	2	Referencia de voltaje sensor (1)
1272	3	Señal sensor (1)
1271	4	Tierra sensor (1)
1661	5	Tierra sensor (2)
1664	6	Señal sensor (2)

**Tabla 16.** Parámetros del sensor pedal acelerador

PARAMETROS	VALORES
Voltaje máximo	3.52V
Voltaje mínimo	0,50V
Voltaje promedio	2,01V



*Figura 34.* Circuito sensor de posición del pedal del acelerador

### 3.3.7. Curva del Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)

La curva se toma del sensor de presión absoluta del múltiple el cual está ubicado en el múltiple de admisión debido a que permita que se cense al vacío lo que provoca la succión del motor para enviar una señal indicadora a la unidad de control y realizar los ajustes pertinentes a la mezcla. Como se observa en la figura 33 en la parte superior se observa el tipo de onda del sensor de presión absoluta del múltiple de admisión, está representada en su cambio de tensión con respecto a la variación que se encuentra en el múltiple de admisión.

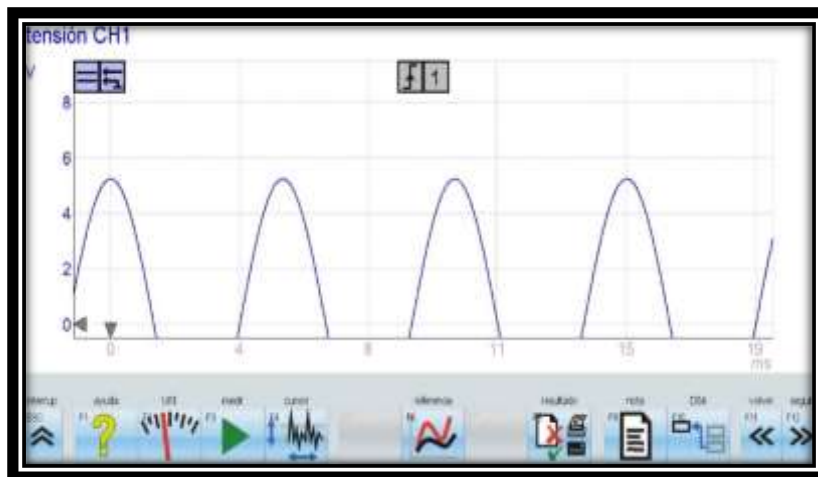


Figura 35. Grafica del sensor MAP.

El sensor de presión absoluta del múltiple se le realizó la medida donde se obtuvo que llegó a un voltaje máximo de 5,5 V y mínimo de 100 V dando un promedio de 3.28V la medición fue realizada a una temperatura de operación de 87 °C a una velocidad de ralentí del motor de 750rpm y una presión absoluta del múltiple de 35kpa, tal como se observa en la tabla 17.

**Tabla 17.** Características del color del sensor MAP.

# CIRCUITO	COLOR DEL CABLE
5047	Azul/ Rojo
2753	Negro/ Café
432	Verde / Blanco

**Tabla 18.** Terminales del sensor MAP.

# CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
5047	1	Referencia de voltaje
2753	2	Masa
432	3	Señal del sensor MAP

**Tabla 19.**Parámetros del sensor MAP.

PARAMETROS	VALORES
Voltaje máximo	4.5V
Voltaje mínimo	100V
Voltaje promedio	3.28 V

Como se puede observar en la figura 34 se tiene el circuito del respectivo sensor donde se ve la conexión a la Ecu, la cual esta conformada por 3 cables y mostrando una conexión en cada línea, de esta forma se el sensor trabaja con 3 diferentes voltajes, uno de ellos es el voltaje de referencia o señal , el otro es el voltaje de alimentación y el otro es el voltaje de tierra.

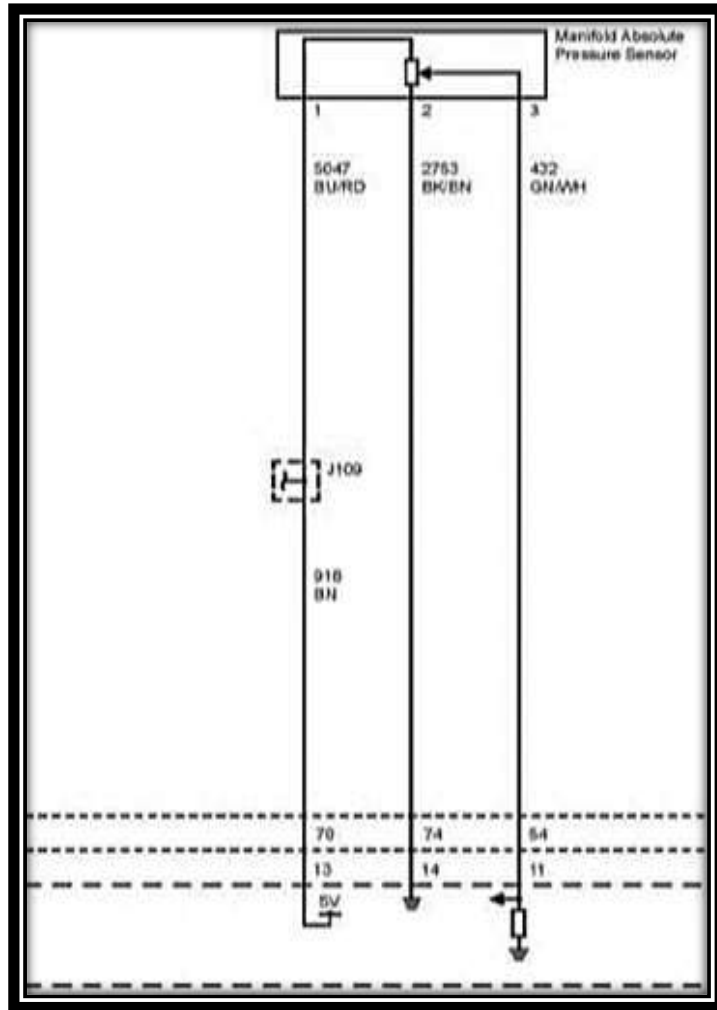


Figura 36. Circuito del sensor del pedal del acelerador

### 3.3.8. Características del Sensor de Oxígeno.

El sensor de O<sub>2</sub> se ubica a la salida del múltiple de escape antes del catalizador para recibir la cantidad de oxígeno proveniente de los gases de la combustión de la mezcla y de este modo se encarga de enviar una señal a la unidad de control electrónica (ECU) donde se ajusta la relación de aire y combustible.

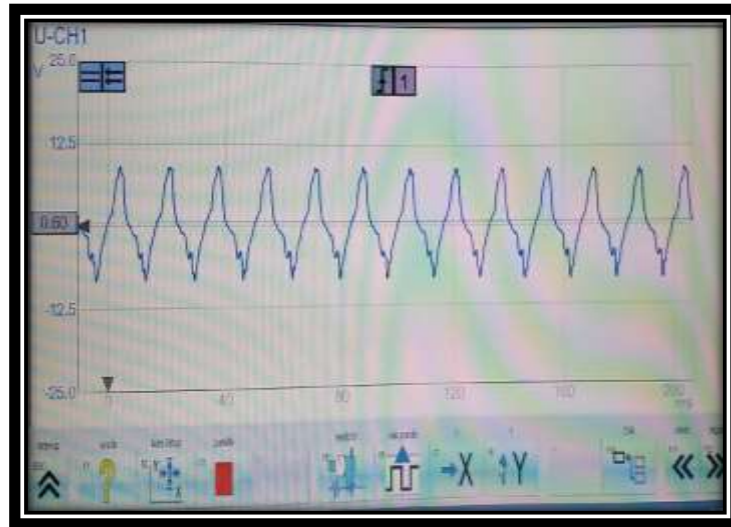


Figura 37. Curva del sensor de O<sub>2</sub>

En la figura 35 se puede apreciar cómo se representa la forma de onda del sensor de O<sub>2</sub>, la cual se encuentra relacionada con la cantidad de oxígeno que se obtienen en los gases de escape procedentes de la combustión de la mezcla aire combustible.

El sensor de O<sub>2</sub> se constituye de 4 pines los cuales son: Primer pin: número de circuito 5047 el cual tiene la función de remitir la señal del sensor de O<sub>2</sub> a la ECU para establecer el ajuste que se le da a la mezcla, segundo pin con el número de circuito 5290 indica el voltaje que alimenta al sensor, tercer pin es la referencia a masa y el cuarto pin con número de circuito 9349 es el calentador que sirve para que el sensor pueda alcanzar su temperatura de funcionamiento de forma más rápida y así poder reducir el tiempo donde la regulación Lambda no se activa, tal y como se puede observar en las tablas posteriores.



**Tabla 20.** Especificaciones de colores del sensor de oxígeno.

# CIRCUITO	COLOR DEL CABLE
7352	Verde
5290	Violeta
907	Café
7349	Negro

**Tabla 21.** Especificaciones de terminales del sensor de oxígeno.

# CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
7352	1	Señal del sensor O2
5290	2	Voltaje de batería
907	3	Masa
7349	4	Control del calentador

**Tabla 22.** Especificaciones de parámetros del sensor de oxígeno.

PARAMETROS	VALORES
Voltaje máximo	880 mV
Voltaje mínimo	100 mV
Voltaje promedio	525 mV

Como se puede observar en la figura 36 se tiene el circuito del respectivo sensor donde se ve la conexión a la Ecu, donde se observa internamente relays, fusibles y conexiones que permiten el funcionamiento correcto del sensor, el cual ayuda a la ECU en la regulación de la mezcla aire combustible.

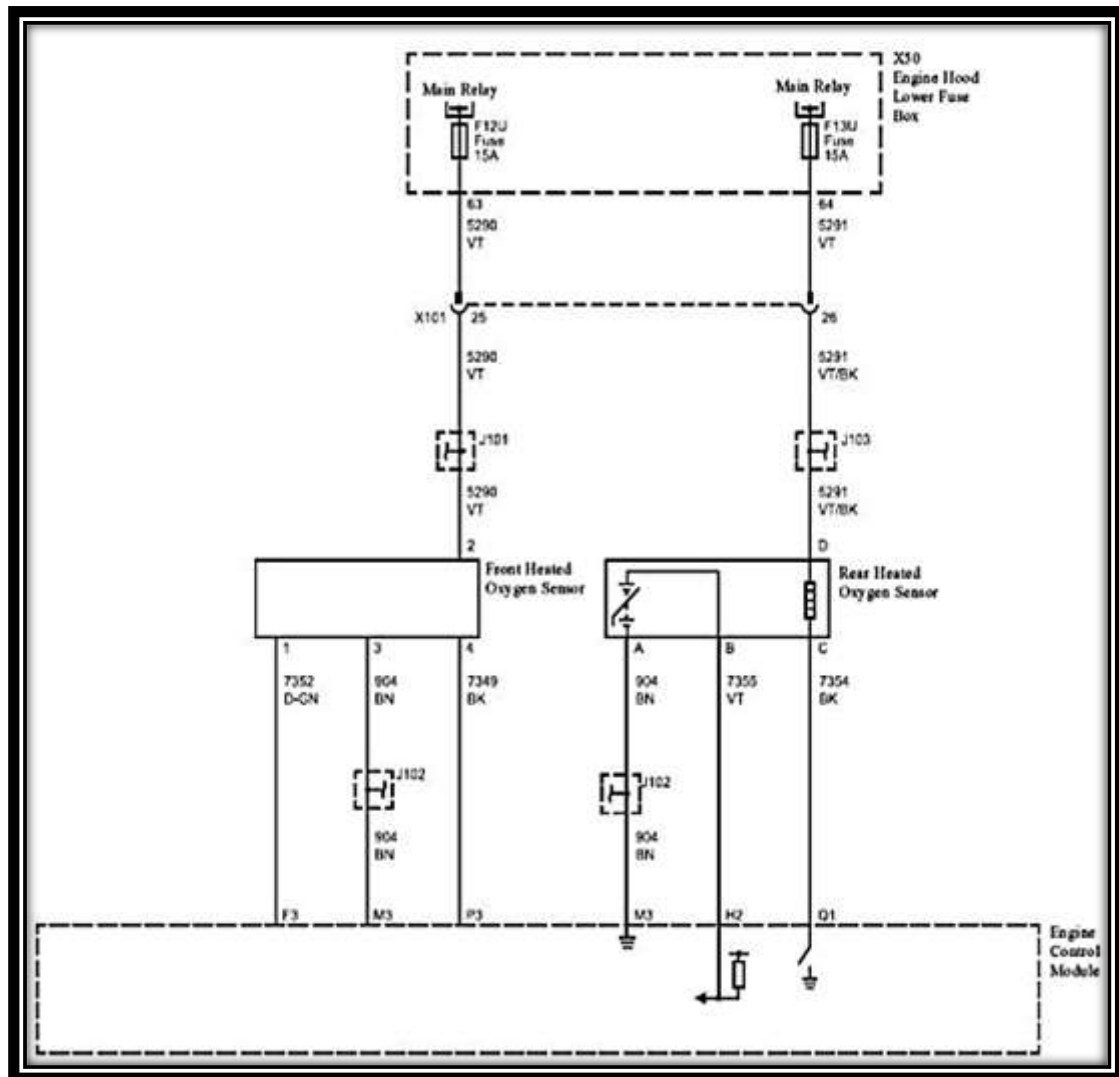


Figura 38. Diagrama eléctrico del sensor de oxígeno (Motors, 2017)

### 3.3.9. Curva y característica sensor de posición del eje de levas.

El sensor de CMP, se ubica en el motor por el cabezote, se monta en la parte posterior del mismo para que se pueda establecer la posición correcta de las levas y poder enviar esta información a la computadora, para luego determinar la posición que tiene el cilindro numero uno y ajustar el tiempo de encendido e inyección .

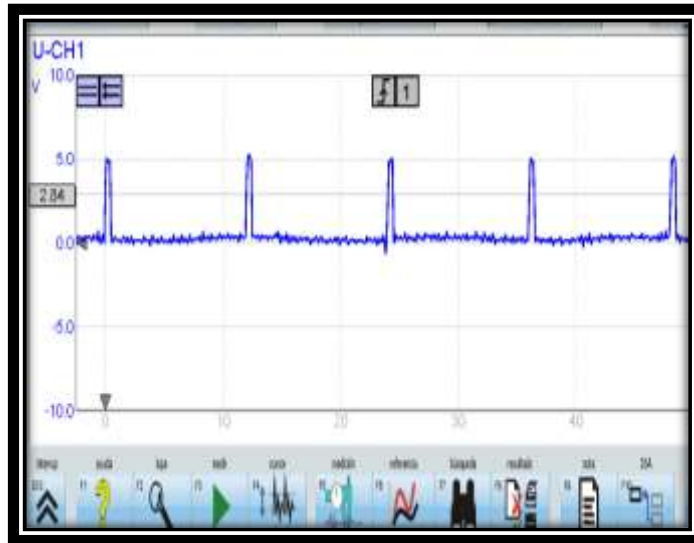


Figura 39. Características de onda del sensor CMP.

Como se puede observar en la figura 37 se describe la curva referencial del sensor registrada con el osciloscopio, en la cual fue se tiene una onda cuadrada del sensor de árbol del levas. El sensor CMP trabaja por medio de efecto hall alcanzando a tener un voltaje máximo de 10V y un voltaje mínimo de -6.25V dando un promedio de voltaje de 2.35V y con una frecuencia de 14.91Hz.

**Tabla 23.**Color de los cables del sensor CMP.

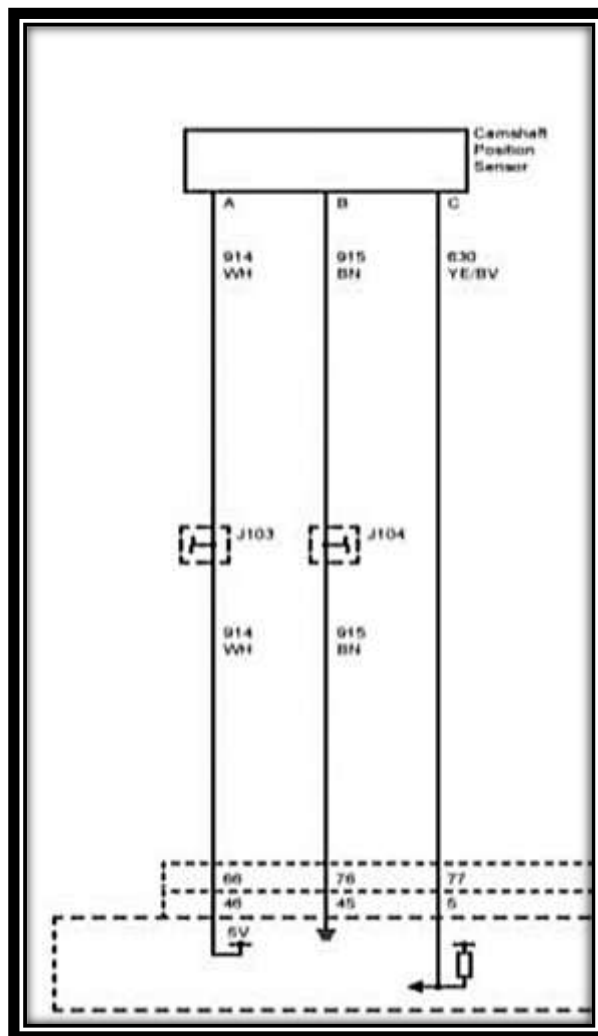
# CIRCUITO	COLOR DEL CABLE
914	Blanco
915	Negro
630	Amarillo/Azul

**Tabla 24.**Terminales sensor CMP.

# CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
914	1	Referencia de voltaje
915	2	Masa
630	3	Señal del sensor CMP

**Tabla 25.** Parámetros sensor CMP.

PARAMETROS	VALORES a 1500 rpm
Voltaje máximo	10V
Voltaje mínimo	-6.25V
Voltaje promedio	2.35V
Frecuencia	14.91Hz



*Figura 40.* Diagrama eléctrico del sensor CMP

El sensor que es de posición del eje de levas tiene tres terminales el pin uno con número de circuito 914 es una de las referencias de tensión del sensor en el pin

2 con número de circuito 915 indica la conexión a tierra y en el pin 3 con número de circuito 630 muestra la señal que es enviada a la ECM, tal como se puede observar en la figura 38.

### 3.3.10. Curva del sensor de detonación.

La gráfica de la figura 39 del sensor es tomada del sensor ubicado en la parte lateral derecha del bloque del motor se encuentra el sensor de detonación esta parte es bastante incómoda para su acceso no permite llegar de forma fácil, pero se encuentra ubicada en esta posición con la función de censar las vibraciones producidas en la cámara de combustión , y este se compone de tres cables.

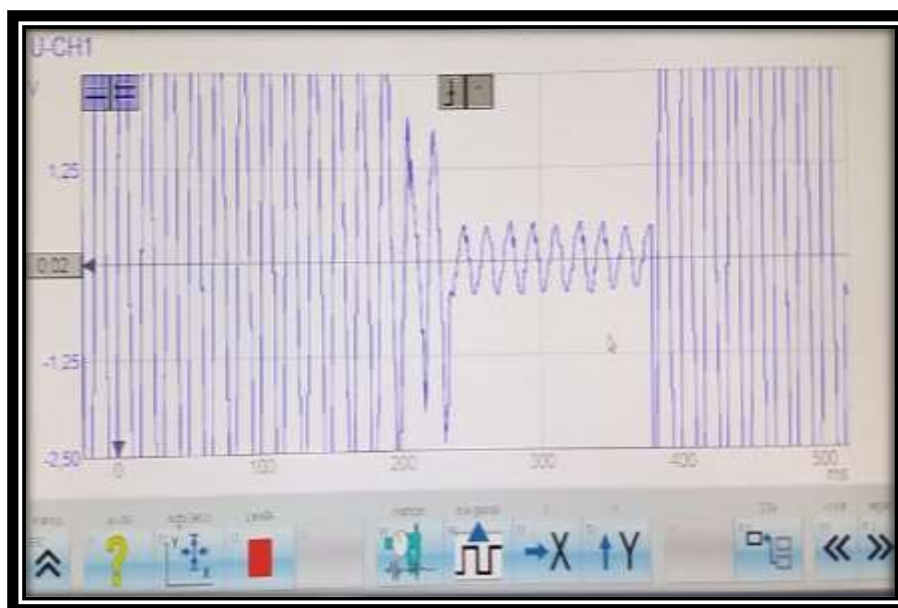


Figura 41. Características de onda del sensor (KS).

En la figura 39 se muestra la forma de onda del sensor KS, obtenido con un osciloscopio el cual indica q esta con una escala de 2 voltios a su vez calibrado un

tiempo de 1 microsegundos dando una forma de onda de pico enviando esta información a la ( ECM ) mostrando las condiciones de funcionamiento del motor.

**Tabla 26.** Especificaciones de colores del sensor KS.

# CIRCUITO	COLOR DEL CABLE
496	Violeta/Plomo
1876	Blanco/ Plomo
151	Negro / Blanco

**Tabla 27.** Especificaciones de terminales del sensor KS.

# CIRCUITO	TERMINAL	FUNCION
496	1	Señal del sensor KS
1876	2	Señal del sensor KS
151	3	Masa

**Tabla 28.** Especificaciones de los parámetros del sensor KS.

PARAMETROS	VALORES
Voltaje máximo	1.69V
Voltaje mínimo	1.27V
Voltaje promedio	1.36V
Frecuencia	25.18hz

En la tabla 25 lo mostrado son las recopilaciones de las mediciones que se le hizo al sensor de detonación, en el cual se obtuvo un voltaje máximo de 1.69V y un mínimo voltaje de 1.27 voltios con una frecuencia de 25,18Hz. Las medidas que se obtuvieron del sensor KS fueron en condiciones de temperatura alcanzando un valor de 89°C a 750 revoluciones por minuto.

Este sensor consta de tres cables como se puede observar en la tabla 24, se identifican como el pin 1 con su número de circuito 496 donde se obtiene la señal de referencia, el pin 2 con número de circuito 1876 el da la señal al sensor KS y el pin 3 con número de circuito 151, como se puede observar en la figura 40.

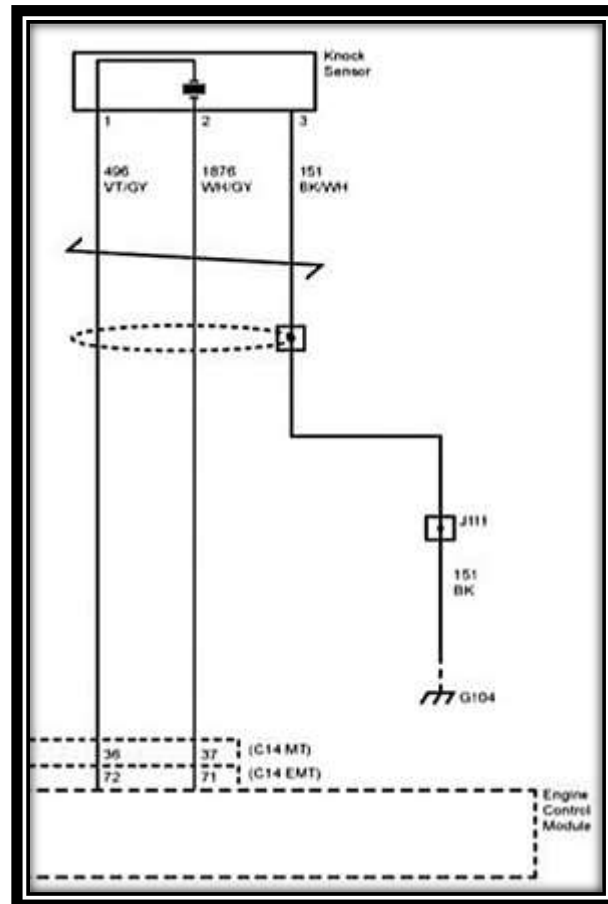


Figura 42. Diagrama del sensor (KS)  
(Moters, 2017)

### 3.3.11. Curva característica del sensor de Velocidad.

Este sensor de velocidad se encuentra ubicado en la caja de transmisión, donde se indica a la computadora la velocidad con la que se mueve el automóvil.

Dentro de la figura 41 se muestra el oscilograma del sensor de velocidad que está variando de acuerdo a como aumenta o disminuye la velocidad o como se vaya

pisando el pedal acelerador y variando dicho valor, se puede acotar que según la investigación bibliográfica este sensor varía su frecuencia en relación la velocidad que tiene el automóvil.

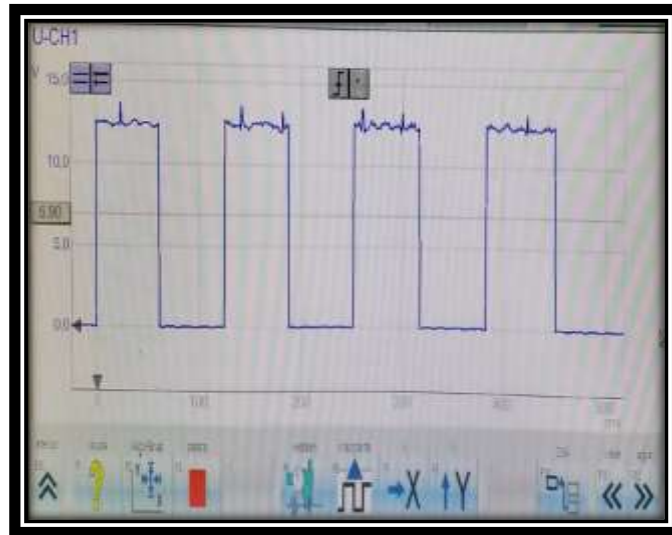


Figura 43. Forma de onda del sensor de velocidad (VSS).

**Tabla 29.** Especificaciones de colores del sensor VSS.

NUMERO DE CABLE	COLOR DEL CABLE
5290	Violeta
817	Verde
151	Negro

**Tabla 30 .** Especificaciones de terminales del sensor VSS.

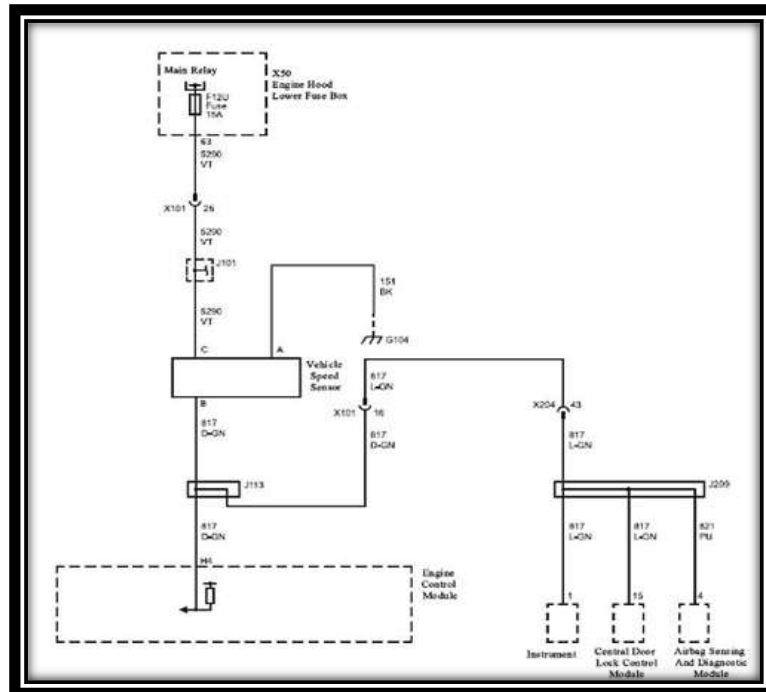
NUMERO DE CABLE	TERMINAL	FUNCION
5290	C	Referencia de voltaje
817	B	Señal del sensor VSS
151	A	Masa



**Tabla 31.** Especificaciones de parámetros del sensor VSS.

PARAMETROS	VALORES
Voltaje máximo	13.25V
Voltaje mínimo	0mV
Voltaje promedio	11.7V
Frecuencia	8.27Hz

Compuesto por tres pines se encuentra el sensor de velocidad, los cuales según el manual de servicio de GM están reconocidos por medio de letras como se detalla en la tabla 10.1 donde el pin A tiene un número de circuito 250 el cual indica la conexión a masa, en el pin B tiene un número de circuito 817 en donde indica una señal que se envía a la ECU mostrando la velocidad con la que se moviliza el automóvil y por último el pin C con número de circuito 5290 indica el voltaje de referencia como se observa en la figura 42.



*Figura 44.* Circuito del sensor de vss (Motors, 2017)

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Curva real vs curva teórica del sensor ECT

En la figura 43, se observa como la gráfica tomada en la práctica tiene una similitud con la curva teórica que está en el lado derecho, ya que los valores de voltaje oscilan y no son estrictamente decrecientes para tomar una referencia cóncava en la gráfica por ende esto indica una fluctuación de en la resistencia con referente a la temperatura, dando por entender que el sensor está trabajando correctamente, ya que los valores obtenidos están dentro de los parámetros.

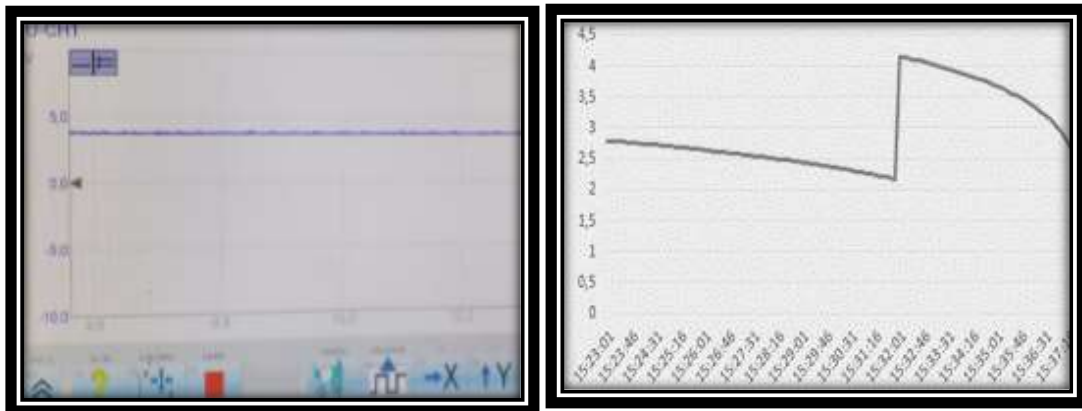


Figura 45. Curva real vs teórica sensor ECT

#### 4.2. Curva real vs curva teórica del sensor IAT.

Como se puede observar en la figura 44, se observa la comparación de las curvas del sensor IAT, la real con la teórica, la diferencia que se tiene es muy notoria, ya que el sensor en la teoría marca una curva decreciente donde al aumentar la temperatura va

disminuyendo la resistencia del sensor y a su vez el voltaje también, pero en la real se puede observar que no marca nada concluyendo así que el sensor está dañado, no funciona correctamente.

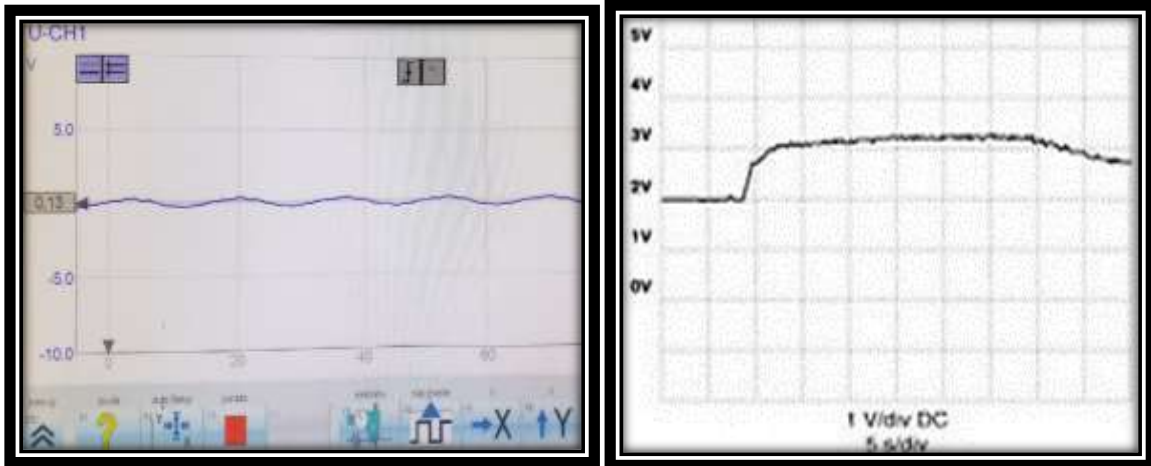


Figura 46. Curva real vs teórica sensor IAT

### 4.3. Curva real vs curva teórica del sensor CKP

En la figura 45, se puede observar las gráficas comparativas del sensor CKP, la real vs la teórica, donde se tiene una similitud en las ondas, y si se compara los valores obtenidos en las pruebas correspondientes se obtiene como resultado que el sensor está trabajando correctamente, aunque algunos valores no son iguales esto es porque varían de acuerdo al sensor, marca y modelo que diseñe el fabricante.

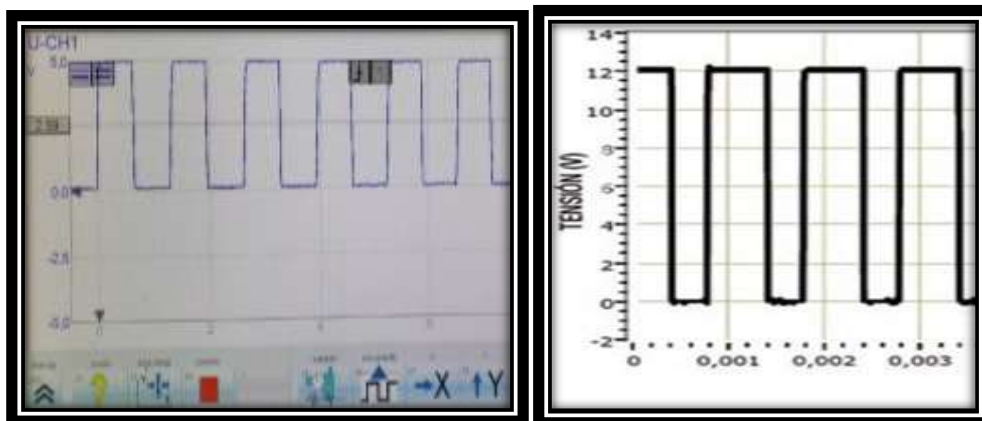


Figura 47. Curva real vs teórica sensor CKP

#### 4.4. Curva real vs curva teórica del sensor APP

Como se observa en la figura 46, se compara las curvas reales y teóricas del sensor de posicionamiento del pedal acelerador, en el cual nos indica picos de voltaje en la gráfica real, por el motivo que el pedal se lo pisa a fondo sin tener un recorrido constante, en cambio en la teórica se muestra con la tensión de salida tiene valores estrictamente crecientes, pero aun así los valores obtenidos indican que el sensor está operando normalmente, aunque se tiene en la gráfica real una curva cuadrada y en la teórica tiende a no ser cuadrada.

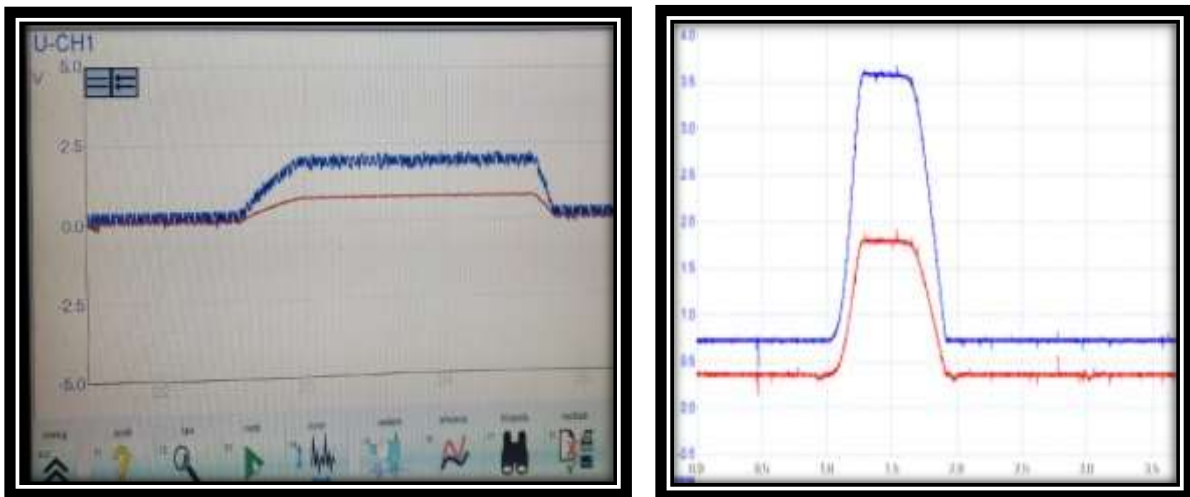
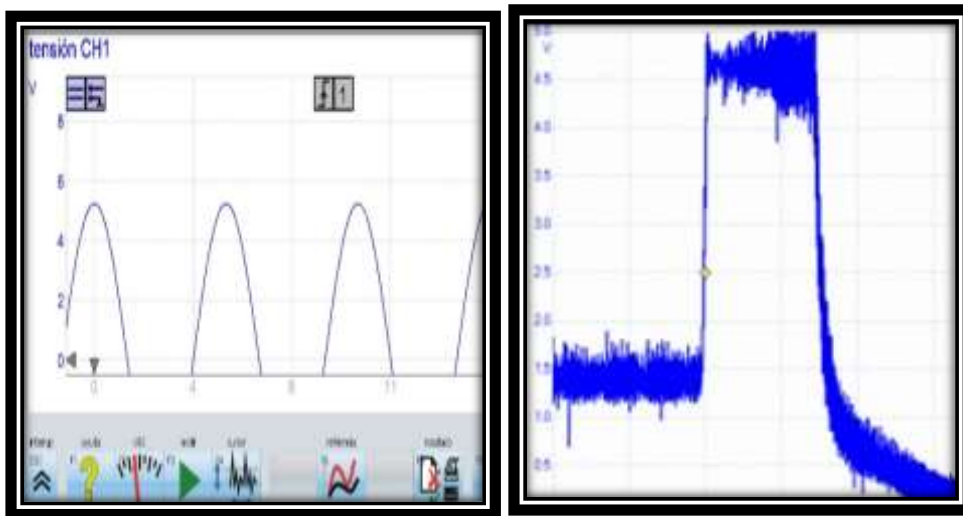


Figura 48. Curva real vs teórica sensor APP

#### 4.5. Curva real vs curva teórica del sensor MAP

De acuerdo a la figura 47, se puede observar la gráfica del sensor MAP, en donde mide la presión en KPA, comparando la gráfica teórica con la práctica obtenida con el osciloscopio, donde se muestra una variación ya que fluctúa entre un valor y otro, de acuerdo a la presión obtenida del sensor



*Figura 49. Curva real vs teórica sensor MAP*

De acuerdo a la figura 47, se puede observar la gráfica del sensor MAP, en donde mide la presión en KPA, comparando la gráfica teórica con la práctica obtenida con el osciloscopio, donde se muestra una variación ya que fluctúa entre un valor y otro, de acuerdo a la presión obtenida del sensor.

#### **4.6. Curva real vs curva teórica del sensor O2**

En la figura 48, se observa la comparación de las curvas teórica y gráfica del sensor de oxígeno del Sail donde se realizó las pruebas, para su respectivo análisis, donde se obtuvo que la gráfica tiende a ser igual pero con picos de voltaje, pero no obstante los valores que se obtuvieron, indican que el sensor si está respondiendo a la cantidad de oxígeno que existe en los gases de combustión, por ende quiere decir que la señal que manda a la computadora es correcta para poder modificar la combustión.

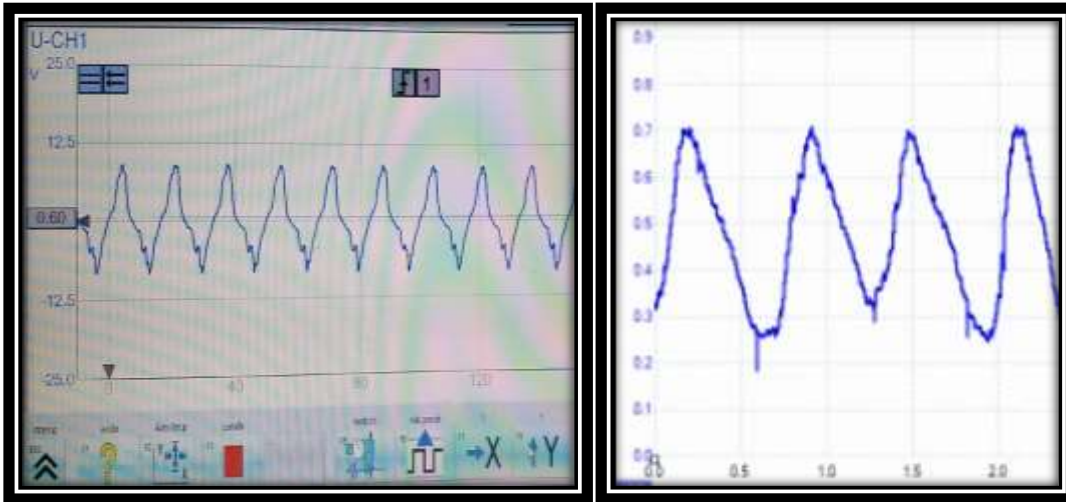


Figura 50. Curva real vs teórica sensor O2

#### 4.7. Curva real vs curva teórica del sensor CMP

En la figura 49, se puede observar la comparación de las gráficas teórica y real del sensor CMP, donde hay una similitud y los valores obtenidos son los correctos, ya que las gráficas comparan el voltaje con relación al tiempo, donde estos sensores son inductivos, y se puede apreciar su correcto funcionamiento, además los valores obtenidos en las pruebas indicaron que está en estado óptimo.

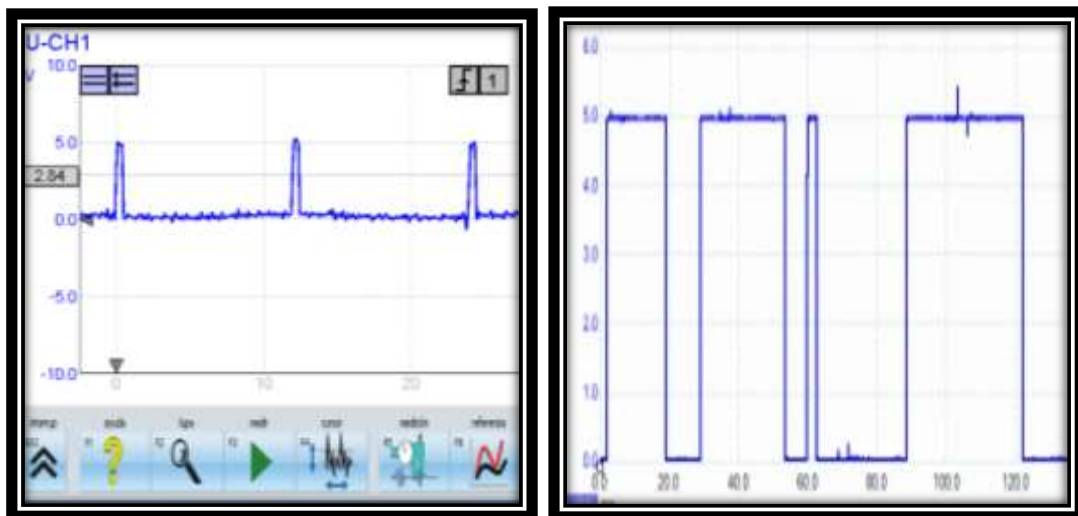


Figura 51. Curva real vs teórica sensor CMP

#### 4.8. Curva real vs curva teórica del sensor KS

En La figura 50 se muestra la comparación de las gracias teórica y práctica del sensor KS o sensor detonación, en donde se aprecia que la similitud es pobre, ya que las explosiones que se obtuvieron en el Sail, son mayores a comparación a la gráfica teórica donde indica detonaciones leves, fuertes y constantes, al comparar los valores obtenidos se obtuvo que el sensor está marcando correctamente y está en perfecto estado de funcionamiento.

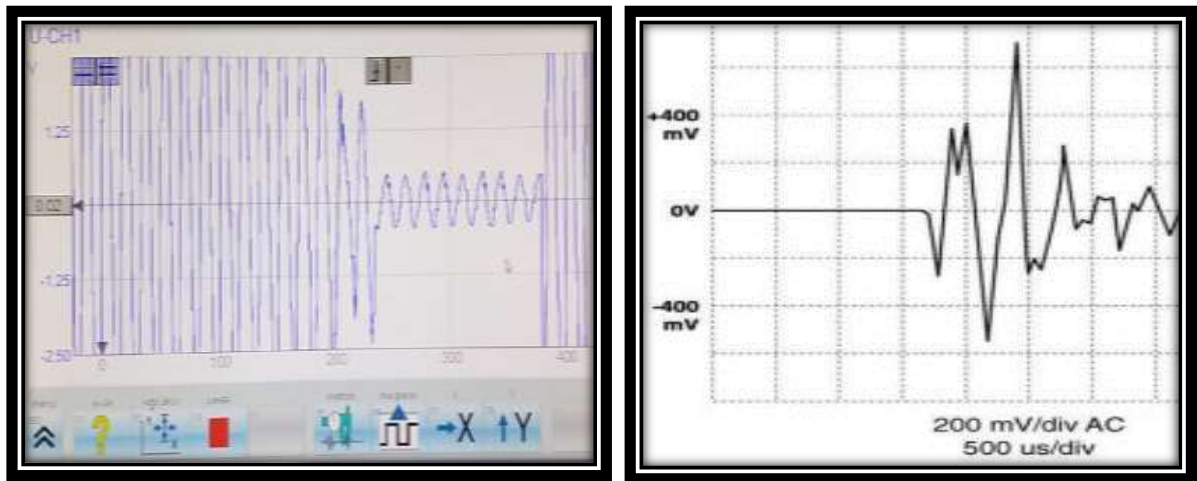


Figura 52. Curva real vs teórica sensor KS

#### 4.9. Curva real vs curva teórica del sensor de velocidad

En la figura 51, se observa la comparación de la gráfica del sensor de velocidad en la práctica versus lo teórico, donde se tiene que las gráficas son cuadradas la diferencia yace en el desfase que existe una con relación a la otra, el periodo de la gráfica tomada en la práctica es diferente por unos mili-segundos con respecto a la gráfica referencial de dicho sensor.

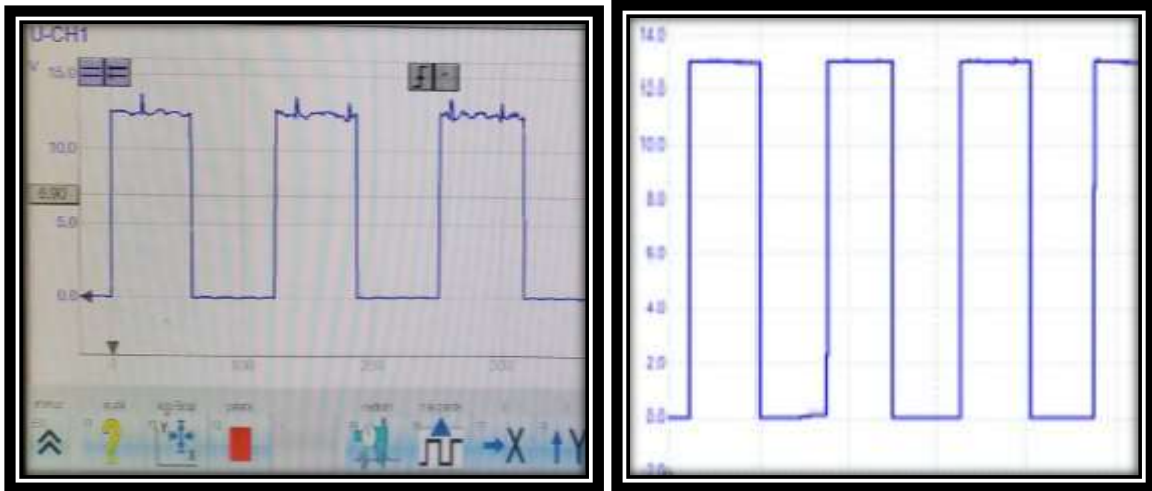


Figura 53- Curva real vs teórica sensor velocidad



## Conclusiones

- En el proyecto se observó cómo trabaja cada uno de los sensores del motor, como sus oscilaciones y las diferencias que existen en las curvas teóricas con respecto a las obtenidas en la real, también se observó los diferentes tipos de curvas que nos arroja el osciloscopio, las cuadradas y la senoidales, algunas mostraban picos de voltaje, y todo esto es para poder analizar el funcionamiento del motor.
- En las pruebas que se realizaron se observó graficas de cada uno de los sensores del motor, como el CKP, CMP, KS, O2, MAP, IAT, ECT, entre otros los cuales fueron analizados y comparados con graficas teóricas de los mismos para denotar su funcionamiento óptimo en el sistema instalado, se observó que las gráficas tienden a ser semejantes, donde sus variaciones son distintas por el simple hecho que son tomadas de acuerdo a como el usuario realiza las pruebas.
- Se analizó las pruebas a cada uno de los sensores que intervienen en el encendido del motor, los cuales arrojaron sus respectivas curvas sometidas a diferentes condiciones ya sean estas como altas y bajas revoluciones, como altas y bajas temperaturas, todo esto para llegar a concluir que el vehículo tiene un funcionamiento normal.

## Recomendaciones

- Se recomienda tener un ordenador exclusivamente para el sistema operativo del FSA500, por motivos de rendimiento y velocidad, como también la seguridad en los datos que arroja el momento de realizar algún tipo de análisis en algún dispositivo eléctrico del motor.
- Se recomienda tener cuidado al momento de conectar los pines en el ordenador como a su vez en el FSA500, ya que son delicados y podrían doblarse, también se debe dar sus respectivos mantenimientos al dispositivo como al ordenador y estar pendiente en la actualización del software para su licencia que hará que se aproveche de mejor forma el FSA500.
- Se recomienda tomar varias muestras y analizar las que más convengan, para de esta forma tener un campo más grande al momento de analizar la gráficas con las condiciones que fueron sometidas, de esta forma se tendrá un mejor resultado, más realista y más enfocado en las necesidades que se tiene.

## Bibliografía

- Bosch. (2002). *Los sensores del automovil*. Reverte.
- Bosch. (2011). *FCCID*. Obtenido de <https://fccid.io/ANATEL/01282-13-09026/Manual-para-referencia/DAA528C7-9BA6-4767-9CD1-E66E1BEE318B>
- Bosch-automotive*. (2018). Obtenido de [http://es.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts\\_and\\_accessories/service\\_parts\\_1/batteries\\_4/s3\\_s4\\_s5/s3\\_s4\\_s5\\_1.html](http://es.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories/service_parts_1/batteries_4/s3_s4_s5/s3_s4_s5_1.html)
- Calsina, M. (2009). *Sistemas de carga y arranque*. Mcmillan Iberia S.A.
- Crouse, W. H. (s.f.). *Mecanica del automovii*. Marcombo.
- Domínguez, E. J. (s.f.). *Baterías (Sistemas de carga y arranque)*. Editex.
- Escudero Secundino, J. G. (2009). *Motores*. Macmillan Iberia, S.A.
- Fleta, M. C. (2009). *Sistema de carga y arranque*. Mcmillan Iberia S.A.
- Francisco Javier Vidal, J. J. (2014). *Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad*. Editex.
- Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de electricidad de vehículos*. Malaga: IC Editorial.
- Melchor, J. C. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Ott*. IC Editorial.
- Molina, M. J. (2013). *Electricidad, electromagnetismo y electrónica aplicados al automóvil: mantenimiento de los sistemas eléctricos y electrónicos de vehículos*. IC Editorial.
- Ngk. (2019). Obtenido de <https://www.ngksparkplugs.com/wiresets>
- Pelp S.L.* (2018). Obtenido de <http://www.pelp.cl/blog/5-equipos-necesarios-los-talleres-mecanicos-hoy/>

Sánchez, E. (2009). *Sistemas auxiliares del motor*. Macmillan Iberia, S.A.

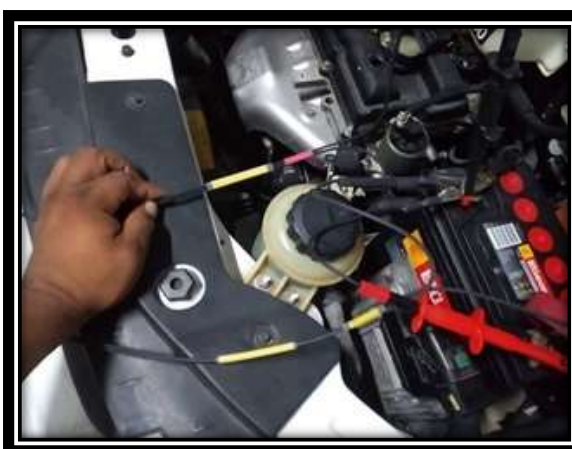
*Slideshare*. (2018). Obtenido de

<https://image.slidesharecdn.com/sistemadeencendidoconvencional-160601210644/95/sistema-de-encendido-convencionalpptx-12-638.jpg?cb=1464815285>

## ANEXOS

### Conexión al vehículo

La conexión que se realiza es mediante alimentación de batería como se muestra en la figura, además se conecta la aguja de prueba correspondiente al sensor que se va a realizar la prueba.

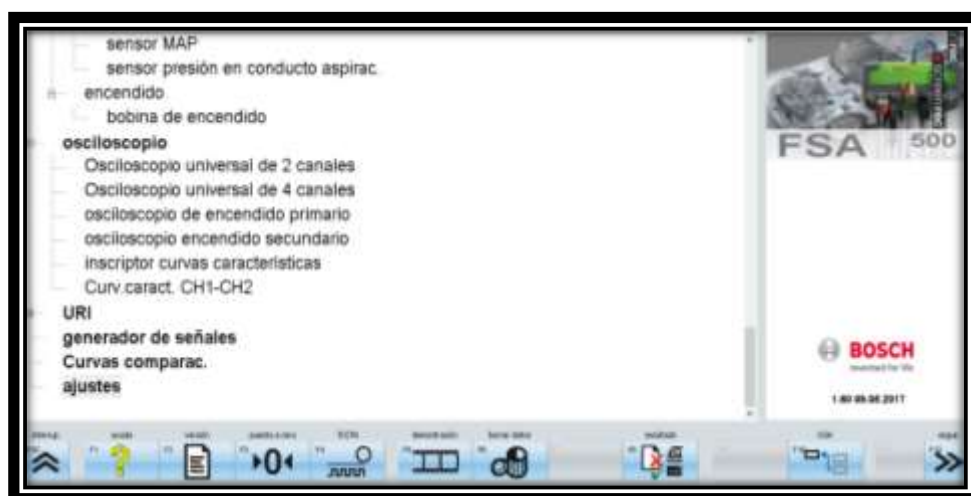


Luego se conecta a un ordenador donde tenga instalado el software del FSA500, para obtener los resultados y expresarlos en forma visible para su interpretación y análisis correspondientes.



## Osciloscopio FSA 500

Un osciloscopio es un instrumento de medición para la electrónica. Representa una gráfica de amplitud en el eje vertical y tiempo en el eje horizontal. Frecuentemente se complementa con un multímetro, una fuente de alimentación y un generador de funciones o arbitrario. Se puede decir que últimamente, con la explosión de dispositivos con tecnologías de de radio frecuencia como WiFi o BlueTooth, el banco de trabajo se complementa con un analizador de espectro.





El osciloscopio presenta los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas en una pantalla, en la que normalmente el eje X (horizontal) representa tiempos y el eje Y (vertical) representa tensiones.

La imagen así obtenida se denomina oscilograma. En osciloscopios análogos o de fosforo digital se suele incluir otra entrada o control, llamado "eje Z" que controla la luminosidad del haz, permitiendo resaltar o apagar algunos segmentos de la traza dependiendo de su frecuencia de repetición o velocidad de transición en tiempo.

**Se ve la pantalla en función Osciloscopio con los dos canales activos**



Como se puede ver en la imagen el Osciloscopio con los dos canales activos ofrecen rendimiento y valor, todo en una única solución portátil. Optimice la productividad con las características como el filtrado digital, el registrador de forma de onda, la prueba de límite de aprobado/desaprobado y las mediciones automáticas. Los alcances brindan memoria profunda de forma de onda hasta 2.4 Mpts

**Para las pruebas individuales de sensores se utilizará un solo canal**



### **Prueba de batería de reposo**

Las baterías se encuentran comúnmente en el compartimento del motor a un lado y, a menudo, tienen una cubierta de plástico que se puede soltar o requerirá la extracción de un par de tornillos.

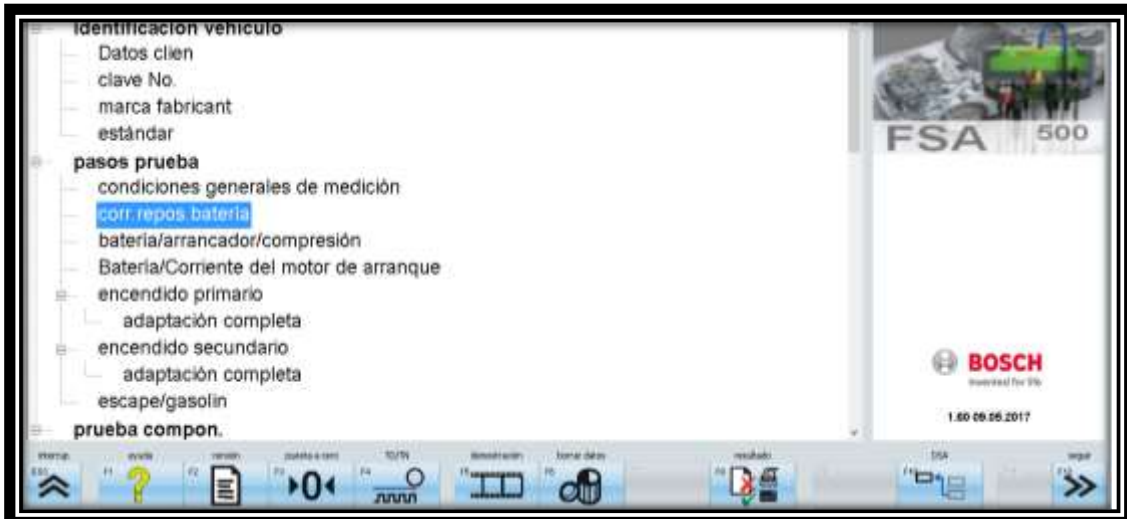




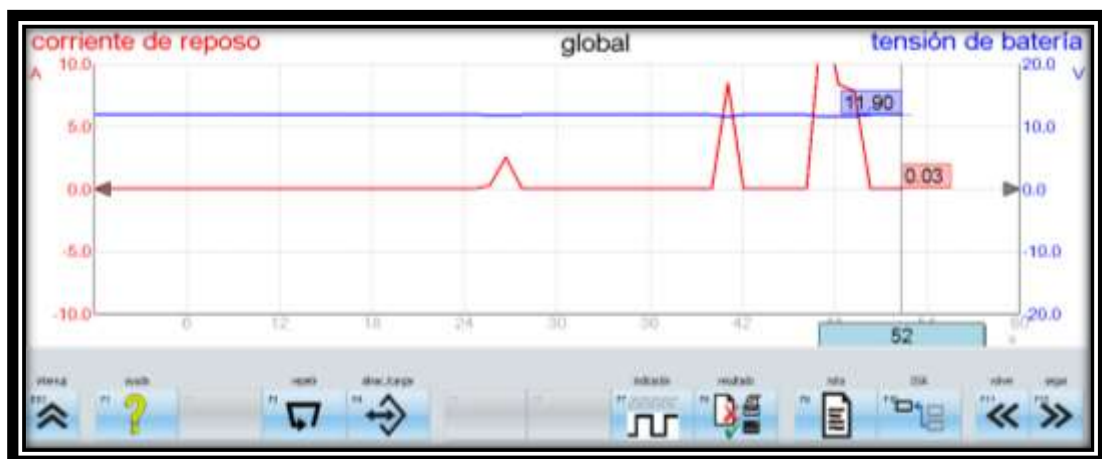
Conexión de equipo



Conexión de batería con el equipo FSA500



Seleccionar reposo de batería.



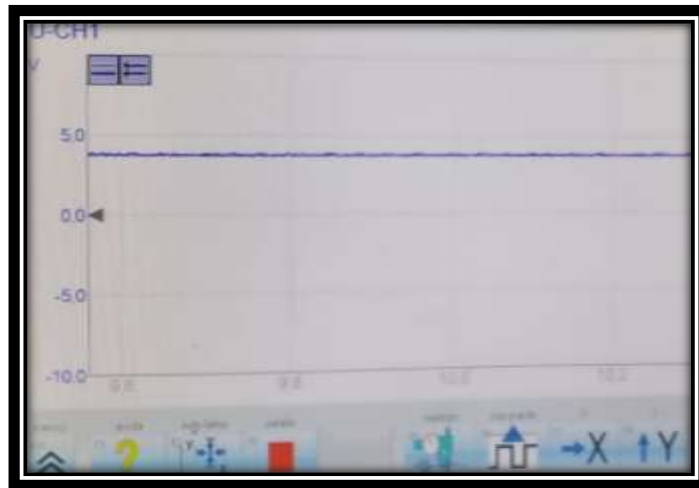
También puede tener una cubierta sobre el terminal positivo (+) que también se despegará. Una vez que la batería esté expuesta, hay que tener cuidado de que nada metálico toque los terminales, así que recomendamos no dejar las llaves, herramientas ni otros objetos metálicos encima de la batería.

Con un multímetro podemos medir el voltaje de CC. Ajustamos la escala al dial a 20. Esto le permitirá medir con precisión entre 0-20 voltios. Para proceder a la lectura, mantendremos la sonda roja en el terminal positivo y la sonda negra en el terminal negativo. Los terminales estarán marcados con + y -.

### **Característica del sensor de temperatura del refrigerante.**

El sensor de temperatura del refrigerante del motor nos permite verificar su calentamiento adecuado, se encuentra ubicado en el cabezote en el termostato, como en la Figura 25.

Hay que destacar que este sensor es un termistor, ya que entre más se calienta el **sensor** menor es su resistencia. El **sensor** está generalmente enroscado dentro del bloque del motor, en el múltiple de la toma inferior o en el cabezal del cilindro para proveer un contacto directo con el **refrigerante**.

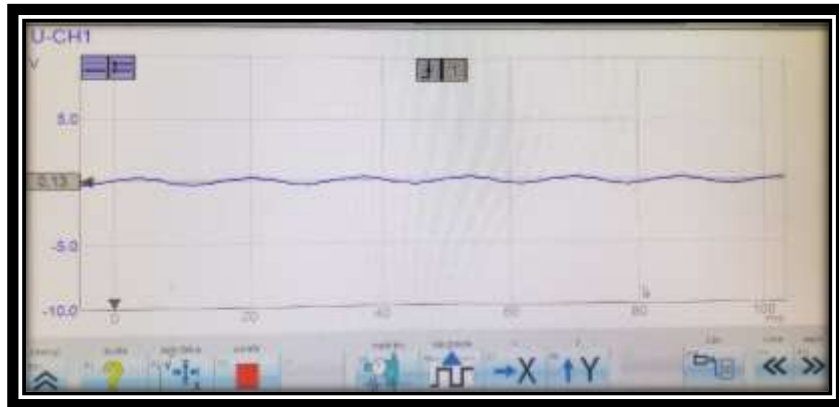


.Gráfica del ECT (Sensor de temperatura del refrigerante)

### **Análisis de curva del sensor de temperatura de aire de admisión.**

Este sensor desempeña una importante función, ya que envía al motor un importante parámetro de medición para el encendido y para poder corregir la formación de la mezcla. Dependiendo de la temperatura del aire de admisión cambia la resistencia del sensor de temperatura.

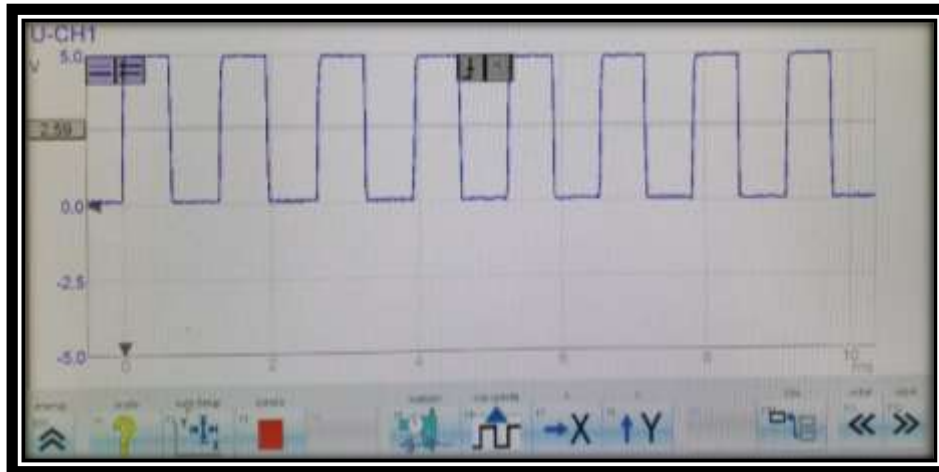
Cuando sube la temperatura, disminuye la resistencia, y con ello baja la tensión del sensor. La unidad de control evalúa estos valores de la tensión, que se encuentran en relación directa con la temperatura del aire de admisión (las bajas temperaturas ocasionan altos valores de tensión en el sensor, y las altas temperaturas, bajos valores de tensión en el sensor).



Gráfica del sensor IAT

### **Curva característica del sensor de posición del cigüeñal**

Dentro de esta figura se observa la curva que es tomada por el modulo osciloscopio del G-Scan, dentro de ella fue medida un tipo de forma de onda cuadrada del sensor de posición del cigüeñal llegando a tener un voltaje que redondea los 4.86voltios y un mínimo de 0.03v teniendo un promedio aproximado de 2.30 v, por otra parte una frecuencia de 763.4Hz, estas medidas fueron tomadas mediante un ralenti de 750 rpm lo que nos daba como ciclo de trabajo de 50% positivo y 50% negativo.



Curva del sensor de posición del cigüeñal (CKP)

### Curva característica del sensor de posición del pedal de acelerador.

Este sensor de posición del pedal del acelerador está ubicado dentro del habitáculo del vehículo, el cual se encuentra unido al pedal del acelerador, que indica mediante una señal eléctrica a la unidad de control electrónica su posición actual, para así realizar los cambios en la apertura de la mariposa de aceleración y entregar más combustible si este lo requiere.

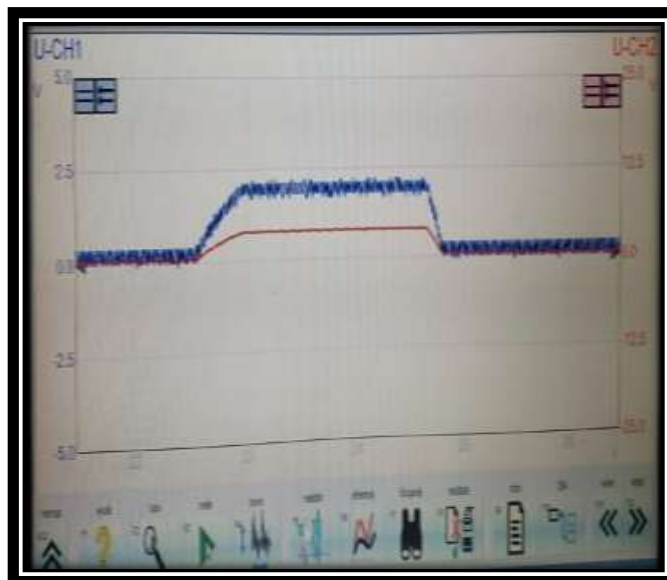


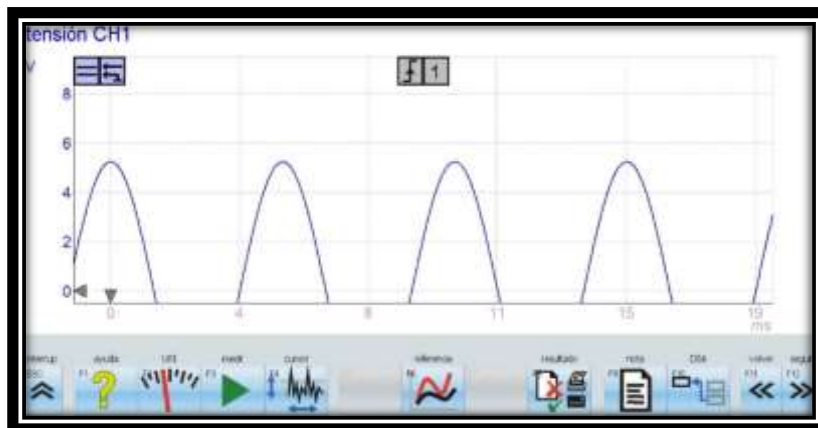
Figura 54. Gráfica sensor del pedal del acelerador (APP)

## Curva del Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)

Cuando esta salida se envía de vuelta al sistema de gestión del motor, determina el abastecimiento o el avance de la cantidad de vacío o a veces carga ligera. El sensor es un dispositivo de tres cables que tiene:

- Una tensión de alimentación de 5 voltios
- Una conexión a tierra
- Una salida de frecuencia variable (Hz)
- Una conexión de vacío al colector de admisión

Como se puede observar en la figura 33 la forma de onda del sensor de presión absoluta del múltiple está relacionada en su cambio de voltaje con respecto a la variación que existe en el múltiple de admisión.



Grafica del sensor MAP.

## Características del Sensor de Oxígeno.

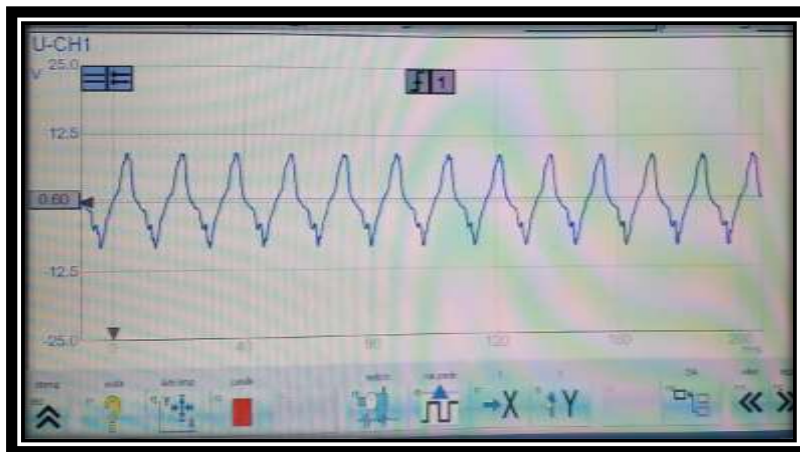
Es un componente electrónico de sensado. También toma el nombre de sonda lambda. Es un elemento rígido, ya que su forma es la de un pequeño y corto cilindro fabricado con un elemento llamado Circonio y revestido en cerámica para que pueda soportar la temperatura.

Algunos sensores de oxígeno tienen una pequeña carcasa metálica como protección y esta tiene varias líneas de perforaciones para que los gases de combustión entren por ellos.

El sensor de oxígeno consta de algunos pines que son:

**El número 1 de circuito 5047:** que tiene como función enviar la señal del sensor de oxígeno al ECU para determinar el ajuste de la mezcla.

**El número 2 de circuito 5290:** es el voltaje de alimentación del sensor pin 3 referencia a masa y el pin 4 con número de circuito 9349 es el calentador del sensor usado para que el sensor pueda llegar a su temperatura de operación más rápidamente y así reducir el tiempo durante el cual la regulación Lambda no está activa.

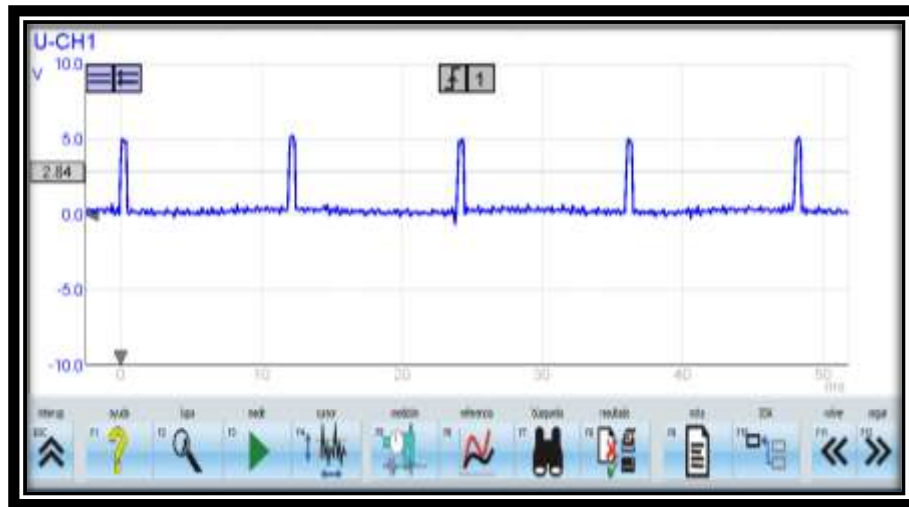


Curva del sensor de O<sub>2</sub>

### **Curva y característica sensor de posición del eje de levas.**

Este sensor permite a la gestión del motor definir exactamente la **posición** del primer cilindro. Esta información se utiliza, entre otros fines, para calcular el momento de encendido y el momento de la inyección.

El sensor de posición del cigüeñal se encuentra en la parte superior del motor montado en la parte trasera del cabezote para determinar la posición de la barra de levas y enviar esta información al ECM y determinar la posición del primer cilindro y ajustar el tiempo de inyección y encendido.

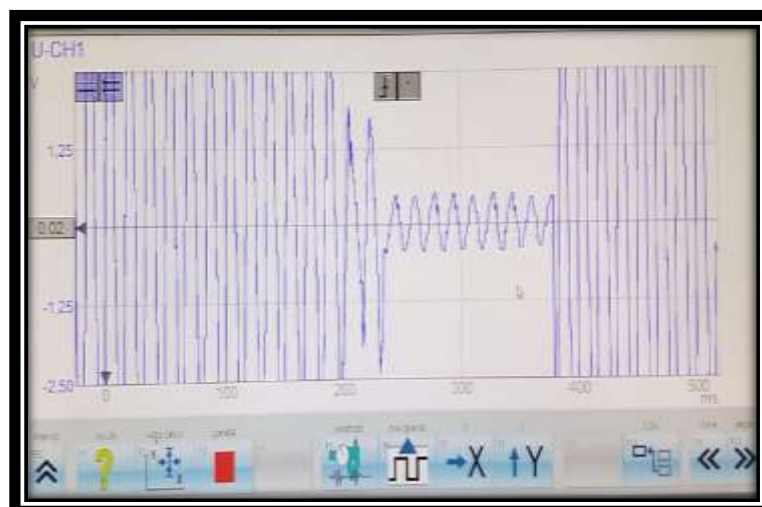


Características de onda del sensor CMP.

### Curva del sensor de detonación.

El sensor de detonación tiene como función proporcionar un mejor desempeño y economía de los motores. En el ciclo Otto, estos sensores permiten que el punto de encendido trabaje lo mas próximo posible al punto ideal. Y en el ciclo Diesel, están más próximos al límite de detonación.

El sensor de detonación se encuentra ubicado en la parte lateral derecha del bloque del motor una ubicación bastante incómoda para su acceso pro se encuentra localizada es esa posición para poder censar las vibraciones del motor.



Características de onda del sensor (KS)



## Curva característica del sensor de Velocidad.

Un sensor de velocidad o *Vehicle Speed Sensor* en sus siglas en inglés, es la pieza de tu vehículo encargada de transmitir la información de velocidad (gracias a que es un captador magnético), al motor a través de la computadora, es decir este sensor envía corriente alterna a la ECU y esta la interpreta como velocidad del automóvil.

El sensor VSS se encuentra localizado en la caja de cambios este sensor indica al ECU la velocidad a la que se está desplazando el vehículo.



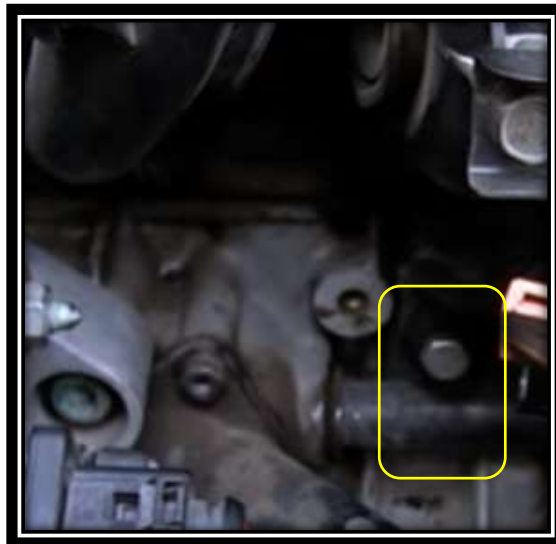
Forma de onda del sensor de velocidad (VSS).

## GUIA PRACTICA PARA EL ESTUDIANTE

1.- Tener el equipo FSA500 para realizar las pruebas KS.



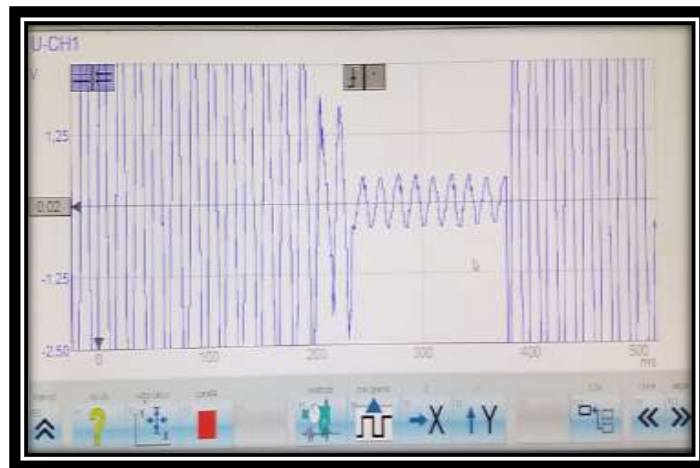
2.- Ubicación de KS, se procedió a la respectiva revisión visual donde se encuentra ubicado el sensor KS del motor.



3.- Desconexión del Socket del sensor KS, se procede a separar el conector del KS para poder colocar la punta de cables y poder realizar su respectiva medición.



4.- Se obtiene gráfica y resultados de la medición del sensor KS con el equipo FSA500 de Bosch.



Especificaciones del sensor KS, color, terminales y función.

<b>COLOR DE CABLE</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCION</b>
Violeta/Plomo	1	Señal del sensor KS
Blanco/ Plomo	2	Señal del sensor KS
Negro / Blanco	3	Masa

Especificaciones con el Multímetro KS.

<b>TERMINALES DEL SENSOR</b>	<b>MULTIMETRO</b>
1 y 2	Se comprueba los valores de voltajes de los terminales 1 y 2

Especificaciones del Sensor KS.

<b>PARAMETROS DEL SENSOR</b>	<b>VOLTAJE DEL SENSOR</b>
Voltaje máximo	1.69V
Voltaje mínimo	1.27V

1.- Tener el equipo FSA500 para realizar las pruebas CKP.



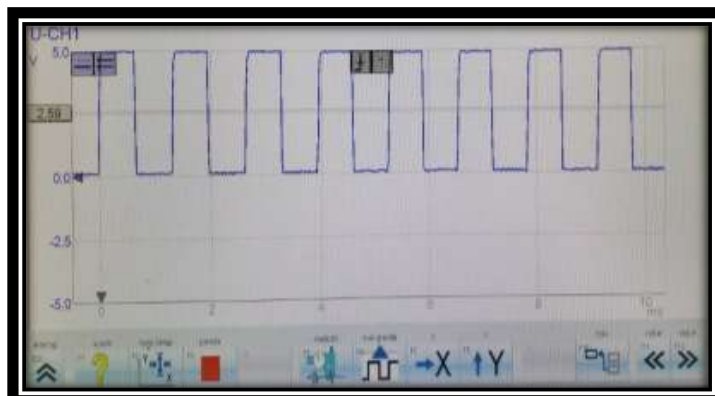
2.- Ubicación de CKP, se procedió a la respectiva revisión visual donde se encuentra ubicado el sensor CKP del motor.



3.- Desconexión del Socket del sensor CKP, se procede a separar el conector del CPK para poder colocar la punta de cables y poder realizar su respectiva medición.



4.- Se obtiene gráfica y resultados de la medición del sensor CKP con el equipo FSA500 de Bosch.



5.- Especificaciones del sensor CKP, color, terminales y función.

<b>COLOR DE CABLE</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Azul/Rojo	3	Referencia de voltaje
Amarillo/Azul	2	Señal del sensor CKP
Café/negro	1	Masa

Especificaciones con el Multímetro CKP

<b>TERMINALES DEL SENSOR</b>	<b>MULTIMETRO</b>
2 y 3	Se comprueba los valores de voltajes de los terminales 2 y 3

Especificaciones del Sensor CKP

<b>PARAMETROS DEL SENSOR</b>	<b>VALORES DEL SENSOR a 750 rpm</b>	<b>VALORES DEL SENSOR a 3000 rpm</b>
Voltaje máximo	5.8V	21.5V
Voltaje mínimo	0.0V	16.5V

1.- Tener el equipo FSA500 para realizar las pruebas CMP.



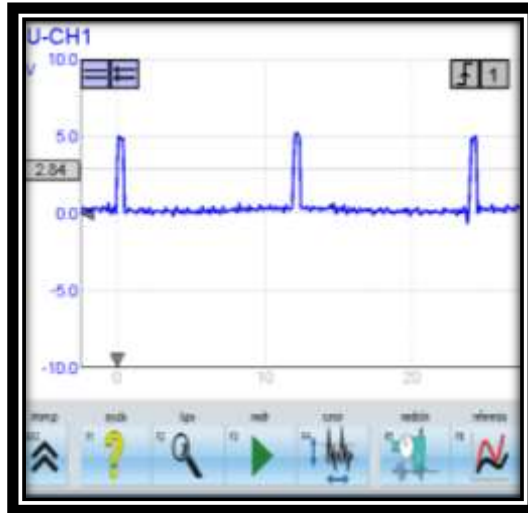
2.- Ubicación de CMP, se procedió a la respectiva revisión visual donde se encuentra ubicado el sensor CMP del motor.



Conexión de puntas en el socket CMP, para poder realizar su respectiva medición.



4.- Se obtiene gráfica y resultados de la medición del sensor CMP con el equipo FSA500 de Bosch.



5.- Especificaciones del sensor CMP, color, terminales y función.

<b>COLOR</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Blanco	1	Referencia de voltaje
Negro	2	Masa
Amarillo/Azul	3	Señal del sensor CMP

Especificaciones con el Multímetro CMP

<b>TERMINALES DEL SENSOR</b>	<b>MULTIMETRO</b>
1 y 2	Se comprueba los valores de voltajes de los pines 1 y 2

Especificaciones del Sensor CMP

<b>PARAMETROS DEL SENSOR</b>	<b>VALORES DEL SENSOR a 1500 rpm</b>
Voltaje máximo	10V
Voltaje mínimo	-6.25V



1.- Tener el equipo FSA500 para realizar las pruebas ECT.



2.- Ubicación de ECT, se procedió a la respectiva revisión visual donde se encuentra ubicado el sensor ECT del motor.



3.- Conexión de puntas en el socket ECT, para poder realizar su respectiva medición.



4.- Se obtiene gráfica y resultados de la medición del sensor ECT con el equipo FSA500 de Bosch.



5.- Especificaciones del sensor ECT, color, terminales y función.

<b>COLOR DE CABLE</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Negro/Café	2	Señal del sensor ECT
Café/ Negro	1	Masa

Especificaciones con el Multímetro ECT

<b>TERMINALES DEL SENSOR</b>	<b>MULTIMETRO</b>
1 y 2	Se comprueba los valores de voltajes de los pines 1 y 2

Especificaciones del Sensor ECT

<b>PARAMETROS DEL SENSOR</b>	<b>VALORES DEL SENSOR 70 °C</b>	<b>VALORES DEL SENSOR 29 °C</b>
Voltaje máximo	0,550V	1,57 V
Voltaje mínimo	0,0V	1,19V

1.- Tener el equipo FSA500 para realizar las pruebas IAT.



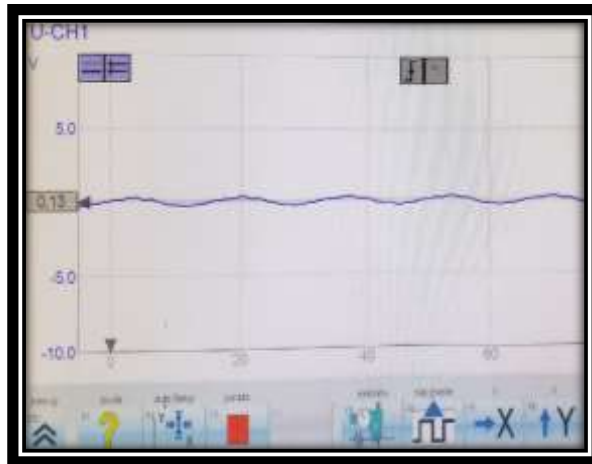
2.- Ubicación de IAT, se procedió a la respectiva revisión visual donde se encuentra ubicado el sensor.



3.- Conexión de puntas en el socket IAT, para poder realizar su respectiva medición.



4.- Se obtiene gráfica y resultados de la medición del sensor IAT con el equipo FSA500 de Bosch.



5.- Especificaciones del sensor IAT, color, terminales y función.

COLOR DE CABLE	TERMINAL	FUNCIÓN
Blanco	12	Señal del sensor IAT
Negro/Café	7	Tierra

Especificaciones con el Multímetro IAT

TERMINALES DEL SENSOR	MULTIMETRO
12 y 7	Se comprueba los valores de voltajes de los pines 12 y 7

Especificaciones del Sensor IAT

PARAMETROS DEL SENSOR	VALORES DEL SENSOR 29 °C	VALORES DEL SENSOR 27 °C
Voltaje máximo	1,2V	1.62V
Voltaje mínimo	0,0 V	1,52V

1.- Tener el equipo FSA500 para realizar las pruebas MAP.



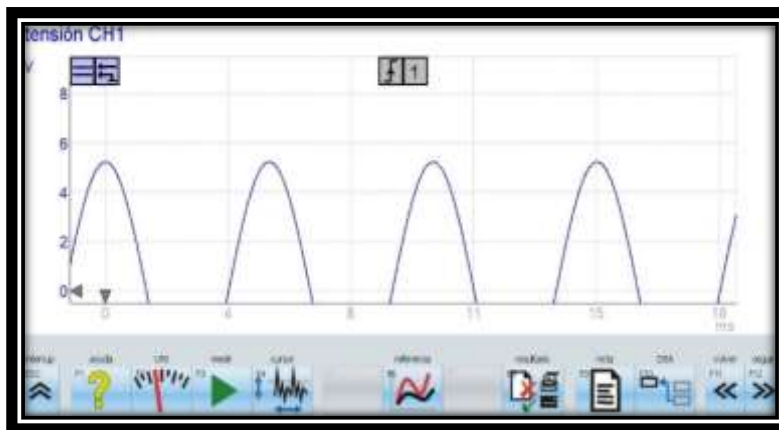
2.- Ubicación de MAP, se procedió a la respectiva revisión visual donde se encuentra ubicado el sensor.



3.- Conexión de puntas en el socket MAP, para poder realizar su respectiva medición.



4.- Se obtiene gráfica y resultados de la medición del sensor MAP con el equipo FSA500 de Bosch.



5.- Especificaciones del sensor MAP, color, terminales y función.

COLOR DE CABLE	TERMINAL	FUNCIÓN
Azul/ Rojo	1	Referencia de voltaje
Negro/ Café	2	Masa
Verde / Blanco	3	Señal del sensor MAP

### Especificaciones con el Multímetro MAP

<b>TERMINALES DEL SENSOR</b>	<b>MULTIMETRO</b>
1 y 3	Se comprueba los valores de voltajes de los pines 1 y 3.

### Parámetros del sensor MAP.

<b>PARAMETROS</b>	<b>VALORES</b>
Voltaje máximo	4.5V
Voltaje mínimo	100V

1.- Tener el equipo FSA500 para realizar las pruebas O2.



2.- Ubicación de O2, se procedió a la respectiva revisión visual donde se encuentra ubicado el sensor.



3.- Conexión de puntas en el socket O2, para poder realizar su respectiva medición.



4.- Se obtiene gráfica y resultados de la medición del sensor O2 con el equipo FSA500 de Bosch.





5.- Especificaciones del sensor O2, color, terminales y función.

<b>COLOR DE CABLE</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Verde	1	Señal del sensor O2
Violeta	2	Voltaje de batería
Café	3	Masa
Negro	4	Control del calentador

Especificaciones con el Multímetro O2

<b>TERMINALES DEL SENSOR</b>	<b>MULTIMETRO</b>
1 y 4	Se comprueba los valores de voltajes de los pines 1 y 4.

Parámetros del sensor O2

<b>PARAMETROS</b>	<b>VALORES</b>
Voltaje máximo	880m V
Voltaje mínimo	100mV

1.- Tener el equipo FSA500 para realizar las pruebas APP .



2.- Ubicación del sensor APP, se procedió a la respectiva revisión visual donde se encuentra ubicado el sensor pedal de aceleración.



3.- Conexión de puntas en el socket APP, para poder realizar su respectiva medición.



4.- Se obtiene gráfica y resultados de la medición del sensor APP con el equipo FSA500 de Bosch.



5.- Especificaciones del sensor APP, color, terminales y función.

<b>COLOR DE CABLE</b>	<b>TERMINAL</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Verde	2	Referencia de voltaje (2)
Blanco/Negro	6	Señal del sensor (2)
Amarillo	5	Masa (2)
Negro/Blanco	3	Señal sensor (1)
Negro	4	Masa (1)
Cafe	1	Referencia de voltaje sensor (2)

Especificaciones con el Multímetro APP

<b>TERMINALES DEL SENSOR</b>	<b>MULTIMETRO</b>
2 y 6	Se comprueba los valores de voltajes de los pines 2 y 6.

Parámetros del sensor APP.

<b>PARAMETROS</b>	<b>VALORES</b>
Voltaje máximo	3.52V
Voltaje mínimo	0,50V
Voltaje promedio	2,01V