



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz**

**Autores:** Alan Nicolai Portugal Montalvo

Tomas David Obando Moreno

**Tutor:** Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán. MsC. PhD (c)

**Análisis de la Variación en la Forma de Onda de los Sensores del Sistema de Inyección de Combustible del Vehículo Mazda Allegro 1.6 al Usar Gasolina Eco y Súper Utilizando Osciloscopio Automotriz**



### **Certificación de Autoría**

Nosotros, Tomás David Obando Moreno y Alan Nicolai Portugal Montalvo, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos los 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.

---

Tomás David Obando Moreno

C.I: 0951649342

---

Alan Nicolai Portugal Montalvo

C.I: 0952085512

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Marco Vinicio Noroña Merchán certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán, MsC. PhD (c)

Director del Proyecto

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a Dios, por darme esa fortaleza para seguir adelante a pesar de ciertas adversidades presentadas en el camino y culminar con una etapa más de mi vida.

A mis padres y seres queridos por brindarme ese apoyo, confianza y empuje para seguir adelante. Y dar por concluido una etapa más de vida profesional.

*Tomás David Obando Moreno*

## **Dedicatoria**

Este proyecto de tesis va dedicado a Dios, a mi familia, a mis abuelitos, principalmente a mi mamá que ha dado su apoyo incondicional y ese empujón para seguir adelante con mis estudios y poder llegar a obtener mi título de tercer nivel.

Dedico también este proyecto en especial a mi papá (+) que desde donde este, se que me estará viendo con orgullo por haber logrado esta meta y por las que faltan, siempre me estará apoyando y guiándome en cada paso que de tanto a nivel personal como profesional.

*Alan Nicolai Portugal Montalvo*

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, a mis padres que han sido pilar fundamental en mi vida, siempre me han sabido dar los mejores consejos para poder en cada etapa de mi vida seguir por un buen camino y que lo he logrado hasta ahora, he valorado el esfuerzo que han hecho por mí en especial mi mama que dio todo de si para poder darme los estudios y llegar a ser tanto una buena persona como un excelente profesional.

Quiero dar las gracias a mi familia que siempre han aportado con su granito de arena y haber sido también una guía en este proceso de mis estudios, agradezco a mi compañero de tesis que a lo largo de la misma ha dado todo de si para poder hacerla posible.

Agradezco al todos los docentes de la universidad quienes han impartidos los mejores conocimientos, agradecimiento especial al ingeniero Marco Noroña por ser nuestro tutor y guía en este proceso de tesis.

*Alan Nicolai Portugal Montalvo*

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por verme dado las fuerzas para culminar una etapa más de vida, por permitirme ver tenido la oportunidad de seguir con esta profesión. A mis padres por verme dado ese apoyo desde un inicio hasta el final para poder seguir adelante y poder concluir lo que en su momento parecía una larga etapa de vida y hoy les agradezco por todo ese apoyo y fortaleza brindada. También agradezco a mis familiares por estar también presente en este proceso de formación y en esta etapa de investigación con uno u otro apoyo. A mis amigos también les agradezco ya que han sido uno de los empujones que he tenido en esta etapa para poder concluir.

A mi compañero de tesis también por ver brindado de su parte y dedicación en todo momento durante el proceso de la investigación. A la universidad, a los ingenieros y al área administrativa por ser también ese apoyo para concluir una etapa más de vida. Así mismo agradezco con el Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán por ver sido participe de esta investigación y ver aceptado ser nuestro tutor de tesis y estar presente en todo este proceso para poder darlo por concluido.

Muchas gracias...!!!

***Tomás David Obando Moreno***

## Índice de Contenido

Certificación de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Índice General.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tablas.....	xvi
Resumen.....	xvii
Abstract.....	xviii
Introducción.....	1
Capítulo I.....	2
1.1 Tema de Investigación.....	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación.....	3

1.4.1 Justificación Teórica .....	3
1.4.2 Justificación Metodológica .....	3
1.4.3 Justificación Práctica .....	4
1.4.4 Delimitación Temporal .....	4
1.4.5 Delimitación Geográfica .....	4
1.4.6 Delimitación del Contenido .....	5
1.5 Hipótesis .....	6
1.6 Variables de Hipótesis .....	6
1.6.1 Variables Independientes .....	6
1.6.2 Variables Dependientes .....	6
Capitulo II .....	7
2.1 Introducción al Sistema de Inyección Multipunto Secuencial .....	7
2.2 Partes del Sistema de Inyección Electrónica Multipunto .....	8
2.2.1 Sensores del Sistema de Inyección .....	9
2.3 Módulo de Control Electrónico (ECU) .....	37
2.4 Combustibles para Vehículos Comercializados en Ecuador .....	38
2.4.1 Gasolina Eco .....	38
2.4.2 Gasolina Súper .....	39
2.5 Osciloscopio Hantek .....	39
Capitulo III .....	42

3.1 Característica del Vehículo Mazda .....	42
3.2 Detalle Físico de los Sensores del Mazda Allegro .....	43
3.2.1 Detalle Físico del Sensor Crankshaft Position Sensor (CKP) del Mazda Allegro.....	44
3.2.2 Detalle Físico del Sensor Camshaft Position Sensor (CMP) del Mazda Allegro .....	45
3.2.3 Detalle Físico del Sensor MAF del Mazda Allegro .....	46
3.2.4 Detalle Físico del Sensor Intake Air Temperature (IAT) del Mazda Allegro .....	47
3.2.5 Detalle Físico del Sensor KNOCK (KS) del Mazda Allegro.....	48
3.2.6 Detalle Físico del Sensor de oxígeno O <sub>2</sub> s del Mazda Allegro .....	49
3.2.7 Detalle Físico del Sensor Engine Coolant Temperature (ECT) del Mazda Allegro.....	50
3.2.8 Detalle Físico del Sensor Throttle Position Sensor (TPS) del Mazda Allegro .....	51
3.3 Comprobación de Oscilogramas con Gasolina Ecopais y Súper .....	52
3.3.1 Oscilograma de Sensor CKP a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper .....	52
3.3.2 Oscilograma de Sensor CMP a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper.....	54
3.3.3 Oscilograma de Sensor MAF a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper .....	55
3.3.4 Oscilograma de Sensor IAT a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper .....	57
3.3.5 Oscilograma de Sensor KS a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper .....	58
3.3.6 Oscilograma de Sensor O <sub>2</sub> a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper .....	60
3.3.7 Oscilograma de Sensor ECT a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper .....	61
3.3.8 Oscilograma de Sensor TPS a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper .....	63
Capitulo IV.....	65

4.1 Análisis del Sensor CKP .....	65
4.2 Análisis del Sensor CMP .....	65
4.3 Análisis del Sensor MAF .....	66
4.4 Análisis del Sensor IAT .....	67
4.5 Análisis del Sensor KS.....	67
4.6 Análisis del Sensor O2.....	68
4.7 Análisis del Sensor ECT .....	68
4.8 Análisis del Sensor TPS.....	69
4.9 Análisis Global de los Sensores .....	69
Conclusiones.....	71
Recomendaciones .....	72
Bibliografía .....	73

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Delimitación Geográfica Zona Norte</i> .....	5
Figura 2 <i>Sistema de Inyección Multipunto</i> .....	8
Figura 3 <i>Sensores del Motor</i> .....	10
Figura 4 <i>Constitución de un Sensor de Posición de Cigüeñal del Tipo Inductivo</i> .....	11
Figura 5 <i>Circuito Eléctrico y Oscilación del Sensor CKP Inductivo</i> .....	12
Figura 6 <i>Constitución de un Sensor de Posición de Cigüeñal del Tipo Efecto Hall</i> .....	12
Figura 7 <i>Circuito Eléctrico del Sensor CKP Efecto Hall</i> .....	13
Figura 8 <i>Oscilograma del Sensor CKP Efecto Hall</i> .....	13
Figura 9 <i>Constitución de un Sensor de Posición de Cigüeñal del Tipo Óptico</i> .....	14
Figura 10 <i>Circuito Eléctrico del Sensor CKP Óptico</i> .....	15
Figura 11 <i>Oscilograma del Sensor CMP Inductivo</i> .....	16
Figura 12 <i>Sensor de Posición del Árbol de Levas de Efecto Hall (CMP)</i> .....	17
Figura 13 <i>Circuito Eléctrico del Sensor CMP</i> .....	17
Figura 14 <i>Oscilación del Sensor CMP</i> .....	18
Figura 15 <i>Sensor y Oscilación del Sensor de Oxígeno</i> .....	19
Figura 16 <i>Circuito Eléctrico del Sensor de Oxígeno</i> .....	20
Figura 17 <i>Circuito Eléctrico del Sensor de Oxígeno</i> .....	20
Figura 18 <i>Constitución del Sensor de Oxígeno Planar</i> .....	21
Figura 19 <i>Constitución del Sensor de Oxígeno de Banda Ancha</i> .....	22
Figura 20 <i>Constitución del Sensor MAF del Tipo Paleta Móvil</i> .....	23
Figura 21 <i>Constitución Sensor de Flujo de Aire en la Admisión (MAF)</i> .....	24
Figura 22 <i>Circuito Eléctrico del Sensor MAF</i> .....	25
Figura 23 <i>Oscilograma del Sensor MAF</i> .....	25

Figura 24 <i>Sensor MAF de Cable Frío</i> .....	26
Figura 25 <i>Sensor MAF de Membrana</i> .....	27
Figura 26 <i>Componentes y Circuito del Sensor TPS</i> .....	28
Figura 27 <i>Oscilograma del Sensor TPS</i> .....	28
Figura 28 <i>Sensor de Temperatura (ECT)</i> .....	30
Figura 29 <i>Circuito Eléctrico del Sensor ECT</i> .....	30
Figura 30 <i>Oscilación del Sensor ECT</i> .....	31
Figura 31 <i>Ubicación Sensor de Detonación Piezoeléctrico (KS)</i> .....	32
Figura 32 <i>Circuito Eléctrico del Sensor KS</i> .....	33
Figura 33 <i>Oscilación del Sensor KS</i> .....	33
Figura 34 <i>Constitución Sensor KS Piezoeléctrico no Resonante</i> .....	34
Figura 35 <i>Constitución Sensor KS de Presión</i> .....	35
Figura 36 <i>Sensor de Temperatura de Aire (IAT)</i> .....	36
Figura 37 <i>Circuito Eléctrico del Sensor IAT</i> .....	36
Figura 38 <i>Oscilación del Sensor IAT</i> .....	37
Figura 39 <i>Unidad de Control Electrónica (ECU)</i> .....	38
Figura 40 <i>Osciloscopio Hantek 1008C</i> .....	40
Figura 41 <i>Vehículo a Estudiar Mazda Allegro</i> .....	42
Figura 42 <i>Ubicación de los Sensores</i> .....	44
Figura 43 <i>Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor CKP Mazda Allegro</i> .....	45
Figura 44 <i>Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor CMP Mazda Allegro</i> .....	46
Figura 45 <i>Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor MAF del Mazda Allegro</i> .....	47
Figura 46 <i>Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor IAT del Mazda Allegro</i> .....	48

Figura 47 <i>Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor KS del Mazda Allegro</i> .....	49
Figura 48 <i>Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor O2 del Mazda Allegro</i> .....	49
Figura 49 <i>Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor ECT del Mazda Allegro</i> .....	50
Figura 50 <i>Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor TPS del Mazda Allegro</i> .....	51
Figura 51 <i>Limpieza de Tanque de Combustible del Mazda Allegro</i> .....	52
Figura 52 <i>Oscilograma del Sensor CKP a 2500 RPM con Ecopais</i> .....	53
Figura 53 <i>Oscilograma del Sensor CKP a 2500 RPM con Súper</i> .....	53
Figura 54 <i>Oscilograma de Sensor CMP a 2500 RPM con Ecopais</i> .....	54
Figura 55 <i>Oscilograma de Sensor CMP a 2500 RPM con Súper</i> .....	55
Figura 56 <i>Oscilograma de Sensor MAF a 2500 RPM con Ecopais</i> .....	56
Figura 57 <i>Oscilograma de sensor MAF a 2500 RPM con Súper</i> .....	56
Figura 58 <i>Oscilograma de Sensor IAT a 2500 RPM con Ecopais</i> .....	57
Figura 59 <i>Oscilograma de Sensor IAT a 2500 RPM con Súper</i> .....	58
Figura 60 <i>Oscilograma de Sensor KS a 2500 RPM con Ecopais</i> .....	59
Figura 61 <i>Oscilograma de Sensor KS a 2500 RPM con Súper</i> .....	59
Figura 62 <i>Oscilograma de Sensor O2 a 2500 RPM con Ecopais</i> .....	60
Figura 63 <i>Oscilograma de Sensor O2 a 2500 RPM con Súper</i> . .....	61
Figura 64 <i>Oscilograma de sensor ECT a 2500 RPM con Ecopais</i> .....	62
Figura 65 <i>Oscilograma de sensor ECT a 2500 RPM con Súper</i> .....	62
Figura 66 <i>Oscilograma de Sensor TPS a 2500 RPM con Ecopais</i> .....	63
Figura 67 <i>Oscilograma de Sensor TPS a 2500 RPM con Súper</i> .....	64

## Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Detalles Técnicos del Osciloscopio Hantek 1008c</i> .....	41
Tabla 2 <i>Ficha Técnica del Motor a Estudiar</i> .....	43
Tabla 3 <i>Descripción de los Pines del Sensor CKP</i> .....	45
Tabla 4 <i>Descripción de los Pines del Sensor CMP</i> .....	46
Tabla 5 <i>Descripción de los Pines del Sensor MAF</i> .....	47
Tabla 6 <i>Descripción de los Pines del Sensor IAT</i> .....	48
Tabla 7 <i>Descripción de los Pines del Sensor KS</i> .....	49
Tabla 8 <i>Descripción de los Pines del Sensor O2</i> .....	50
Tabla 9 <i>Descripción de los Pines del Sensor ECT</i> .....	51
Tabla 10 <i>Descripción de los Pines del Sensor TPS</i> .....	52
Tabla 11 <i>Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor CKP</i> .....	65
Tabla 12 <i>Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor CMP</i> .....	66
Tabla 13 <i>Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor MAF</i> .....	66
Tabla 14 <i>Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor IAT</i> .....	67
Tabla 15 <i>Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor KS</i> .....	68
Tabla 16 <i>Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor O2</i> .....	68
Tabla 17 <i>Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor ECT</i> .....	69
Tabla 18 <i>Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor TPS</i> .....	69
Tabla 19 <i>Análisis Global de los Datos de Voltaje de los Sensores</i> .....	70

## Resumen

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el vehículo de prueba Mazda Allegro 1.6l con inyección electrónica de combustible con el fin de analizar la variación en la forma de onda de los diferentes sensores del motor. El estudio se realizó usando un osciloscopio Hantek 1008C que permitirá obtener los datos confiables respecto al rendimiento del motor a través del estudio de ondas resultante de los sensores del vehículo sometido a prueba.

Las pruebas llevadas a cabo se establecieron bajo un régimen de 2500 revoluciones, usando diferentes tipos de combustibles, tanto Eco (87 octanos) como Súper (92 octanos) y con el vehículo estacionado. Previo a la toma de datos, se realizó una revisión literaria actualizada respecto al tema para determinar las características físicas y electrónicas de cada sensor del vehículo, la misma que abarcó el tipo de sensores, así como su circuito eléctrico y oscilograma. Una vez realizada la toma de los datos y oscilogramas de cada sensor, se procedió a clasificar estos valores en tablas para poder realizar el análisis correspondiente, dicho análisis se estableció por medio de un método de diferencia que existe entre valores de cada sensor con el uso de eco y súper, permitiendo realizar un análisis global de todos los sensores según el combustible utilizado en cada prueba.

En conclusión, la información obtenida permite establecer que existe una diferencia en el comportamiento del vehículo mediante el análisis de los sensores según el tipo de combustible usado, lo que incide directamente en el rendimiento del mismo y se puede decir genera un aumento o disminución de consumo dependiendo del combustible a usar. Se espera que este trabajo sirva de guía a la hora de elegir el tipo de combustible que el usuario quiera usar en su vehículo teniendo en cuenta los beneficios que a futuro pueda obtener.

*Palabras Clave:* oscilograma, sensor, osciloscopio, combustible, súper, eco.

## Abstract

This research work was carried out in the 1.6l Mazda Allegro test vehicle with electronic fuel injection with the purpose of analyzing the variation in the wave shape of the different sensors of the engine. The study was performed using a Hantek 1008C electronic equipment to obtain reliable data about the engine's performance through the study of the oscillograms resulting from the sensors of vehicle tested.

The tests performed were established using a 2500 rpm regime using different types of fuel, both Eco and "Super" Premium fuel, and with the vehicle in idle position. Previous to the data collection, a thorough literature review regarding the topic to determine the physical and electronic characteristics of each vehicle sensor, which included what type of sensors they are, as well as their electrical circuits and oscillograms. After obtaining the data and oscillograms of each sensor, the figures obtained were classified in charts to perform the corresponding analysis. This analysis was established by determining the difference between the values in each sensor with the use of the Eco and "Super" Premium fuel, allowing a global analysis of the performance of the vehicle sensors according to the fuel used on each test.

In conclusion, the information obtained allows establishing that there is a difference in the performance of the vehicle through the analysis of the sensors according to the type of fuel employed, which has a direct incidence in the performance of the vehicle and it can be said it generates an increase or decrease in consumption depending on the fuel used. It is expected that this work may serve as guidance when selecting the type of fuel, a user wants to use in their vehicle, considering the future benefits they might obtain.

*Key Word:* oscillogram, sensor, oscilloscope, fuel, regular fuel, premium fuel

## **Introducción**

Para poder mantener un vehículo en óptimas condiciones se tiene que llevar a cabo un mantenimiento constante de éste del cual permite alargar la vida útil del mismo, así como también utilizar combustible que sea de buena calidad en este caso que posea un elevado índice de octanaje ( combustible gasolina), existen muchos sistemas de inyección que puede ser del tipo directa o indirecta en vehículos que usan como combustibles la gasolina no ser compatible con uno de los tipos de gasolina en especial la Eco.

Esto puede llegar a generar códigos de falla, que la Ecu del motor indicara de manera visual a través del check engine y que en ocasiones para poder hacer una compatibilidad de este tipo de combustible se debe realizar una reprogramación del software de la Ecu.

En este presente proyecto de tesis lo que se lleva a cabo es un análisis mediante la interpretación de los oscilogramas de los sensores del motor. De si existe un cambio o no, en el funcionamiento del motor utilizando dos tipos de combustible Eco y Súper .

Se espera que esta tesis pueda servir a cualquier persona que requiera de esta informacion a la hora de elegir el tipo de combustible para su vehiculo, ya que esto puede influir en el rendimiento que este pueda tener y lo que es directamente proporcional al consumo de combustible comparando los dos tipos de gasolina usados en la tesis.

## **Capítulo I**

### **Antecedentes**

#### **1.1 Tema de Investigación**

Análisis de la variación en la forma de onda de los sensores del sistema de inyección de combustible del vehículo Mazda Allegro 1.6 al usar gasolina eco y súper utilizando osciloscopio automotriz.

#### **1.2 Planteamiento del Problema**

Debido a las condiciones de prueba en las cuales el vehículo a estudiar se podrá determinar cómo es el desempeño del vehículo y como variarán los valores de voltaje de los sensores. Los voltajes serán medidos por un osciloscopio en cada etapa de prueba

Se realizará un estudio y análisis correspondiente, por consiguiente, se obtendrá resultados que permitirán comprender de qué manera trabaja cada sensor dentro del motor y poder explicar cómo tienen incidencia para el desempeño del vehículo.

Cualquier motor de combustión interna, ya sea diésel o gasolina, necesita para su correcto funcionamiento mantener una relación entre el combustible y el oxígeno del aire necesario para su combustión, lo que se conoce como mezcla óptima. Teniendo en este caso la incidencia de octanaje de cada tipo de gasolina, lo que hará que el vehículo obtenga un mayor o menor rendimiento a la hora de trabajar.

Las gasolinas con mayor octanaje responden al requerimiento de una alta compresión en los motores, aumentando el rendimiento de estos, y la vida útil del motor porque reduce la autoignición prematura de la mezcla de aire y combustible. Esto evita que el pistón choque repentinamente “cascabeleo”. (autozinternacional, 2013)

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### ***1.3.1 Objetivo General***

Analizar por medio del osciloscopio la variación de la forma de onda de los sensores del sistema de inyección electrónica del vehículo Mazda Allegro 1.6 utilizando gasolina eco y súper.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

- Determinar las especificaciones técnicas y electrónicas de los sensores del sistema de inyección electrónica del vehículo Mazda Allego 1.6.
- Examinar las características físicas de funcionamiento del motor en función de la gasolina eco y súper a través de las formas de onda de los sensores obtenidas por un osciloscopio Hantek 1008C.
- Contrastar los resultados obtenidos de las diferentes etapas de diagnóstico para una correcta conclusión.

### **1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación**

Definidos los objetivos de la investigación se responde la pregunta de por qué investiga a este interrogante. Se puede dar respuesta desde la perspectiva teórica, metodológica y práctica.

#### **1.4.1 Justificación Teórica**

La fundamentación teórica del trabajo se basa en el estudio previamente establecido de cada sensor del vehículo a estudiar con sus parámetros establecidos de fábrica.

#### **1.4.2 Justificación Metodológica**

Las pruebas establecidas a realizar serán aplicadas de manera ordenada, realizando en primer lugar la comprobación del estado del motor del vehículo a estudiar, ya que se debe encontrar en óptimas condiciones para el desarrollo de las pruebas y que así se podrá obtener valores correctos que tendría un motor en óptimas condiciones, para cada etapa de prueba se

tendrá parámetros definidos. En cada una de estas pruebas que se realizara un ciclo de conducción para determinar las diferentes condiciones de los sensores del sistema de inyección de combustible se darán en conjunto con el uso y aplicación del osciloscopio con el cual se obtendrá los datos de los sensores a analizar, para luego dar un análisis de la comparación del funcionamiento de los sensores a distintas pruebas de trabajo.

### **1.4.3 Justificación Práctica**

Para cada sensor que se tiene como objeto de estudio ya existe parámetros dados por el fabricante. Pero lo que se quiere es estudiar es la variación de los mismo con respecto a las pruebas dinámicas con los diferentes tipos de gasolina, y que se analizará de qué manera trabaja el vehículo en cada etapa de prueba con cada tipo de combustible de acuerdo con eso se tendrá un mayor y menor octanaje de los combustibles donde como resultado se tendrá diferentes desempeños en el motor a la hora de trabajar.

### **1.4.4 Delimitación Temporal**

El trabajo se desarrollará desde el mes de octubre de 2021, hasta abril de 2022, lapso que permitirá realizar la investigación, así como diseñar la propuesta.

### **1.4.5 Delimitación Geográfica**

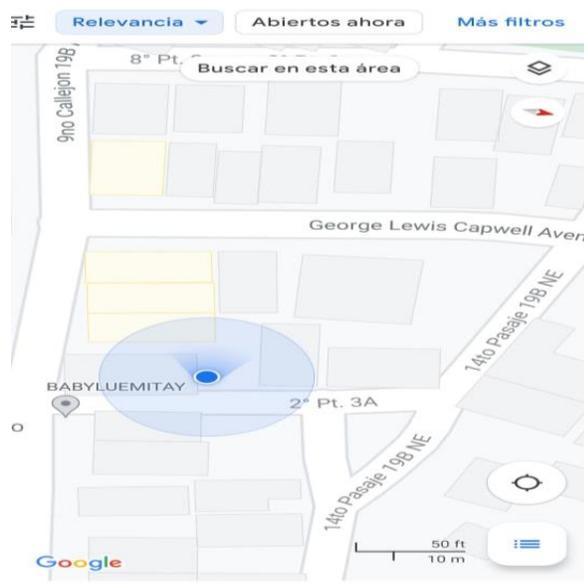
Los lugares por trabajar para la investigación se desarrollarán en la ciudad de Guayaquil, en la ciudadela Guayacanes.

Las pruebas serán realizadas dentro en un mismo punto como se muestra en la imagen de abajo ya que los datos que se obtendrá de los sensores son sin la necesidad de alcanzar una determinada velocidad del vehículo sometido a prueba.

En la figura 1 se muestra la ubicación donde se llevará a cabo la toma de pruebas para la realización del proyecto de tesis.

## Figura 1

### *Delimitación Geográfica Zona Norte*



Fuente: (Google Maps, 2021)

#### 1.4.6 Delimitación del Contenido

El primer bloque está orientado a la investigación de los tipos, funcionamiento y ubicación de los sensores en el vehículo a estudiar.

El segundo bloque está orientado a desarrollar pruebas para asegurar que el motor del vehículo se encuentre en óptimas condiciones para poder desarrollar el análisis de los sensores y así no obtener datos erróneos.

El tercer bloque está orientado al desarrollo de las pruebas a realizar en el vehículo a estudiar con sus respectivos parámetros. Los cuales son: Prueba estáticas y diferentes tipos de gasolina.

El cuarto bloque está orientado al análisis, comparación de los datos obtenidos en las pruebas realizadas con diferentes tipos de combustibles y diferentes pruebas dinámicas en el vehículo a estudiar.

## **1.5 Hipótesis**

Los sensores que trabajan en un motor a combustión interna, que se encuentre en funcionamiento. Van a variar de acuerdo a las condiciones de trabajo que se expongan en función al tipo de combustible que se use.

## **1.6 Variables de Hipótesis**

### **1.6.1 Variables Independientes**

- Combustible
- Régimen de trabajo
- Tiempo

### **1.6.2 Variables Dependientes**

- Sensores
- Inyectores
- ECU

## Capítulo II

### Marco Conceptual de la Investigación

#### 2.1 Introducción al Sistema de Inyección Multipunto Secuencial

Se trata de un tipo de sistema de inyección de combustible empleado en automóviles. La inyección multipunto es un sistema más eficiente, en comparación con uno monopunto, para introducir el combustible en las cámaras de combustión. Gracias a este sistema, se introduce directamente en cada uno de los cilindros el combustible, permitiendo un mayor control de las cantidades de este que se emplean para hacer funcionar el motor. Cuando se utiliza un sistema de inyección multipunto, el proceso para introducir el combustible se produce dentro de las válvulas de admisión de la cámara de combustión. (helloauto, 2021)

La ECU es la encargada de controlar el proceso de inyección del motor, ya sea de tipo directa o indirecta. Gracias a que se utiliza un inyector para cada cilindro, la mezcla aire-combustible se hace de forma más precisa y beneficiosa.

El sistema de inyección multipunto tiene un inyector por cilindro, con lo que se puede asignar una cantidad precisa de gasolina a cada cilindro en el momento oportuno. Debido a esto la mezcla se quema en la proporción adecuada (1 gramo de gasolina por 14,7 gramo de aire) y conlleva una reducción de gases contaminantes. La inyección multipunto puede ser de tipo directa e indirecta. (MaximoGonzalez, 2021)

Si se compara el funcionamiento de un sistema de inyección multipunto tal como se muestra en la figura número 2 con el de un monopunto, los sistemas multipunto ofrecen una eficiencia mayor, lo que supone una reducción en el consumo de combustible y en la cantidad de emisiones contaminantes que genera el vehículo. Estas ventajas son posibles gracias a que la inyección multipunto es capaz de controlar y de repartir de manera más adecuada la cantidad de

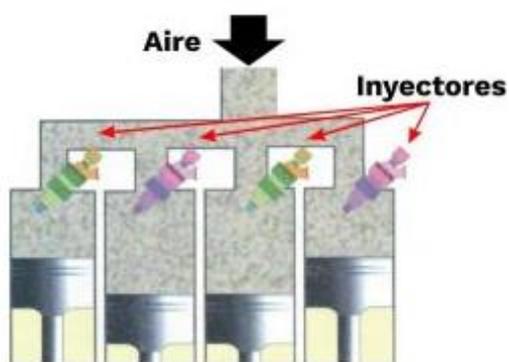
combustible necesaria para el correcto funcionamiento del motor. (helloauto, 2021)

El sistema de inyección multipunto consiste en que cada cilindro está conformado por un inyector, a diferencia del monopunto que consta únicamente de uno para todos los cilindros que posea el motor.

## Figura 2

*Sistema de Inyección Multipunto*

### INYECCIÓN MULTIPUNTO



Fuente: (Solo para mecánicos, 2021)

## 2.2 Partes del Sistema de Inyección Electrónica Multipunto

Como todo sistema de inyección electrónica posee tres partes principales, las cuales son:

- a) Sensores
- b) Módulo de Control Electrónico
- c) Actuadores

En los siguientes subcapítulos se tratará sobre cada una de las partes indicadas que se divide el sistema de inyección.

### 2.2.1 Sensores del Sistema de Inyección

Los sensores en los motores a combustión interna tienen como función transmitir información que es producida por este en principio por la entrada de una información física o química para luego transformarla en información digital que es llevada hacia la ECU del motor.

Los datos recibidos por parte de los sensores serán procesados por la frecuencia, duración e intensidad, siendo de esta manera que la información dada por los sensores sea lo más exacto posible. (pruebaderuta, 2021)

Con la información enviada a la ECU por parte de los sensores, esta internamente procesa y almacena esta información. Luego es comparada con la información que esta posee en su memoria, para de esta manera constatar que esté trabajando los sensores correctamente el motor del vehículo. En caso de que la información recibida por parte de los sensores no sea igual a la información almacenada por la ECU produce DTC que luego son almacenados en su memoria y esta procederá a encender un testigo en el tablero de instrumento, donde de manera inmediata avisara que el motor del vehículo presenta una falla. (pruebaderuta, 2021)

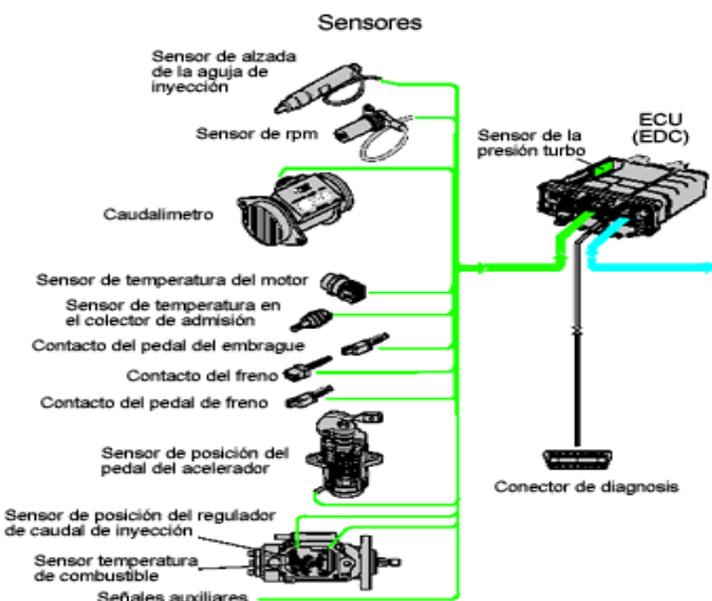
Dentro de los sensores más importantes están:

- Sensor de Posición del Cigüeñal CKP
- Sensor de Posición de árbol de levas CMP
- Sensor de Oxígeno (HO<sub>2</sub>S)
- Sensor Másico de Flujo Aire MAF
- Sensor de Posición de mariposa
- Sensor de temperatura refrigerante - Sensor ECT
- Sensor de detonación KS
- Sensor temperatura de aire IAT

En la figura 3 se muestra un esquema general de cuáles son los principales sensores con los que cuenta el sistema de inyección electrónico que es comando principalmente por la unidad de control electrónica.

**Figura 3**

*Sensores del Motor*



Fuente: (RO-DES, 2016)

**2.2.1.1 Sensor de Posición del Cigüeñal CKP.** El Sensor de Posición del Cigüeñal (Crankshaft Position Sensor (CKP) en inglés) es un sensor magnético que genera voltaje usando un sensor y una rueda con dientes «perdidos» solidaria al cigüeñal, el cual le dice a la centralita (ECU) y al módulo de encendido la posición exacta de los pistones según suben y bajan en un ciclo de motor

La ECM (Engine Control Module) /ECU (Engine Control Unit) calcula las rpm (revoluciones por minuto) del motor usando la señal que envía el CKP, controlando el momento y la duración de la inyección, pues, con la ayuda de este sensor CKP se conoce en todo momento qué cilindro se encuentra en el punto muerto superior. (Petrolheadgarage, 2021)

## – Tipos de Sensor de Posición de Cigüeñal

El Crankshaft position, aunque mantiene su principio de funcionamiento, tiene algunas variantes en su conformación. Por lo menos existen tres tipos, que se describirán de forma breve:

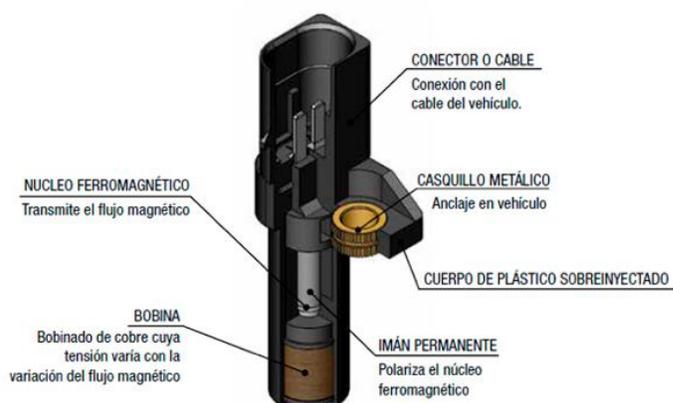
### – Sensor CKP Magnético

En este tipo la función se realiza gracias a un imán y una respectiva bobina. Cuando el imán capta el magnetismo por aproximación de la rueda metálica, induce en la bobina el campo magnético y emite una señal de voltaje. (codigosdtc, 2021)

En la figura 4 se muestra las partes con que cuenta un sensor inductivo CKP, el cual como se puede observar consta de principalmente de una bobina, un núcleo ferromagnético y de un imán permanente los cual son los encargados de general la señal del sensor que es enviada hacia la ECU.

### Figura 4

*Constitución de un Sensor de Posición de Cigüeñal del Tipo Inductivo*

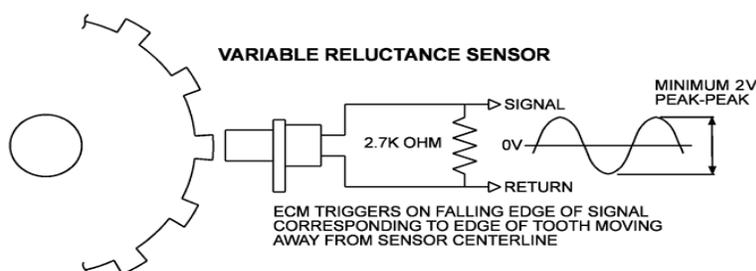


Fuente: (Ingeniería y mecánica automotriz, 2020)

En la figura 5 se muestra el circuito eléctrico y la forma de onda característica de un sensor inductivo (CKP), en la cual se puede observar esa forma senoidal que caracteriza a este sensor y en cuanto a su circuito eléctrico se observa dos terminales una de señal y otra de retorno este tipo de sensores generan su propia señal.

## Figura 5

### *Circuito Eléctrico y Oscilación del Sensor CKP Inductivo*



Fuente: (troublecodes, 2016)

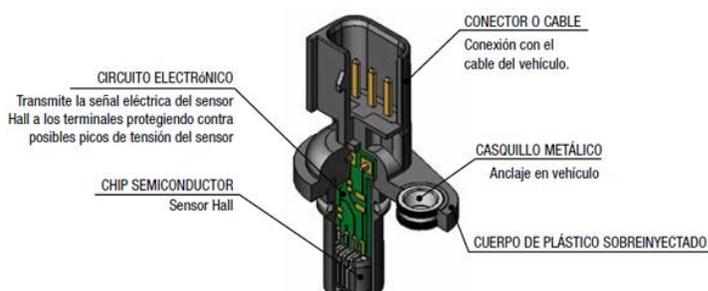
### – Efecto Hall

Muy similar al anterior, el sensor crea un campo magnético, este hace que se cree una fuerza de empuje y acciona un pequeño acoplador. El cual transmite la señal de voltaje, a la ECU del vehículo. Esa fuerza o voltaje es proporcional a la presión ejercida en el acoplador. (codigosdtc, 2021)

En la figura 6 se muestra las partes con que cuenta un sensor de efecto hall (CKP), el cual como se puede observar consta de principalmente de un circuito electrónico y un chip semiconductor Hall los cual son los encargados de general la señal del sensor que es enviada hacia la ECU.

## Figura 6

### *Constitución de un Sensor de Posición de Cigüeñal del Tipo Efecto Hall*

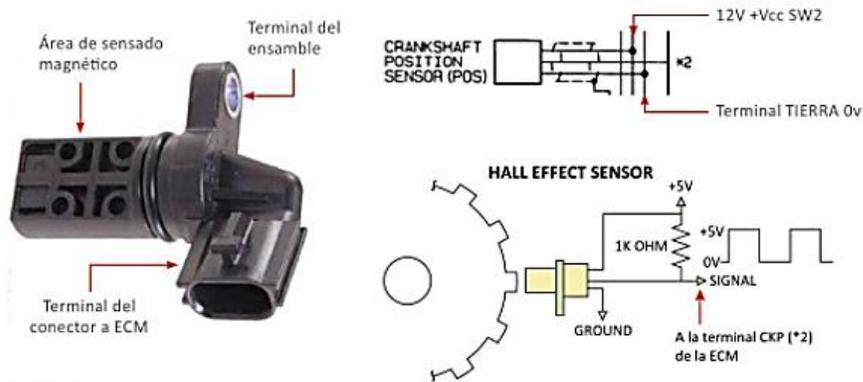


Fuente: (Ingeniería y mecánica automotriz, 2020)

En la figura 7 se muestra el circuito eléctrico de un sensor de efecto hall (CKP), en su circuito eléctrico se observa tres terminales uno de señal, masa y otro de 5V de alimentación al sensor, que generan señal gracias al circuito interno que poseen y al chip Hall.

**Figura 7**

*Circuito Eléctrico del Sensor CKP Efecto Hall*

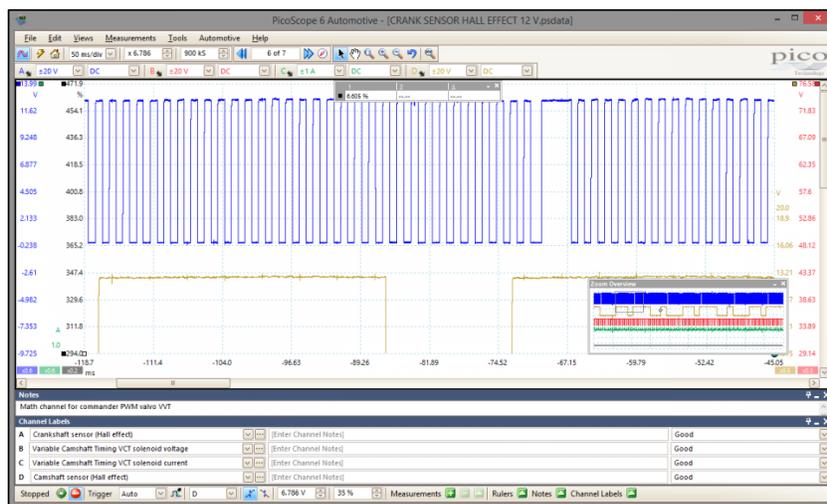


Fuente: (Electrónica y servicio, 2014)

En la figura 8 la forma de onda característica de un sensor de efecto hall (CKP), en la cual el de la parte de arriba se puede observar esa forma cuadrada que caracteriza a este sensor.

**Figura 8**

*Oscilograma del Sensor CKP Efecto Hall*



Fuente: (picoauto, 2021)

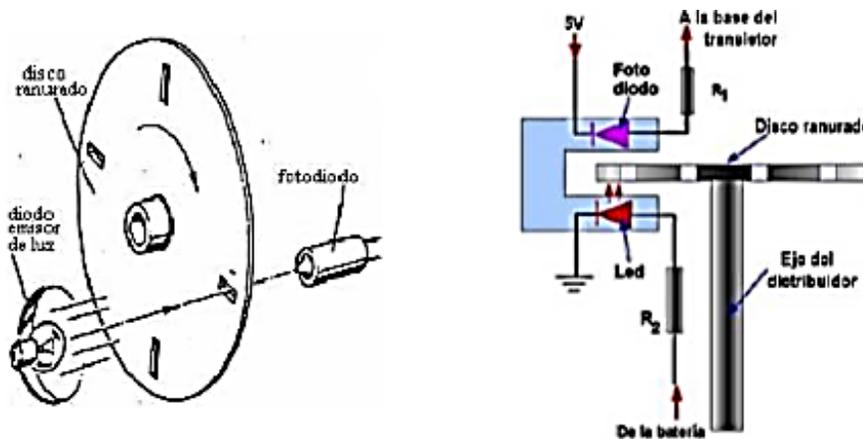
## – Sensor Óptico

Es este caso hay una luz led que se emite desde la rueda dentada. El sensor la capta a través de un fototransistor y la emite a la ECU a manera de pulsos. (codigosdtc, 2021)

En la figura 9 se muestra las partes con que cuenta un sensor óptico (CKP), el cual como se puede observar consta de principalmente de foto diodo, diodos acompañados obviamente de un circuito eléctrico los cuales son los encargados de general la señal del sensor que es enviada hacia la ECU.

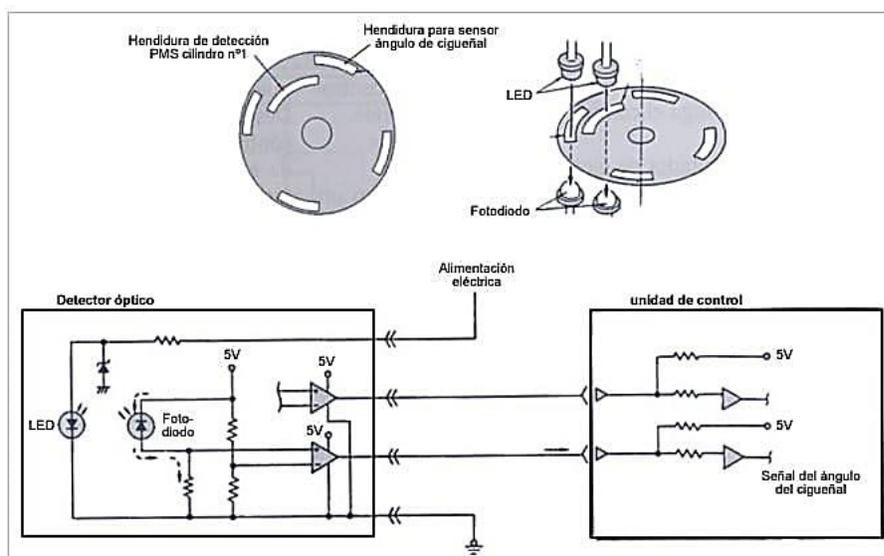
### Figura 9

*Constitución de un Sensor de Posición de Cigüeñal del Tipo Óptico*



Fuente: (Gómez, Orlando Calizaya, 2016)

En la figura 10 se muestra el circuito eléctrico de un sensor de efecto hall (CKP), en su circuito eléctrico se observa cuatro terminales de los dos cuales dos son de señal, masa y otro de 12V de alimentación al sensor, que generan señal gracias al circuito interno que poseen junto a los foto diodos y diodos internos.

**Figura 10***Circuito Eléctrico del Sensor CKP Óptico*

Fuente: (Gómez, Orlando Calizaya, 2016)

**2.2.1.2 Sensor de Posición de Árbol de Levas CMP.** El sensor CMP envía señales hacia el Módulo de Control Electrónico (ECM), y estas señales son usadas para sincronizar el instante de activación de los inyectores de combustible en la secuencia correcta.

El Módulo de Control Electrónico (ECM) usa la señal del sensor CMP para establecer la posición del pistón No. 1 durante su recorrido dentro del cilindro, de esta manera se puede establecer la secuencia correcta de inyección.

Si el ECM detecta una señal incorrecta del sensor CMP mientras el motor está en funcionamiento, entonces se lo indicará con la alarma del Check Engine en el tablero del automóvil y se almacenará como un código de falla en el ECM, que será visible en un escaneo del automóvil. (codigosobd2, 2021)

### – Tipos de Sensor CMP

Los tipos de sensor CMP se pueden dividir tomando como base la misma señal que emite el sensor en cuestión, encontrando así tan solo dos tipos de sensores:

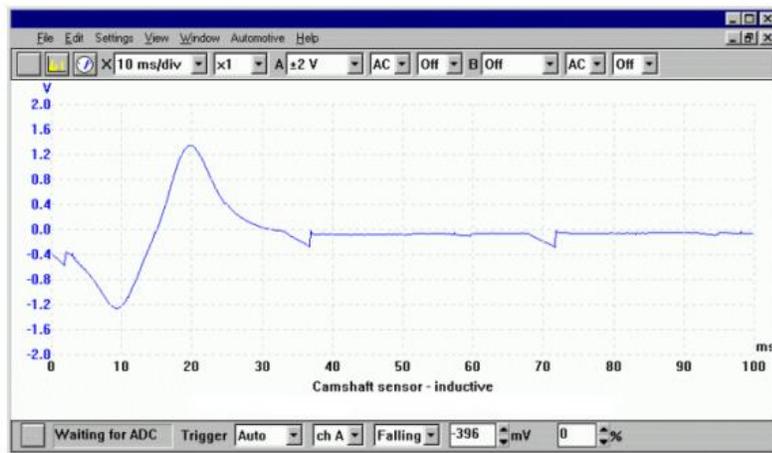
#### – Sensor CMP Inductivo

Emite una señal de voltaje senoidal y el cual está compuesto por una bobina y un imán. Una vez que se roza el imán, la bobina crea un campo magnético capaz de generar voltaje. (codigosobd2, 2021)

En la figura 11 la forma de onda característica de un sensor inductivo (CMP), en la cual se puede observar esa forma senoidal que caracteriza a este sensor.

**Figura 11**

*Oscilograma del Sensor CMP Inductivo*



Fuente: (Javaz, Equipo Automotriz, 2021)

#### – Sensor CMP Tipo Hall

Emite una señal cuadrada. En este caso, el sensor se compone de un imán y de un acoplador magnético, encontrando que si el imán es rozado, entonces el acoplador va generar una señal de voltaje que será recibida por la ECM. (codigosobd2, 2021)

El sensor de posición de árbol de levas de efecto hall tiene una capacidad de respuesta

mucho más eficiente que la de un inductivo, en sus extremos es aplicada la tensión de 12V y tierra, y de su pin central entrega una señal cuadrada de 5 Vpp, con destino hacia la ECU del motor, el sensor CMP se encuentra instalado en el extremo de la cabeza del motor. Y cuando esta falla ocasiona los siguientes síntomas:

- Explosiones en el arranque
- El motor no enciende
- Se enciende la luz del check engine

(Electrónica y servicio, 2014)

En la figura 12 se muestra el diseño de un sensor de Levas de Efecto Hall (CMP)

### Figura 12

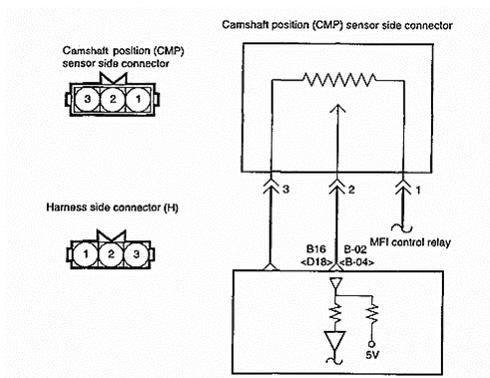
*Sensor de Posición del Árbol de Levas de Efecto Hall (CMP)*



Fuente: (MUNDOCARROS.INFO, 2021)

### Figura 13

*Circuito Eléctrico del Sensor CMP*



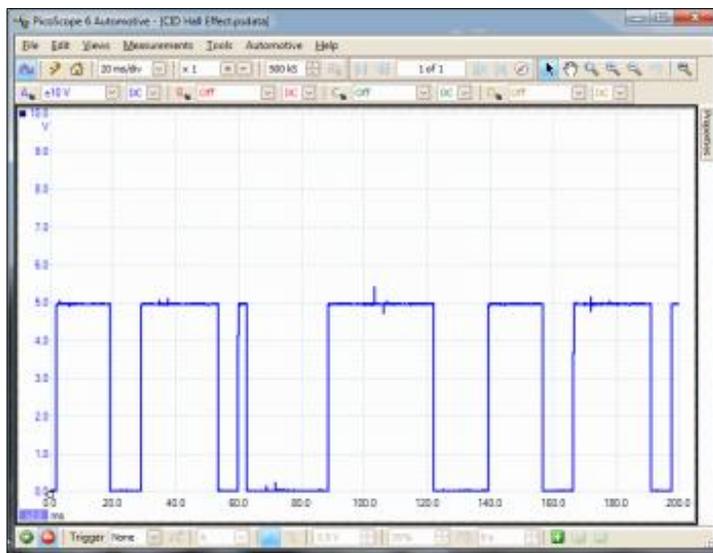
Fuente: (freeautomechanic, 2016)

En la figura 13 se muestra el circuito eléctrico de un sensor de efecto hall (CMP), en su circuito eléctrico se observa tres terminales uno de señal, masa y otro de 5V de alimentación al sensor, que generan señal gracias al circuito interno que poseen y al chip Hall.

En la figura 14 la forma de onda característica de un sensor de efecto hall (CMP), en la cual se puede observar esa forma cuadrada que caracteriza a este sensor.

### Figura 14

#### *Oscilación del Sensor CMP*



Fuente: (picoauto, 2021)

**2.2.1.3 Sensor de Oxígeno (HO2S).** Su función es la medir la diferencia de oxígeno que existe, entre el oxígeno presente en los gases de escape y el que existe en el exterior, para así dar un valor de referencia a la ECU e indicar si existe un quemado total de la mezcla aire combustible. De no ser así, detectara si hay una menor o mayor presencia de oxígeno, que de acuerdo con esto se regulara mediante la información previamente enviada a la ECU con la que esta posee para así enviar señales de salida que permitan mantener una mezcla estequiométrica.

## – Tipos de Sensores de Oxígeno

Para los sensores de oxígeno, se describe las características de los diferentes tipos:

### – Sensor de Circonio

El principio de funcionamiento se basa en el elemento activo, que es una cerámica de óxido de circonio cubierta con placas de titanio que actúan como electrodos. El electrodo interno está en contacto con el oxígeno externo y el electrodo externo con los gases de escape.

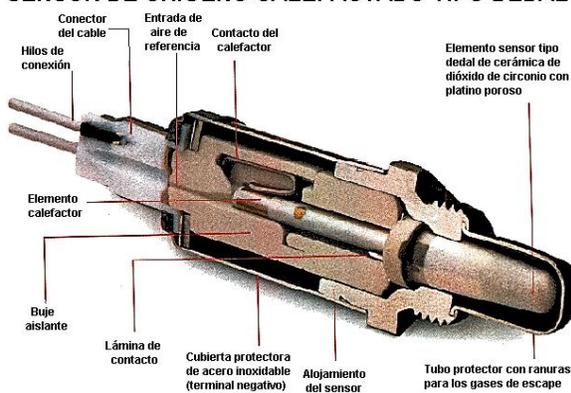
A temperaturas superiores a los 300 grados, esta cerámica se convierte en una batería cuyo voltaje depende de la concentración de oxígeno entre los electrodos. Se considera una mezcla pobre si el sensor emite un voltaje de 0,1 V; si la mezcla es rica, el sensor da una señal de 0,9V; y si la mezcla es estequiométrica, el sensor dará una señal de 450 mV.

En la figura 15 se muestra las partes con que cuenta un sensor de oxígeno tipo dedal, el cual como se puede observar consta de principalmente de un elemento calefactor que calienta el elemento de medición del sensor que se encuentra en la punta del mismo que es el encargado de medir la cantidad de oxígeno que se encuentra en el escape producto de la combustión.

## Figura 15

### *Sensor y Oscilación del Sensor de Oxígeno*

#### SENSOR DE OXÍGENO CALEFACTADO TIPO DEDAL

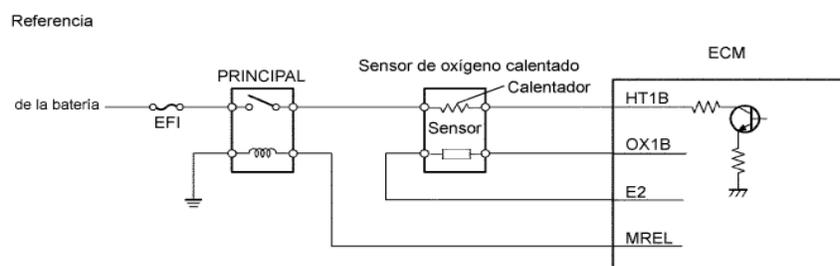


Fuente: (amortiguadoresgabriel, 2015)

En la figura 16 se muestra el circuito eléctrico de un sensor de oxígeno, en su circuito eléctrico se observa tres terminales uno de señal, masa y otro de alimentación al elemento calefactor, este sensor genera señal a una resistencia interna que mide cuando alcanza su temperatura de funcionamiento es capaz de generar una señal midiendo la cantidad de oxígeno que se encuentra en el escape producto de la combustión.

### Figura 16

#### *Circuito Eléctrico del Sensor de Oxígeno*

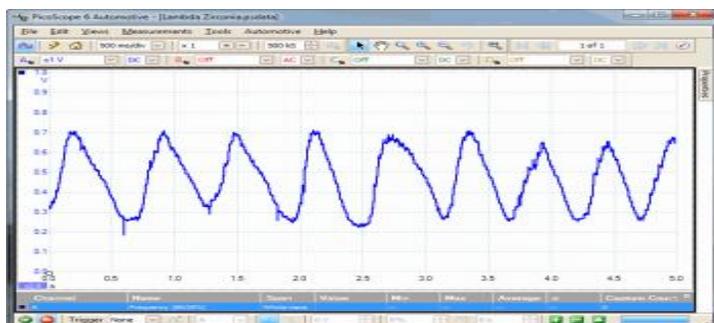


Fuente: (manualespurdy, 2021)

En la figura 17 la forma de onda característica de un sensor de oxígeno, en la cual se puede observar esa forma similar a una senoidal más no la misma porque lo que se observa son picos altos y bajos que indican la variación de una mezcla rica a un pobre.

### Figura 17

#### *Circuito Eléctrico del Sensor de Oxígeno*



Fuente: (picoauto, 2021)

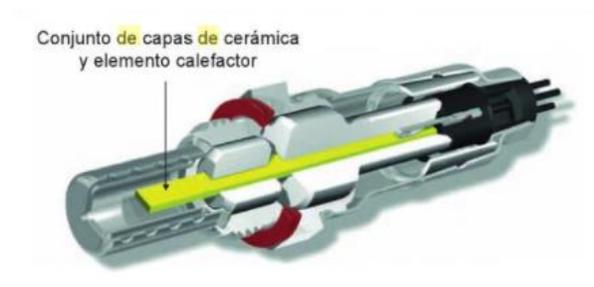
### – Sensor Calefactado de Célula Plana

Es más compacto que otros sensores y tiene una mayor relación de medición, lo que permite 5-7 mediciones por segundo. Su elemento calefactor es más pequeño, por lo que utiliza menos energía para funcionar. Está constituido como se muestra en la figura en diversas capas de cerámica con elemento calefactor embutido, formando el conjunto de placa plana. (GONZÁLEZ CALLEJA, 2012)

En la figura 18 se muestra las partes con que cuenta un sensor de oxígeno tipo planar, el cual como se puede observar consta de principalmente de un elemento calefactor que calienta el elemento de medición del sensor conformado por un conjunto de capas de cerámica que se encuentra en la punta de este que es el encargado de medir la cantidad de oxígeno que se encuentra en el escape producto de la combustión.

### Figura 18

#### *Constitución del Sensor de Oxígeno Planar*



Fuente: (GONZÁLEZ CALLEJA, 2012)

### – Sensor de Banda Ancha

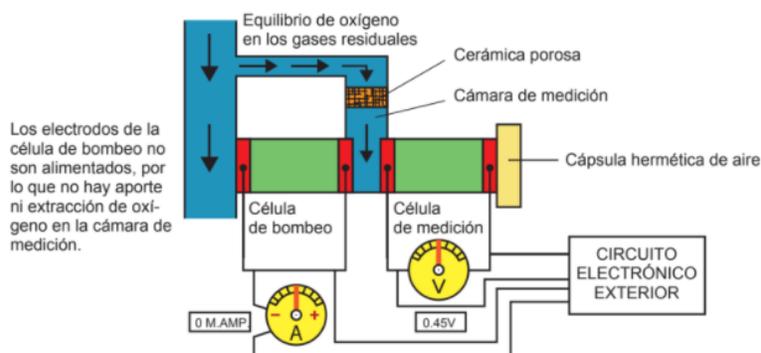
Mide el oxígeno con mayor precisión, su señal varía en unas pocas milésimas de aproximadamente amperios, dando un valor muy cercano a los reales que ocurren dentro del motor. Se trata de un sensor especialmente útil en motores de carga estratificada, como los actuales motores de inyección directa con coeficientes lambda próximos a 2.

Consta de dos elementos, uno de medida y otro de bombeo. El elemento de medición consta de dos electrodos cerámicos. Uno está en contacto con los gases de escape del y el otro con el aire exterior, y se crea un voltaje entre ellos cuando el contenido de oxígeno entre los gases de escape del y el aire exterior es diferente.

En la figura 19 se muestra la constitución de un sensor de oxígeno, conformado principalmente por una célula de bombeo y una célula de medición que mediante el trabajo en conjunto de ambas permiten realizar la medición del aire presente luego de la combustión.

**Figura 19**

*Constitución del Sensor de Oxígeno de Banda Ancha*



Fuente: (PÉREZ BELLÓ, 2017)

**2.2.1.4 Sensor Másico de Flujo Aire MAF.** Detecta la cantidad de aire que ingresa al motor para que el ECM calcule la cantidad de combustible entregado por los inyectores. Está ubicado entre la carcasa del filtro de aire y el cuerpo del acelerador. El sensor MAF está diseñado con una resistencia que tiene una temperatura de 200 grados Celsius cuando el motor está funcionando, su valor de resistencia varía debido al enfriamiento del aire que lo atraviesa o que ingresa al motor, esta variación es una señal para el ECM.

Diagnostico fallas:

- Motor ahogado por exceso de combustible porque no se calculó la cantidad de aire entrante.

- Consumo excesivo de combustible, alta concentración de monóxido de carbono.
- Falta de potencia
- Humo negro en el escape

(Ramirez, 2018)

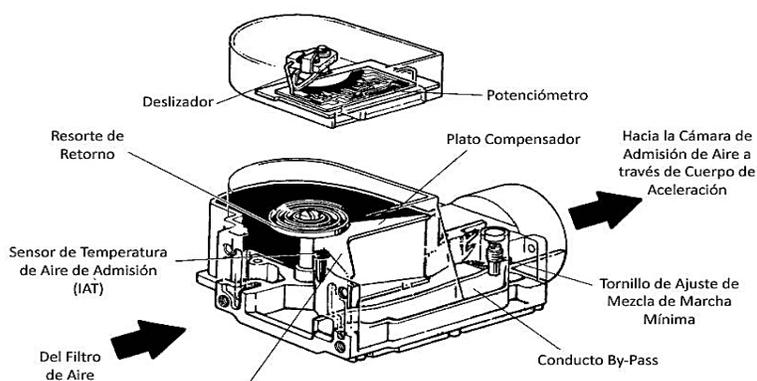
- **Tipos de Sensor MAF**
- **Medidor de Paleta Móvil**

El sensor MAF (volumen de flujo de aire) mide el flujo de aire en el motor con una paleta de aire cargada por resorte (aleta / puerta) conectada a una resistencia variable (potenciómetro). La paleta se mueve en proporción al flujo de aire. Se aplica un voltaje al potenciómetro y aparece un voltaje en el terminal de salida del potenciómetro proporcional al ángulo que gira la paleta, o el movimiento de la paleta puede regular directamente la cantidad de combustible inyectado, como en el sistema K-Jetronic. (intarcesoft, 2020)

En la figura 20 se muestra la constitución de un sensor MAF del tipo paleta móvil, conformado principalmente de una paleta conectada a un deslizador el cual se mueve dentro del potenciómetro el cual envía una señal a la ECU en voltaje indicando la posición de la mariposa.

## Figura 20

### *Constitución del Sensor MAF del Tipo Paleta Móvil*



Fuente: (encendidoelectronico, 2015)

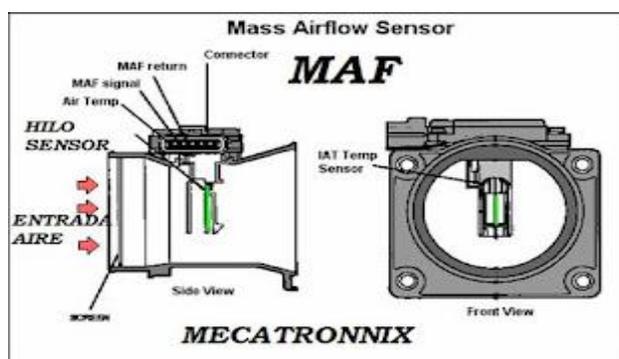
### – Sensor de Hilo Caliente (MAF)

Un sensor de flujo de aire de masa de alambre caliente determina la masa de aire que fluye hacia el sistema de admisión de aire del motor. La teoría de funcionamiento del sensor de flujo de aire de masa de hilo caliente es similar a la del anemómetro de hilo caliente (determina la velocidad del aire). Esto se logra calentando un cable suspendido en la corriente de aire del motor, como un cable de tostadora, aplicando un voltaje constante sobre el cable. La resistencia eléctrica del cable aumenta a medida que aumenta la temperatura del cable, lo que varía la corriente eléctrica que fluye a través del circuito, según la ley de Ohm. (intarcesoft, 2020)

En la figura 21 se muestra la constitución de un sensor MAF del tipo hilo caliente, conformado principalmente de un hilo delgado el cual se calienta y conforme el aire ingresa y pasa sobre el mismo los enfría y esto lo calcula un circuito electrónico interno para que este cambio físico sea transformado en eléctrico como señal hacia la ECU.

### Figura 21

*Constitución Sensor de Flujo de Aire en la Admisión (MAF)*



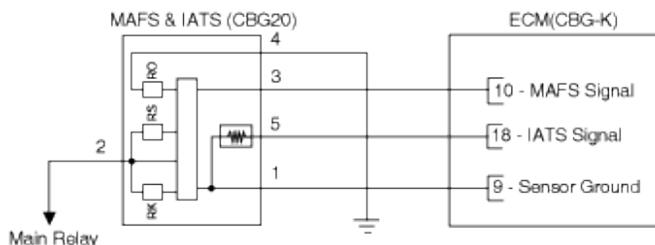
Fuente: (Ramirez, 2018)

En la figura 22 se muestra el circuito eléctrico de un sensor MAF, conformado por tres terminales dos de entrada tanto del IAT como del MAF en este caso también contiene al sensor IAT y una masa proveniente de la ECU que sirve para el funcionamiento interno del circuito electrónico del sensor.

## Figura 22

### Circuito Eléctrico del Sensor MAF

[Circuit Diagram]

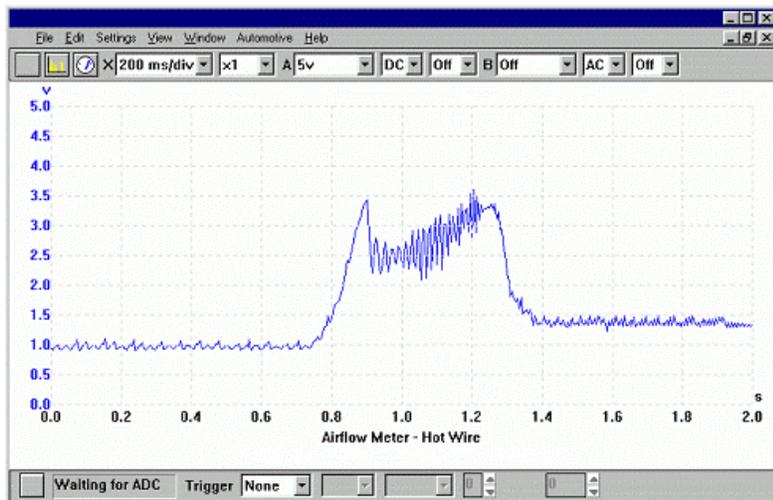


Fuente: (hemanual, 2021)

En la figura 23 la forma de onda del sensor MAF, en la cual se puede observar la forma que lo caracteriza ya que al momento de acelerar la gráfica sube y hace pequeños picos en un lapso de tiempo muy corto.

## Figura 23

### Oscilograma del Sensor MAF



Fuente: (ehtmotors, 2021)

### – Sensor de Cable Frío

La serie de motores GM LS (así como otras) utiliza un sistema MAF de alambre frío (producido por AC Delco) que funciona de manera similar al sistema MAF de alambre caliente;

sin embargo, utiliza una resistencia "fría" adicional para medir el aire ambiente y proporcionar una referencia para el elemento de resistencia "caliente" utilizado para medir el flujo de aire. (intarcesoft, 2020)

En la figura 24 se muestra como está conformado de un sensor MAF del tipo cable frio, como se puede observar es similar al de hilo caliente con la única diferencia que incorpora una resistencia fría para medir el aire ambiente.

### **Figura 24**

*Sensor MAF de Cable Frío*



Fuente: (intarcesoft, 2020)

#### **– Sensor de Membrana**

Una tecnología emergente utiliza una membrana electrónica muy delgada colocada en la corriente de aire. La membrana tiene un sensor de temperatura de película delgada impreso en el lado de arriba y uno en el lado de abajo. Un calentador está integrado en el centro de la membrana que mantiene una temperatura constante similar al método de hilo caliente. Sin ningún flujo de aire, el perfil de temperatura a través de la membrana es uniforme. (intarcesoft, 2020)

En la figura 25 se muestra la constitución de un sensor MAF del tipo membrana, conformado por dos resistencias calientes que miden la cantidad de aire admitido al motor y que son calentados constantemente con un calefactor intermedio a estos.

## Figura 25

### *Sensor MAF de Membrana*



Fuente: (intarcesoft, 2020)

**2.2.1.5 Sensor de Posición de Mariposa.** Este sensor se llama TPS (abreviatura de throttle position sensor en inglés), es el encargado de medir la posición de la aleta de aceleración. De esta forma se puede saber la cantidad de aire que entra en el motor. Este sensor tiene una o dos resistencias de carbono con un control deslizante que pasa cuando se presiona el pedal del acelerador, calcula la posición del acelerador y cambia el voltaje de salida a través de la resistencia. De esta manera, la ECU calcula la masa de aire que ingresa al motor comparando este dato con el de otros sensores, y el también usa esta señal para cambiar el encendido según sea necesario, evitando los antiguos sistemas centrífugos y de vacío del distribuidor.

#### *– Tipos de Sensores TPS Posición del Acelerador*

Hay dos tipos de sensores de posición del acelerador:

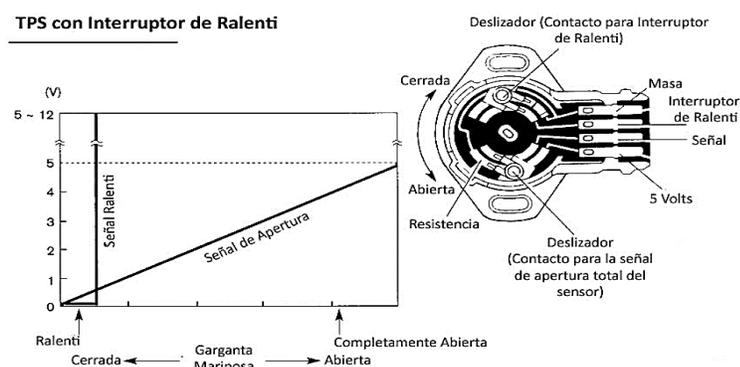
Uno sería el que consta de tres cables o conectores, un conector o cable sería el que indica un voltaje que suele ser de 5V, uno de los cables sería el terminal de tierra, y el último sería el que indica la señal enviada a la computadora.

Y el segundo sensor tiene cuatro hilos o cuatro conexiones, tres de los cuales realizan las mismas funciones que el anterior explicado, lo único diferente y nuevo que añade este sensor es que el cuarto hilo o conexión estaría inactivo.

En la figura 26 se muestra el circuito eléctrico de un sensor TPS, conformado por cuatro pines entre ellos uno de masa, 5V de alimentación, señal y un cuarto que en este caso es un interruptor de ralentí, un deslizante patina sobre el potenciómetro que a su vez mide la posición de la mariposa.

**Figura 26**

*Componentes y Circuito del Sensor TPS*

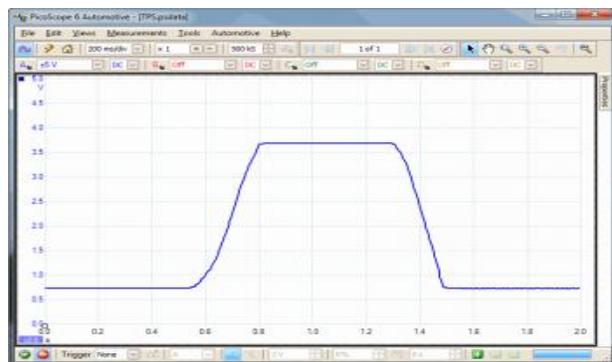


Fuente: (encendidoelectronico, 2015)

En la figura 27 se muestra la forma de onda del sensor TPS, en la cual se puede observar la elevación en cierto punto de esta debido al contacto del pie con el acelerador, luego decae al quitar el contacto de este.

**Figura 27**

*Oscilograma del Sensor TPS*



Fuente: (picoauto, 2021)

**2.2.1.6 Sensor de Temperatura Refrigerante - Sensor ECT.** El ECT es un sensor termistor, es decir, posee una resistencia que va a cambiar de acuerdo con la variación de la temperatura. Estos tipos de sensores son de Coeficiente de Temperatura Negativo (NTC- Negative Temperature Coefficient). El significado de este término indica que la resistencia va a disminuir cuando se eleva la temperatura, si la resistencia sube se debe a que la temperatura está baja. El diagrama del circuito que posee el sensor ECT es sencillo y casi siempre se compone por dos cables. (Sensor automotriz, 2021)

La función principal del sensor ECT es medir la temperatura que posee el refrigerante del motor. Como el sensor entrega información directamente a la ECU, esta interpreta los datos y puede tomar acción. La computadora podrá entonces modificar la mezcla aire combustible, controlar o regular los pulsos de los inyectores y también activará el electroventilador del radiador, si es necesario. (Sensor automotriz, 2021)

– **Tipos de Sensor ECT**

Hay dos tipos de termistores: • NTC (Coeficiente de temperatura negativo) - coeficiente de temperatura negativo • PTC (Coeficiente de temperatura) - coeficiente de temperatura positivo

Los elementos PTC son aquellos cuya resistencia aumenta al aumentar la temperatura y elementos NTC La resistencia disminuye con el aumento de la temperatura. Su funcionamiento se basa en el cambio de resistencia de los semiconductores con la temperatura debido a los cambios en la concentración de los portadores de carga. Con los termistores NTC, a medida que aumenta la temperatura, también aumenta la concentración de portadores, por lo que la resistencia del disminuye y, por lo tanto, el coeficiente es negativo. En los termistores PTC, el semiconductor tiene propiedades metálicas y acepta un coeficiente positivo de en un rango de temperatura limitado. (motorlan, 2017)

En la figura 28 se muestra el diseño del sensor ETC, como se puede observar consta de una punta de medición que a su vez internamente está conectada a una resistencia ya sea PTC o NTC según sea el caso para poder calcular la temperatura interna del motor.

### Figura 28

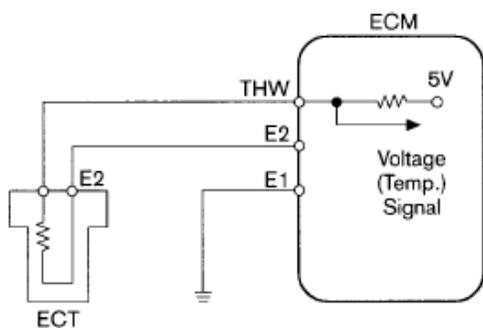
*Sensor de Temperatura (ECT)*



Fuente: (Sensor automotriz, 2021)

### Figura 29

*Circuito Eléctrico del Sensor ECT*



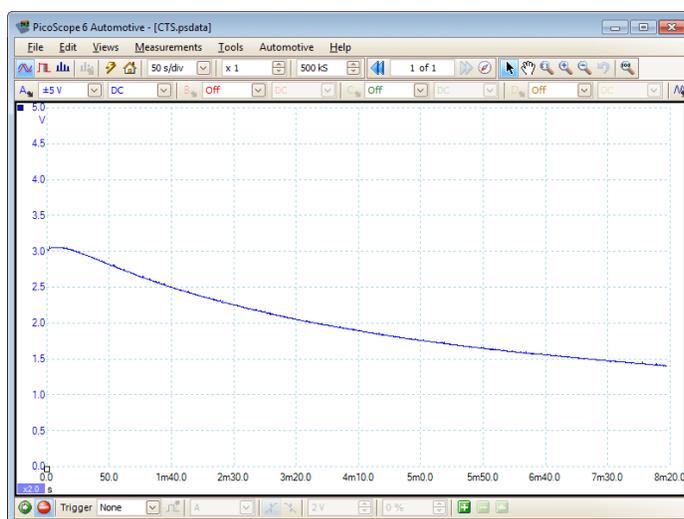
Fuente: (encendidoelectronico, 2015)

En la figura 29 se muestra el circuito eléctrico del sensor ETC, la resistencia interna del sensor esta alimentado de 5V una vez el motor tome temperatura el valor de la resistencia ira variando por lo tanto el valor de alimentación del sensor que saldrá por el segundo pin como señal a la ECU.

En la figura 30 se muestra la forma de onda del sensor ETC, en la cual se puede observar cómo decrece la onda debido a la temperatura que toma el motor.

## Figura 30

### *Oscilación del Sensor ECT*



Fuente: (picoauto, 2021)

**2.2.1.7 Sensor de Detonación KS.** Está ubicado en el bloque del motor, colector de admisión o tapa de válvulas. Supervisa la vibración o golpeteos del motor; y con la señal que envía a la ECU, acciona el interruptor del motor para que tal elemento o dispositivo no sufra daños. Controla el ajuste de la sincronización y retrasa la sincronización hasta un cierto límite, que varía según el fabricante (puede ser 17-22 grados). Lo hace con un módulo externo llamado control electrónico de chispa. Es un sensor de tipo piezoeléctrico.

Los síntomas de error incluyen pérdida de potencia o golpeteo del motor; por lo tanto, algunas partes mecánicas se deterioran. Para revisar el voltaje de este sensor, es necesario dar pequeños golpecitos en el monoblock o cerca del sensor y verificar con un multímetro si produce voltaje. (ResearchGate, 2021)

#### – Tipos de Sensor de Detonación

Para detectar las vibraciones o el golpeteo, provocado por una combustión inadecuada, se puede

medir de dos maneras: por la vibración o por la presión. Casi todos los sensores de picado funcionan midiendo la vibración. (sensorautomotriz, 2021)

Dentro de estos, existen 3 tipos de sensores:

– **Sensores Inductivos y Piezoeléctricos**

Llevan una placa de vibración con una frecuencia de resonancia similar a la del golpe. Así, cuando se produce este, resuena alcanzando la máxima amplitud, convirtiendo esta resonancia en señales eléctricas, por efecto piezoeléctrico o electromagnético. (sensorautomotriz, 2021)

En la figura 31 se muestra la ubicación del sensor KS, en la cual se puede observar que se encuentra a un costado en la parte inferior del block del motor junto a un cilindro del mismo.

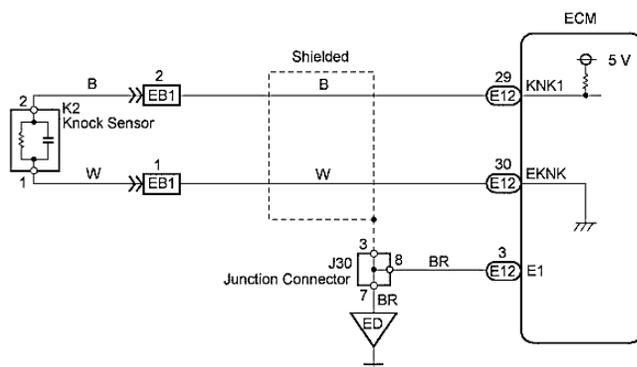
**Figura 31**

*Ubicación Sensor de Detonación Piezoeléctrico (KS)*



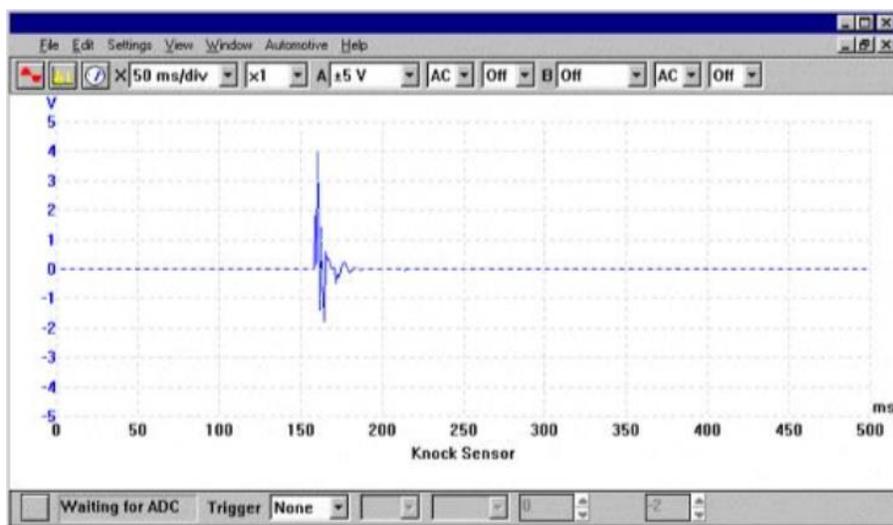
Fuente: (autodoc, 2021)

En la figura 32 se muestra el circuito eléctrico del sensor KS piezoeléctrico, el sensor esta alimentado de 5V por uno de sus pines, por el segundo pin como señal a la ECU todo el trabajo lo realiza la placa piezoeléctrica interna del sensor que transforma la señal física de vibración o presión producto de la combustión en una señal eléctrica para la Ecu.

**Figura 32***Circuito Eléctrico del Sensor KS*

Fuente: (GSIC-Global Service Information Center, 2021)

En la figura 33 se muestra la forma de onda del sensor KS, en la cual se puede observar picos en la onda debido a la detección del sensor de alguna vibración producto de la combustión en el motor.

**Figura 33***Oscilación del Sensor KS*

Fuente: (Autoavance, 2012)

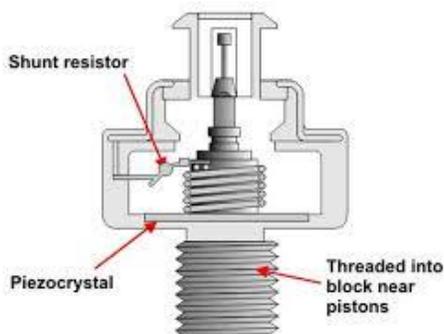
### – Sensor Piezoeléctrico no Resonante

Se basan en un sistema de masa de resorte que les permite realizar mediciones directas de vibraciones. Se caracterizan por un mayor ancho de banda. Su funcionamiento es más eficaz que los resonantes. (sensorautomotriz, 2021)

En la figura 34 se muestra como está constituido el sensor KS piezoeléctrico no resonante, como se puede observar consta de una resistencia de derivación (shunt resistor) y de un piezocristal que son los encargados de detectar la vibración interna del motor producto de la combustión.

### Figura 34

*Constitución Sensor KS Piezoeléctrico no Resonante*



Fuente: (Ingeniería y mecánica automotriz, 2020)

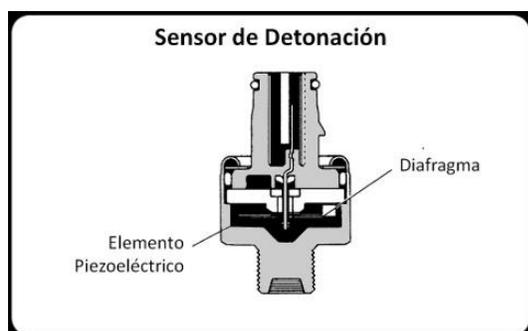
### – Sensor de Presión

Su funcionamiento se basa en la medición de la presión dentro del cilindro. Suelen ir integrados en la bujía. Cuando se da el golpeteo, se filtra el ruido de alta frecuencia generado para diferenciarlo del resto de ruidos propios del funcionamiento normal del motor. (sensorautomotriz, 2021)

En la figura 34 se muestra como está constituido el sensor KS de presión, como se puede observar consta de un diafragma y de un elemento piezoeléctrico que son los encargados de detectar la presión que se ejerce sobre el diafragma mediante vibración interna del motor producto de la combustión.

### Figura 35

#### *Constitución Sensor KS de Presión*



Fuente: (e-auto, 2021)

**2.2.1.8 Sensor Temperatura de aire IAT.** Estos sensores pueden ser coeficiente de temperatura negativo (NTC) resistencia eléctrica y caída de voltaje con aumento de temperatura y coeficiente de temperatura positivo (PTC) resistencia y aumento de voltaje con aumento de temperatura. El sensor es alimentado con 5 voltios por la computadora. El mismo cable de alimentación es el cable de señal para la computadora, el otro cable que va al sensor es la conexión a tierra de la computadora o, en algunos casos, el restablecimiento de conexión a tierra se realiza fuera del mismo. Esta es una resistencia térmica, una resistencia térmica es un elemento que cambia su resistencia con la temperatura, este cambio no es lineal. (doceri, 2021)

En la figura 36 se muestra el diseño del sensor IAT, como se puede observar consta de una punta de medición similar a la del sensor ETC que a su vez internamente está conectada a

una resistencia ya sea PTC o NTC según sea el caso para poder calcular la temperatura del aire que ingresa al motor.

### Figura 36

*Sensor de Temperatura de Aire (IAT)*

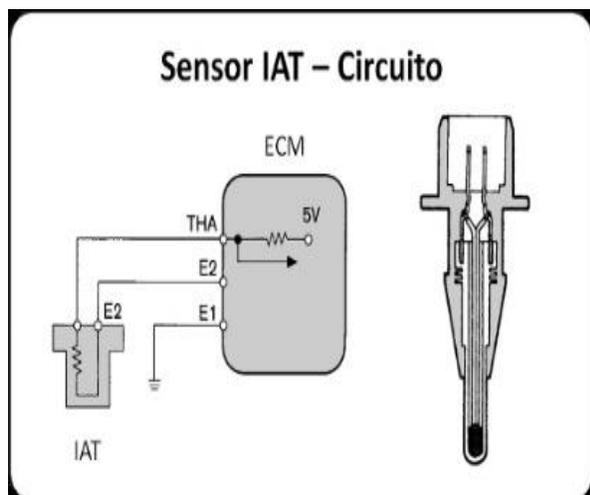


Fuente: (Kilmer, 2020)

En la figura 37 se muestra el circuito eléctrico del sensor IAT, la resistencia interna del sensor esta alimentado de 5V, el valor de la resistencia ira variando según la temperatura del aire que ingresa al motor por lo tanto el valor de alimentación del sensor, que saldrá por el segundo pin como señal a la ECU.

### Figura 37

*Circuito Eléctrico del Sensor IAT*



Fuente: (e-auto, 2021)

En la figura 38 se muestra la forma de onda del sensor IAT, en la cual se puede observar cómo incrementa la onda debido a la temperatura que toma el aire que ingresa motor.

### Figura 38

#### *Oscilación del Sensor IAT*



Fuente: (mecatronicaautomotriz, 2011)

## 2.3 Módulo de Control Electrónico (ECU)

La ECU es la unidad de control electrónico que regula el motor. Es el corazón de un sistema electrónico que consta de sensores y actuadores, donde los sensores informan a la ECU y envían el comando necesario a los actuadores para cambiar dicha información inicial. La función de los sensores es registrar varios parámetros del funcionamiento del vehículo (por ejemplo, revoluciones del motor, temperatura del sistema, señal de posición del pedal del acelerador...). Estos sensores actúan como un puente al sistema central o ECU y el convierte estas cantidades físicas en electrónicas. Los actuadores son responsables de convertir las señales eléctricas recibidas en cantidades mecánicas. Como los inyectores de combustible, electroventiladores o demás sistemas que reciben la información y consecuentemente actúan de una manera mecánica sobre alguna función en el vehículo. (car-tec, 2018)

**Figura 39**

*Unidad de Control Electrónica (ECU)*



Fuente: (RO-DES, 2018)

## **2.4 Combustibles para Vehículos Comercializados en Ecuador**

Los combustibles que se distribuyen a nivel nacional para motores de combustión interna de encendido por chispa son dos:

- Ecopaís (87 octanos)
- Súper (92 octanos)

Estos combustibles se producen para motores con encendido por chispa, es decir, utilizan la mayoría de automóviles en nuestro medio.

### **2.4.1 Gasolina Eco**

Ecopaís es una gasolina mezclada por EP Petroecuador, que contiene un porcentaje de Etanol proveniente de la caña de azúcar, que mejora sus prestaciones y disminuye su impacto ambiental. (Apale, 2018)

La gasolina ecopaís cumple con los mismos requisitos de calidad que la gasolina extra pero con un valor agregado, tiene un componente renovable en su fórmula. Está elaborada a base de la mezcla de naftas de alto y bajo octano con etanol, para de esta forma alcanzar los requisitos de calidad que establece la Norma INEN935, la cual regula la calidad de los combustibles. Al usar etanol como parte de sus componentes, al realizar la combustión se generan menos gases nocivos

y menos dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); eso beneficia a todo nuestro ambiente y, al mismo tiempo, al sector agroindustrial pues la materia prima de este combustible viene de la caña de azúcar. (el Universo, 2022)

#### **2.4.2 Gasolina Súper**

Suele ser el combustible más popular en el mercado. Usualmente es de 95 a 98 octanos y el precio es más elevado que la gasolina eco por utilizar aditivos más potentes. Este es el combustible ideal para los carros de alta potencia y con motores de alta cilindrada, ya que tiene mejor combustión que la gasolina regular. El uso incorrecto de este combustible puede ocasionar daños irreversibles a los carros pequeños, ya que tiene mucha potencia para ellos. Es fundamental que siempre revise el manual de tu automóvil para colocarle la gasolina con el octanaje recomendado por el fabricante. (Banpais, 2020)

### **2.5 Osciloscopio Hantek**

Un osciloscopio es un instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo. Es muy usado en electrónica de señal, frecuentemente junto a un analizador de espectro. 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. Suelen incluir otra entrada, llamada "eje Z" o "Cilindro de Wehnelt" que controla la luminosidad del haz, permitiendo resaltar o apagar algunos segmentos de la traza. (equiposylaboratorio, 2020)

El osciloscopio de prueba de vehículos de 8 canales de Hantek incluye más de 80 funciones de diagnóstico automático diferentes (detección de encendido/sensor/detección de bus/rendimiento/ circuitos de arranque y carga, etc.). Función de ayuda de video, proporciona

ayuda de video de diagnóstico que se puede ver en línea. El resultado del diagnóstico se puede generar como un informe de diagnóstico, se puede imprimir o se puede tomar una captura de pantalla con una pulsación de tecla, hay muchas formas de guardar los datos. Admite almacenamiento de forma de onda a largo plazo. Transmite señales a través de la interfaz USB 2.0 plug and play, y no necesita fuente de alimentación adicional. (solectroshop, 2022)

Las Pruebas que se pueden realizar con el osciloscopio Hantek a un vehículo son las siguientes:

- Ignición primaria y secundaria, válvula de vacío, ajuste de válvulas, prueba de ignición al arranque, prueba de aceleración
- Toma de Oscilogramas de Sensor MAF, Sensor MAP, Sensor de cigüeñal, sensor lambda, sensor de acelerador
- Pruebas CAN: prueba de datos, prueba de integridad, prueba de señal, prueba de adquisición de datos, prueba de largo tiempo LH.
- Circuitos de Arranque y Encendido
- Pruebas en señales análogas

#### **Figura 40**

*Osciloscopio Hantek 1008C*



Fuente: (Amazon, 2022)

**Tabla 1***Detalles Técnicos del Osciloscopio Hantek 1008c*

<b>Marca y Modelo</b>	<b>1008c Hantek</b>	
Vertical	Canal analógico	8
	Impedancia de entrada	<b>Resistencia: 1mΩ</b>
	Sensibilidad de entrada	<b>10 mV / div a 5V / div</b>
	Acoplamiento de entrada	DC
	Resolución	12 bits
	Profundidad de memoria	4K
	Max. Entrada	<b>400v (dc + CA pico)</b>
	Horizontal	Frecuencia de muestreo en tiempo real
Rango de base de tiempo		<b>1ns / div a 20000S / div (1-2-5 secuencias)</b>
Base de tiempo de precisión		<b>50ppm ±</b>
Fuente		CH1. CH2. CH3. CH4. ch5. CH6. ch7. ch8
Desencadenar	Modo	borde
	De entrada del eje x	CH1
Modo XY	Entrada de eje y	CH2
	Medición de la tensión	VPP, empeine, vmax, vmin, Vtop, VMID, Vbase, vpromedio, Vrms, vcrms, preimpulso, rebasamiento
Cursosores y medición	La medición del tiempo	frecuencia, período, tiempo de subida, tiempo de caída, anchura positiva, anchura negativa, ciclo de trabajo
	Medición cursosores	pista, modos de medición automática verticales horizontales
Proceso de señal de forma de onda	<b>+, -, X, ÷, FFT, invertido</b>	
Rango de voltaje	10mV a 5v / div @ x 1 sonda	
	100mv a 50V / div @ x 10 sonda	
	10v a 5000V / div @ x 1.000 sonda	
	100V a 50000v / div @ x 10000 sonda	
	200mv a 100V / div @ 20: 1	
Alcance actual	100mA a 50.0a / div @ cc65 (20a)	
	1000ma para 500.0a / div @ cc65 (65a)	
	1a a 100.0a / div @ CC650 (60a)	
	10a a 1000.0a / div @ CC650 (650a)	

Fuente: (AutoExacto, 2019)

## **Capítulo III**

### **Obtención de Oscilogramas de los Sensores del Sistema de Inyección Electrónica Mediante el Osciloscopio**

#### **3.1 Característica del Vehículo Mazda**

El Mazda Allegro ha sido fabricado como el Mazda 323 en Europa, Norteamérica, Nueva Zelanda y Australia; después como Mazda Protegé en Norteamérica. Se fabricó originalmente en Japón entre 1963 hasta el 2004 para el mercado exterior, y se sigue produciendo actualmente y solo para el consumo local en Japón.

Es familiarmente conocido en nuestra región como 323, las denominaciones Astina o Protegé son más conocido y exclusivamente aplicadas a los modelos de la serie vendidos en Estados Unidos y Canadá así como en Europa, y se dice que sus últimas generaciones tienen como base el chasis del Ford Láser, también usado en el Mercury Metro, y que fuera diseñado en Norteamérica.

#### **Figura 41**

*Vehículo a Estudiar Mazda Allegro*



Los 323 fueron vendidos en Japón como Mazda Lantis, en Australia y Sudáfrica como el Mazda 323 Astina, en Colombia como el Mazda Allegro y en Europa como el Mazda 323F. Ellos fueron construidos en plataformas distintas del otro 323 S. El chasis fue diseñado por antiguos diseñadores de Porsche.

Estéticamente la Familia Neo era parecida al Mazda Lantis/323F y compartió una 2a. versión de 2 puertas, así como la suspensión y otras partes mecánicas del Lantis. El detalle superior del Mazda Neo fue rematado por un motor de 1800 c.c., del tipo DOHC, que se fabricó con una salida de potencia de alrededor de 100 kW, este era el mismo motor puesto al Mazda Lantis. También fue vendido durante un solo año (1995) en Canadá como 323 Neo-GS. En Europa fue llamado 'Mazda 323 C (Cupé) y fue equipado con un bloque de 1.3 L SOHC (75 PS), 1.5 L DOHC 16V (88 PS), y 1.8 L DOHC 16V (115 PS).

## Tabla 2

### *Ficha Técnica del Motor a Estudiar*

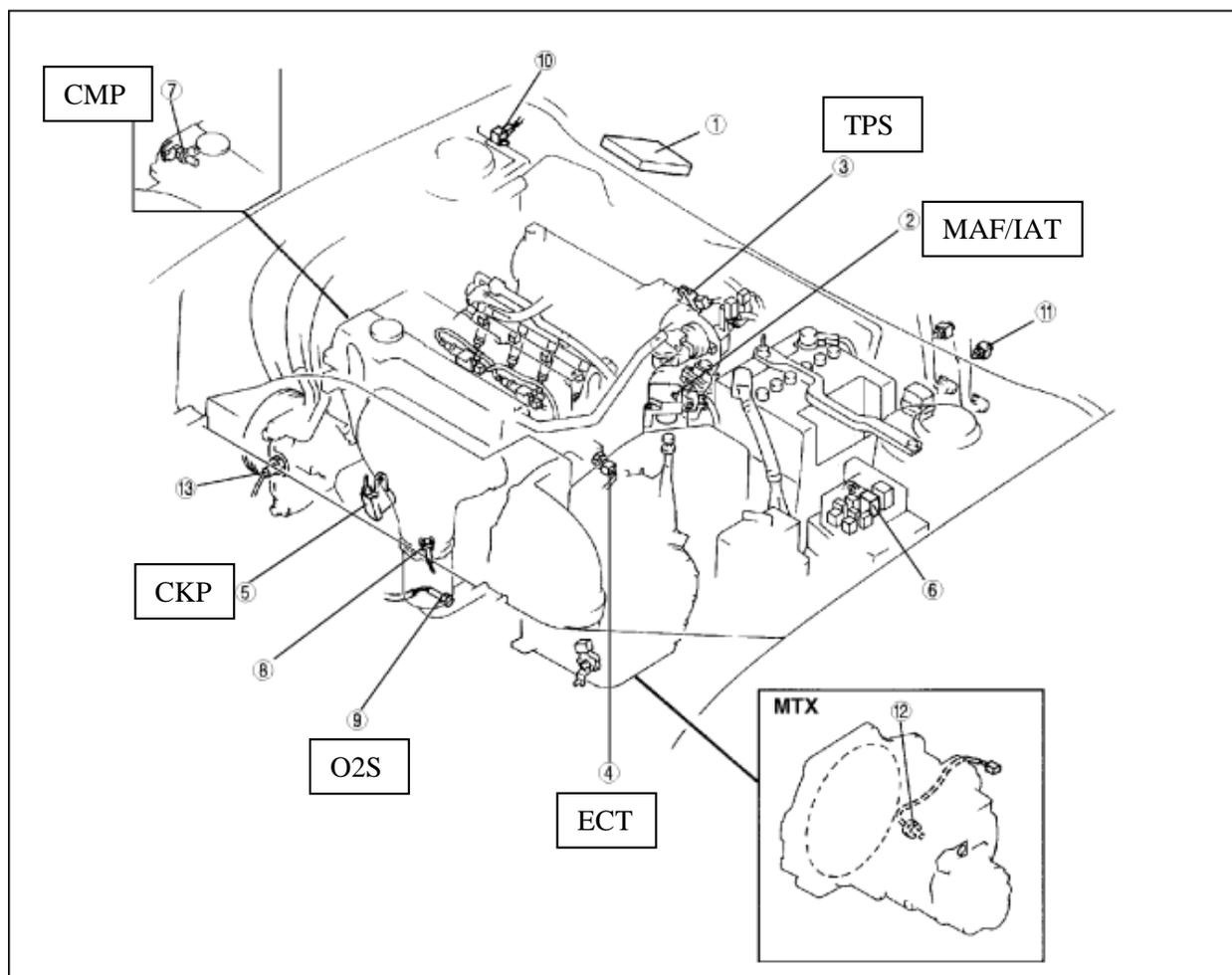
<b>Marca</b>	Mazda
<b>Modelo</b>	Allegro
<b>Año</b>	2005
<b>Color</b>	Azul
<b>Combustibles</b>	Gasolina
<b>Cilindraje</b>	1600
<b>Número de cilindros</b>	4
<b>Motor</b>	ZM703640
<b>Tonelaje</b>	0.75

Fuente: (Agencia nacional de transito, 2022)

### 3.2 Detalle Físico de los Sensores del Mazda Allegro

Este vehículo posee 7 sensores que van ubicados en el sistema de inyección electrónica los cuales realizan el proceso de lazo cerrado para el óptimo funcionamiento del motor.

En la figura 42 se puede observar la ubicación de cada uno de estos sensores para mayor entendimiento y manejo con el osciloscopio al momento de realizar las pruebas.

**Figura 42***Ubicación de los Sensores*

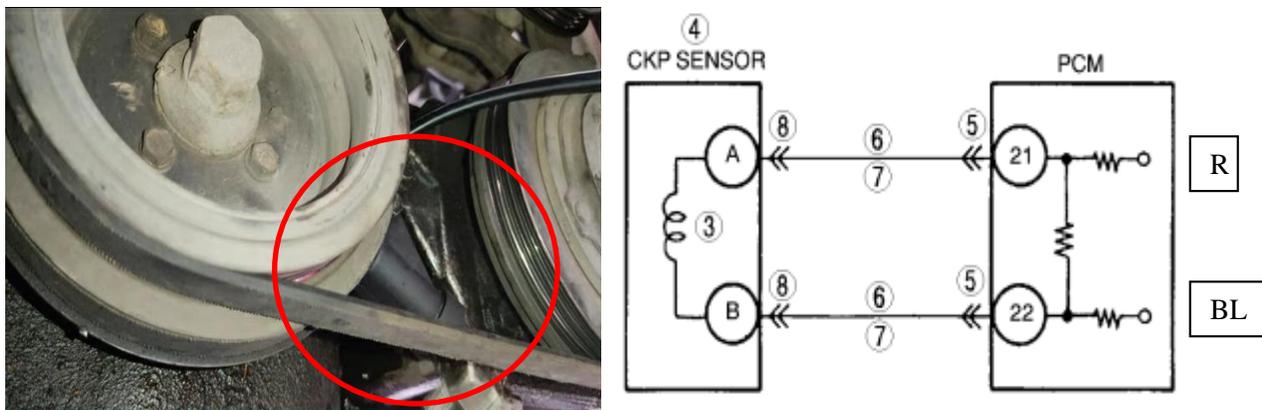
Fuente: (scribd, 2019)

### 3.2.1 Detalle Físico del Sensor Crankshaft Position Sensor (CKP) del Mazda Allegro

El sensor CKP es un sensor de efecto hall, es decir que genera una señal digital hacia la computadora. Consta de tres pines, en la tabla 3 se muestra los colores de los terminales y las señales que brinda cada terminal. Los voltajes de operación van de 0 a 5 Voltios formando una señal cuadrada en todos los regímenes de revoluciones será la misma al ser un sensor de efecto hall, su señal en lo único que variará será en su frecuencia.

**Figura 43**

*Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor CKP Mazda Allegro*

**Tabla 3**

*Descripción de los Pines del Sensor CKP*

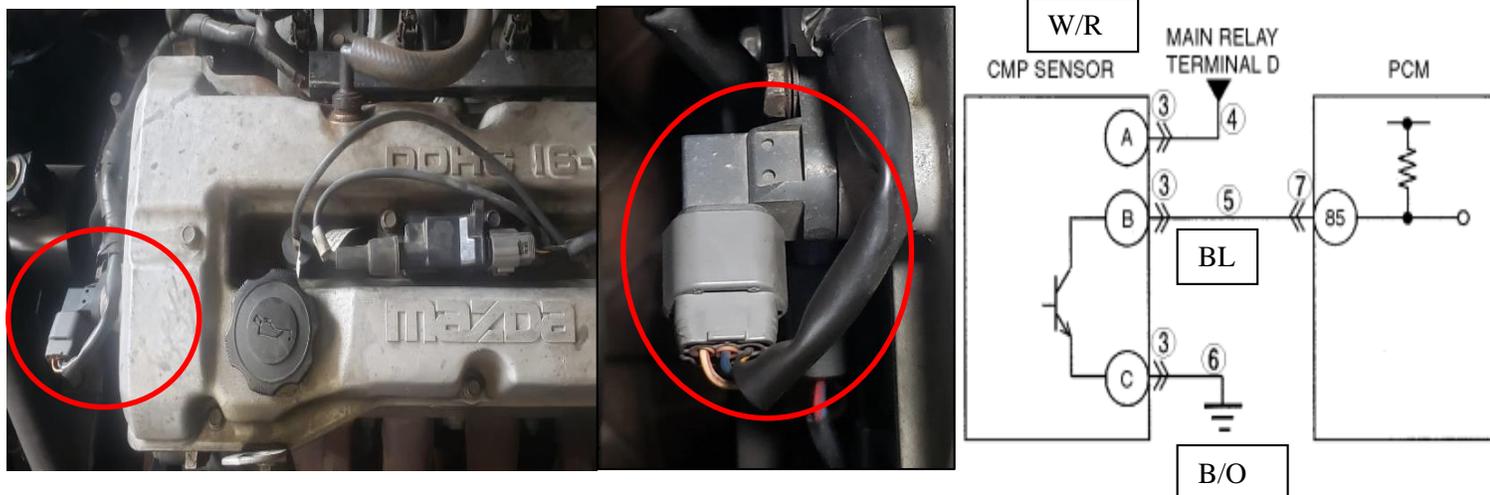
Terminal	Color del cable	Descripción
1	Rojo	12 Voltios
2	Azul	Señal CKP
3	Negro	Tierra para el sensor CKP (suministrada por la computadora de la inyección electrónica)

### 3.2.2 Detalle Físico del Sensor Camshaft Position Sensor (CMP) del Mazda Allegro

El sensor CMP es un sensor de efecto hall, es decir que también genera una señal la cual la transmite a la computadora. Consta de tres pines, en la tabla 4 se muestra los colores de los terminales y las señales que brinda cada terminal. Los voltajes de operación van de 0 a 5 Voltios formando una señal cuadrada en todos los regímenes de revoluciones será la misma al ser un sensor de efecto hall, su señal en lo único que variará será en su frecuencia.

**Figura 44**

*Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor CMP Mazda Allegro*

**Tabla 4**

*Descripción de los Pines del Sensor CMP*

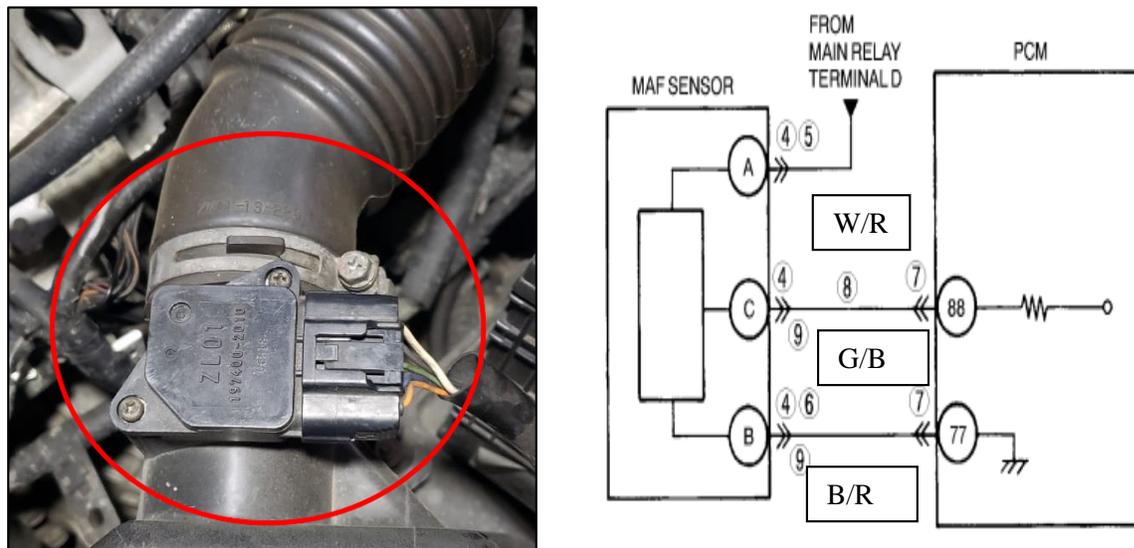
Terminal	Color del cable	Descripción
1	Blanco con rojo	12 Voltios
2	Azul	Señal CMP
3	Negro con naranja	Tierra para el sensor CMP

### 3.2.3 Detalle Físico del Sensor MAF del Mazda Allegro

El sensor MAF es un sensor de tipo hilo caliente, consta de cinco pines de los cuales tres pines corresponden al sensor MAF y los dos restantes al sensor IAT. En la tabla 5 se muestra los colores de los terminales que llegan al sensor con su respectivo valor. Y en la figura 45 se observa físicamente el sensor MAF del vehículo Mazda Allegro. Sus voltajes de operación van de 1.30 a 2.9 voltios, que van desde ralentí hasta plena carga.

**Figura 45**

*Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor MAF del Mazda Allegro*

**Tabla 5**

*Descripción de los Pines del Sensor MAF*

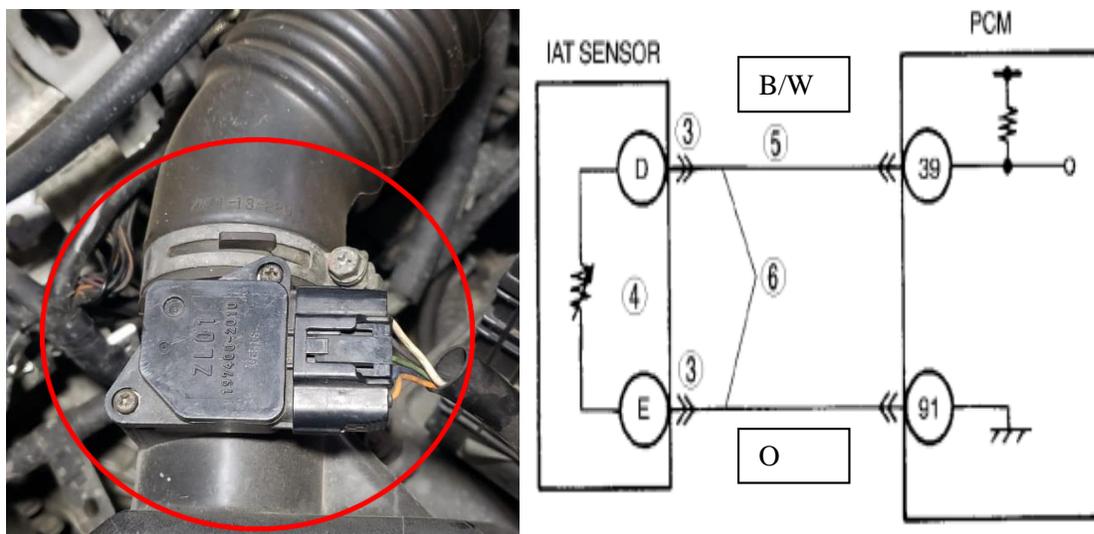
Terminal	Color de cable	Descripción
1	Blanco con rojo	12 Voltios
2	Negro con rayita roja	Tierra para el sensor MAF (suministrada por la computadora de la inyección electrónica)
3	Verde con negro	Señal MAF

### 3.2.4 Detalle Físico del Sensor Intake Air Temperature (IAT) del Mazda Allegro

El sensor IAT es un termistor el cual mide la temperatura en el colector de admisión, consta de dos pines los cuales van unidos al socket de los pines del sensor MAF. En la tabla 6 se muestra los colores de los terminales que llegan al sensor con su respectivo valor. En la figura 46 se observa la conexión del Socket donde se encuentran los pines del sensor MAF y del IAT. Sus voltajes de operación van de 1.30 a 2.9 voltios, que van desde ralentí hasta plena carga.

**Figura 46**

*Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor IAT del Mazda Allegro*

**Tabla 6**

*Descripción de los Pines del Sensor IAT*

Terminal	Color del cable	Descripción
1	Azul con blanco	Señal IAT
2	Anaranjado	Tierra para el sensor IAT (suministrada por la computadora de la inyección electrónica)

### 3.2.5 Detalle Físico del Sensor KNOCK (KS) del Mazda Allegro

El sensor KS es un sensor piezoeléctrico, consta de un pin el cual emite una señal a la computadora. En la tabla 7 se muestra los colores de los terminales que llegan al sensor con su respectivo valor. Este sensor genera su propia señal que va desde los 1.5 en ralentí hasta a 2.7 voltios aplicando media carga,

**Figura 47**

*Ubicación del Sensor KS del Mazda Allegro*

**Tabla 7**

*Descripción de los Pines del Sensor KS*

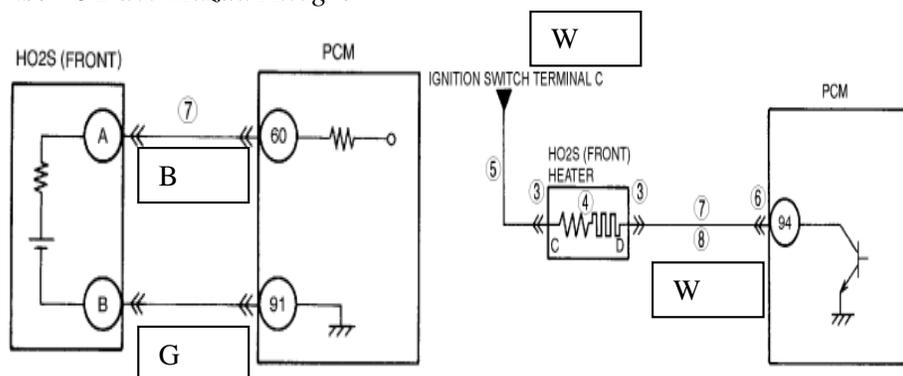
Terminal	Color del cable	Descripción
1	Negro	Señal

### 3.2.6 Detalle Físico del Sensor de oxígeno O2s del Mazda Allegro

El sensor O2 es un sensor de Zirconio, está constituido por un elemento calefactor. Consta de cuatro pines, los cuales emiten señal hacia la computadora. En la tabla 8 se muestra los colores de los terminales que llegan al sensor con su respectivo valor. Sus voltajes de operación van desde los 0.100 que muestra una mezcla pobre a 1 voltio que muestra una mezcla rica.

**Figura 48**

*Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor O2 del Mazda Allegro*

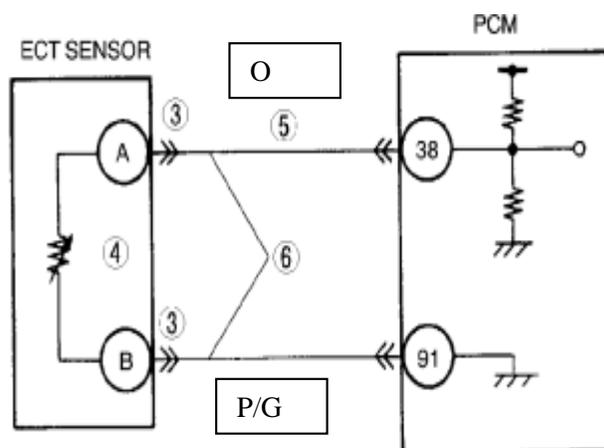


**Tabla 8***Descripción de los Pines del Sensor O2*

Terminal	Color del cable	Descripción
1	Blanco	Calentador (+)
2	Blanco	Calentador (-)
3	Negro	Señal
4	Gris	Tierra

### 3.2.7 Detalle Físico del Sensor Engine Coolant Temperature (ECT) del Mazda Allegro

El sensor ECT es un termistor la cual cambia de acuerdo con la variación de temperatura del motor, consta de dos pines los cuales emiten una señal hacia la computadora. En la tabla 9 se muestra los colores de los terminales que llegan al sensor con su respectivo valor. Sus voltajes de operación van desde los 2.9 a 1.1 voltios, estos voltajes variaran según la temperatura a la que se encuentre el vehículo a mayor temperatura menor voltaje y viceversa.

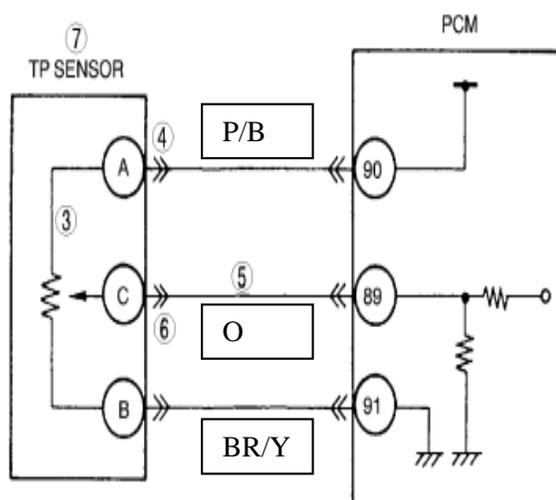
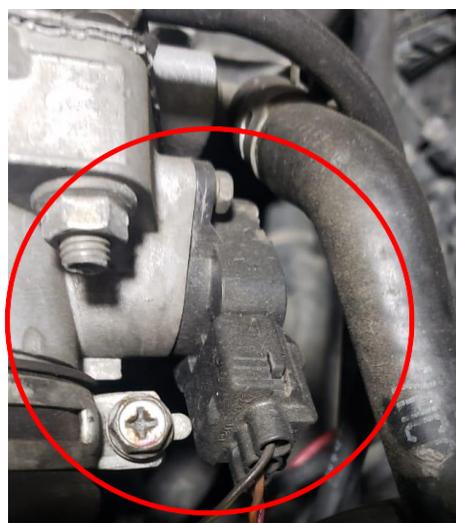
**Figura 49***Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor ECT del Mazda Allegro*

**Tabla 9***Descripción de los Pines del Sensor ECT*

Terminal	Color del cable	Descripción
1	Anaranjado	Positivo
2	Morado con verde	Señal

### 3.2.8 Detalle Físico del Sensor Throttle Position Sensor (TPS) del Mazda Allegro

El sensor TPS es un potenciómetro con una resistencia variable que trabaja en función de la posición de la válvula del acelerador, consta de pines los cuales emiten una señal hacia la computadora. En la tabla 10 se muestra los colores de los terminales que llegan al sensor con su respectivo valor. Sus voltajes de operación van desde los 0.5 a 4.5 voltios, estos voltajes variaran según la apertura de la mariposa de aceleración, a mayor apertura mayor voltaje y viceversa.

**Figura 50***Ubicación y Circuito Eléctrico del Sensor TPS del Mazda Allegro*

**Tabla 10***Descripción de los Pines del Sensor TPS*

<b>Terminal</b>	<b>Cable</b>	<b>Descripción</b>
1	Rosado con negro	5 Voltios
2	Anaranjado	Señal TPS
3	Café con amarillo	Tierra

### **3.3 Comprobación de Oscilogramas con Gasolina Ecopais y Súper**

Para esta prueba se obtuvo el combustible de la estación “Terpel”. Antes de realizar dichas pruebas se realizó una respectiva limpieza del tanque de combustible como se puede observar en la figura 51.

Estas pruebas se realizaron a 2500 rpm para tener un promedio al momento de obtener los resultados finales.

#### **Figura 51**

*Limpieza de Tanque de Combustible del Mazda Allegro*

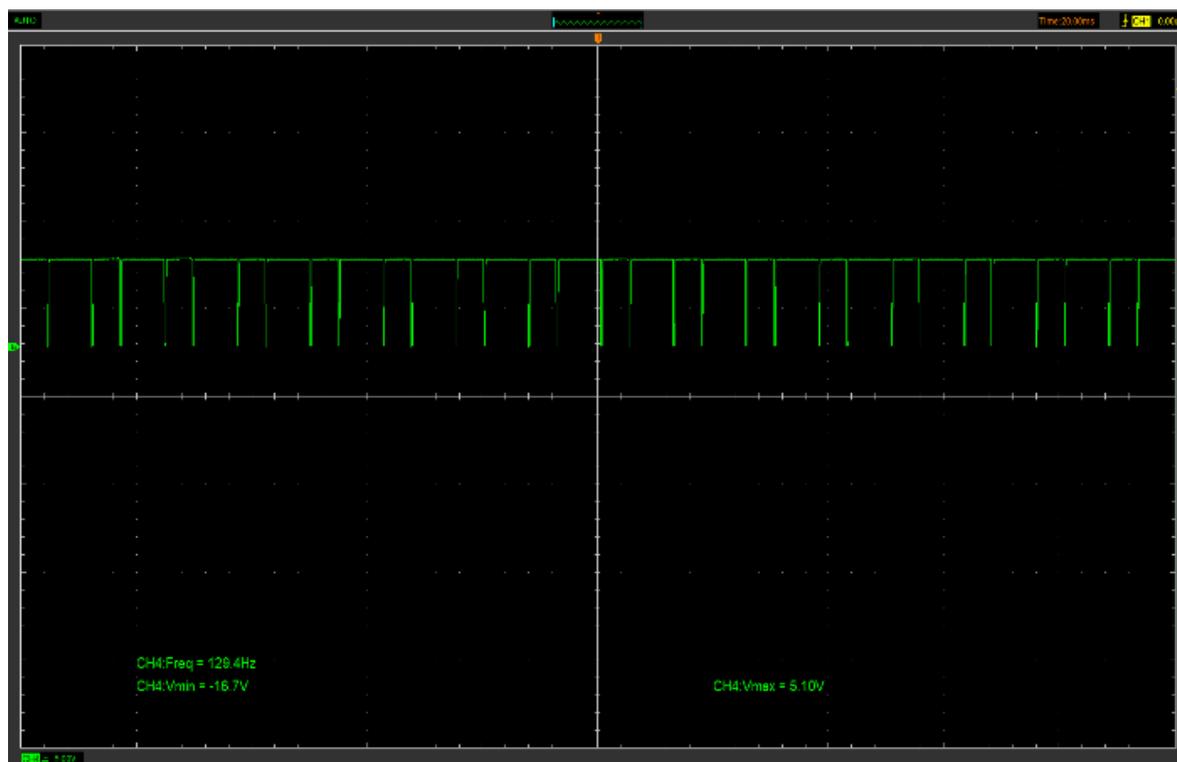


#### **3.3.1 Oscilograma de Sensor CKP a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper**

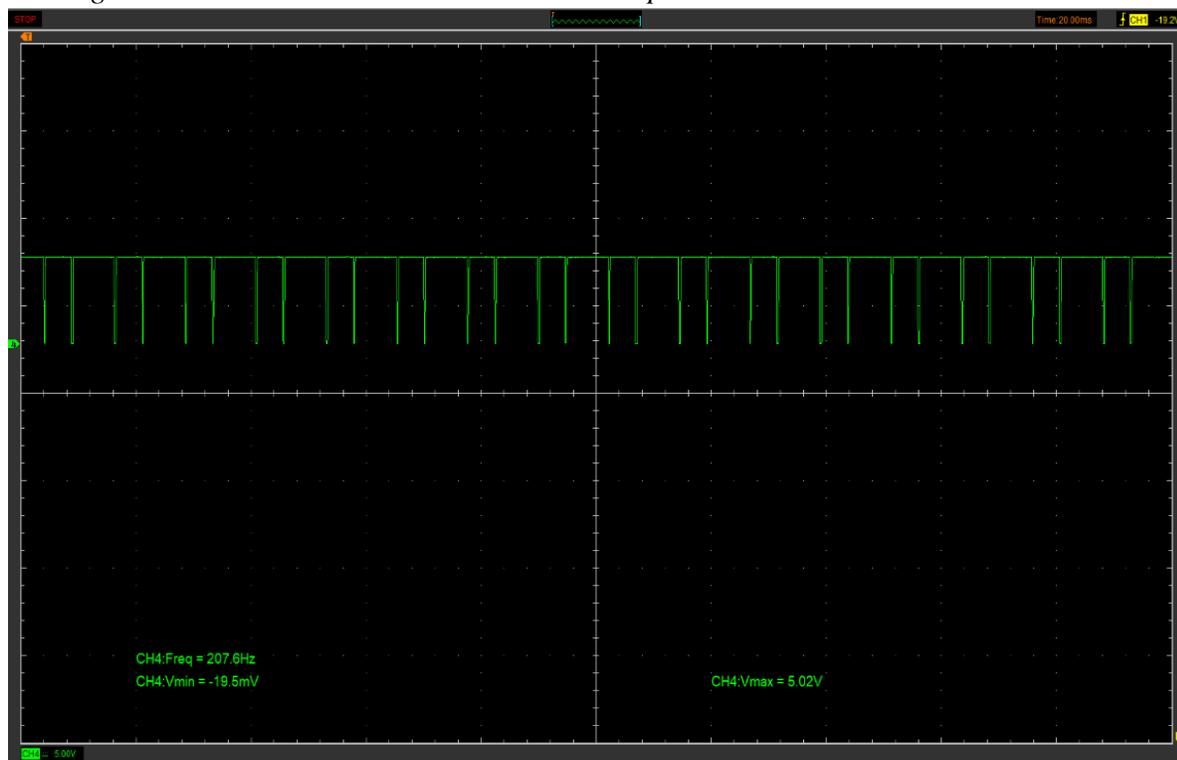
En la figura 52 se verifica la señal del sensor CKP con ECOPAIS a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de -16.7V a 5.10 V con una frecuencia de 129.4 Hz.

**Figura 52**

*Oscilograma del Sensor CKP a 2500 RPM con Ecopais*

**Figura 53**

*Oscilograma del Sensor CKP a 2500 RPM con Súper*



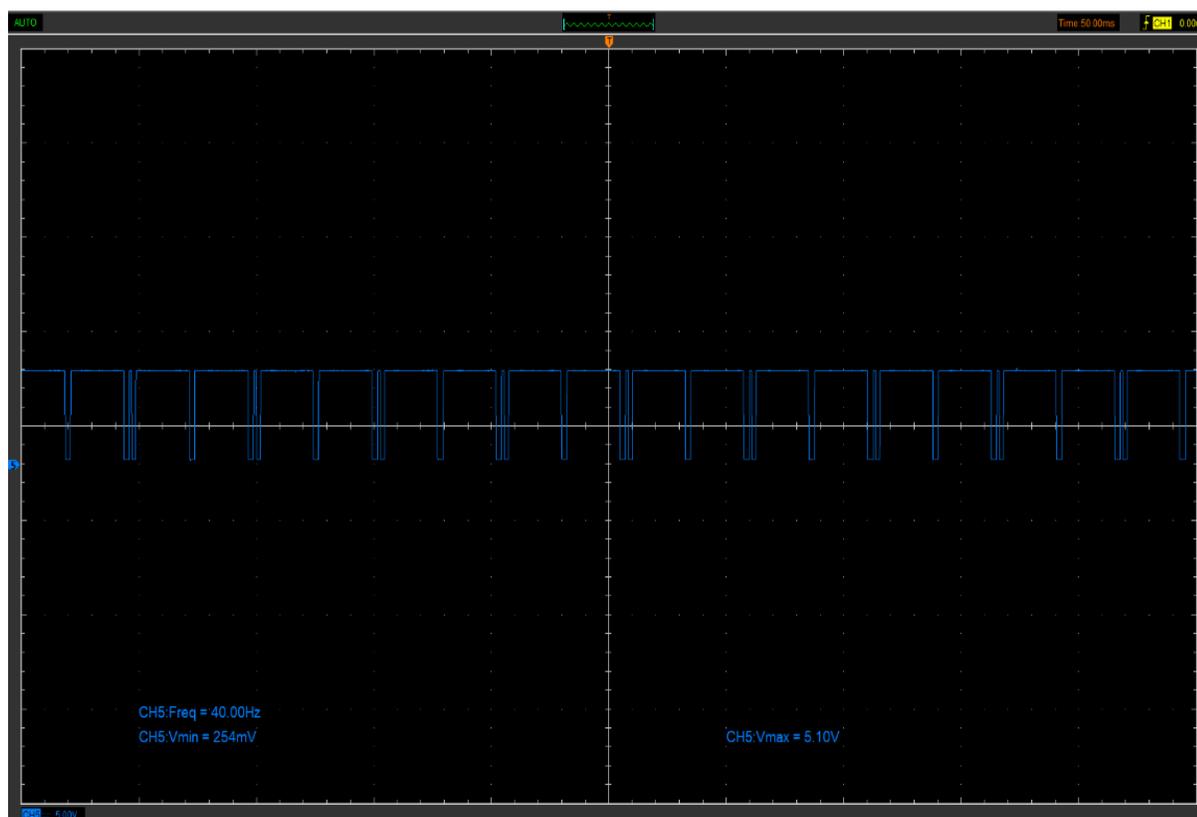
En la figura 53 se verifica la señal del sensor CKP con SUPER a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de  $-19.5\text{mV}$  a  $5.02\text{ V}$  con una frecuencia de  $207.6\text{ Hz}$ .

### 3.3.2 Oscilograma de Sensor CMP a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper

En la figura 54 se verifica la señal del sensor CMP con ECOPAIS a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de  $254\text{mV}$  a  $5.10\text{ V}$  con una frecuencia de  $40.00\text{ Hz}$ .

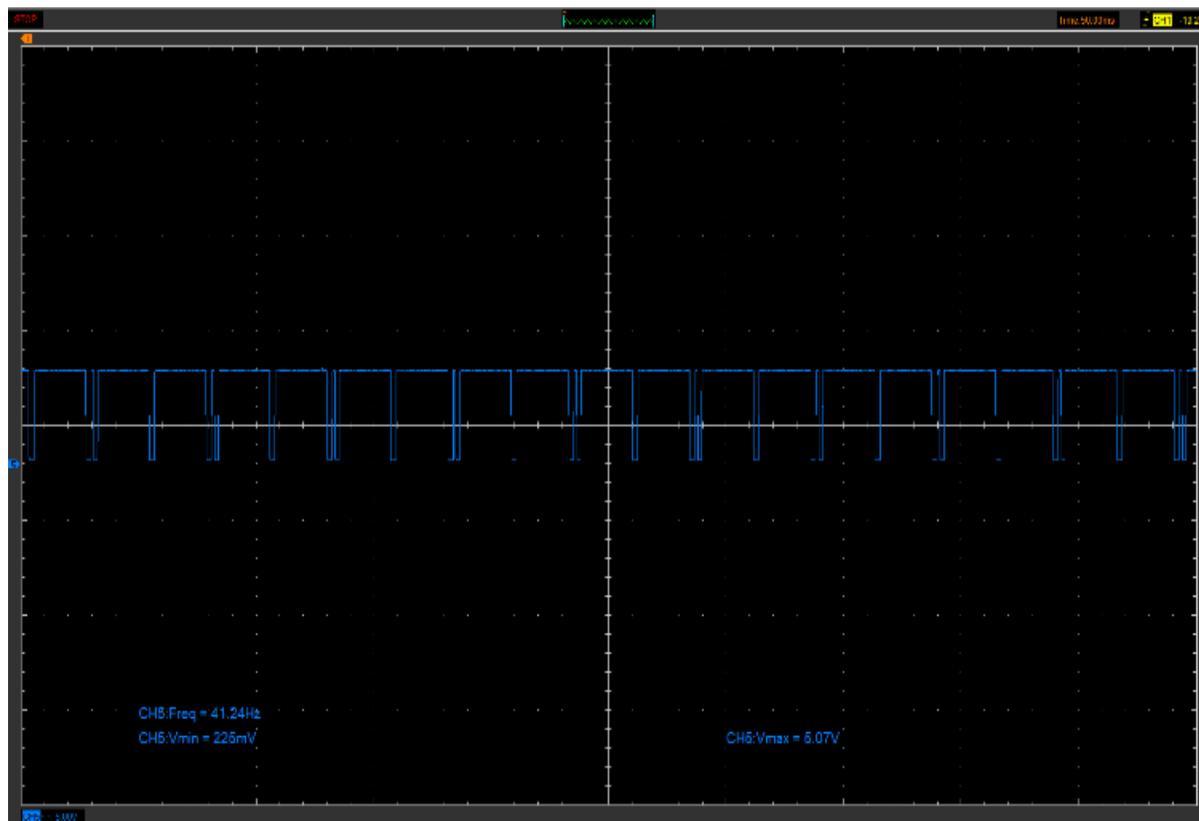
#### Figura 54

*Oscilograma de Sensor CMP a 2500 RPM con Ecopais*



## Figura 55

### *Oscilograma de Sensor CMP a 2500 RPM con Súper*



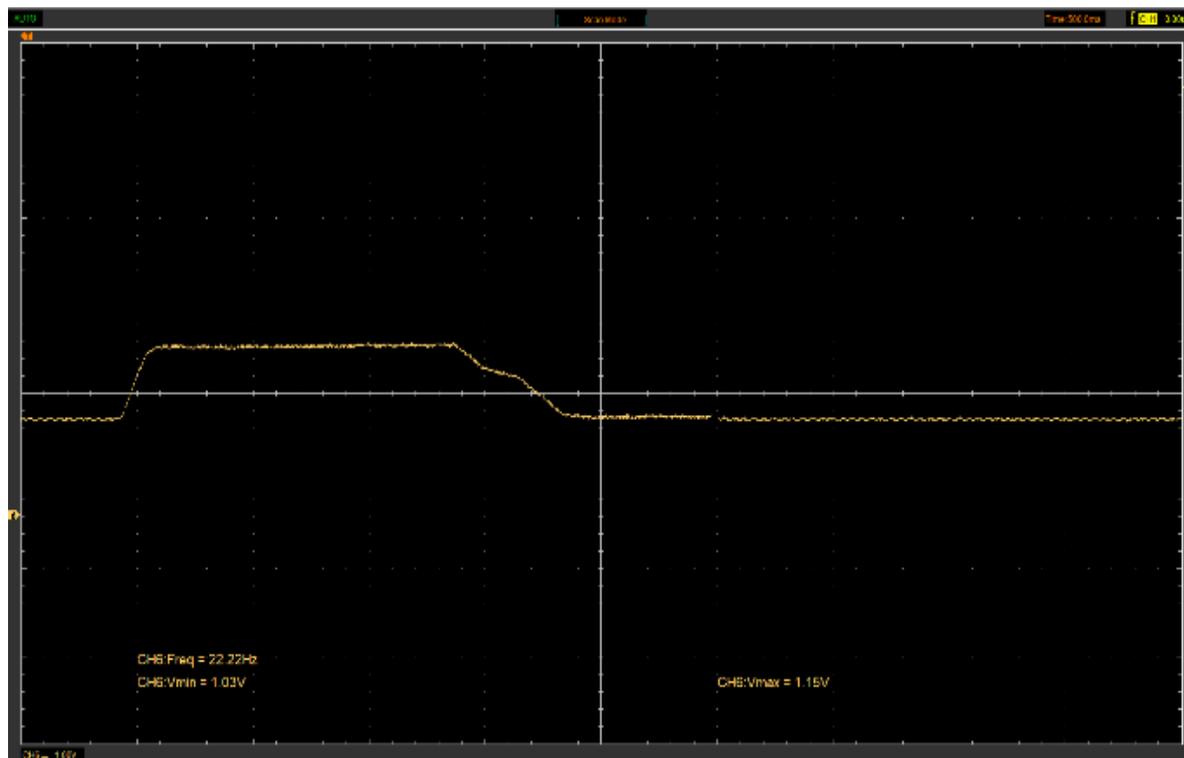
En la figura 55 se verifica la señal del sensor CMP con SUPER a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 225mV a 5.07V con una frecuencia de 41.24 Hz.

### **3.3.3 Oscilograma de Sensor MAF a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper**

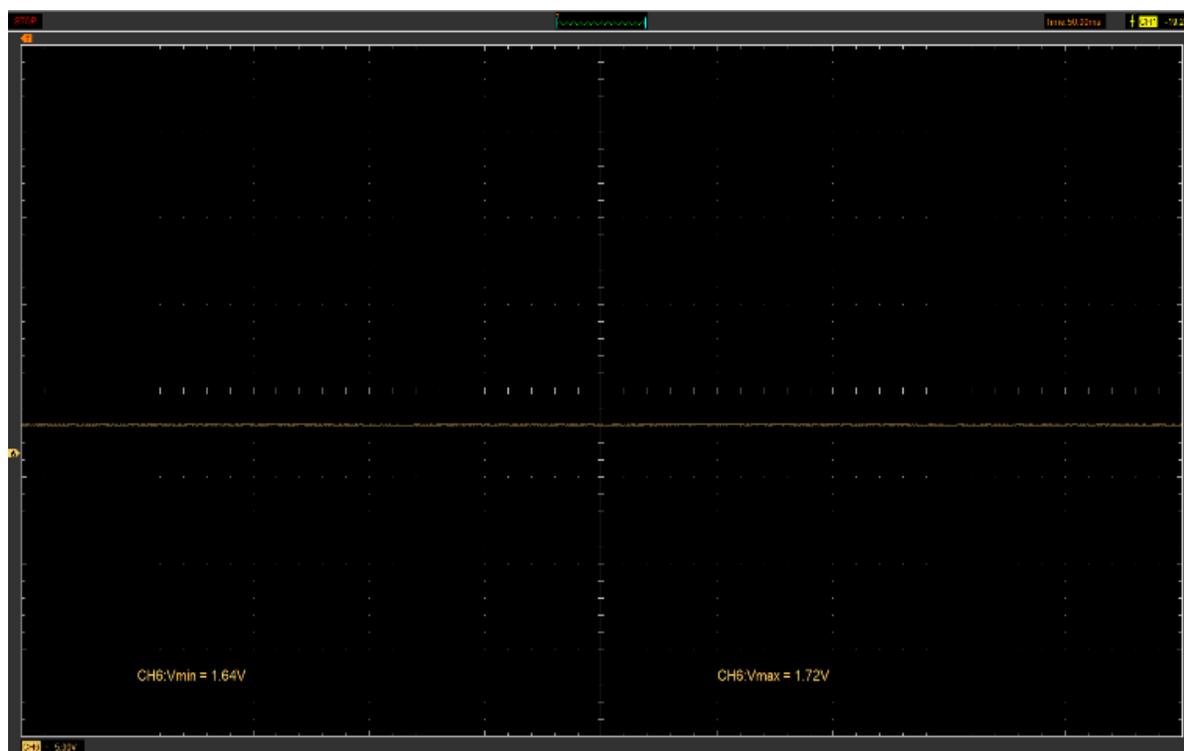
En la figura 56 se verifica la señal del sensor MAF con ECOPAIS a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 1.03V a 1.15V con una frecuencia de 22.22 Hz.

**Figura 56**

*Oscilograma de Sensor MAF a 2500 RPM con Ecopais*

**Figura 57**

*Oscilograma de sensor MAF a 2500 RPM con Súper*



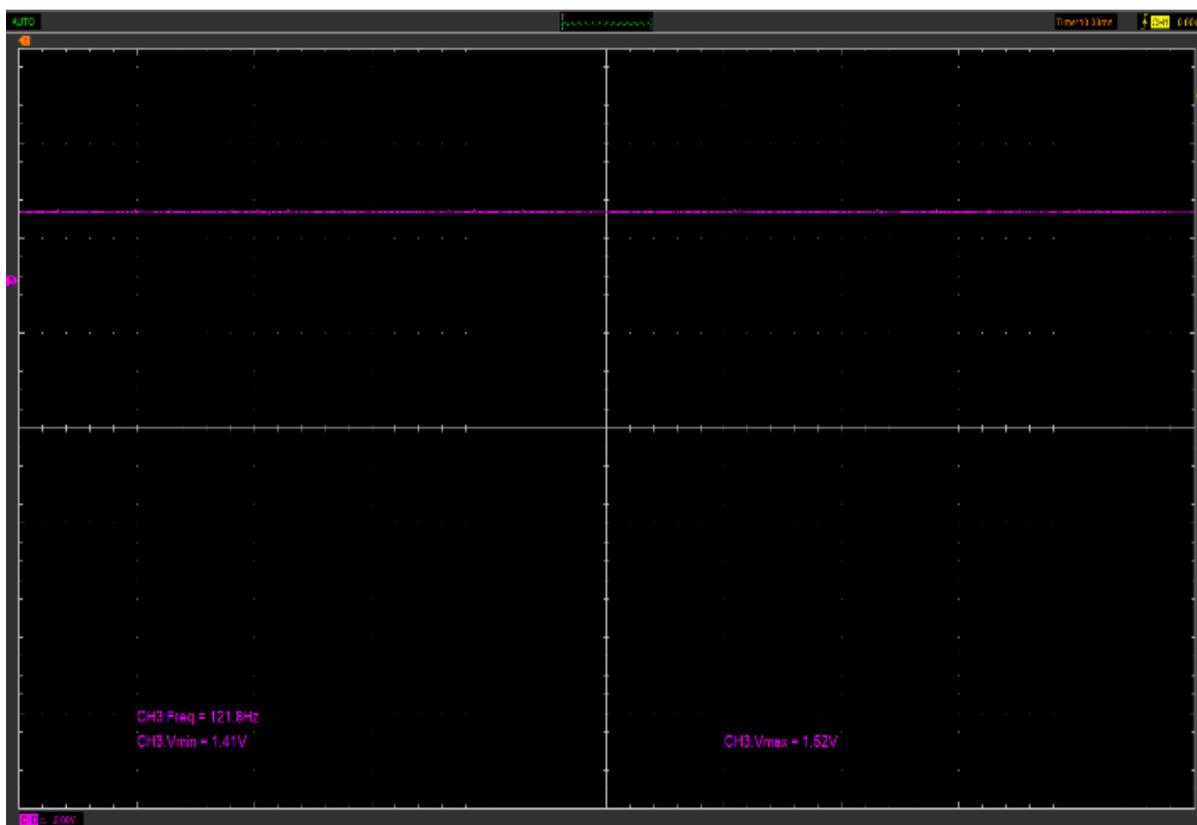
En la figura 57 se verifica la señal del sensor MAF con SUPER a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 1.64V a 1.72V.

### 3.3.4 Oscilograma de Sensor IAT a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper

En la figura 58 se verifica la señal del sensor IAT con ECOPAIS a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 1.41V a 1.52V con una frecuencia de 121.8 Hz.

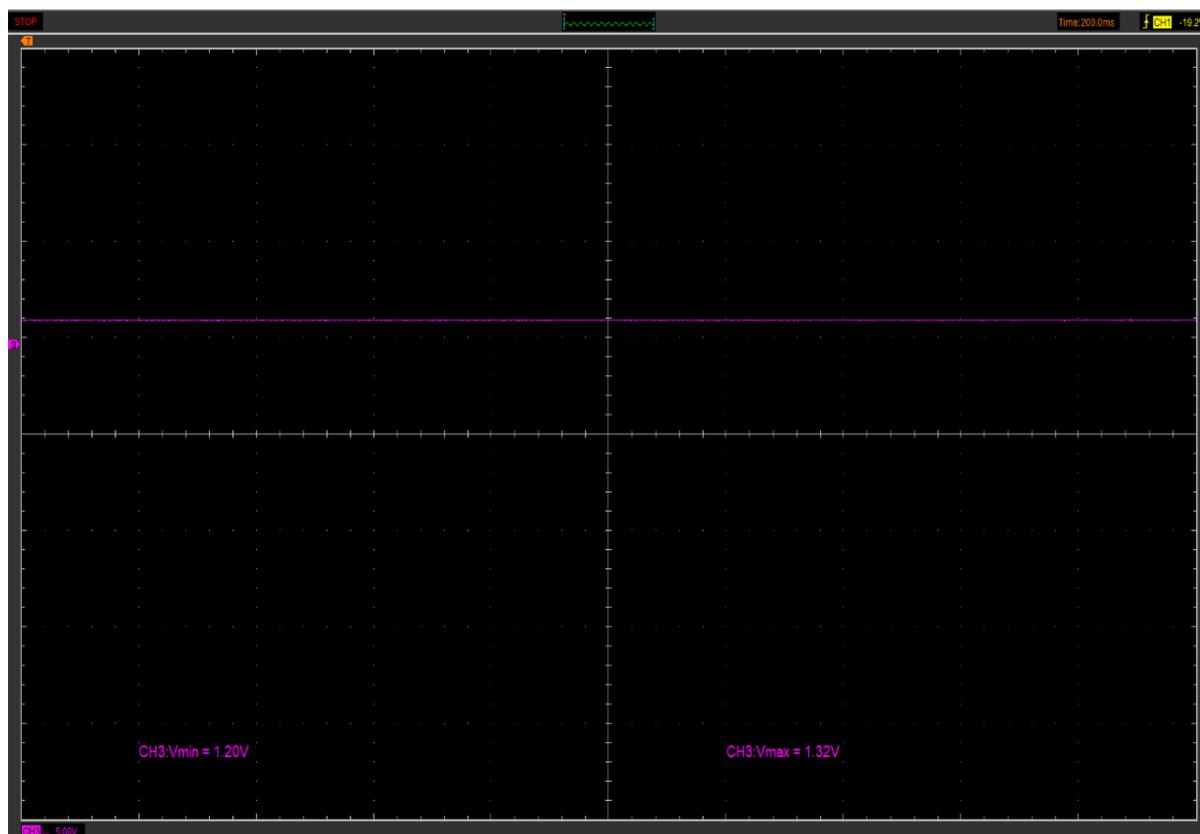
#### Figura 58

*Oscilograma de Sensor IAT a 2500 RPM con Ecopais*



## Figura 59

### *Oscilograma de Sensor IAT a 2500 RPM con Súper*



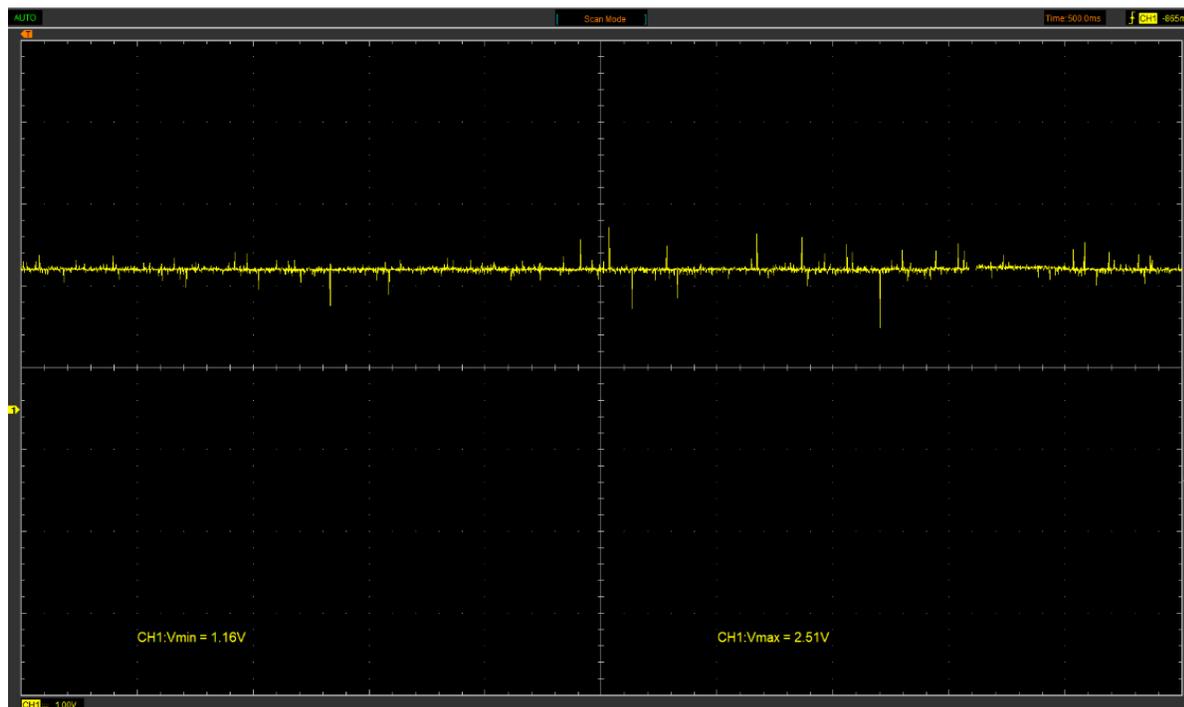
En la figura 59 se verifica la señal del sensor IAT con SUPER a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 1.20V a 1.32V.

### **3.3.5 Oscilograma de Sensor KS a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper**

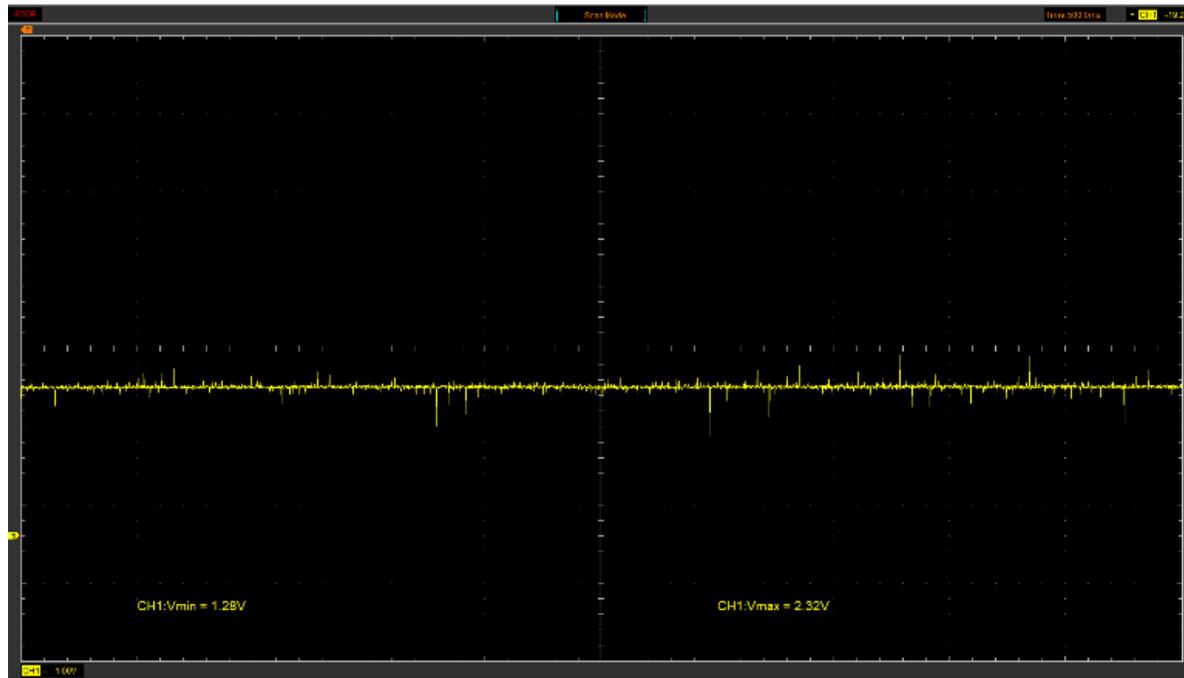
En la figura 60 se verifica la señal del sensor KS con ECOPAIS a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 1.16V a 2.51V.

**Figura 60**

*Oscilograma de Sensor KS a 2500 RPM con Ecopais*

**Figura 61**

*Oscilograma de Sensor KS a 2500 RPM con Súper*



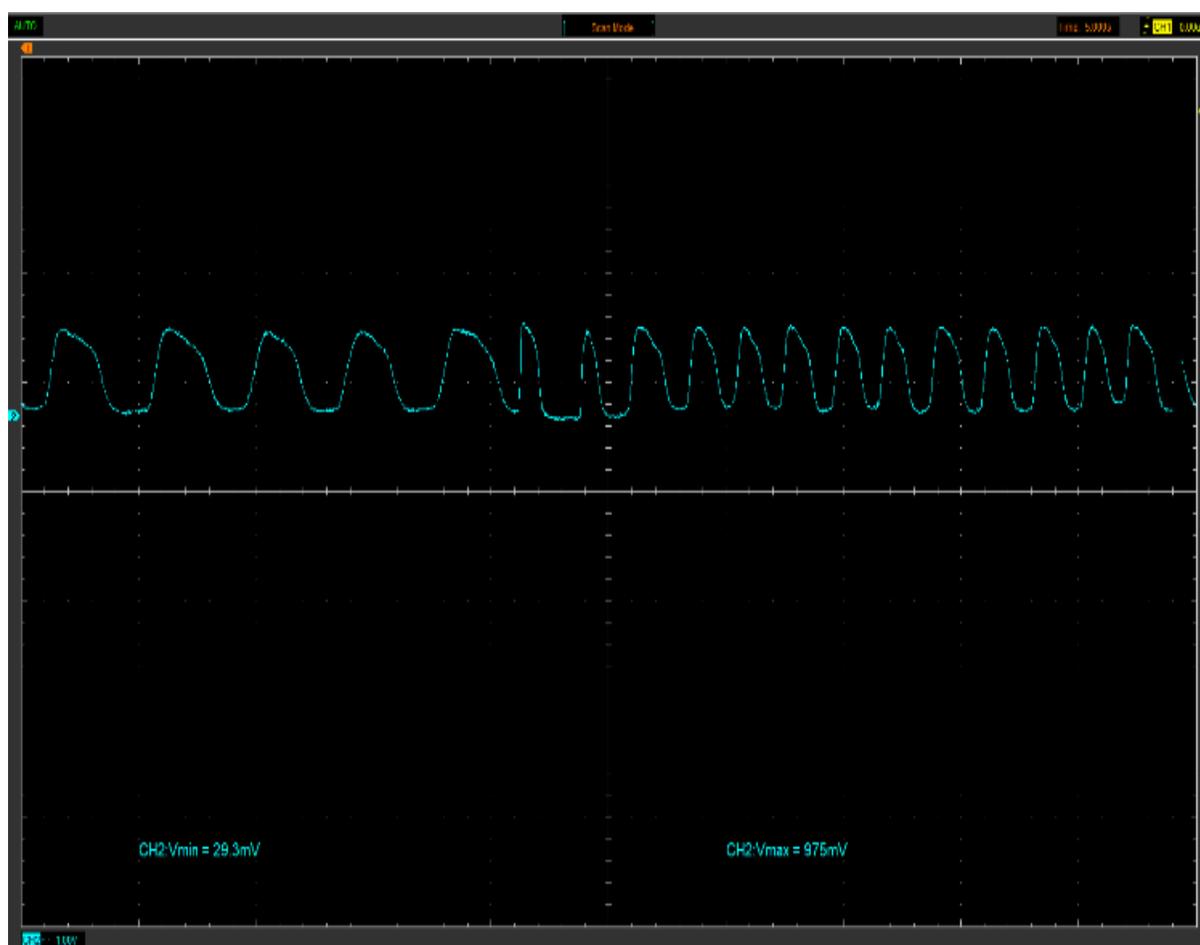
En la figura 61 se verifica la señal del sensor KS con SUPER a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 1.28V a 2.32V.

### 3.3.6 Oscilograma de Sensor O2 a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper

En la figura 62 se verifica la señal del sensor O2 con ECOPAIS a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 29.3mV a 975mV.

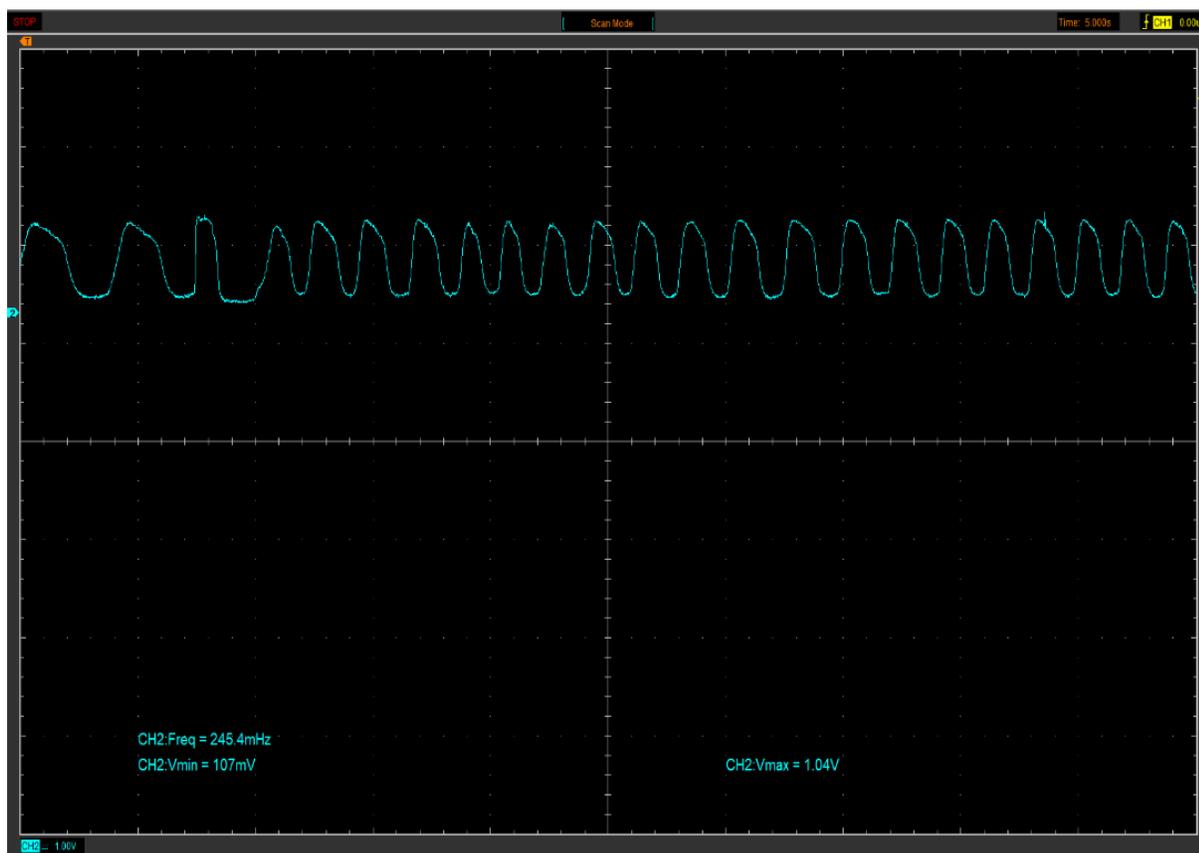
#### Figura 62

*Oscilograma de Sensor O2 a 2500 RPM con Ecopais*



### Figura 63

*Oscilograma de Sensor O2 a 2500 RPM con Súper.*



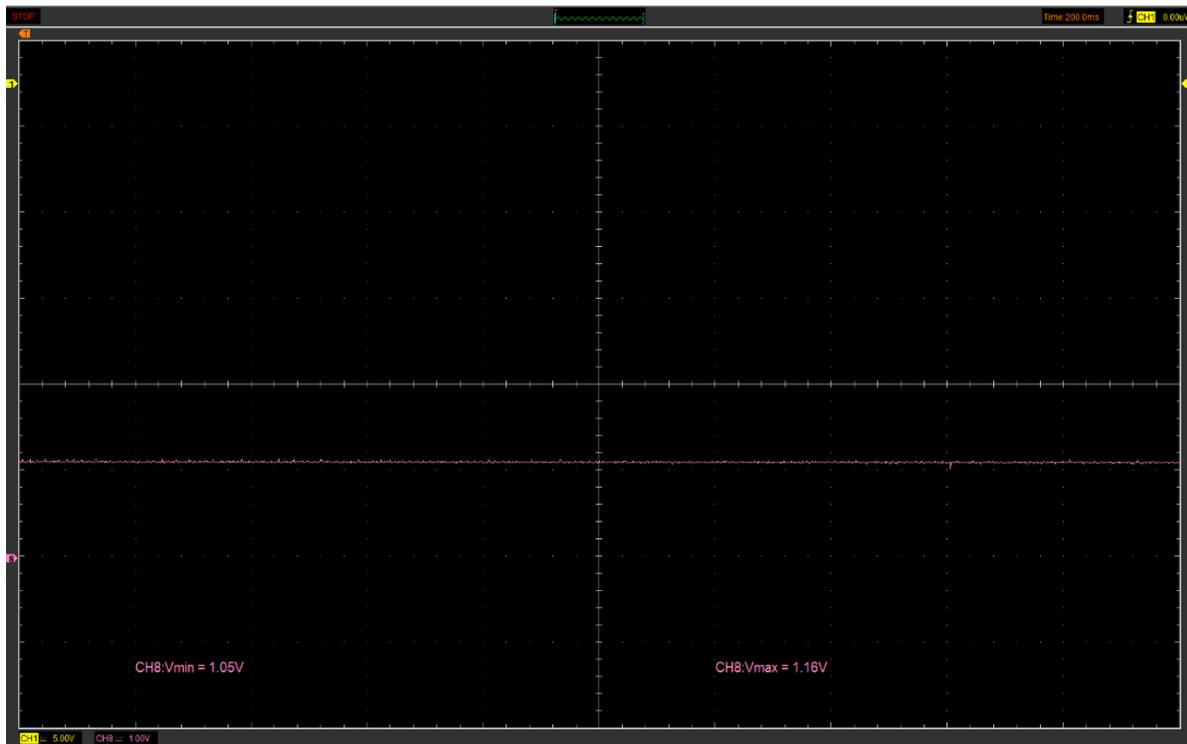
En la figura 63 se verifica la señal del sensor O2 con SUPER a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 107mV a 1.04 V con una frecuencia de 245.4 mHz.

#### **3.3.7 Oscilograma de Sensor ECT a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper**

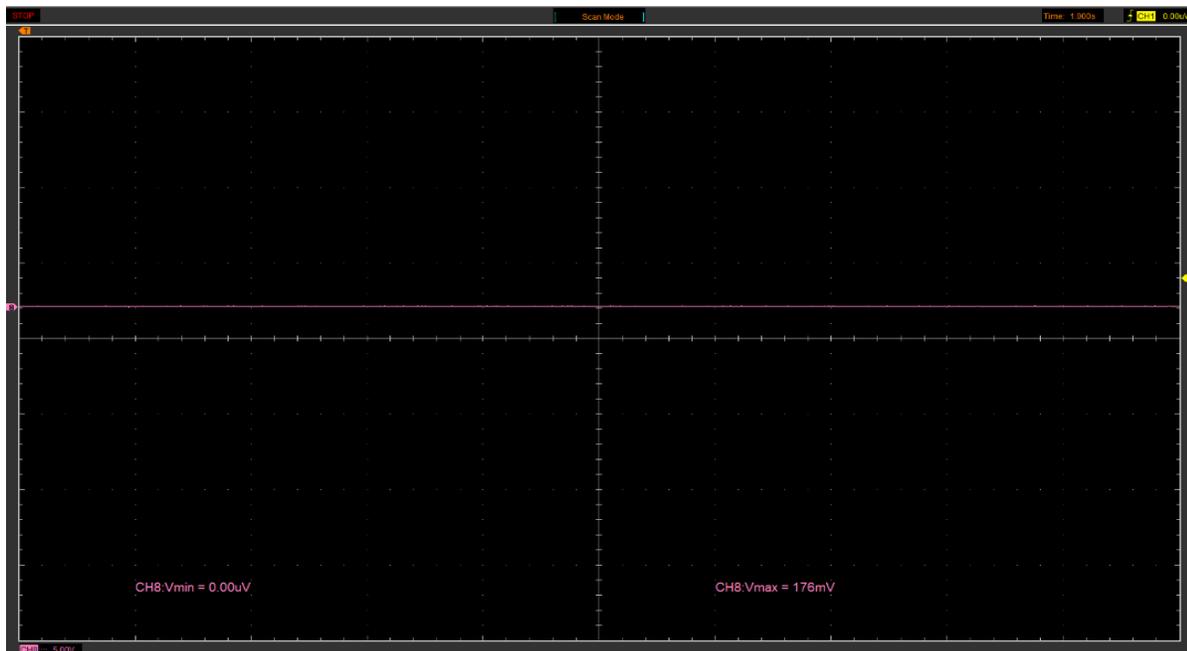
En la figura 64 se verifica la señal del sensor ECT con ECOPAIS a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 1.05V a 1.16V.

**Figura 64**

*Oscilograma de Sensor ECT a 2500 RPM con Ecopais*

**Figura 65**

*Oscilograma de Sensor ECT a 2500 RPM con Súper*



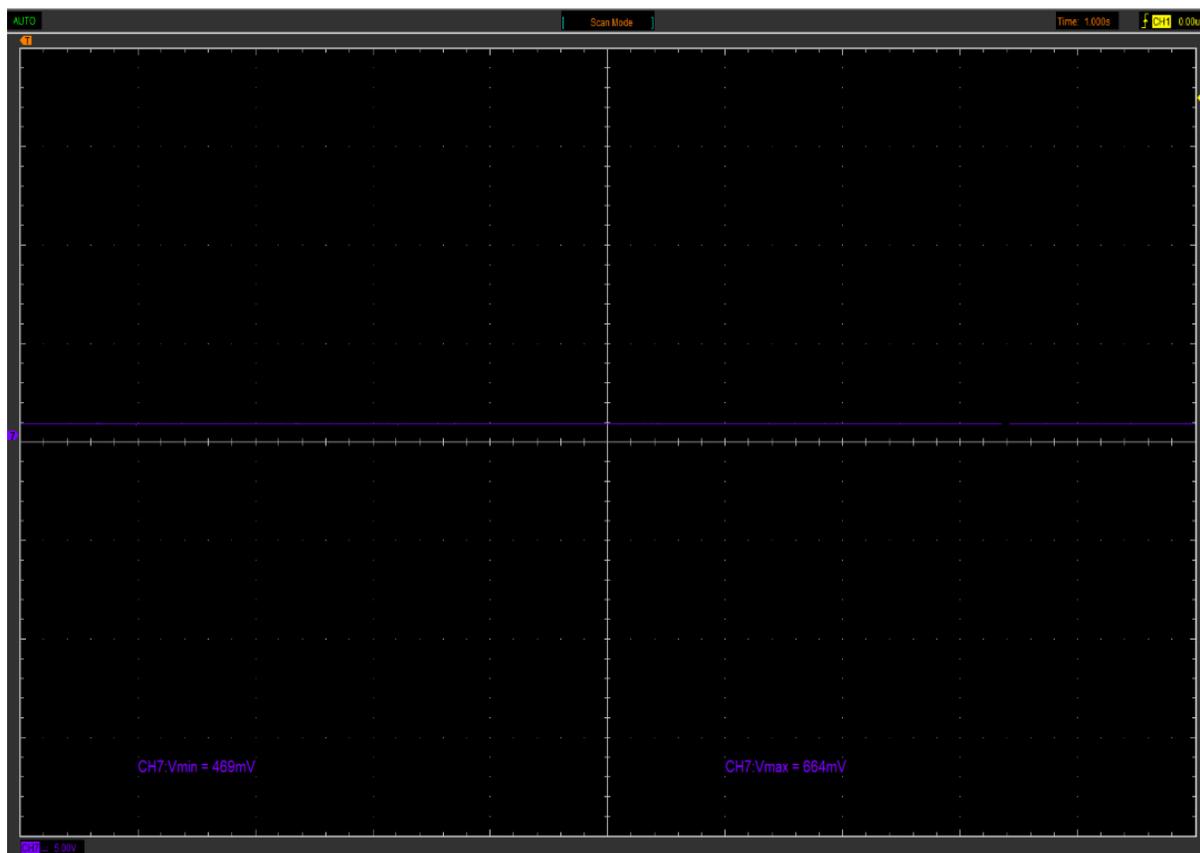
En la figura 65 se verifica la señal del sensor ECT con SUPER a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 0.00uV a 176mV.

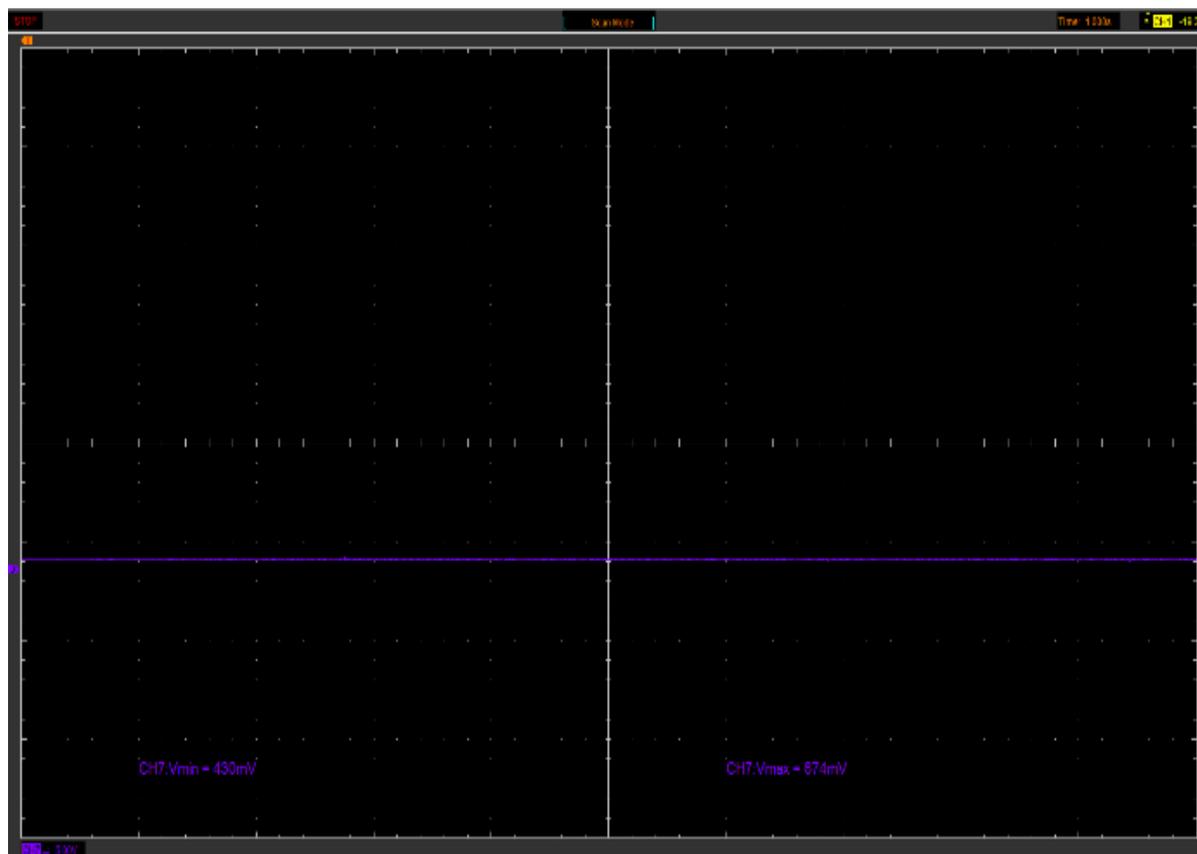
### 3.3.8 Oscilograma de Sensor TPS a 2500 RPM con Combustible Ecopais y Súper

En la figura 66 se verifica la señal del sensor TPS con ECOPAIS a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 469mV a 664mV.

#### Figura 66

*Oscilograma de Sensor TPS a 2500 RPM con Ecopais*



**Figura 67***Oscilograma de Sensor TPS a 2500 RPM con Súper*

En la figura 67 se verifica la señal del sensor TPS con SUPER a media carga, al momento de la toma de datos las revoluciones del vehículo fueron de 2500 rpm. En este oscilograma se muestra que la curva del sensor la misma que indica un valor de 430mV a 674mV.

## Capítulo IV

### Análisis e Interpretación de los Resultados Obtenidos del Mazda Allegro

En este apartado se analiza la interpretación de los resultados obtenidos en la investigación de campo analizada en el capítulo III.

#### 4.1 Análisis del Sensor CKP

En la tabla 11 se puede observar que en el sensor CKP posee un voltaje menor de 0.08V de diferencia entre el combustible Súper versus Eco a 2500 rpm. Adicional se midió la frecuencia dando un valor de Eco de 129.4Hz y un valor de Súper de 207.6Hz. Esto se debe al mayor rendimiento del motor al momento de usar gasolina súper, ya que se tiene una mejor combustión de la mezcla aire/combustible debido a un mayor octanaje, con el uso de cada combustible en las pruebas, usando eco el proceso de combustión es menor al proceso con súper lo que incide directamente en la revoluciones del motor y es lo que se verificó en los datos obtenidos de los sensores, mediante la frecuencia que reciba la ECU por parte del sensor CKP es como se codifican los códigos de falla conocidos como Misfire o chispa perdida que compara internamente la revoluciones que debe tener el cigüeñal con respecto a la deseada de la unidad de control.

**Tabla 11**

*Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor CKP*

PRUEBA	ECO (V)	SUPER (V)	DIFERENCIA SUPER- ECO (V)
2500 RPM	5.1	5.02	0.08

#### 4.2 Análisis del Sensor CMP

En la tabla 12 se puede observar que en el sensor CMP posee un voltaje menor de 0.01V de diferencia entre el combustible Súper versus Eco a 2500 rpm. Adicional también se midió la

frecuencia dando un valor de Eco de 40.0Hz y un valor de Super de 41.24Hz. Esto se debe al mayor rendimiento del motor al momento de usar gasolina súper, ya que se tiene una mejor combustión de la mezcla aire/combustible debido a un mayor octanaje, por lo que se evidencia en este caso una pequeña variación en cuanto a la velocidad de rotación del árbol de levas mediante la comparación de las frecuencias obtenidas tanto con eco como súper.

**Tabla 12**

*Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor CMP*

PRUEBA	ECO (V)	SUPER (V)	Diferencia SUPER - ECO (V)
2500 RPM	5.1	5.07	0.03

#### 4.3 Análisis del Sensor MAF

En la tabla 13 se puede observar que en el sensor MAF posee un voltaje menor 0.33V de diferencia entre el combustible Súper versus Eco a 2500 rpm. Esto se debe al aumento de la velocidad de rotación del cigüeñal usando combustible súper, lo que genera una mayor succión de aire, por la acción de los pistones al girar a altas revoluciones genera que se forcé un mayor flujo de aire hacia el interior de los cilindros del motor.

**Tabla 13**

*Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor MAF*

PRUEBA	ECO (V)	SUPER (V)	Diferencia SUPER - ECO (V)
2500 RPM	1.15	1.72	0.57

#### 4.4 Análisis del Sensor IAT

En la tabla 14 se puede observar que en el sensor IAT posee un voltaje menor 0.15V de diferencia entre el combustible Súper versus Eco a 2500 rpm. Esto se debe al no tener una combustión adecuada con el uso de Ecopais se produce una pequeña elevación de temperatura en el aire de entrada al motor a diferencia de combustible súper, ya que con el uso de este tipo de combustible el aire que ingrese hacia el interior de los cilindros del motor producirá un pequeño descenso del aire lo que se ve reflejado en los valores obtenidos.

**Tabla 14**

*Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor IAT*

PRUEBA	ECO (V)	SUPER (V)	Diferencia SUPER- ECO (V)
2500 RPM	1.52	1.32	0.20

#### 4.5 Análisis del Sensor KS

En la tabla 15 se puede observar que en el sensor KS posee un voltaje menor 0.08V de diferencia entre el combustible Súper versus Eco a 2500 rpm. Esto se debe a que al usar un combustible con mejor octanaje disminuye el golpeteo en el motor, la función que cumple el sensor de detonación es medir las vibraciones que se da dentro de los cilindros esto es debido a una mala combustión de la mezcla aire combustible, producido en este caso por el uso de un combustible de menor octanaje como lo es la Ecopais.

**Tabla 15***Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor KS*

PRUEBA	ECO (V)	SUPER (V)	Diferencia SUPER- ECO (V)
2500 RPM	2.51	2.32	0.19

**4.6 Análisis del Sensor O2**

En la tabla 16 se puede observar que en el sensor O2 posee un voltaje menor 0.065 de diferencia entre el combustible Súper versus Eco a 2500 rpm. Esta diferencia de voltaje entre Súper y Eco es muy pequeña del torno de los milivoltios por lo que el sensor de oxígeno realiza su ciclado de manera similar con el uso de ambos combustibles por lo que no existe una mayor diferencia entre estos.

**Tabla 16***Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor O2*

PRUEBA	ECO (V)	SUPER (V)	Diferencia SUPER- ECO (V)
2500 RPM	0.975	1.04	0.065

**4.7 Análisis del Sensor ECT**

En la tabla 17 se observa que en el sensor ECT posee un voltaje menor 0.99V de diferencia entre el combustible Súper versus Eco a 2500 rpm. Esto se debe a que el proceso de combustión con el uso de Ecopias es ineficiente por consiguiente provocará que se eleve la temperatura dentro de la cámara de combustión lo que se verá reflejado en los valores que arroje el sensor ECT.

**Tabla 17***Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor ECT*

PRUEBA	ECO (V)	SUPER (V)	Diferencia SUPER- ECO (V)
2500 RPM	1.16	0.176	0.98

**4.8 Análisis del Sensor TPS**

En la tabla 18 se observa que en el sensor TPS posee un voltaje menor 0.01V de diferencia entre el combustible Súper versus Eco a 2500 rpm. Esta diferencia es muy pequeña por lo que se puede decir que el valor de voltaje será el mismo para ambos combustibles ya que siempre se dará la misma apertura de la mariposa de aceleración para poder alcanzar las rpm deseadas.

**Tabla 18***Análisis de los Datos del Oscilograma del Sensor TPS*

PRUEBA	ECO (V)	SUPER (V)	Diferencia SUPER- ECO (V)
2500 RPM	0.664	0.674	0.01

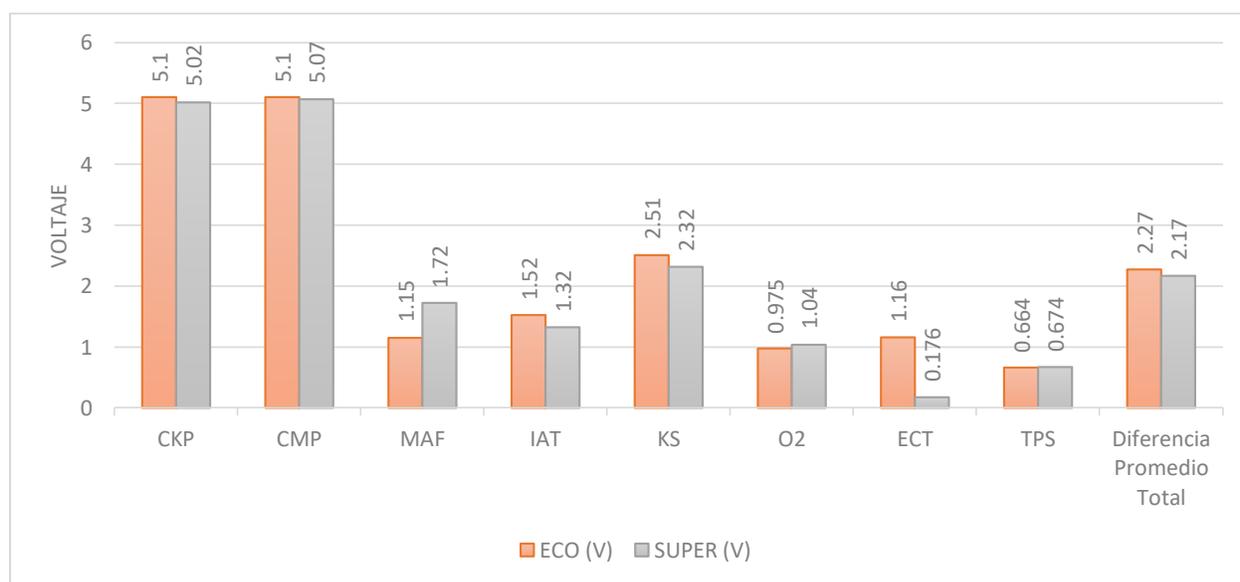
**4.9 Análisis Global de los Sensores**

En la tabla 19 se observa una relación global de todos los sensores del vehículo Mazda Allegro, de un 10% en el voltaje máximo, entre los dos combustibles puestos a prueba. Teniendo como combustible Ecopaís con 85 de octanaje y a la súper con 92 de octanaje. Pruebas realizadas a 2500 rpm.

**Tabla 19***Análisis Global de los Datos de Voltaje de los Sensores*

SENSOR	ECO (V)	SUPER (V)
CKP	5.1	5.02
CMP	5.1	5.07
MAF	1.15	1.72
IAT	1.52	1.32
KS	2.51	2.32
O2	0.975	1.04
ECT	1.16	0.176
TPS	0.664	0.674
Diferencia Promedio Total	2.27	2.17
<b>Variación Final</b>		<b>10%</b>

En la figura 68 se observa gráficamente la diferencia de voltaje que existió en cada uno de los sensores analizados, en las diferentes pruebas realizadas con combustible Ecopaís y Súper.

**Figura 68***Porcentaje Global de la Diferencia de Voltaje Máximo en los Sensores*

## Conclusiones

- En el estudio de las características físicas y electrónicas de los sensores se obtuvo que tanto los sensores CKP como CMP son de efecto hall y su rango de trabajo va de 0 a 5V, el sensor de oxígeno es del tipo de zirconio que genera valores de voltaje de 0 a 1V, sensor TPS del tipo potenciómetro cuyo rango de voltaje va de 0 a 5V, el sensor MAF que es del tipo hilo caliente trabaja de 1.17 a 2.9 V, el sensor IAT del tipo NTC genera valores de 1.2 a 0.19 V, el sensor de temperatura es del tipo NTC su rango de voltaje va de 1.3 a 0.2V y el sensor KS del tipo piezoeléctrico con un rango de trabajo de 1.1 a 1.9 V.
- Al realizar el proyecto se obtuvo como resultado variaciones en los sensores del motor del vehículo Mazda Allegro en funcionamiento de diferentes combustibles. Existe un 10% de diferencia en los valores de voltaje realizados en la investigación entre el combustible súper y eco. Esa variación se da debido a que el octanaje es mayor en la súper y esto se traduce a la electrónica del motor a través del envío de voltaje menores en referencia al combustible eco, lo cual se entiende en una mayor eficiencia del motor con el combustible súper.

## Recomendaciones

- Para una toma correcta de los oscilogramas de los sensores analizar se debe tener una buena toma de masa del osciloscopio en cada sonda de prueba además los cables de las sondas del osciloscopio no deben pasar cerca de los actuadores del motor ya que de no ser así se generará ruido eléctrico lo que afecta a la señal y dará datos no confiables, en caso de que el algún sensor este cerca de un generador de ruido eléctrico lo que se deberá hacer es usar la función de filtros que posee el osciloscopio para poder observar un oscilograma de manera nítido.
- Siempre que se quiera llegar a tomar datos de cualquier sensor de un vehículo como lo fue en este caso de investigación es necesario saber previamente las características físicas y electrónicas de los mismos por ello se tendrá que tener a disposición el manual de diagramas eléctricos ya que ayudara a tener una guía a la hora analizarlos, ya sea en su tipo y en los voltajes de entrada y salida.
- Para no llegar a tener algún dato erróneo dentro de la toma de datos de los sensores se recomienda que esperar un tiempo máximo de un minuto para poder capturar la pantalla que contiene el oscilograma como los valores de los sensores esto se debe hacer para que el osciloscopio capte el valor exacto que se tiene en ese momento del sensor y sea fiable para que se realice un análisis eficaz.
- Se recomienda tomar varios datos de voltaje, en diferentes estados del motor para poder realizar una estadística de probabilidad y así tener el dato de normalidad, el cual dará mayor certeza en el estudio.
- Se recomienda realizar la limpieza del tanque de combustible después de realizar las pruebas con un tipo de combustible, para luego proceder a cambiar de tipo de combustible.

## Bibliografía

- Amazon. (2022). <https://www.amazon.com/-/es/osciloscopio-autom%C3%A1tico-diagn%C3%B3stico-generador-programable/dp/B00BSR98KW>. Obtenido de Amazon: <https://www.amazon.com/-/es/osciloscopio-autom%C3%A1tico-diagn%C3%B3stico-generador-programable/dp/B00BSR98KW>
- amortiguadoresgabriel. (19 de Mayo de 2015). *SENSOR DE OXIGENO*. Obtenido de amortiguadoresgabriel: <http://www.amortiguadoresgabriel.cl/sensor-oxigeno/>
- Apale. (17 de Octubre de 2018). *¿Qué es Ecopais?* Obtenido de Apale: <https://www.apale.org/index.php/2018-10-15-19-18-32/que-es-ecopais>
- Autoavance. (3 de Julio de 2012). *Sensor de Detonación*. Obtenido de Autoavance: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/88-sensor-de-detonacion/>
- autodaewoospark. (17 de Julio de 2021). Obtenido de <https://www.autodaewoospark.com/sensor-CMP.php>
- autodoc. (22 de Marzo de 2021). *Sensor de detonación: función, fallos*. Obtenido de autodoc: <https://club.autodoc.es/magazin/sensor-de-detonacion-funcion-fallos>
- AutoExacto. (2019). *Osciloscopio Automotriz Profesional 8 canales Hantek 1008C - conexión PC via USB*. Obtenido de AutoExacto: <https://www.diaagnostico-automotriz.com/osciloscopio-8-canales-hantek-1008c.html>
- autoytecnica. (8 de Marzo de 2022). *Partes de una bobina individual*. Obtenido de autoytecnica: <https://autoytecnica.com/encendido-electronico-dis-integral/partes-de-una-bobina-individual/>
- Banpais. (14 de Diciembre de 2020). *¿Qué tipo de gasolina debe de usar tu vehículo, súper o regular?* Obtenido de Banpais: <https://blog.banpais.hn/productos-y-servicios/que-tipo-de->

gasolina-debe-de-usar-tu-vehiculo-super-o-regular

Castro Mediavilla, J. J., & Salazar Montalván, M. A. (2015). *Análisis del desempeño de motores CRDi (Common rail direct injection) a través de formas de onda procesadas por osciloscopio*. 264 hojas. Quito : EPN.

car-tec. (01 de Julio de 2018). *car-tec*. Obtenido de car-tec: <https://www.car-tec.es/blog/como-funciona-una-ecu/>

CLUB FORD EXPLORER. (2021). *Todo sobre la Válvula IAC*. Obtenido de CLUB FORD EXPLORER: <https://clubfordexplorerve.foroactivo.com/t32-todo-sobre-la-valvula-iac>

codigosdte. (2021). *Sensor de Posición del Cigüeñal – Sensor CKP*. Obtenido de codigosdte: <https://codigosdte.com/sensor-ckp/>

codigosobd2. (2021). *Sensor de Posición del Árbol de Levas – Sensor CMP*. Obtenido de codigosobd2: <https://codigosobd2.net/sensores/cmp/>

ComoFunciona. (01 de Noviembre de 2021). *ComoFunciona*. Obtenido de ComoFunciona: <https://como-funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-sistema/>

doceri. (25 de Septiembre de 2021). *2-Sensor de temperatura de aire*. Obtenido de doceri: <https://doceri.com.br/doc/2-sensor-de-temperatura-de-aire-1398gn9881>

Donaire, D. L. (28 de Enero de 2016). *ActualidadMotor*. Obtenido de ActualidadMotor: <https://www.actualidadmotor.com/regulador-de-presion-de-combustible-funcionamiento-y-utilidades/>

e-auto. (2021). *Sensor de Detonación o Knock Sensor*. Obtenido de e-auto: <https://e-auto.com.mx/ew/index.php/boletines-tecnicos/electronica-vehicular/91-boletines-tecnicos/electronica-vehicular/3421-sensor-de-detonacion-o-knock-sensor>

e-auto. (2021). *Sensor IAT – Sensor de Temperatura del Aire de Admisión*. Obtenido de e-auto:

[https://e-auto.com.mx/manual\\_detalle.php?manual\\_id=225](https://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=225)

ehmotors. (2021). *MAF "Mass Air Flow" (Sensor de Flujo de Masa de Aire)*. Obtenido de ehtmotors: <https://ehmotors.com/sensores.php?p=maf>

el Universo. (29 de Marzo de 2022). *Gasolina Ecopaís, demanda en crecimiento ¿Cuáles son sus ventajas?* Obtenido de el Universo: <https://www.eluniverso.com/entretenimiento/motores/gasolina-ecopais-demanda-en-crecimiento-cuales-son-sus-ventajas-nota/>

Electrónica y servicio. (2014). *El circuito LED Driver Global en TV LCD*. Mexico: Staff Editorial de Electrónica y servicio.

encendidoelectronico. (12 de Julio de 2015). *Sensores de Temperatura – Parte 1*. Obtenido de encendidoelectronico: <https://www.encendidoelectronico.com/sensores-temperatura/sensores-temperatura-parte-1/>

encendidoelectronico. (10 de Julio de 2015). *Sensores MAF – Parte 2*. Obtenido de encendidoelectronico: <https://www.encendidoelectronico.com/sensores-maf-flujo-masa-aire/sensores-maf-parte-2/>

encendidoelectronico. (11 de Julio de 2015). *Sensores TPS – Parte 1*. Obtenido de encendidoelectronico: <https://www.encendidoelectronico.com/sensores-tps/sensores-tps-parte-1/>

equiposylaboratorio. (2020). Obtenido de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/definicion-uso-y-tipos-de-osciloscopios>

freeautomechanic. (17 de Agosto de 2016). *freeautomechanic*. Obtenido de freeautomechanic: <https://www.freeautomechanic.com/mechanic/forum/2016/08/cmp-sensor-2001-hyundai-sonata-2-4l>

Gómez, Orlando Calizaya. (Noviembre de 2016). *SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRONICO NISSAN*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/395020930/Encendido-Nissan-Orlando-Calizaya-Gomez>

GONZÁLEZ CALLEJA, D. (2012). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. Paraninfo.

Google Maps. (15 de Noviembre de 2021). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com.ec/maps/@-2.2742098,-80.2262369,13z?hl=es>

GSIC-Global Service Information Center. (2021). *DTC P0327/52 Knock Sensor 1 Circuit Low Input (Bank 1 or Single Sensor)*. Obtenido de GSIC-Global Service Information Center: <http://skcmspvtltd.org/agh/m/toyota/hilux/repair2/html/contents/rm000000zqm000x.html>

helloauto. (01 de Noviembre de 2021). *helloauto*. Obtenido de helloauto: <https://helloauto.com/glosario/inyeccion-multipunto>

hemanual. (2021). *Mass Air Flow Sensor (MAFS). Schematic Diagrams*. Obtenido de hemanual: [http://www.hemanual.org/mass\\_air\\_flow\\_sensor\\_mafs\\_schematic\\_diagrams-2409.html](http://www.hemanual.org/mass_air_flow_sensor_mafs_schematic_diagrams-2409.html)

Herrera Black, Carlos Farid. 2016. Análisis de características de motor del vehículo Chevrolet Sail 1.4 l. 2012 con el uso de combustible súper. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Quito. 90p.

Ingeniería automotriz de Mazatlan. (10 de Marzo de 2022). *Fuel Injection*. Obtenido de Ingeniería automotriz de Mazatlan: <http://solucionesdisweb.6te.net/taller/fuel.html>

Ingeniería y mecánica automotriz. (30 de Enero de 2020). *¿Qué es el sensor de detonación o knock sensor y cómo funciona?* Obtenido de Ingeniería y mecánica automotriz: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-detonacion-o-knock-sensor-y-como-funciona/>

Ingeniería y mecánica automotriz. (19 de Febrero de 2020). *¿Qué es la válvula de purga del*

*canister y cómo funciona?* Obtenido de Ingeniería y mecánica automotriz:  
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-la-valvula-de-purga-del-canister-y-como-funciona/>

Ingeniería y mecánica automotriz. (21 de Enero de 2020). *Ingeniería y mecánica automotriz*. Obtenido de Ingeniería y mecánica automotriz:  
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-maf-y-como-funciona-en-el-vehiculo/>

Ingeniería y mecánica automotriz. (20 de Febrero de 2020). *Qué es el sensor de posición de cigüeñal CKP y cómo funciona?* Obtenido de Ingeniería y mecánica automotriz:  
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-posicion-de-ciguenal-ckp-y-como-funciona/>

Ingeniería y mecánica automotriz. (20 de Febrero de 2020). *Qué es el sensor de posición de cigüeñal CKP y cómo funciona?* Obtenido de Ingeniería y mecánica automotriz:  
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-posicion-de-ciguenal-ckp-y-como-funciona/>

*intarcesoft*. (30 de Agosto de 2020). Obtenido de SENSOR MAF:  
<https://www.intarcesoft.com.ve/es/automotriz/sensor-maf-definicion-funcionamiento-tipos.html>

Javaz, Equipo Automotriz. (2021). *SENSOR DE ARBOL DE LEVAS (CMP) O (CID) FORMA DE ONDA DEL SENSOR SENSOR TIPO INDUCTIVO*. Obtenido de equipoautomotrizjavaz:  
[https://equipoautomotrizjavaz.com/datos\\_tecnicos/sensor\\_cpm.pdf](https://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/sensor_cpm.pdf)

Kilmer, S. (04 de Septiembre de 2020). *ExpertoMotor*. Obtenido de ExpertoMotor:  
<https://expertomotor.com/sensor-iat/>

Lubricantes en Venezuela. (01 de Noviembre de 2021). *Lubricantes en Venezuela*. Obtenido de Lubricantes en Venezuela: <https://www.lubricantesenvenezuela.com/que-son-los-inyectores-automotrices/>

manualespurdy. (2021). *DTC P0037 Entrada baja en el circuito de control del calentador del sensor de oxígeno (banco 1, sensor 2)*. Obtenido de manualespurdy: <http://manualespurdy.cisdigital.com/Toyota/FortunerHiluxOct2014/rm21k5s/MANUAL.HTM/rm21k5s/repair2/html/contents/rm00000133q00ox.html>

MaximoGonzalez. (01 de Noviembre de 2021). *BIRTLH*. Obtenido de BIRTLH: [https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/EME/MMPV/MMPV02/es\\_EME\\_MMPV02\\_Contenidos/website\\_423\\_inyeccion\\_multipunto.html](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/EME/MMPV/MMPV02/es_EME_MMPV02_Contenidos/website_423_inyeccion_multipunto.html)

MecanicaFacil. (05 de Junio de 2019). *MecanicaFacil*. Obtenido de MecanicaFacil: [http://www.mecanicafacil.info/Regulador\\_de\\_presion\\_del\\_combustible.html](http://www.mecanicafacil.info/Regulador_de_presion_del_combustible.html)

mecatronicaautomotriz. (18 de Julio de 2011). *mecatronicaautomotriz*. Obtenido de mecatronicaautomotriz: <http://mecatronicaautomotriz20092010.blogspot.com/2011/07/sensor-iat.html>

motorlan. (23 de Marzo de 2017). *Sondas térmicas en motores eléctricos: PTC, NTC, RTD... ¿Qué las diferencia?* Obtenido de motorlan: <https://www.motorlan.es/es/sondas-termicas-motores-electricos-ptc-ntc-rtd-las-diferencia/#:~:text=Son%20elementos%20PTC%20los%20que,de%20la%20concentraci%C3%B3n%20de%20portadores.>

Mundoautomotriz. (14 de Julio de 2017). *Mundoautomotriz*. Obtenido de Mundoautomotriz: <https://www.mundoautomotriz.tech/obd2/sistema-de-inyeccion/>

Mundoautomotriz. (01 de Noviembre de 2021). *Mundoautomotriz*. Obtenido de

- Mundoautomotriz: <https://www.mundoautomotriz.tech/obd2/el-sistema-evap/>
- MUNDOCARROS.INFO. (01 de Noviembre de 2021). *MUNDOCARROS.INFO*. Obtenido de MUNDOCARROS.INFO: <https://mundocarros.info/sensor-cmp-posicion-del-eje-de-levas/>
- Noroña Merchán, M. V. (2017). *Análisis de los efectos que se producen al utilizar repuestos genéricos en el sistema de control de emisiones del Chevrolet Sail 1,4l 2012*. INNOVA Research Journal, 2(10), 92-115. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n10.2017.430>
- Oder, M., Mallebrein, G., Chlesiger, O., Joos, K., & Gerhard, A. (2002). *Gestion Del M0tor de Gasolina: Fundamentos Y Componentes*. Bosch.
- Orozco, G. M. (07 de Abril de 2017). *Pruebaderuta.com*. Obtenido de Pruebaderuta.com: <https://www.pruebaderuta.com/cuerpo-de-aceleracion-o-cuerpo-de-mariposa.php>
- Orozco, G. M. (01 de Noviembre de 2021). *Pruebaderuta.com*. Obtenido de Pruebaderuta.com: <https://www.pruebaderuta.com/componentes-del-sistema-de-inyeccion-electronica-de-combustible.php>
- Ortega. (27 de Julio de 2021). *AUTOMEXICO.COM*. Obtenido de AUTOMEXICO.COM: <https://automexico.com/mantenimiento/que-es-la-valvula-iac-aid5235>
- Palomino, D. A. (23 de Agosto de 2017). *NITRO.PE*. Obtenido de NITRO.PE: <https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/que-es-y-como-funciona-la-bomba-de-gasolina.html>
- PÉREZ BELLÓ, M. Á. (2017). *Sistemas auxiliares del motor 2.<sup>a</sup> edición*. Paraninfo.
- petrolheadgarage. (14 de Julio de 2021). Obtenido de <https://petrolheadgarage.com/cursos-automocion/como-funciona-ckp/>
- Petrolheadgarage. (01 de Noviembre de 2021). *Petrolheadgarage*. Obtenido de Petrolheadgarage: <https://petrolheadgarage.com/cursos-automocion/como-funciona-ckp/>

*picoauto.* (2021). Obtenido de Sensor del cigüeñal: efecto Hall:  
<https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-del-ciguenal-efecto-hall/>

*picoauto.* (2021). *Potenciómetro de posición del acelerador.* Obtenido de *picoauto*:  
<https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/potenciometro-de-posicion-del-acelerador/>

*picoauto.* (2021). *Sensor de temperatura del refrigerante.* Obtenido de *picoauto*:  
<https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-de-temperatura-del-refrigerante/>

*picoauto.* (2021). *Sensor del árbol de levas: efecto Hall.* Obtenido de *picoauto*:  
<https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-del-arbol-de-levas-efecto-hall/#:~:text=sensor%20in%20position-,Informaci%C3%B3n%20t%C3%A9cnica,momento%20del%20impulso%20de%20inyec%20ci%C3%B3n.>

*picoauto.* (2021). *Sensor lambda de circonio.* Obtenido de *picoauto*:  
<https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-lambda-de-circonio/>

*POSVENTA.INFO.* (23 de Febrero de 2021). *POSVENTA.INFO.* Obtenido de *POSVENTA.INFO*:  
<https://www.posventa.info/texto-diario/mostrar/2990031/como-funciona-bobina-encendido>

*pruebaderuta.* (2021). *Sensores y actuadores en el sistema de inyección electrónica.* Obtenido de *pruebaderuta*:  
<https://www.pruebaderuta.com/sensores-y-actuadores-en-el-sistema-de-inyeccion-electronica.php>

Ramirez, W. J. (26 de Mayo de 2018). *MECATRONNIX.* Obtenido de *MECATRONNIX*:

- <https://mecatronnix.blogspot.com/2018/05/sensores-sistema-inyeccion-electronica.html>
- ResearchGate. (01 de Noviembre de 2021). *ResearchGate*. Obtenido de ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/328808726\\_Sensores\\_Automotrices](https://www.researchgate.net/publication/328808726_Sensores_Automotrices)
- RO-DES. (20 de Junio de 2016). *RO-DES*. Obtenido de RO-DES: <https://www.ro-des.com/mecanica/averias-y-mantenimiento-sensores-del-motor/>
- RO-DES. (25 de Abril de 2018). *RO-DES*. Obtenido de RO-DES: <https://www.ro-des.com/mecanica/centralita-motor-y-su-importancia/>
- RO-DES. (14 de Julio de 2021). *RO-DES*. Obtenido de RO-DES: <https://www.ro-des.com/mecanica/averias-y-mantenimiento-sensores-del-motor/>
- Sensor automotriz. (01 de Noviembre de 2021). *Sensor automotriz*. Obtenido de Sensor automotriz: <https://sensorautomotriz.com/sensor-ect/>
- sensorautomotriz. (2021). *Sensor de detonación - Sensor KNOCK*. Obtenido de sensorautomotriz: <https://sensorautomotriz.com/sensor-de-detonacion/>
- solectroshop. (2022). *Osciloscopio Hantek 1008C PC USB 8 canales diagnóstico automotriz DAQ*. Obtenido de solectroshop: <https://solectroshop.com/es/instrumentacion/1874-osciloscopio-hantek-1008c-pc-usb-8-canales-diagnostico-automotriz-daq.html#description>
- Solo para mecánicos. (01 de Noviembre de 2021). *Solo para mecánicos*. Obtenido de Solo para mecánicos: <https://www.soloparamecanicos.com/sistemas-de-inyeccion-electronica/>
- Stoeck, T. (2021). *Analytical methodology for testing Common Rail fuel injectors in problematic cases*. *Diagnostyka*, 22(2), 47-52. <https://doi.org/10.29354/diag/135999>
- SURPIEZAS S.R.L. (20 de Agosto de 2019). *SURPIEZAS S.R.L*. Obtenido de SURPIEZAS S.R.L.: <https://surpiezas.tiendalider.com/publicaciones/28167/rampa-inyectores-agile->

cinyectores-100-chevrolet-94702541

troublecodes. (14 de Enero de 2016). *troublecodes*. Obtenido de troublecodes:  
<https://www.troublecodes.net/pcodes/p0337/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. (01 de Noviembre de 2018). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA:  
<https://unlp.edu.ar/frontend/media/96/27496/081f6769a55a8a9e0e810010a93ced37.pdf>

Volkswagen. (07 de Diciembre de 2020). *Volkswagen*. Obtenido de Volkswagen:  
<https://www.vw.com.mx/es/experiencia/innovacion/que-es-inyector-de-auto.html#:~:text=Los%20inyectores%20son%20piezas%20que,auto%20no%20podr%C3%ADa%20ni%20arrancar>

Wikipedia. (30 de Mayo de 2022). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Mazda\\_323](https://es.wikipedia.org/wiki/Mazda_323)

Writers, S. (24 de Marzo de 2015). *SERVICIO AUTOMOTRIZ*. Obtenido de SERVICIO AUTOMOTRIZ: <https://www.servicioautomotriz.com/cuando-se-debe-reemplazar-un-sensor-de-oxigeno/>

