



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN BANCO UNIVERSAL DE  
COMPROBACIÓN DE SENSORES RESPECTO A LOS EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO  
AUTOMOTRIZ CONVENCIONALES**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Automotriz

**AUTORES: RUSHELL GONZALO GUAMANÍ BAÑOS**  
**ESTIVEN ANTONIO MOCHA MOREIRA**

**TUTOR: JOSÉ LUIS MULLO CASILLAS**

Quito - Ecuador

2025

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Rushell Gonzalo Guamaní Baños con documento de identificación N° 2100483458 y Estiven Antonio Mocha Moreira con documento de identificación N° 2100774443 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 28 de febrero del año 2025

Atentamente,



---

Rushell Gonzalo Guamani Baños  
2100483458



---

Estiven Antonio Mocha Moreira  
2100774443

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Rushell Gonzalo Guamaní Baños con documento de identificación N° 2100483458 y Estiven Antonio Mocha Moreira con documento de identificación N° 2100774443, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Análisis comparativo entre un banco universal de comprobación de sensores respecto a los equipos de diagnóstico automotriz convencionales”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 28 de febrero del año 2025

Atentamente,



---

Rushell Gonzalo Guamaní Baños  
2100483458



---

Estiven Antonio Mocha Moreira  
2100774443

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, José Luis Mullo Casillas con documento de identificación N° 0502365869 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN BANCO UNIVERSAL DE COMPROBACIÓN DE SENSORES RESPECTO A LOS EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ CONVENCIONALES, realizado por Rushell Gonzalo Guamaní Baños con documento de identificación N° 2100483458 y por Estiven Antonio Mocha Moreira con documento de identificación N° 2100774443, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 28 de febrero del año 2025

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'JLM', with the number '355' written below it.

---

Ing. José Luis Mullo Casillas, Ph.D.

0502365869

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente proyecto al motor de mi vida, mis padres Mercedes y Gonzalo que se han esforzado para que no me falte nada, me han cuidado y han estado pendiente de mi en todo momento, a mis abuelitos Rosita, Carmencita y Carlitos, que son lo más importante que tengo en la vida, a los amigos que me dio la universidad, los cuales han hecho que mi estadía sea más agradable, a mis amigos de Lago Agrio que aunque ya no nos reunamos seguido los quiero bastante, a mi mejor amiga que siempre ha estado para escucharme y darme consejos, también a una persona que tengo presente en todo momento.

Rushell Guamaní.

Dedico este objetivo a mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por siempre estar a mi lado en cada paso de mi vida. A mis abuelos, por su sabiduría, enseñanzas y cariño, que han sido fuente de inspiración en mi camino. A mis amigos, por su amistad sincera, risas compartidas y por ser un pilar de apoyo en cada momento. A mi hermano, por sus consejos, por su complicidad y por ser un compañero incansable en todas nuestras aventuras. Y a mis docentes, por su dedicación, paciencia y por enseñarme no solo conocimientos, sino también el valor del esfuerzo y la perseverancia. Gracias a todos por ser parte fundamental de mi vida y por contribuir, de alguna manera, a mi crecimiento y desarrollo.

Estiven Mocha.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por permitirme culminar mis estudios, a mis padres que han sido un pilar fundamental en mi vida y que gracias al apoyo de ellos pude cumplir una meta más, a mis abuelitos que han orado por mí, para que no me pase nada malo en el camino, a mis tíos que me han brindado su apoyo, a mis primas, primos y hermanas que han estado para escucharme y animarme, a mis compañeros y amigos de la universidad. También quiero agradecer a mi tutor que nos ha guiado en este proyecto, a los docentes y laboratoristas de la universidad por formarnos como profesionales e impartirnos su conocimiento y experiencias laborales.

Rushell Guamaní.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a toda mi familia, por estar siempre a mi lado, brindándome el aliento y la fuerza necesarias para superar cualquier obstáculo. Al grupo docente, por su dedicación, paciencia y compromiso con mi aprendizaje, guiándome en cada etapa de este proceso. A Pastoral, por su acompañamiento espiritual y por ayudarme a crecer como persona en valores. Y, por supuesto, a mi tutor, por su orientación constante y por brindarme su tiempo y conocimiento para que pudiera lograr mis metas. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por su contribución en este camino que he recorrido.

Estiven Mocha.

# INDICE

RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	2
GLOSARIO.....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
PROBLEMA.....	5
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
Marco Teórico.....	8
CAPÍTULO 1.....	13
METODOLOGÍA .....	13
1.1 Equipos de diagnóstico utilizados .....	13
1.1.1 Multímetro .....	13
1.1.2 Osciloscopio .....	14
1.1.3 Escáner.....	15
1.1.4 Sens-22 Plus.....	16
1.2 Sensores Chevrolet Sail 1.4.....	18
1.2.1 Sensor CMP .....	24
1.2.2 Sensor ECT.....	24
1.2.3 Sensor TPS .....	25
1.2.4 Sensor CKP.....	25
1.2.5 Sensor IAT.....	26
1.2.6 Sensor HO2S .....	26
1.2.7 Sensor MAP.....	27
1.3 Sensores Toyota Hilux.....	18
1.3.1 Sensor MAP.....	19
1.3.2 Sensor ECT.....	20
1.3.3 Sensor IAT.....	20
1.3.4 Sensor FRP.....	21
1.3.5 Sensor CKP.....	21
1.3.6 Sensor TPS.....	22
CAPÍTULO 2.....	27
INSPECCIÓN CON MULTÍMETRO.....	27
2.1 Pruebas Chevrolet Sail 1.4 2016.....	27
2.1.1 Pruebas sensor CMP con multímetro.....	27
2.1.2 Pruebas sensor ECT con multímetro.....	29

2.1.3	Pruebas sensor TPS con multímetro.....	30
2.1.4	Pruebas sensor CKP con multímetro.....	32
2.1.5	Pruebas sensor IAT con multímetro.....	33
2.1.6	Pruebas sensor HO <sub>2</sub> S con multímetro.....	34
2.1.7	Pruebas sensor MAP con multímetro.....	35
2.2	Pruebas de sensores con multímetro del Toyota Hilux.....	36
2.2.1	Prueba de sensor MAP con multímetro.....	36
2.2.2	Prueba del sensor ECT con multímetro.....	37
2.2.3	Prueba del sensor TPS con multímetro.....	38
2.2.4	Prueba del sensor FRP con multímetro.....	39
2.2.5	Prueba del sensor IAT con el multímetro.....	41
CAPÍTULO 3.....		42
INSPECCIÓN CON OSCILOSCOPIO.....		42
3.1	Pruebas Chevrolet Sail.....	42
3.1.1	Prueba sensor CMP con osciloscopio.....	42
3.1.2	Prueba sensor ECT con osciloscopio.....	44
3.1.3	Pruebas sensor TPS con osciloscopio.....	44
3.1.4	Pruebas sensor CKP con osciloscopio.....	45
3.1.5	Pruebas sensor IAT con osciloscopio.....	47
3.1.6	Pruebas sensor HO <sub>2</sub> S con osciloscopio.....	48
3.1.7	Pruebas sensor MAP con osciloscopio.....	49
3.2	Pruebas de sensores con osciloscopio del Toyota Hilux.....	50
3.2.1	Pruebas del sensor MAP con osciloscopio.....	50
3.2.2	Prueba del sensor ECT con osciloscopio.....	51
3.2.3	Prueba del sensor TPS con osciloscopio.....	52
3.2.4	Prueba del sensor CKP inductivo con osciloscopio.....	52
3.2.5	Prueba del sensor FRP con osciloscopio.....	54
3.2.6	Prueba del sensor IAT con osciloscopio.....	54
CAPÍTULO 4.....		55
INSPECCION DE SENSORES CON ESCANER.....		55
4.1	Pruebas de sensores del vehículo CHEVROLET SAIL.....	55
4.1.1	Pruebas del sensor ECT.....	55
4.1.2	Pruebas del sensor TPS.....	56
4.1.3	Pruebas del sensor IAT.....	57
4.1.4	Pruebas del sensor HO <sub>2</sub> S.....	58
4.1.5	Pruebas del sensor MAP.....	59

4.2 Pruebas de sensores del vehículo Toyota Hilux. ....	60
4.2.1 Prueba del sensor ECT con escáner.....	60
4.2.2 Prueba del sensor MAP con escáner.....	61
4.2.3 Prueba del sensor CKP con escáner. ....	62
4.2.4 Prueba del sensor FRP con escáner. ....	62
CAPÍTULO 5.....	64
INSPECCIÓN DE SENSORES CON SENS-22 PLUS.....	64
5.1 Pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Sail.....	64
5.1.1 Pruebas del sensor CMP .....	64
5.1.2 Pruebas del sensor TPS.....	65
5.1.3 Pruebas del sensor CKP.....	67
5.1.4 Pruebas del sensor MAP.....	67
5.2 Pruebas de sensores del vehículo Toyota Hilux. ....	70
5.2.1 Prueba de sensor MAP. ....	70
5.2.2 Prueba de sensor CKP. ....	72
5.2.3 Prueba de sensor TPS. ....	73
CAPÍTULO 6.....	75
ANÁLISIS COMPARATIVO .....	75
6.1 Análisis de costos de los equipos de diagnóstico automotriz utilizados. ....	75
6.2 Análisis de equipos respecto a sensores. ....	76
6.3 Análisis de Precisión de los equipos.....	81
CONCLUSIONES .....	86
RECOMENDACIONES .....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b> Datos técnicos Chevrolet Sail 2015.....	23
<b>Tabla 1.2</b> Datos técnicos Toyota Hilux. ....	18
<b>Tabla 2.1</b> Datos de voltaje sensor CMP.....	28
<b>Tabla 2.2</b> Datos sensor ECT. ....	29
<b>Tabla 2.3</b> Datos sensor TPS electrónico.....	30
<b>Tabla 2.4</b> Datos de carga del sensor TPS electrónico.....	31
<b>Tabla 2.5</b> Datos sensor CKP.....	32
<b>Tabla 2.6</b> Datos sensor IAT. ....	33
<b>Tabla 2.7</b> Datos sensor HO <sub>2</sub> S. ....	34
<b>Tabla 2.8</b> Datos sensor MAP. ....	35
<b>Tabla 2.9</b> Datos del sensor MAP con multímetro.....	36
<b>Tabla 2.10</b> Datos obtenidos con multímetro del sensor ECT. ....	37
<b>Tabla 2.11</b> Voltajes obtenidos del TPS.....	38
<b>Tabla 2.12</b> Voltajes obtenidos con la mariposa abierta y cerrada del TPS.....	39
<b>Tabla 2.13</b> Señales del sensor FRP.....	40
<b>Tabla 2.14</b> Datos de voltaje del sensor IAT con multímetro.....	41
<b>Tabla 6.1</b> Costos de equipos en el mercado ecuatoriano. ....	75
<b>Tabla 6.2</b> Análisis de sensores Chevrolet Sail respecto a los equipos utilizados. ....	76
<b>Tabla 6.3</b> Tabla de resultados de eficiencia.....	77
<b>Tabla 6.4</b> Análisis de sensores Toyota Hilux respecto a los equipos utilizados.....	79
<b>Tabla 6.5</b> Resultados de eficiencia. ....	80
<b>Tabla 6.6</b> Porcentaje de precisión del multímetro Chevrolet Sail .....	82
<b>Tabla 6.7</b> Porcentaje de precisión del escáner Chevrolet Sail.....	83
<b>Tabla 6.8</b> Porcentaje de precisión del Sens-22 Plus Chevrolet Sail. ....	83
<b>Tabla 6.9</b> Porcentaje de precisión del multímetro del Toyota Hilux.....	84
<b>Tabla 6.10</b> Porcentaje de precisión del escáner Toyota Hilux.....	84
<b>Tabla 6.11</b> Porcentaje de precisión del Sens-22 Plus Toyota Hilux.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Multímetro.....	13
Figura 1.2 Osciloscopio Micsig.....	14
Figura 1.3 Ubicaciones de cursores y escalas.....	15
Figura 1.4 Escáner automotriz.....	15
Figura 1.5 Detalles del banco de sensores Sens-22 Plus. ....	16
Figura 1.6 Pistola de purga. ....	17
Figura 1.7 Kit de vacuómetro. ....	17
Figura 1.8 Kit comprobador de fugas del circuito de refrigeración. ....	18
Figura 1.9 Ubicaciones de sensores.....	23
Figura 1.10 Conector del sensor CMP Chevrolet Sail.....	24
Figura 1.11 Conector del sensor ECT Chevrolet Sail. ....	24
Figura 1.12 Conector del sensor TPS electrónico Chevrolet Sail. ....	25
Figura 1.13 Conector del sensor CKP Chevrolet Sail. ....	25
Figura 1.14 Conector del sensor IAT Chevrolet Sail. ....	26
Figura 1.15 Conector del sensor HO2S Chevrolet Sail. ....	26
Figura 1.16 Conector del sensor MAP Chevrolet Sail. ....	27
Figura 1.17 Ubicación de sensores en el motor Toyota Hilux. ....	19
Figura 1.18 Conector del sensor MAP Toyota Hilux.....	20
Figura 1.19 Conector del sensor ECT Toyota Hilux. ....	20
Figura 1.20 Conector del sensor IAT Toyota Hilux.....	21
Figura 1.21 Conector del sensor ECT Toyota Hilux. ....	21
Figura 1.22 Conector del sensor CKP Toyota Hilux.....	22
Figura 1.23 Conector del sensor TPS Toyota Hilux.....	22
Figura 2.1 Gráfica de voltaje de señal del sensor CMP.....	28
Figura 2.2 Gráfica de voltaje del sensor ECT. ....	29
Figura 2.3 Gráfica de voltaje del sensor TPS electrónico. ....	31
Figura 2.4 Gráfica de voltaje del sensor TPS. ....	32
Figura 2.5 Gráfica de voltaje del sensor CKP. ....	33
Figura 2.6 Gráfica de voltaje del sensor IAT. ....	34
Figura 2.7 Gráfica V-RPM sensor MAP. ....	35
Figura 2.8 Datos de señales del MAP en diferentes estados. ....	37

Figura 2.9 Gráfica de voltaje del sensor ECT. ....	38
Figura 2.10 Datos obtenidos con multímetro del sensor TPS. ....	39
Figura 2.11 Grafica de la señal del sensor FRP.....	40
Figura 2.12 Grafica de voltaje del Sensor IAT.....	41
Figura 3.1 Sensor CMP a 800 RPM. ....	42
Figura 3.2 Sensor CMP a 2000 RPM. ....	43
Figura 3.3 Sensor CMP 3000 RPM. ....	43
Figura 3.4 Sensor ECT. ....	44
Figura 3.5 Señales sensor TPS a diferentes RPM. ....	45
Figura 3.6 Sensor CKP a 800 RPM.....	46
Figura 3.7 Sensor CKP a 2000 RPM.....	46
Figura 3.8 Sensor CKP a 3000 RPM.....	47
Figura 3.9 Sensor IAT.....	47
Figura 3.10 Sensor HO2S a 800 RPM.....	48
Figura 3.11 Sensor HO2S a 2000 RPM.....	48
Figura 3.12 Sensor HO2S a 3000 RPM.....	49
Figura 3.13 Sensor MAP a 800 Y 2000 RPM. ....	49
Figura 3.14 Sensor MAP a 3000 RPM. ....	50
Figura 3.15 Sensor MAP en 750, 2000, 3000 RPM y aceleraciones bruscas. ....	51
Figura 3.16 Sensor ECT Toyota Hilux 2009 (40° A 83°).....	51
Figura 3.17 Grafica de la señal del sensor TPS en el osciloscopio. ....	52
Figura 3.18 Sensor CKP a 750 RPM.....	53
Figura 3.19 Sensor CKP a 2000 RPM y a 3000 RPM.....	53
Figura 3.20 Sensor FRP en Contacto y a 750 RPM. ....	54
Figura 3.21 Sensor FRP a 2000 RPM y 3000 RPM. ....	54
Figura 4.1 Sensor ECT a 800 RPM. ....	55
Figura 4.2 Sensor ECT a 2000 RPM. ....	56
Figura 4.3 Sensor ECT a 3000 RPM. ....	56
Figura 4.4 Sensor TPS a 800 RPM.....	56
Figura 4.5 Sensor TPS a 2000 RPM.....	57
Figura 4.6 Sensor TPS a 3000 RPM.....	57
Figura 4.7 Sensor IAT a 800 RPM. ....	57
Figura 4.8 Sensor IAT a 2000 RPM. ....	58

Figura 4.9 Sensor IAT a 3000 RPM. ....	58
Figura 4.10 Sensor HO2S a 800 RPM. ....	58
Figura 4.11 Sensor HO2S a 2000 RPM. ....	59
Figura 4.12 Sensor HO2S a 3000 RPM. ....	59
Figura 4.13 Sensor MAP a 800 RPM. ....	59
Figura 4.14 Sensor MAP a 2000 RPM. ....	60
Figura 0.15 Sensor MAP a 3000 RPM. ....	60
Figura 4.16 Pruebas sensor ECT. ....	60
Figura 4.17 Señal del MAP a 1100 RPM que arroja el escáner. ....	61
Figura 4.18 Señal del MAP a 2000 RPM que arroja el escáner. ....	61
Figura 4.19 Señal del MAP a 3000 RPM que arroja el escáner. ....	61
Figura 4.20 Datos de presión del sensor FRP a 750 RPM. ....	62
Figura 4.21 Datos de presión del sensor FRP A 2000 RPM. ....	62
Figura 4.22 Datos de presión del sensor FRP a 3000 RPM. ....	63
Figura 5.1 Sensor CMP. ....	64
Figura 5.2 Sensor TPS1 con la aleta cerrada. ....	65
Figura 5.3 TPS1 media carga. ....	65
Figura 5.4 Sensor TPS1 plena carga. ....	65
Figura 5.5 Sensor TPS2 con la aleta cerrada. ....	66
Figura 5.6 Sensor TPS2 a media carga. ....	66
Figura 5.7 Sensor TPS2 a plena carga. ....	66
Figura 5.8 Sensor CKP. ....	67
Figura 5.9 Sensor MAP a 15 in Hg. ....	67
Figura 5.10 Sensor MAP a 12 in Hg. ....	68
Figura 5.11 Sensor MAP a 10 in Hg. ....	68
Figura 5.12 Sensor MAP a 8 in Hg. ....	69
Figura 5.13 Sensor MAP a 5 in Hg. ....	69
Figura 5.14 Sensor MAP a 3 in Hg. ....	69
Figura 5.15 Sensor MAP a 0 in Hg. ....	70
Figura 5.16 Prueba del sensor MAP con el banco Sens-22 Plus a 0.4 bar. ....	71
Figura 5.17 Prueba del sensor MAP con el banco Sens-22 Plus a 0.7 bar. ....	71
Figura 5.18 Prueba del sensor MAP con el banco Sens-22 Plus a 0.8 bar. ....	71
Figura 5.19 Prueba de sensor CKP simulando 750 RPM. ....	72

Figura 5.20 Prueba de sensor CKP simulando 750 RPM.....	72
Figura 5.21 Prueba de sensor CKP simulando 750 RPM.....	73
Figura 5.22 Simulación con el banco al sensor TPS. ....	73
Figura 5.23 Prueba con el banco al sensor TPS. ....	74
Figura 5.24 Prueba con el banco al sensor TPS media 50.....	74
Figura 6.1 Prueba de vacío a 800 RPM. ....	77
Figura 6.2 Total de pruebas realizadas respecto a los equipos utilizados. ....	78
Figura 6.3 Total de pruebas realizadas respecto a los equipos utilizados. ....	81

## RESUMEN

En la industria automotriz actual, las innovaciones tecnológicas transforman la forma en que se fabrican, conducen y mantienen los vehículos. En Ecuador, Latinoamérica y en todo el mundo, los avances tecnológicos avanzan de manera significativa, es por ello por lo que se han creado equipos de diagnóstico cada vez más sofisticados, pero al ser nuevos en el mercado, las personas que laboran en el campo automotriz optan por usar equipos de diagnóstico convencionales que ya sean conocidos.

En Quito, capital del Ecuador, los operadores y técnicos que laboran en el sector automotriz, entre ellos hay un grupo considerable que presentan un déficit tecnológico, lo cual repercute en un bajo desempeño de trabajo con el uso de equipos de diagnóstico, entre ellos los que son de tipo táctil para las personas con edades superiores a los 55 años ya que tienen poca familiaridad con estos equipos.

En este proyecto se realiza un análisis comparativo donde se aborda la necesidad de contar con herramientas sofisticadas y de fácil manejo para el diagnóstico. En este análisis comparativo se determinan las ventajas y desventajas de un banco universal de comprobación de sensores “Sens-22 Plus” en comparación a los equipos convencionales.

Para este proyecto se cuenta con un vehículo muy comercial en el país el cual es el Chevrolet Sail 1400 cc y una camioneta a diésel de igual manera muy comercial, la cual es la Toyota Hilux 4x4 2500 cc, en estos vehículos se realizarán pruebas con todos los equipos de diagnóstico bajo diferentes parámetros de trabajo, con estos datos obtenidos se procederá a evaluar la eficiencia y manejabilidad de cada equipo de diagnóstico.

En base a la investigación se determinó que el osciloscopio es el equipo más eficiente, debido a que tiene una interfaz lo suficientemente completa como para captar señales eléctricas en tiempo real de los sensores y representarlas gráficamente en la pantalla de este, además entrega de manera precisa los voltajes a los que está trabajando el sensor.

**Palabras Claves:** Industria automotriz, equipos de diagnóstico, déficit tecnológico, avances tecnológicos.

## **ABSTRACT**

In today's automotive industry, technological innovations transform the way vehicles are manufactured, driven, and maintained. In Ecuador, Latin America, and around the world, technological advances are advancing significantly, which is why increasingly sophisticated diagnostic equipment has been created, but since they are new to the market, people working in the automotive field choose to use conventional diagnostic equipment that is already known.

In Quito, the capital of Ecuador, operators and technicians working in the automotive sector, among them there is a considerable group that has a technological deficit, which results in poor work performance with the use of diagnostic equipment, including those that are touch-screen for people over 55 years of age, since they have little familiarity with this equipment.

This project carries out a comparative analysis that addresses the need to have sophisticated and easy-to-use tools for diagnosis. In this comparative analysis, the advantages and disadvantages of a universal sensor test bench "Sens-22 Plus" are determined in comparison to conventional equipment.

For this project there is a very commercial vehicle in the country which is the Chevrolet Sail 1400 cc and a diesel truck in the same very commercial way, which is the Toyota Hilux 4x4 2500 cc, in these vehicles tests will be carried out with all the diagnostic equipment under different work parameters, With these data obtained, the efficiency and manageability of each diagnostic equipment will be evaluated.

Based on the research, it was determined that the oscilloscope is the most efficient equipment, because it has an-interface complete enough to capture electrical signals in real time from the sensors and represent them graphically on the screen of this, in addition to accurately delivering the voltages at which the sensor is working.

**Keywords:** Automotive industry, diagnostic equipment, technological deficit, technological advances.

## **GLOSARIO.**

MCI: Es la máquina que obtiene energía química de la energía mecánica por la combustión de una mezcla aire/combustible dentro del cilindro de motor.

Osciloscopio: Equipo digital para visualizar señales electrónicas de sensores.

Escáner: Equipo que se usa para diagnosticar fallas electrónicas de un vehículo, específicamente las almacenadas en su memoria.

Sensores: Elemento que capta una forma de energía y la convierte en un voltaje de señal.

CKP: Sensor de posición de cigüeñal.

CMP: Sensor de posición del árbol de levas.

TPS: Sensor posición de la mariposa.

MAP: Sensor de presión del aire.

IAT: Sensor de temperatura de aire.

ECT: Sensor de temperatura del refrigerante.

FRP: Sensor de presión del riel.

RPM: Revoluciones por minuto.

ECU: Unidad de control electrónico.

## INTRODUCCIÓN

El análisis comparativo entre un banco universal de comprobación de sensores y los equipos de diagnóstico automotriz convencionales se enfoca en evaluar las diferencias en términos de funcionalidad, precisión, tiempo de diagnóstico y versatilidad de cada uno. Actualmente la tecnología ha avanzado significativamente, estos logros tecnológicos han ayudado al diseño de herramientas más sofisticadas para el diagnóstico automotriz, y los bancos de comprobación de sensores emergen como una de las opciones más innovadoras en este campo.

El Capítulo 1 indica los pasos a seguir para utilizar equipos de diagnóstico automotrices y conexiones de sensores. También es crucial conocer los valores de referencia para cada sensor, para poder interpretar los datos correctamente. En el Capítulo 2 presenta el desarrollo de las pruebas realizadas con multímetro a cada sensor de los vehículos Chevrolet Sail y Toyota Hilux diésel, luego se obtendrán datos los sensores a diferentes condiciones.

En el Capítulo 3 se enfoca en realizar pruebas a los sensores utilizando un osciloscopio y obtener datos a distintos parámetros de trabajo. Este enfoque permite observar la variación de las señales en tiempo real, lo que es esencial para visualizar si los sensores están funcionando correctamente. En el Capítulo 4 se realizan pruebas de sensores con un escáner automotriz, el cual, se enfoca en leer y analizar los datos que los sensores envían a la (ECU), lo que permite obtener lecturas en tiempo real de diversos sensores del vehículo.

El Capítulo 5 tiene como objetivo realizar pruebas de sensores con un banco de comprobación para determinar la funcionalidad de los sensores en un entorno controlado y simulado, fuera del vehículo. El Capítulo 6 tiene como meta determinar qué equipo proporciona una mayor eficiencia y fiabilidad al momento de realizar diagnósticos complejos en vehículos modernos. Además, se busca comprender cómo la tecnología avanzada ayuda a mejorar la eficiencia en el diagnóstico de fallas, comparada con las capacidades de los diagnósticos tradicionales. Este estudio también aborda aspectos como el costo, la facilidad de uso y la adaptabilidad de ambos sistemas frente a los avances tecnológicos en el sector automotriz.

## **PROBLEMA**

La industria automotriz es un campo que se mantiene en constante innovación, de igual manera, la tecnología en los vehículos avanza de manera significativa, brindando mayor seguridad y conectividad de los usuarios. La tecnología a bordo de los vehículos ha avanzado de manera considerable en las últimas décadas. En la actualidad, los vehículos son más amigables con el medio ambiente, con mayor seguridad y más facilidad a la hora de conducir. (Bureau, 2018)

En Ecuador, pese a la disponibilidad de herramientas de diagnóstico automotriz, aún hay incertidumbre sobre la mejor opción entre un banco de sensores y un escáner automotriz para el diagnóstico efectivo de sistemas electrónicos en vehículos modernos. No está claro cuál de estas tecnologías da resultados más precisos y rápidos, y una mejor capacidad de interpretación de datos en varios escenarios de diagnóstico automotriz.

En Quito hay operadores y técnicos que laboran en el sector automotriz y presentan un déficit tecnológico, lo cual repercute en un menor desempeño con el uso de los equipos de diagnóstico, por lo general las personas de avanzada edad presentan problemas con el uso de equipos táctiles debido a la poca familiaridad que tienen con los mismos. (Luque & Herrero, 2019).

Las nuevas tecnologías incorporadas en los vehículos modernos han incrementado la necesidad de contar con equipos de diagnóstico más avanzados. En Ecuador, los talleres automotrices tradicionalmente han utilizado equipos de diagnóstico convencionales que permiten detectar fallas mediante la lectura de códigos de error generados por el sistema de gestión del motor, sin embargo, estos equipos no siempre brindan una evaluación completa o precisa de todos los sensores del vehículo. En contraste, un banco universal de comprobación de sensores permite una evaluación detallada e individual de los sensores automotrices, ofreciendo diagnósticos más específicos y profundos (Navarro et al., 2020).

Para el desarrollo de este proyecto se considera un tiempo de duración de 5 meses, empezando en septiembre de 2024 y culminando en enero de 2025. Durante este tiempo se realizarán las pruebas de diagnóstico, se recopilarán los resultados, y se procederá con el análisis comparativo de los equipos de diagnóstico.

Los vehículos seleccionados para el estudio serán de diversas marcas y modelos presentes en el mercado automotriz ecuatoriano, con el fin de reflejar la diversidad de los vehículos que se encuentran en uso en el país. El proyecto se desarrollará en Quito, Ecuador, específicamente en el taller de automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), donde se llevará a cabo la recolección de datos, las pruebas de diagnóstico, y el análisis de los equipos. (Cordero, 2022)

Este estudio se enfocará en comparar dos tecnologías utilizadas en el diagnóstico automotriz:

**Banco universal de comprobación de sensores:** Este equipo permite realizar diagnósticos avanzados de los sensores de los vehículos, proporcionando una evaluación detallada de su funcionamiento mediante pruebas específicas.

**Equipos de diagnóstico automotriz convencionales:** Estos equipos se basan en la lectura los DTC generados por la (ECU), sin la capacidad de realizar pruebas específicas de sensores de manera profunda. El análisis incluirá:

El análisis incluirá:

- La precisión en la identificación de fallas de sensores.
- Los tiempos de diagnóstico necesarios para detectar problemas.
- La facilidad de uso de ambos sistemas.
- El costo y mantenimiento asociado a cada equipo.
- Ventajas y limitaciones de cada tecnología en un taller automotriz.

### **Objetivo General.**

Realizar un análisis comparativo de diagnóstico, entre un banco universal de comprobación de sensores y equipos de diagnóstico automotriz convencionales, evaluando fiabilidad y precisión en la obtención de datos en sensores del motor de combustión interna.

### **Objetivos Específicos.**

- Realizar pruebas prácticas de medición mediante el comprobador universal de sensores en un motor de combustión interna para generar una base de datos.
- Obtener mediciones con los equipos de diagnóstico convencional realizando pruebas en los diferentes sensores de un motor de combustión interna.
- Comparar la fiabilidad en los datos recopilados de cada equipo de diagnóstico automotriz con las pruebas realizadas en los sensores comparando sus datos.
- Evaluar el manejo y precisión de los equipos utilizados para diagnóstico de sensores automotrices para establecer diferencias.

## Marco Teórico

### Sistema de inyección electrónica.

La inyección electrónica es un sistema crucial de los motores modernos que gestiona de manera estequiométrica la cantidad de aire/combustible que ingresa a la cámara. A diferencia de los antiguos carburadores, este sistema usa sensores para controlar diversas condiciones del motor, como la temperatura, la velocidad y la proporción de O<sub>2</sub> en las emisiones de escape. Estos sensores remiten información a una (ECU), que regula la cantidad de combustible inyectado en función de la carga del motor en tiempo real. El sistema reduce el consumo del combustible y optimiza el rendimiento general del motor. En términos generales, el sistema de inyección electrónica consta de varios componentes esenciales: los inyectores de combustible, el sensor de O<sub>2</sub>, el sensor de masa de aire, la bomba de combustible y, por supuesto, la ECU. Todo este grupo trabaja en conjunto para asegurarse de que el motor reciba la cantidad precisa de combustible necesaria para un óptimo funcionamiento en diferentes condiciones de carga y temperatura. (Castro, 2023)

### Sensores automotrices.

- **MAP:** Sensor de presión absoluta (MAP) transforma a una señal eléctrica la variación de presión en el colector de admisión y la convierte en una señal eléctrica, la misma que es enviada a la unidad de control para regular la mezcla de aire-combustible. (Jachero, 2016)
- **IAT:** La temperatura del aire que entra al colector es medida por este sensor, esta temperatura varía la resistencia del sensor, mientras más caliente sea el aire que ingresa, menor será la resistencia y el voltaje. Hay que tomar en cuenta que la temperatura del aire de admisión depende de la temperatura exterior y de la temperatura generada alrededor el motor. (Diaz, 2022)
- **CKP:** Monitorea la posición del cigüeñal y las RPM del motor, es un componente electrónico muy esencial ya que proporciona información clave a la ECU para sincronizar el tiempo de inyección de combustible y optimizar de mejor manera el funcionamiento del motor. (Calderón, 2022)
- **CKP tipo Hall:** Es un tipo de sensor utilizado para medir la posición del cigüeñal y las RPM en sistemas de inyección electrónica. Este sensor utiliza el efecto Hall, el cual genera un voltaje cuando se alinea con un objeto magnético, en este caso una

rueda dentada, pasa cerca de un semiconductor, es por esto por lo que se produce un aumento o caída de tensión. Los sensores de tipo Hall generalmente tienen 3 cables, cada uno correspondiente a señales de 5v o 12v, tierra y una señal proveniente de la computadora. (M. Calderón, 2022)

- **CKP tipo inductivo:** El sensor de tipo inductivo actúa como una especie de generador ya que no requiere de una alimentación externa, ya que está compuesto de un imán, un núcleo de hierro dulce y una bobina inductiva de dos terminales. Su ubicación es frente a una corona dentada, de la cual se eliminan dos dientes para identificar la posición del primer pistón. (M. Calderón, 2022)
- **CMP:** Sensor de Posición del Árbol de levas, es un componente crucial en los motores modernos que ayuda a la (ECU) a gestionar la sincronización de encendido y la inyección de combustible. Este sensor monitorea el momento exacto de giro de los dientes del árbol de levas y su velocidad. El sensor CMP entrega información sobre en qué parte de su ciclo se encuentra el árbol de levas en todo momento, lo cual es esencial para que la ECU pueda coordinar el momento exacto en que se deben inyectar el combustible y generar la chispa de encendido. Si la sincronización del árbol de levas con el cigüeñal no es correcta, el motor no funcionará correctamente. (M. Calderón, 2022)
- **HO2S:** También conocido como sonda Lambda, el sensor O<sub>2</sub> envía del mismo a la ECU, gestiona la proporción de gasolina inyectada al motor para mantener una mezcla más equilibrada y eficiente, ayudando a que el motor trabaje de manera óptima, reduzca el consumo de combustible y minimice los gases contaminantes. Existen diferentes tipos de sensores O<sub>2</sub>, como los sensores de banda ancha y los sensores de una sola banda, y se ubican en el escape, para medir las condiciones en diferentes puntos del proceso de escape. (A. Calderón, 2012)
- **ECT:** Este sensor mide la temperatura del anticongelante, la ECU utiliza esta señal para optimizar el consumo de combustible, cuenta con una resistencia interna que se varía el voltaje de señal según la temperatura del motor, su alimentación es de 5V, pero el rango de trabajo es de 0.5 a 4.5 voltios. Por lo general se encuentra situado cerca del termostato. (Pulluquitin & Muñoz, 2024)
- **TPS:** El sensor de posición de la mariposa del cuerpo de aceleración tiene como objetivo captar el ángulo de la mariposa y convertir estos datos en una señal eléctrica,

la cual es enviada a la ECU, esta mariposa regula el aire que ingresa a la cámara de combustión. (Quezada et al., 2019)

- **FRP:** El sensor de presión del riel permite monitorear la presión que existe en la riel o flauta, gracias a esta información se logra una optimización de combustible, además de una reducción en los gases de escape, la señal que emite este sensor sirve para realizar un ajuste en la bomba de combustible, generando un volumen constante. (Robayo & Molina, 2022)

### **Osciloscopio Automotriz**

Es un equipo electrónico que muestra en una pantalla digital diversas señales eléctricas debido a su composición. Muestra valores de las señales como coordenadas en un plano cartesiano. (Narvárez J & Narvárez I. 2019)

Este equipo puede ser tanto analógico como digital dependiendo de su funcionamiento interno. En teoría, el resultado no es idéntico en ambos casos. Uno de los controles que tiene el osciloscopio es la capacidad de regular la señal de entrada y otro que permite realizar mediciones en la pantalla, donde también se puede ver la forma de onda. Se utiliza para monitorear la señal que desea medir. Su medida se puede comparar con un plano cartesiano. (Cherrez S. 2022)

### **Escáner Automotriz**

Es un equipo de diagnóstico automotriz que ayuda al operador a reducir el proceso en la corrección de fallas, por lo que este equipo actúa como intermediaria entre el procesador del vehículo (la ECM) y el operador. El escáner automotriz es un verdadero traductor que permite colocar al operador en un nivel de comunicación similar al del procesador del vehículo. De no ser por el escáner sería muy complicado comprender el lenguaje digital empleado por este. (García. R, 2017)

El escáner automotriz analiza todos los sistemas y subsistemas del vehículo, realizando pruebas en tiempo real de sus componentes o actuadores. Sin embargo, en ocasiones, no es capaz de evaluar por completo ciertos sensores si estos no provocan un fallo significativo para la ECU, lo que hace que el indicador de check engine permanezca apagado. (Ortega, 2017)

## **Multímetro**

Es un equipo de medición eléctrica usado para la medición de varias magnitudes eléctricas, como voltaje (tensión), corriente y resistencia. Es una herramienta esencial para técnicos y electricistas, ya que permite realizar diagnósticos y pruebas en circuitos eléctricos y componentes electrónicos.

El multímetro puede tener diferentes funciones, pero las más comunes son:

1. Medir voltaje (V): Mide el voltaje en voltaje continuo (DC) o alterno (AC), lo que permite verificar si un circuito o componente está recibiendo la cantidad adecuada de electricidad.
2. Medir corriente (A): Mide el amperaje que circula por un circuito. Esto es útil para determinar si el circuito está sobrecargado o funcionando correctamente.
3. Medir resistencia ( $\Omega$ ): Permite verificar la resistencia de un componente eléctrico, como una resistencia o un cable, para comprobar si está funcionando como debería o si tiene alguna falla.

Muchos multímetros también incluyen otras funciones, como la comprobación de continuidad (para verificar si hay una conexión eléctrica en un circuito) o la medición de la temperatura en algunos modelos avanzados. Los multímetros pueden ser analógicos o digitales.

## **Vacuómetro Automotriz**

Realiza medidas adecuadas del vacío en el colector de admisión, también diagnostica con gran velocidad los problemas internos del motor, ya sea problemas como anillos deteriorados, válvulas y juntas de cabeza de fugas. Para tomar medidas de vacío, el vacuómetro debe estar conectado a una salida de una conexión de vacío, la mayoría de los motores funcionarían entre 15 a 20 in Hg (pulgadas de mercurio).

## **Comprobador de fugas del circuito de refrigeración.**

El detector de fugas del refrigerante permite llevar a cabo la búsqueda de fugas en el sistema de refrigeración. Este equipo genera presión de aire dentro del sistema obligando al refrigerante a salir por alguna grieta de manguera o cañería, si es el caso de fuga, ayudando a determinar la pérdida de refrigerante.

### **Banco de comprobación de sensores automotrices Sens-22 Plus.**

Equipo universal para prueba de sensores automotores, tiene características que ayuda al operador de taller a diagnosticar rápida y eficientemente el estado de los sensores mediante pruebas. Cada prueba cambia para los distintos sensores para simular las alimentaciones, masas y señales de una ECM. (Orozco L. 2022)

## **CAPÍTULO 1**

### **METODOLOGÍA.**

En este capítulo se constituye la base del enfoque práctico y teórico empleado en el proyecto, en el cual se aborda detalladamente los procedimientos requeridos para el desarrollo de este proyecto.

#### **1.1 Equipos de diagnóstico utilizados.**

El procedimiento para conectar los equipos de diagnóstico a los sensores se especifica a continuación:

##### **1.1.1 Multímetro.**

Este equipo ayuda a identificar los tipos de señal que emite cada cable. Para utilizar el multímetro se realizan los siguientes pasos:

1. Conectar la sonda positiva y negativa al multímetro, teniendo en cuenta que la sonda negativa es de color negro y solo tiene un punto de conexión. La sonda positiva es de color rojo y tiene 3 puntos de conexión dependiendo de qué medida se vaya a realizar. En la Figura 1.1 se puede observar el tipo de conexión de las sondas de medición en el equipo para voltaje.

**Figura 1.1** Multímetro.



**Fuente: Autores.**

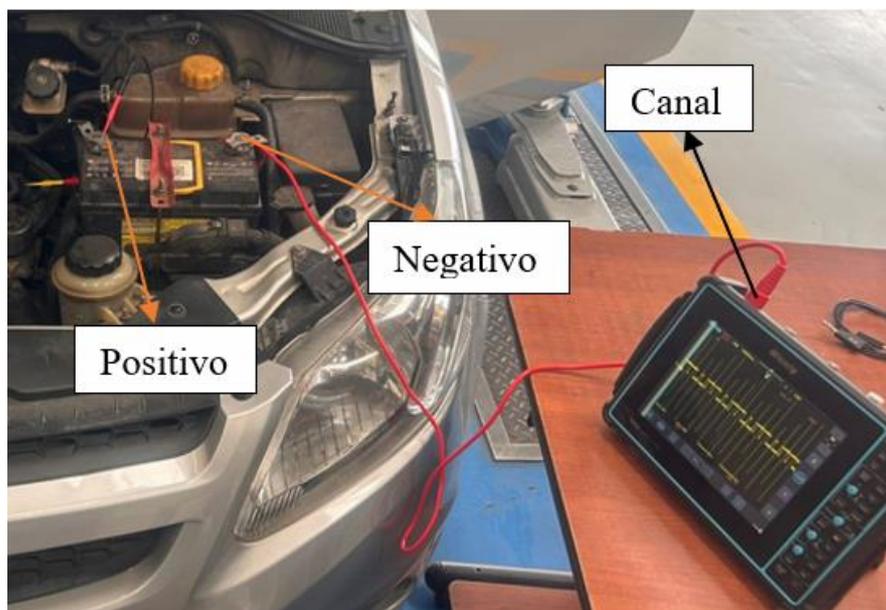
2. Como se aprecia en la figura anterior, la perilla del multímetro está ubicada en la posición de voltaje. Para elegir el tipo de voltaje, ya sea continua (DC) o alterna (AC) se presiona la tecla “SELECT” hasta que aparezcan las siglas correspondientes.

3. La sonda negativa se la conecta a la batería y con la sonda positiva se conecta al socket para identificar las señales de cada cable; no dañar los cables es indispensable para evitar fugas de corriente y que la señal que llega a la ECU sea la correcta.

### 1.1.2 Osciloscopio.

Este equipo facilita la visualización de señales emitidas por los sensores automotrices. Para utilizar el osciloscopio se debe seguir el siguiente proceso:

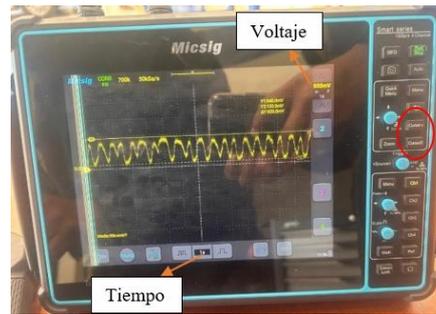
**Figura 1.2** Osciloscopio Micsig.



**Fuente:** Autores.

1. Como se observa en la Figura 1.2 se debe conectar la sonda en un canal de recepción del osciloscopio, luego conectar el terminal negativo de la sonda a la batería y el terminal positivo de la sonda al cable de señal del socket del sensor. Hay que tener en cuenta que no se unan los extremos de la sonda ya que se puede causar un cortocircuito y dañar el sensor.
2. Aumentar o disminuir la escala de voltaje y el tiempo hasta obtener una gráfica lo suficientemente visible para poder interpretar las señales, como se observa en la Figura 1.3:

**Figura 1.3** Ubicaciones de cursores y escalas.



**Fuente:** Autores.

3. En la figura anterior se observan los cursores en la parte derecha, los cursores horizontales se usan para obtener el voltaje de la señal, estos cursores se ubican en los picos de señal. Los cursores horizontales sirven para obtener el tiempo de un periodo, estos se los ubica al inicio y al final del periodo.

### 1.1.3 Escáner.

Este equipo le muestra al operador los datos en vivo del funcionamiento del motor, Para utilizar el escáner automotriz Autel se necesita seguir el siguiente procedimiento:

1. Se conecta el cable OBDII del escáner al vehículo, por lo general este conector está abajo del volante y con ayuda de la matrícula del vehículo se hace touch en el icono “diagnóstico” que está a la derecha como se muestra en la Figura 1.4. Después, se ingresa el código VIN del vehículo al escáner, para realizar la conexión de la interfaz.
2. Si no lee el código VIN del vehículo, se deberá poner en modo manual e ingresar datos, como la marca, el año, el tipo de motor, el tipo de caja de cambios, etc.

**Figura 1.4** Escáner automotriz.



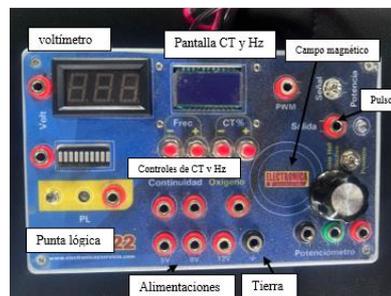
**Fuente:** Autel.

3. Una vez se haya ingresado, aparecerán los datos que se pueden observar. En este caso se seleccionará la lectura de datos en vivo.
4. Seleccionar que datos en vivo se requiere observar.

#### 1.1.4 Sens-22 Plus.

Para medir o comprobar los sensores se debe tener establecida una correcta conexión de cada pin del sensor, es decir, conocer que pin es alimentación, tierra y señal, también el voltaje de alimentación del sensor debido a que hay sensores que son alimentados por 12v y 5v. Para simular el funcionamiento de los sensores también se debe conocer la ubicación de los terminales de conexión del banco SENS-22 PLUS como se muestra en la Figura 1.5.

**Figura 1.5** Detalles del banco de sensores Sens-22 Plus.



**Fuente:** Autores.

En la parte izquierda de la figura se encuentran los terminales para medir la señal; en la parte superior media se encuentran los controles para aumentar o reducir el ciclo de trabajo y la frecuencia; en la parte inferior se encuentran los terminales de alimentación, el terminal tierra también está ubicado en la parte inferior. En el lado derecho superior está el terminal de salida de pulsos y en la parte derecha media está el campo magnético para sensores CKP y CMP.

Para realizar simulaciones de trabajo en ciertos sensores, se requiere de ciertos equipos, tales como:

1. Bomba de vacío

Este equipo, generalmente es usado para realizar la purga de líquido de freno y embrague. En esta ocasión se utiliza para generar presión en el sensor MAP, para esto se

seleccionan los adaptadores que vienen incluidos en su caja como se muestra en la Figura 1.6 y se procede a conectarlos de manera correcta al sensor.

**Figura 1.6** Pistola de purga.



**Fuente:** Almacén Unión.

## 2. Vacuómetro

Este equipo se utiliza para medir la presión del múltiple de admisión. Con ayuda de un adaptador que viene incluido en su caja, como se muestra en la Figura 1.7. Se conecta la manguera del vacuómetro hacia una línea de conexión alojada en el múltiple, se procede a acelerar el vehículo para visualizar la presión generada.

**Figura 1.7** Kit de vacuómetro.



**Fuente:** Autores.

## 3. Comprobador de fugas del circuito de refrigeración.

Este equipo, al contrario de medir la presión generada genera presión. El uso de este equipo es sencillo, se conecta la manguera con ayuda de un adaptador que viene en la caja, como se observa en la Figura 1.8 y se inyecta aire, generando presión.

**Figura 1.8** Kit comprobador de fugas del circuito de refrigeración.



**Fuente:** Autores.

### 1.3 Sensores Toyota Hilux.

La Toyota Hilux es un vehículo 4x4 tipo pickup muy usada para trabajo en Ecuador, debido a su resistencia también a su bajo consumo de combustible, además es un vehículo muy cómodo y con un buen diseño.

El vehículo Toyota Hilux 2009 4x4 2500cc presenta en la tabla 1.2 las siguientes especificaciones técnicas:

**Tabla1.1** Datos técnicos Toyota Hilux.

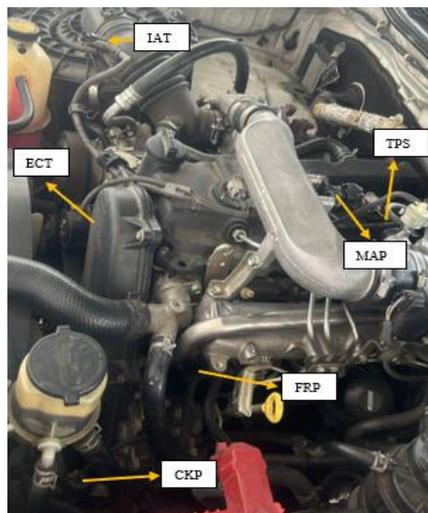
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>Cilindrada</b>	2500 cc
<b>Año</b>	2009
<b>Marca</b>	Toyota
<b>Modelo</b>	Hilux 4X4

<b>Clase de vehículo</b>	Pickup
<b>Combustible</b>	Diésel

**Fuente:** Autores.

La importancia de conocer la ubicación de los sensores en el motor es indispensable, por ello en la Figura 1.17 se puede apreciar la posición los sensores del motor de la Toyota Hilux diésel. El sensor IAT está ubicado en la parte izquierda, en la línea que se dirige a la admisión. El sensor MAP está ubicado antes de la entrada de aire al cuerpo de aceleración. En la parte superior derecha, en el cuerpo de aceleración está ubicado sensor TPS. El sensor FRP se encuentra en la parte derecha del motor, en el riel de combustible y el sensor CKP está posicionado en la parte inferior delantera del vehículo.

**Figura 1.9** Ubicación de sensores en el motor Toyota Hilux.

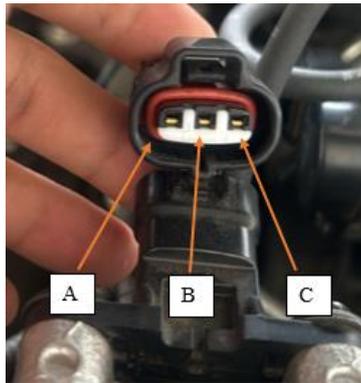


**Fuente:** Autores.

### 1.3.1 Sensor MAP.

En la Figura 1.18 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.10** Conector del sensor MAP Toyota Hilux.



**Fuente:** Autores.

A: Tierra, cable color café.

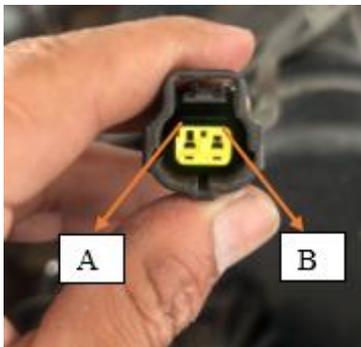
B: Señal, cable color celeste.

C: Alimentación, cable color rojo/blanco.

### 1.3.2 Sensor ECT.

En la Figura 1.19 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.11** Conector del sensor ECT Toyota Hilux.



**Fuente:** Autores.

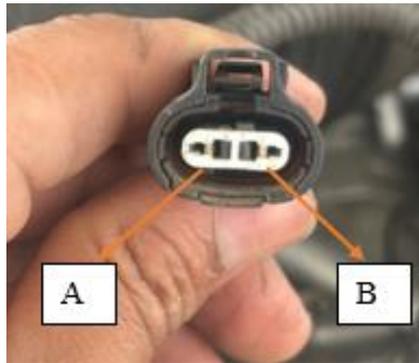
A: Tierra, cable color café.

B: Alimentación 5V /señal, cable color rojo/celeste.

### 1.3.3 Sensor IAT.

En la Figura 1.20 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.12** Conector del sensor IAT Toyota Hilux.



**Fuente:** Autores.

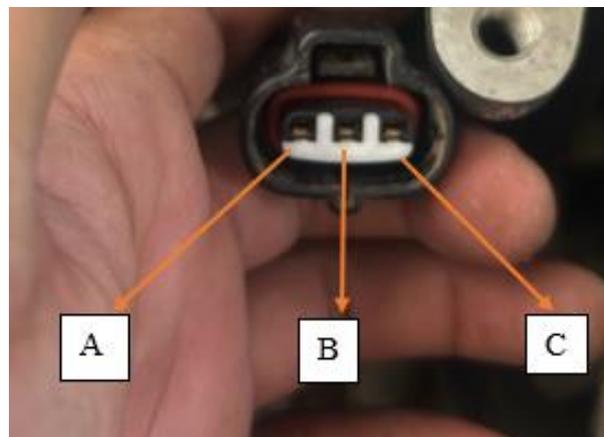
A: Tierra, cable color café.

B: Alimentación/señal, cable color amarillo/verde.

#### **1.3.4 Sensor FRP.**

En la Figura 1.21 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.13** Conector del sensor ECT Toyota Hilux.



**Fuente:** Autores.

A: Tierra, cable color café.

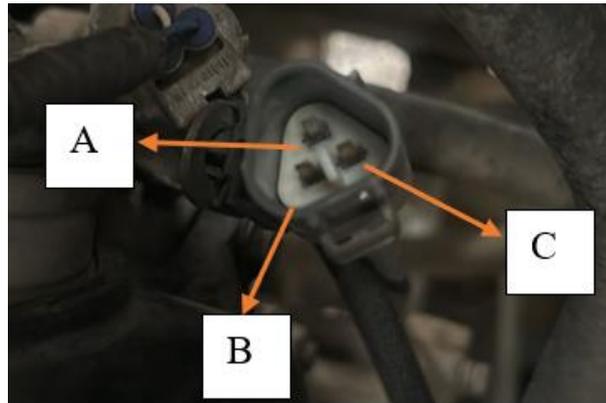
B: Señal, cable color rojo/amarillo.

C: Alimentación, cable color rojo/blanco.

#### **1.3.5 Sensor CKP.**

En la Figura 1.22 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.14** Conector del sensor CKP Toyota Hilux.



**Fuente:** Autores.

A: Tierra, cable color plomo

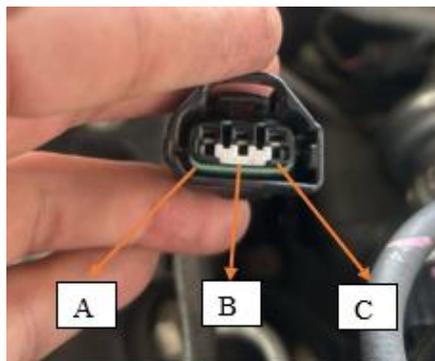
B: Aislante, cable color amarillo.

C: Señal, cable color celeste.

### 1.3.6 Sensor TPS.

En la Figura 1.23 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.15** Conector del sensor TPS Toyota Hilux.



**Fuente:** Autores.

A: Alimentación 5V, cable color rojo/blanco.

B: Tierra, cable color café.

C: Señal, cable color negro.

## 1.2 Sensores Chevrolet Sail 1.4.

El Chevrolet Sail es un vehículo tipo sedán muy usado en el país por sus cualidades ahorrativas de combustible, por su fácil manejo, su comodidad y modelo.

El vehículo Chevrolet Sail 2015 1600 cc presenta las siguientes especificaciones técnicas:

**Tabla 1.2** Datos técnicos Chevrolet Sail 2015.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<b>Cilindrada</b>	1400 cc
<b>Año</b>	2015
<b>Marca</b>	Chevrolet
<b>Modelo</b>	Sail
<b>Clase de vehículo</b>	Sedan
<b>Combustible</b>	Gasolina

**Fuente:** Autores.

Se debe identificar la ubicación de cada sensor del motor, para ello en la Figura 1.9 se muestra donde se encuentra cada uno:

**Figura 1.16** Ubicaciones de sensores.



**Fuente:** Autores.

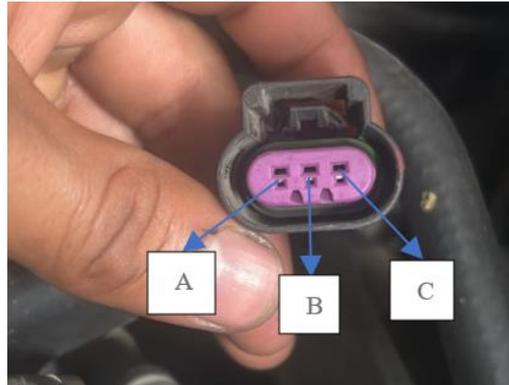
Como se observa en la figura anterior, en el lado izquierdo del motor, en la línea que va hacia el múltiple de admisión, está ubicado el sensor IAT, el sensor TPS está posicionado en el cuerpo de aceleración. En el lado derecho del motor, cerca del termostato está ubicado el sensor ECT y el sensor CMP está ubicado a un lado del cabezote. En la parte superior del

motor sobre el colector de admisión está ubicado el sensor MAP. En la parte inferior derecha del motor va ubicado el sensor CKP y el sensor HO2S está ubicado antes del catalizador.

### 1.2.1 Sensor CMP.

En la Figura 1.10 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.17** Conector del sensor CMP Chevrolet Sail.



**Fuente:** Autores

A: Señal, color amarillo.

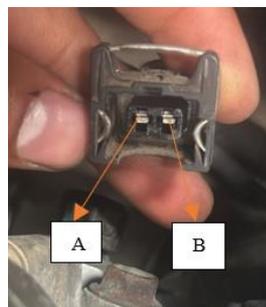
B: Tierra, color plomo.

C: Alimentación, color blanco.

### 1.2.2 Sensor ECT.

En la Figura 1.11 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.18** Conector del sensor ECT Chevrolet Sail.



**Fuente:** Autores

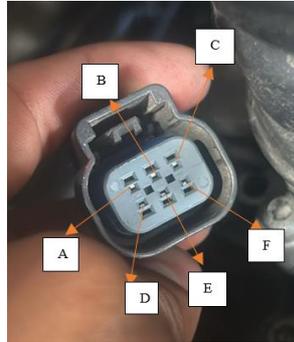
A: Tierra, color azul.

B: Señal-Alimentación, color negro.

### 1.2.3 Sensor TPS.

En la Figura 1.12 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.19** Conector del sensor TPS electrónico Chevrolet Sail.



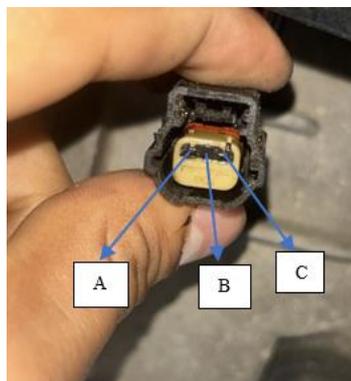
**Fuente:** Autores.

- A: Control bajo del motor del actuador del acelerador, color verde
- B: Control alto del motor del actuador del acelerador, color verde-amarillo
- C: Tierra, color negro
- D: Señal TPS2, color café-negro
- E: Alimentación, color blanco.
- F: Señal TPS1, color café.

### 1.2.4 Sensor CKP.

En la Figura 1.13 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.20** Conector del sensor CKP Chevrolet Sail.



**Fuente:** Autores.

- A: Tierra, color rojo.

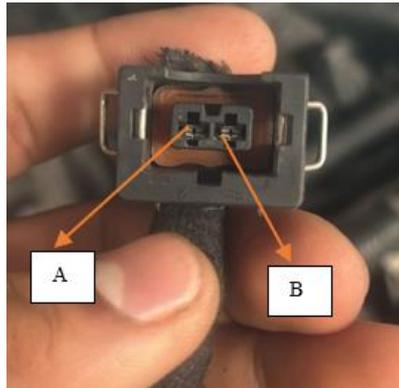
B: Alimentación 5V, color verde.

C: Señal, color celeste.

### 1.2.5 Sensor IAT

En la Figura 1.14 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.21** Conector del sensor IAT Chevrolet Sail.



**Fuente:** Autores.

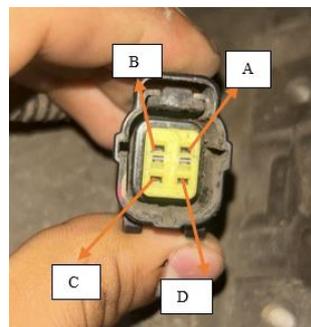
A: Tierra, color blanco.

B: Señal-Alimentación, color verde.

### 1.2.6 Sensor HO2S

En la Figura 1.15 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.22** Conector del sensor HO2S Chevrolet Sail.



**Fuente:** Autores.

A: Calefacción, color café.

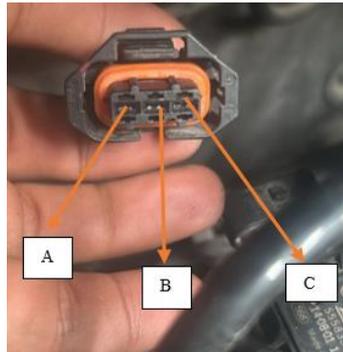
B: Calefacción, color azul.

- C: Lambda: color negro.
- D: Lambda, color plomo.

### 1.2.7 Sensor MAP

En la Figura 1.16 se muestran las siguientes conexiones para este sensor:

**Figura 1.23** Conector del sensor MAP Chevrolet Sail.



**Fuente:** Autores.

- A: Alimentación, color plomo.
- B: Tierra, color negro.
- C: Señal, color verde.

## CAPÍTULO 2 INSPECCIÓN CON MULTÍMETRO.

Las pruebas de sensores con multímetro son esenciales para verificar el correcto funcionamiento. Los sensores juegan un papel crucial al proporcionar información sobre diversas variables, como temperatura, presión, velocidad y posición. Esta información es utilizada ECU para optimizar el rendimiento del sistema. Este tipo de pruebas ayuda a detectar malfuncionamientos en los sensores, asegurando que el sistema de control funcione de manera eficiente.

### 2.1 Pruebas Chevrolet Sail 1.4 2016.

#### 2.1.1 Pruebas sensor CMP con multímetro.

El sensor CMP del motor del Chevrolet Sail está compuesto por 3 cables de conexión, cada uno para alimentación, señal y tierra, proporcionando estos la información a la ECU del vehículo. Para realizar la medición, se conecta la sonda negativa del multímetro al terminal negativo de la batería, después con la sonda positiva del multímetro se pincha el cable de señal del CMP. Se ubica la perilla en voltaje de corriente continua y se lee los valores que entrega el sensor como se muestra en la Tabla 2.1:

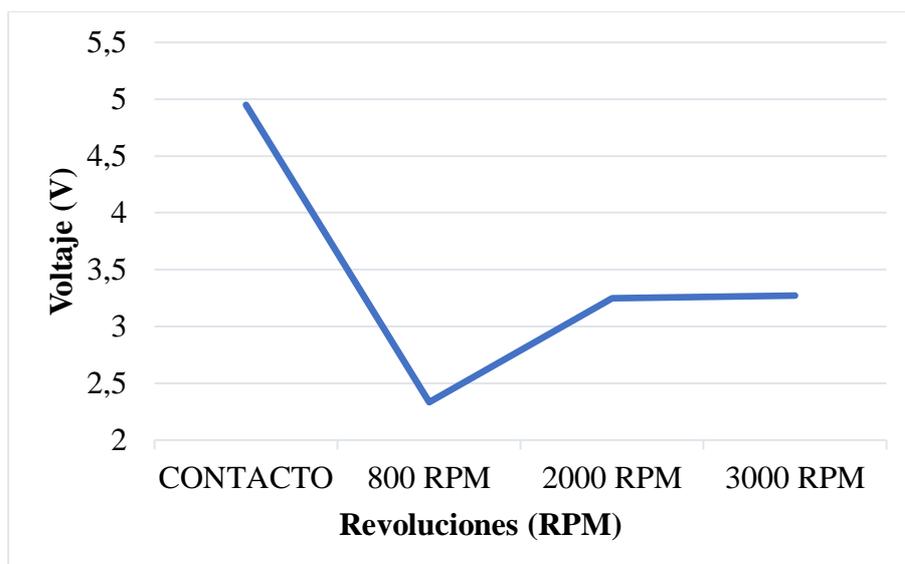
**Tabla 2.1** Datos de voltaje sensor CMP.

	<b>CONTACTO</b>	<b>800 RPM</b>	<b>2000 RPM</b>	<b>3000 RPM</b>
	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>
<b>DATO 1:</b>	4.98	2.3	3.21	3.25
<b>DATO 2:</b>	4.9	2.2	3.23	3.27
<b>DATO 3:</b>	4.97	2.5	3.3	3.29
<b>PROMEDIO:</b>	<b>4.95</b>	<b>2.33</b>	<b>3.25</b>	<b>3.27</b>

**Fuente:** Autores.

En la tabla se muestran 3 datos que se obtuvieron del vehículo a distintas condiciones de trabajo, también se recopilaron los datos de alimentación y de tierra, donde la alimentación no debe superar los 5V y la conexión a tierra se debe representar en mV. Los datos de señal se promedian para representarlos en la gráfica V-RPM como aparece en la Figura 2.1

**Figura 2.1** Gráfica de voltaje de señal del sensor CMP.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 2.1 se puede apreciar mediante un plano cartesiano la tendencia que tiene la señal al aumentar o reducir las RPM. Se puede observar que al aumentar las revoluciones se obtiene una tendencia creciente, las cuales no aumentaran en mayor cantidad debido al vacío generado en el múltiple de admisión donde está alojado este sensor.

### 2.1.2 Pruebas sensor ECT con multímetro.

El sensor ECT del motor a Gasolina está conectado a dos cables, un cable de tierra y otro cable de alimentación, el cual al encender el vehículo se convierte en voltaje de señal que será recopilado por la ECU del vehículo. En la Tabla 2.2 se muestra en la información recopilada de este sensor:

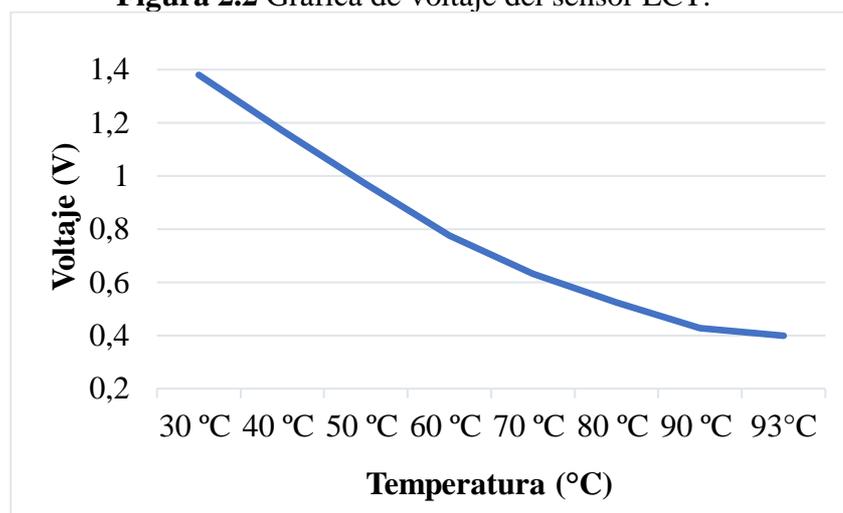
**Tabla 2.2** Datos sensor ECT.

GRADOS °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C	93°C
<b>VOLTAJE (V)</b>	1.38	1.17	0.97	0.775	0.631	0.523	0.428	0.399

**Fuente:** Autores.

En la Tabla 2.2 se puede apreciar los voltajes que arrojó este sensor bajo diferentes temperaturas, al ser un sensor que mide la temperatura del refrigerante se toman las señales de voltaje en referencia a la temperatura a la que se encuentra el refrigerante.

**Figura 2.2** Gráfica de voltaje del sensor ECT.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 2.2 se puede observar un plano cartesiano donde se representan los valores de temperatura y voltaje del sensor ECT. Cuando el carro está a bajas temperaturas tiene un voltaje alto, pero conforme va aumentando la temperatura el voltaje va disminuyendo. Cabe recalcar que el vehículo cuenta con un electroventilador, este enciende cuando la temperatura del refrigerante alcanza los 93°C.

### 2.1.3 Pruebas sensor TPS con multímetro.

El sensor TPS electrónico consta de dos sensores, tiene 6 cables, los cuales dos son de señal, uno de alimentación y uno de tierra, los sensores TPS actúan en forma de espejo, mientras que uno aumenta su voltaje, otro disminuye su voltaje. En la Tabla 2.3 se puede apreciar los valores de voltaje a distintos parámetros:

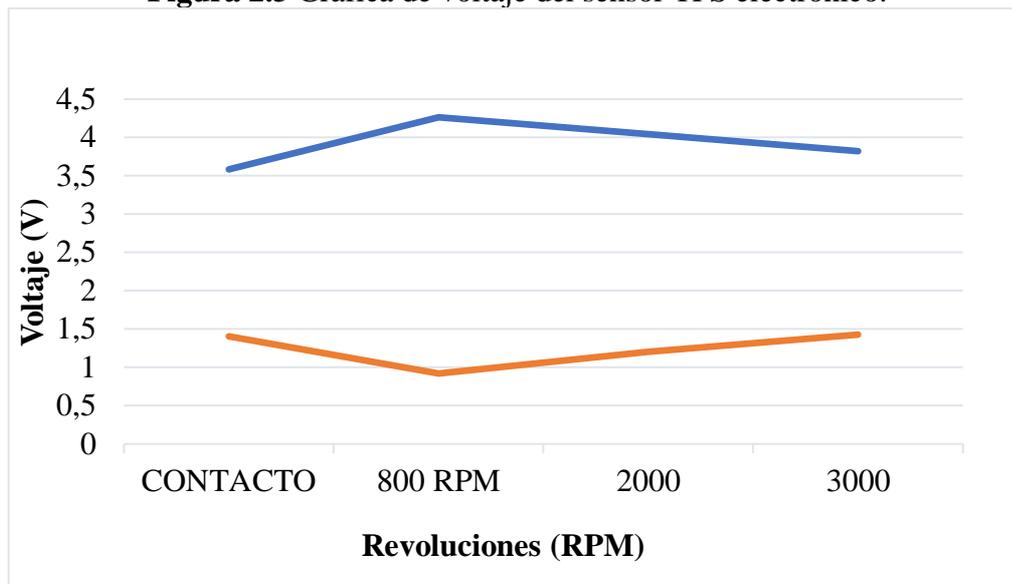
**Tabla 2.3** Datos sensor TPS electrónico.

	CONTACTO		800 RPM		2000 RPM		3000 RPM	
	TPS1 (V)	TPS2 (V)	TPS1 (V)	TPS2 (V)	TPS1 (V)	TPS2 (V)	TPS1 (V)	TPS2 (V)
<b>DATO 1:</b>	3.58	1.4	4.26	0.918	4	1.19	3.84	1.43
<b>DATO 2:</b>	3.59	1.4	4.25	0.92	4.08	1.2	3.8	1.44
<b>DATO 3:</b>	3.58	1.41	4.28	0.919	4.06	1.21	3.82	1.41
<b>PROMEDIO:</b>	<b>3.58</b>	<b>1.40</b>	<b>4.26</b>	<b>0.92</b>	<b>4.05</b>	<b>1.2</b>	<b>3.82</b>	<b>1.43</b>

**Fuente:** Autores

En la Tabla 2.3 se puede apreciar las señales de voltaje que arroja el sensor TPS electrónico, el cual consta de dos sensores TPS, donde entregan señales diferentes, estas se promedian para obtener un valor promedio. En este sensor, los datos de alimentación y tierra son de 4,99V y 15mV respectivamente.

**Figura 2.3** Gráfica de voltaje del sensor TPS electrónico.



**Fuente:** Autores

En la Figura 2.3 se puede observar un plano cartesiano donde se representan los promedios de las señales de TPS1 y TPS2 obtenidas en la Tabla 2.3, donde se puede apreciar de mejor manera el modo espejo de los dos sensores.

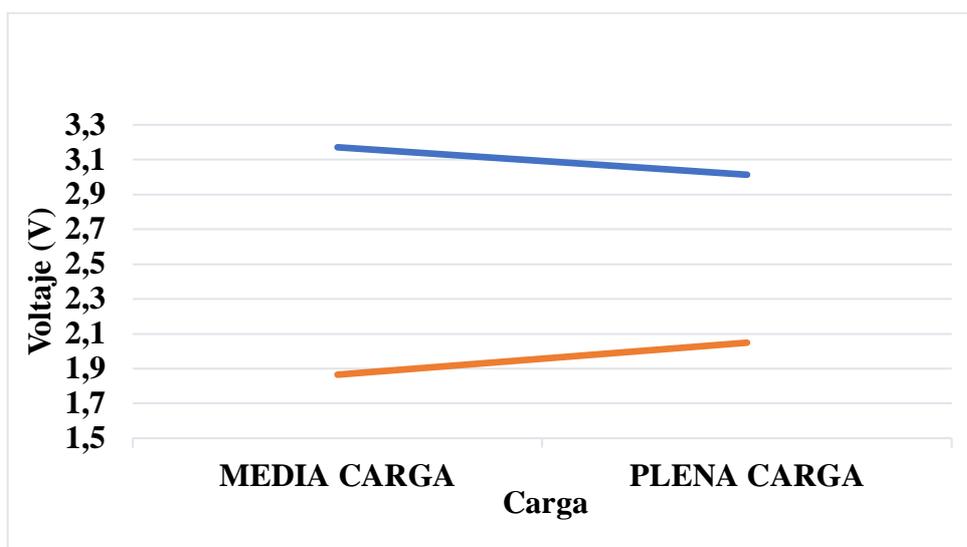
**Tabla 2.4** Datos de carga del sensor TPS electrónico.

	MEDIA CARGA		PLENA CARGA	
	TPS1 (V)	TPS2 (V)	TPS1 (V)	TPS2 (V)
<b>DATO 1:</b>	3.17	1.86	3	2.047
<b>DATO 2:</b>	3.17	1.87	3.01	2.049
<b>DATO 3:</b>	3.173	1.865	3.03	2.05
<b>PROMEDIO:</b>	<b>3.17</b>	<b>1.87</b>	<b>3.01</b>	<b>2.05</b>

**Fuente:** Autores.

En la Tabla 2.4 se pueden observar voltajes de media carga y plena carga del sensor TPS, esto se realiza con el vehículo en contacto y pisando el pedal del acelerador hasta la mitad de su recorrido y después hasta el final.

**Figura 2.4** Gráfica de voltaje del sensor TPS.



**Fuente:** Autores

En la Figura 2.4 se puede observar un plano cartesiano donde se representan los promedios de voltajes de la Tabla 2.4, donde el vehículo está en contacto y se sigue manteniendo la tendencia de los sensores TPS1 y TPS2.

#### 2.1.4 Pruebas sensor CKP con multímetro.

El sensor CKP del Chevrolet Sail consta de 3 pines, alimentación, señal y tierra, este sensor es de tipo Hall, para medir los valores que arroja el sensor se conecta la sonda negativa al terminal negativo de la batería y el terminal positivo al cable de señal del sensor.

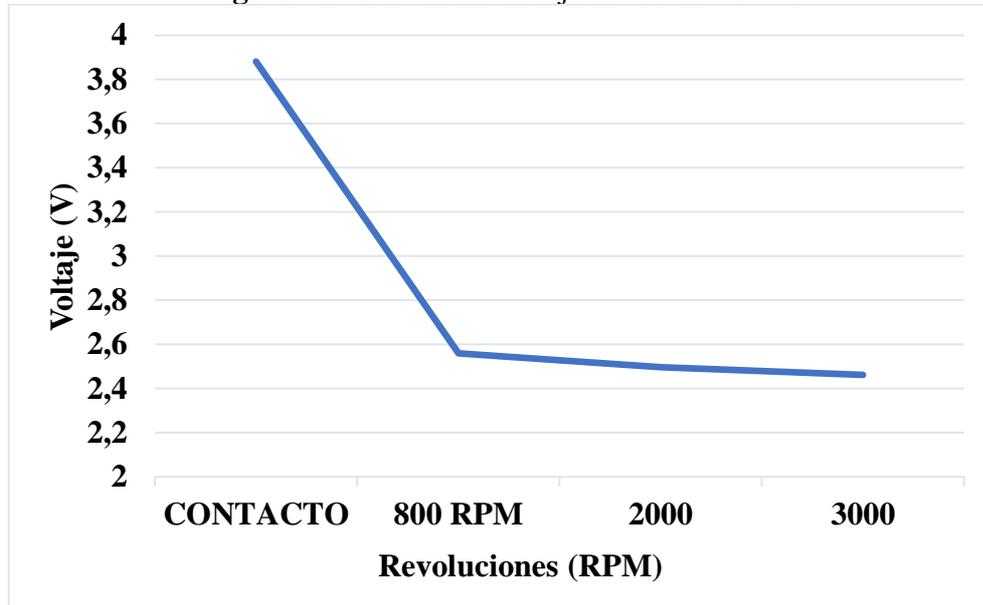
**Tabla 2.5** Datos sensor CKP.

	<b>CONTACTO</b>	<b>800 RPM</b>	<b>2000 RPM</b>	<b>3000 RPM</b>
	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>
<b>DATO 1:</b>	3.88	2.56	2.49	2.46
<b>DATO 2:</b>	3.89	2.57	2.5	2.456
<b>DATO 3:</b>	3.875	2.55	2.497	2.47
<b>PROMEDIO:</b>	<b>3.88</b>	<b>2.56</b>	<b>2.5</b>	<b>2.46</b>

**Fuente:** Autores.

En la Tabla 2.5 se muestra los datos de voltaje del sensor CKP bajo diferentes parámetros de trabajo. Estos datos se promedian para poder graficarlos en la Figura 2.5. Además, este sensor entrega datos de alimentación, los cuales son de 5V.

**Figura 2.5** Gráfica de voltaje del sensor CKP.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 2.5 se puede apreciar una gráfica de V-RPM donde se observa la tendencia que tiene el sensor al aumentar las RPM, a mayores revoluciones este entregará menos voltaje de señal a la ECU.

### 2.1.5 Pruebas sensor IAT con multímetro.

El sensor IAT del Chevrolet Sail consta de 2 cables, uno de señal y otro de alimentación, el mismo que al momento de encender el motor actúa como señal, la cual es enviada a la ECU.

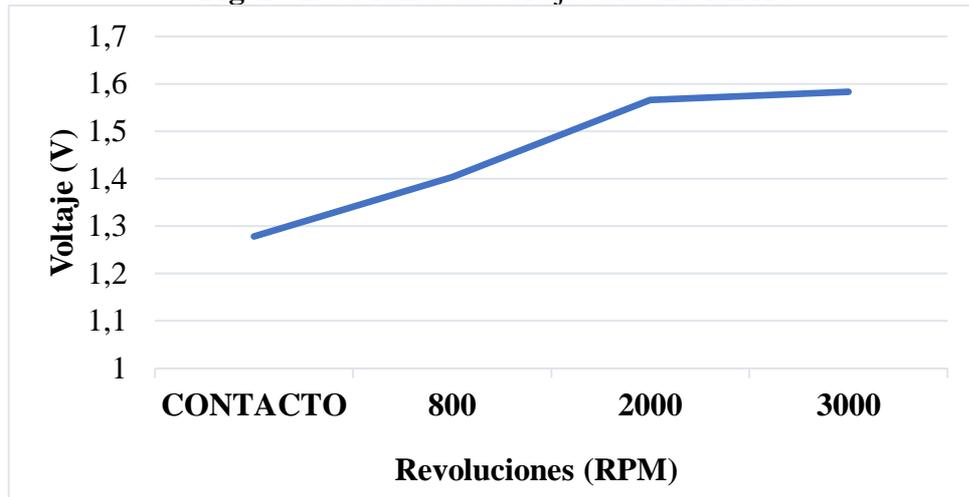
**Tabla 2.6** Datos sensor IAT.

	<b>CONTACTO</b>	<b>800 RPM</b>	<b>2000 RPM</b>	<b>3000 RPM</b>
	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>
<b>DATO 1:</b>	1.22	1.398	1.55	1.6
<b>DATO 2:</b>	1.225	1.412	1.58	1.57
<b>DATO 3:</b>	1.39	1.399	1.57	1.58
<b>PROMEDIO:</b>	<b>1.28</b>	<b>1.40</b>	<b>1.57</b>	<b>1.58</b>

**Fuente:** Autores

En la Tabla 2.6 se pueden observar los voltajes de señal que entrega el sensor bajo diferentes parámetros de trabajo, se realizaron varias tomas de datos, las cuales se promedian para poder graficarlas en un plano cartesiano en la Figura 2.6. Además, los voltajes de tierra en contacto son de 17 mV, mientras que con el vehículo encendido varían entre 105 a 129 mV.

**Figura 2.6** Gráfica de voltaje del sensor IAT.



**Fuente:** Autores

En la figura anterior se puede apreciar el promedio de las señales de la Tabla 2.6 donde se deduce que a mayor RPM el voltaje aumenta, pero el aumento es mínimo ya que mientras más trabajo tenga el motor, el aire que ingresa hacia la cámara de combustión será caliente.

### 2.1.6 Pruebas sensor HO<sub>2</sub>S con multímetro.

El sensor HO<sub>2</sub>S consta de 4 cables, los cuales son dos de señal Lambda y dos de calefacción, al momento de tomar los datos con el multímetro, se obtienen lecturas de voltaje muy variadas, siendo este equipo incapaz de leer con exactitud las señales que arroja el sensor.

**Tabla 2.7** Datos sensor HO<sub>2</sub>S.

	CONTACTO		800 RPM		2000 RPM	3000 RPM
	Lambda (V)					
<b>DATO:</b>	4.22	4.22	0.5-0.88	13.98	n/a	n/a

**Fuente:** Autores

En la Tabla 2.7 se pueden observar los voltajes del sensor O<sub>2</sub>, al ser un sensor que mide los gases de escape, las señales oscilan en gran cantidad, lo que hace que el multímetro no sea capaz de leer con rapidez y exactitud una señal en específico, por lo que medir a elevadas revoluciones no es posible.

### 2.1.7 Pruebas sensor MAP con multímetro

El sensor MAP consta de 3 pines, los cuales entregan voltajes de señal, alimentación y de tierra. A continuación, se exhibe la Tabla 3.8 con los voltajes conseguidos por cada cable del sensor:

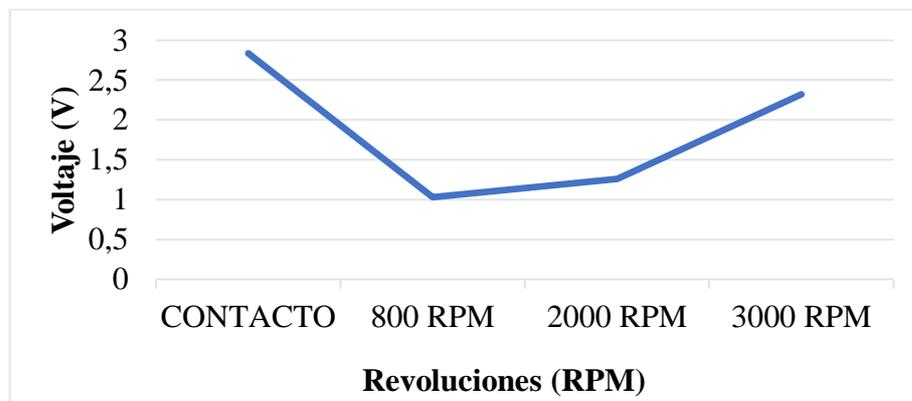
**Tabla 2.8** Datos sensor MAP.

	CONTACTO	800 RPM	2000 RPM	3000 RPM
	Señal (V)	Señal (V)	Señal (V)	Señal (V)
<b>DATO 1:</b>	2.823	1.003	1.255	2.332
<b>DATO 2:</b>	2.852	1.01	1.26	2.3
<b>DATO 3:</b>	2.837	1.08	1.258	2.341
<b>PROMEDIO:</b>	2.84	1.03	1.26	2.32

**Fuente:** Autores

En la Tabla 2.8 se puede observar los voltajes de señal que se obtienen de este sensor bajo diferentes parámetros de trabajo, los cuales se promedian para graficarlos en un plano cartesiano como se muestra en la Figura 2.7. Además, los datos de alimentación y tierra son de 5,02V y 17,8mV respectivamente.

**Figura 2.7** Gráfica V-RPM sensor MAP.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 2.7 se observa la gráfica de las señales del sensor MAP donde se interpreta que el voltaje cuando el switch está en contacto da una señal de 2,837V, pero cuando se enciende el voltaje baja y conforme aumentan las revoluciones del motor el voltaje incrementa.

## 2.2 Pruebas de sensores con multímetro del Toyota Hilux.

### 2.2.1 Prueba de sensor MAP con multímetro.

El sensor MAP del motor Toyota diésel se maneja en parámetros distintos a los de un motor a gasolina, este sensor tiene 3 cables de conexión uno de alimentación, uno de señal y otro de tierra. Para la medición de este sensor se conecta la sonda negativa del multímetro al borne negativo del acumulador, se pincha el cable de señal ubicado en el medio del socket del MAP y se conecta con la sonda positiva del multímetro. En la Tabla 2.9 se muestran los valores de señal en voltaje.

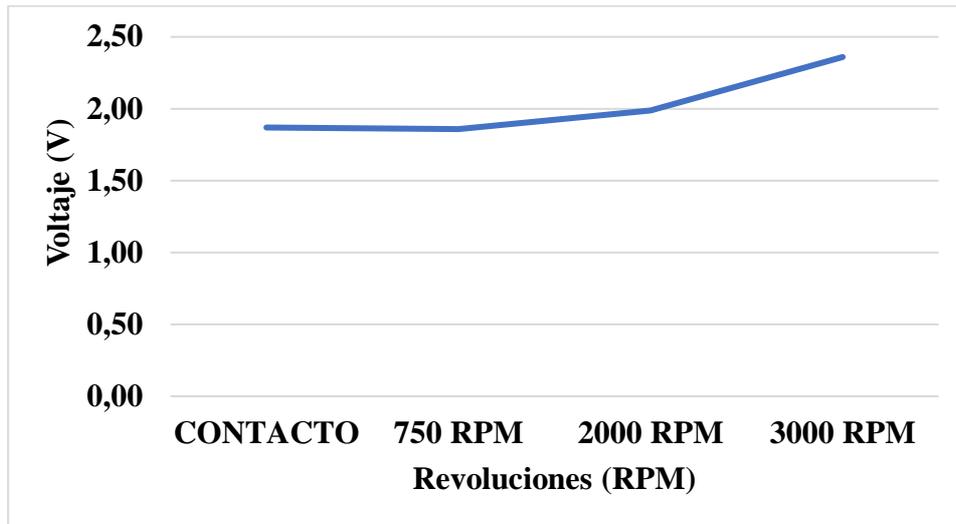
**Tabla 2.9** Datos del sensor MAP con multímetro.

	<b>CONTACTO</b>	<b>750 RPM</b>	<b>2000 RPM</b>	<b>3000 RPM</b>
	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>
<b>DATO 1:</b>	1.867	1.856	2.02	2.32
<b>DATO 2:</b>	1.869	1.863	1.99	2.40
<b>DATO 3:</b>	1.871	1.857	1.95	2.36
<b>PROMEDIO:</b>	<b>1.87</b>	<b>1.86</b>	<b>1.99</b>	<b>2.36</b>

**Fuente:** Autores.

En la tabla anterior se muestra 3 datos que ayudan a la veracidad de la prueba, teniendo en cuenta que el socket del MAP tiene 3 cables, en la Tabla 2.9 se toma el de señal. El rango de trabajo de este sensor es de 0,5v a 4,5v, este voltaje vario con las diferentes condiciones de trabajo. Se puede observar que el voltaje de señal se reduce cuando el vehículo está en contacto y encendido o modo ralentí, cuando las RPM aumentan, el voltaje de señal también. En la Figura 2.8 se observa un aumento de señal de voltaje en los distintos estados.

**Figura 2.8** Datos de señales del MAP en diferentes estados.



**Fuente:** Autores.

### 2.2.2 Prueba del sensor ECT con multímetro.

El sensor ECT del motor diésel está conectado a dos cables, uno de tierra y otro de alimentación de 5V, que a su vez conectado se convierte en señal para la ECU. El cable positivo del multímetro se conecta en el cable de alimentación para obtener los datos de voltaje según la temperatura del refrigerante como se observa en la Tabla 2.10.

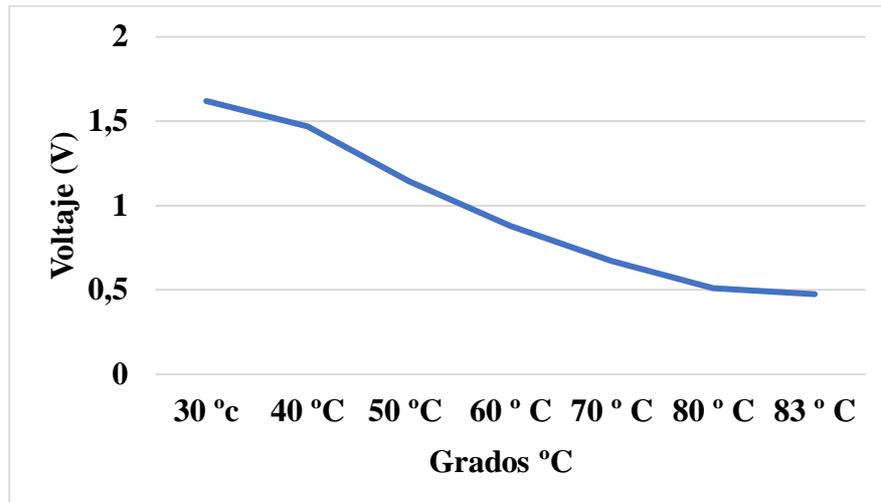
**Tabla 2.10** Datos obtenidos con multímetro del sensor ECT.

GRADOS °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	83 °C
VOLTAJE (V)	1.62	1.47	1.146	0.879	0.672	0.512	0.475

**Fuente:** Autores.

La Tabla 2.10 muestra los voltajes obtenidos en el multímetro según la temperatura ascendente del motor, la prueba realizada empieza desde una temperatura de 30°C hasta la temperatura máxima de funcionamiento de 83°C, cuando la temperatura sube, el voltaje que proporciona el sensor se reduce hasta 0,475V. Cuando la temperatura baja, el voltaje que proporciona el sensor crece como se indica en la Figura 2.9.

**Figura 2.9** Gráfica de voltaje del sensor ECT.



**Fuente:** Autores.

### 2.2.3 Prueba del sensor TPS con multímetro.

El sensor TPS del motor diésel está conectado a 3 cables, uno de alimentación, uno de señal y uno de tierra. En el motor diésel la mariposa del cuerpo pasa totalmente abierta de forma que ni acelerando a 4000 RPM se mueve, por lo tanto, el voltaje de señal que genera el TPS no varía como se puede ver en la Tabla 2.11:

**Tabla 2.11** Voltajes obtenidos del TPS.

	<b>CONTACTO</b>	<b>750 RPM</b>	<b>2000 RPM</b>	<b>3000 RPM</b>
	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>
<b>DATO 1:</b>	3.509	3.48	3.480	3.488
<b>DATO 2:</b>	3.510	3.50	3.487	3.489
<b>DATO 3:</b>	3.499	3.51	3.485	3.487

**Fuente:** Autores.

La Tabla 2.11 muestra los valores de señal de voltaje que envía el TPS a distintas RPM, los valores en general no varían de forma significativa para obtener una curva, por este hecho no se realizó la gráfica de estos datos debido a que la aleta no se mueve representativamente con el avance de las RPM.

**Tabla 2.12** Voltajes obtenidos con la mariposa abierta y cerrada del TPS.

	750 RPM		MARIPOSA CERRADA	
	Señal (V)	Alimentación (V)	Señal (V)	Alimentación (V)
<b>DATO 1:</b>	3.48	5.02	0.78	5.01
<b>DATO 2:</b>	3.50	5.01	0.69	5.00
<b>DATO 3:</b>	3.51	5.02	0.75	5.02
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.50</b>	<b>5.02</b>	<b>0.74</b>	<b>5.01</b>

**Fuente:** Autores.

Ahora bien, en la Tabla 2.12 el TPS solo varía su voltaje cuando el motor se apaga, ya que la mariposa del cuerpo sirve como ahogador, cambiando su posición de totalmente abierta a totalmente cerrada, con el multímetro conectado en el cable de señal, al apagar el motor el voltaje del TPS se reduce como se observa en la Figura 2.10.

**Figura 2.10** Datos obtenidos con multímetro del sensor TPS.



**Fuente:** Autores.

#### 2.2.4 Prueba del sensor FRP con multímetro.

El sensor FRP ubicado en el riel común de combustible maneja 3 cables, uno de alimentación (5V), uno de señal y uno de tierra, con la sonda positiva del multímetro conectada al cable de señal se obtienen valores en contacto, ralentí, 2000RPM y 3000RPM. Con el motor en

funcionamiento el voltaje de señal aumenta o se reduce con respecto al giro del motor visto en la Tabla 2.13.

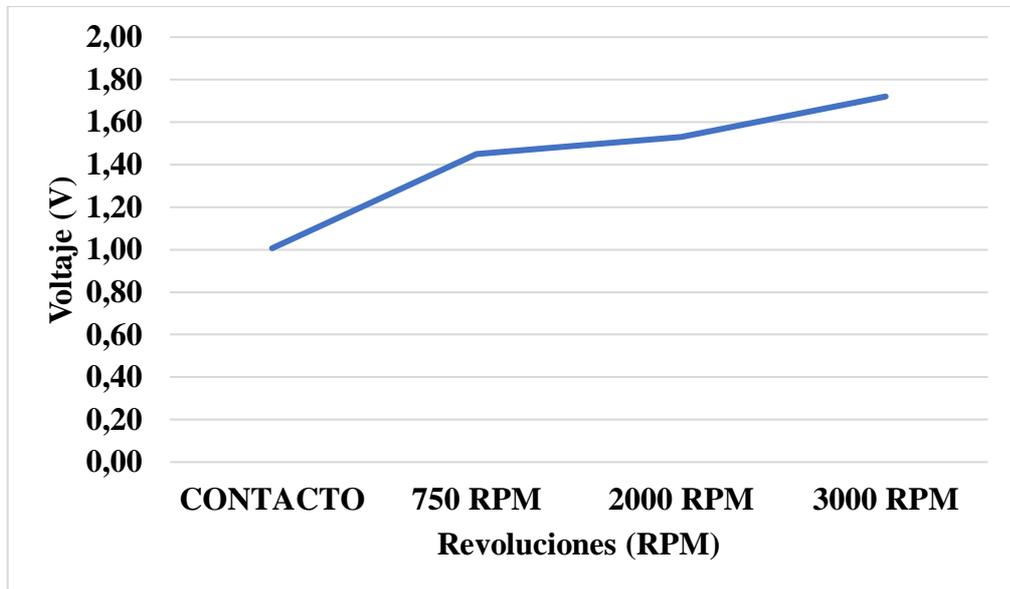
**Tabla 2.13** Señales del sensor FRP.

	<b>CONTACTO</b>	<b>750 RPM</b>	<b>2000 RPM</b>	<b>3000 RPM</b>
	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>
<b>DATO 1:</b>	1.007	1.450	1.532	1.719
<b>DATO 2:</b>	1.005	1.452	1.529	1.720
<b>DATO 3:</b>	1.007	1.449	1.530	1.723
<b>PROMEDIO:</b>	<b>1.01</b>	<b>1.45</b>	<b>1.53</b>	<b>1.72</b>

**Fuente:** Autores.

En la Tabla 2.13 se observa la variación de voltaje de señal con respecto a las RPM del motor, es decir, a mayor esfuerzo de trabajo en el motor diésel, mayor es la presión generada en el riel común de combustible, por lo tanto, mayor el voltaje enviado a la ECU. Como se muestra en la Figura 2.11 al elevar la presión de combustible se eleva también el voltaje.

**Figura 2.11** Grafica de la señal del sensor FRP.



**Fuente:** Autores.

### 2.2.5 Prueba del sensor IAT con el multímetro.

El sensor IAT tiene dos cables, uno de tierra y otro de alimentación (5v), esta alimentación una vez conectado al sensor se vuelve señal para la ECU. Se conecta la sonda positiva del multímetro al cable de señal, la señal del voltaje varía con respecto a la temperatura del aire que ingresa al motor como se ve en la Tabla 2.14.

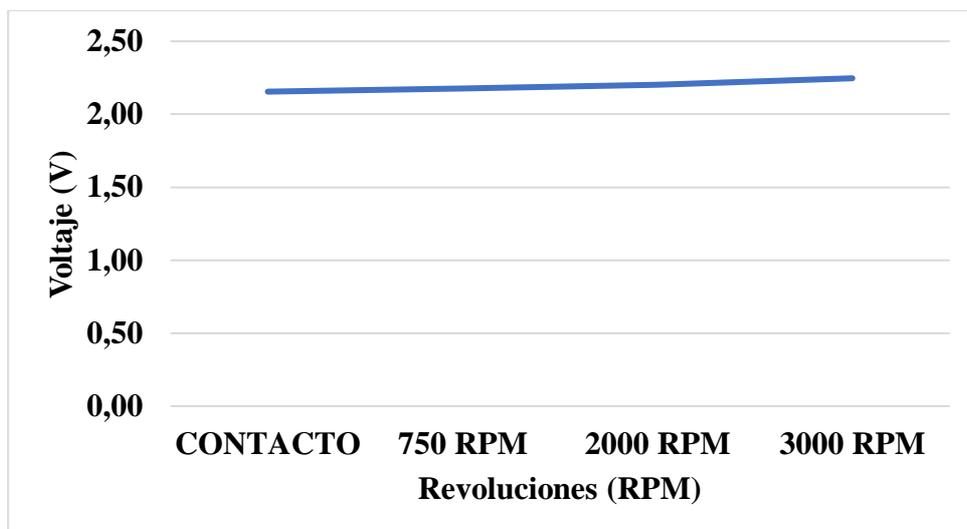
**Tabla 2.14** Datos de voltaje del sensor IAT con multímetro.

	<b>CONTACTO</b>	<b>750 RPM</b>	<b>2000 RPM</b>	<b>3000 RPM</b>
	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>	<b>Señal (V)</b>
<b>DATO 1:</b>	2.154	2.177	2.20	2.25
<b>DATO 2:</b>	2.156	2.18	2.22	2.23
<b>DATO 3:</b>	2.155	2.173	2.19	2.26
<b>PROMEDIO:</b>	<b>2.155</b>	<b>2.177</b>	<b>2.203</b>	<b>2.247</b>

**Fuente:** Autores.

En la Tabla 2.14 el voltaje varió poco, esto debido a que la temperatura del aire no cambia exageradamente, se maneja en un rango de 20 a 25°C dependiendo la geografía, clima y atmósfera donde el vehículo se encuentre el voltaje varía. A mayor temperatura de aire mayor es el voltaje que el sensor envía a la ECU. La Figura 2.12 muestra el cambio de voltaje según las RPM del motor.

**Figura 2.12** Grafica de voltaje del Sensor IAT.



**Fuente:** Autores.

## CAPÍTULO 3

### INSPECCIÓN CON OSCILOSCOPIO

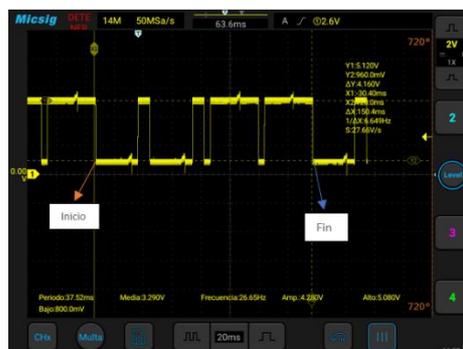
El osciloscopio es utilizado para diagnosticar el funcionamiento de los sensores en el motor, este permite observar de manera visual y detallada las señales eléctricas generadas por los sensores, mostrando cómo varían en el tiempo. Esto es especialmente útil para sensores que emiten señales de tipo pulsante o análogas, como los sensores CKP o CMP. Al analizar estas señales en forma de ondas, el operador puede detectar posibles fallas en el sensor o en el sistema de control. De este modo, el osciloscopio ayuda a realizar un diagnóstico más preciso y completo.

#### 3.1 Pruebas Chevrolet Sail.

##### 3.1.1 Prueba sensor CMP con osciloscopio.

Para realizar pruebas a este sensor, se debe conectar la sonda negativa del osciloscopio al borne negativo de la batería del vehículo, mientras que la sonda positiva se conecta al cable de señal del sensor; adicionalmente se configura las escalas de voltaje y tiempo hasta obtener una señal clara.

**Figura 3.1** Sensor CMP a 800 RPM.



**Fuente:** Autores

Como se aprecia en la Figura 3.1 la señal del sensor MAP sometida a un régimen de trabajo de 800 RPM, entrega un voltaje de 4,160V y una frecuencia de 6,649 Hz, estos valores se

obtuvieron con ayuda de los cursores donde se indica el inicio y el fin de un ciclo de trabajo y los picos de señal.

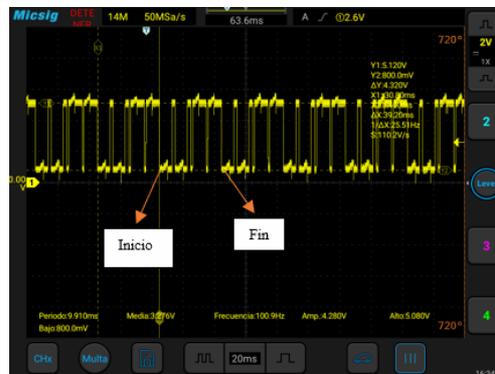
**Figura 3.2** Sensor CMP a 2000 RPM.



**Fuente:** Autores

En la Figura 3.2 se puede observar el periodo del sensor CMP a 2000 RPM, al trabajar a mayor RPM se aprecian varios ciclos de trabajo, pero con ayuda de los cursores se obtuvo una frecuencia de 17,24 Hz para un ciclo de trabajo y un voltaje de 4,320V.

**Figura 3.3** Sensor CMP 3000 RPM.



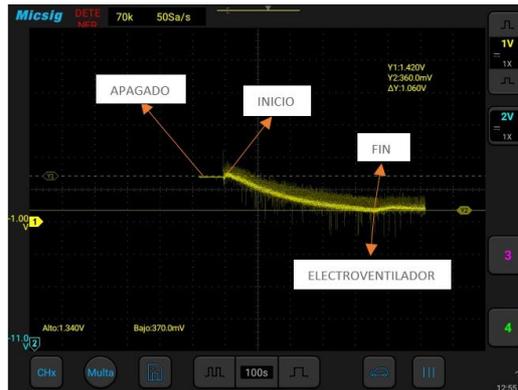
**Fuente:** Autores

En la Figura 3.3 se observa la señal del sensor CMP a 3000 RPM, en el cual se capturaron los voltajes y frecuencias de un ciclo de trabajo, en este ciclo de trabajo se obtuvo un voltaje de 4,320V y una frecuencia de 25,51 Hz.

### 3.1.2 Prueba sensor ECT con osciloscopio.

Para este sensor se conecta la sonda negativa al borne negativo de la batería y la sonda positiva hacia el cable que emite voltaje de señal del sensor, se configuran las escalas de tiempo y voltaje del osciloscopio para obtener una señal clara y con ayuda de los cursores se obtienen valores exactos de voltaje.

**Figura 3.4** Sensor ECT.



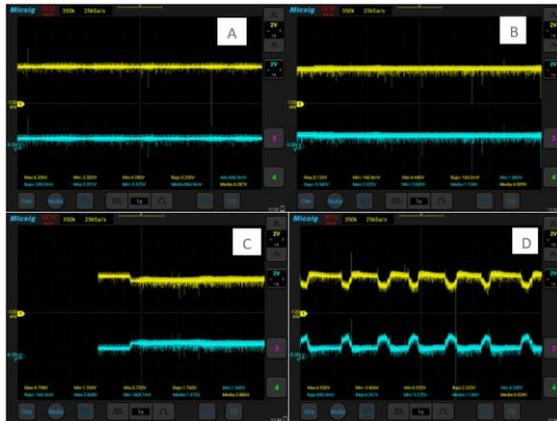
**Fuente:** Autores

En la gráfica que proporciona la Figura 3.4, se puede observar la señal del sensor ECT, donde empieza con un arranque en frío a 30°C con un voltaje de 1,420V, se acelera el vehículo, de manera que el refrigerante se calienta más rápido, llegando a un voltaje de 360 mV y subiendo su temperatura hasta 93°C, donde entra en funcionamiento el electroventilador.

### 3.1.3 Pruebas sensor TPS con osciloscopio.

El sensor TPS1 está representado con la gráfica de señal del canal 1 con color amarillo y el TPS2 está representado con la gráfica del canal 2 con color azul. Al ser un cuerpo de aceleración electrónico y tener un pedal de aceleración electrónico no es posible mantener aceleraciones progresivas a bajas RPM. Para realizar la conexión se usará dos sondas, se conecta las sondas negativas al borne negativo de la batería y la sonda positiva del canal 1 al cable que emite voltaje de señal para TPS1, mientras que la sonda positiva del canal 2 se conecta al cable de señal de TPS2. Se regula las escalas de voltaje y tiempo hasta obtener una buena calidad de señal, esta señal entrega curvatura en el momento que se mueve la aleta del cuerpo de aceleración, como se muestra en la Figura 3.5

**Figura 3.5** Señales sensor TPS a diferentes RPM.



**Fuente:** Autores

En la figura anterior se observa una gráfica en **A**, donde la señal del sensor TPS a 800 RPM, donde el voltaje de TPS1 y TPS2 es de 4,287V y 886,9 mV respectivamente. En **B** se observa la señal del sensor TPS a 2000 RPM, donde obtenemos un voltaje de 4,009V para TPS1 y un voltaje de 1,164V para TPS2. En **C** se observa la señal del sensor TPS a 3000 RPM, donde el voltaje de TPS1 es de 3,886V y TPS2 tiene un voltaje de 1,315V, donde se puede reiterar que mientras el voltaje de TPS1 disminuye el voltaje de TPS2 aumenta. En **D** se observa la señal de TPS de mejor manera, en la cual se realizaron aceleraciones progresivas a distintas RPM.

#### **3.1.4 Pruebas sensor CKP con osciloscopio.**

El sensor CKP está situado a la altura del volante de inercia, el cual consta de 58 dientes, siendo esto un giro completo del cigüeñal. Para realizar las medidas se deberá conectar la sonda negativa al borne negativo de la batería, mientras que la sonda positiva se deberá conectar al cable de señal del sensor. Para obtener una gráfica clara se debe regular las escalas de voltaje y tiempo y con ayuda de los cursores se obtendrán los valores de voltaje y frecuencia.

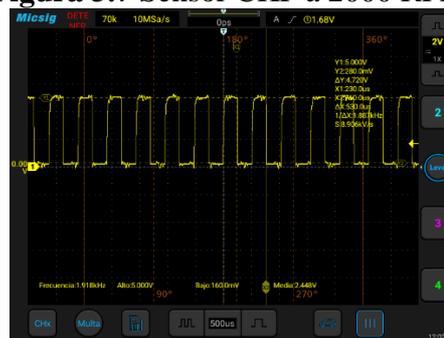
**Figura 3.6** Sensor CKP a 800 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 3.6 se puede observar la señal que entrega el osciloscopio acerca de este sensor, donde se evidencia el inicio y el fin de un periodo de trabajo, donde con ayuda de los cursores horizontales y verticales del equipo se pudo obtener un voltaje de señal de 490 mV y una frecuencia de 13,44 Hz.

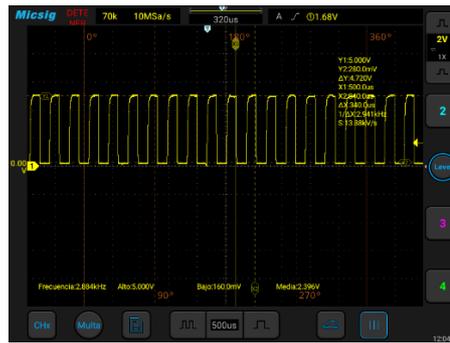
**Figura 3.7** Sensor CKP a 2000 RPM.



**Fuente:** Autores

En la Figura 3.7 se puede observar la señal del sensor a 2000 RPM, pero debido a que no se logra captar un periodo de trabajo porque la señal va a gran velocidad, se capturó las señales de una pequeña cantidad de dientes del volante de inercia. Con ayuda de los cursores se obtuvo una frecuencia de 1,887 KHz para un diente, el cual se lo multiplica por el número de dientes que tiene el cigüeñal y se obtiene una frecuencia total de 109,446 KHz y un voltaje de señal de 5 V.

**Figura 3.8** Sensor CKP a 3000 RPM.



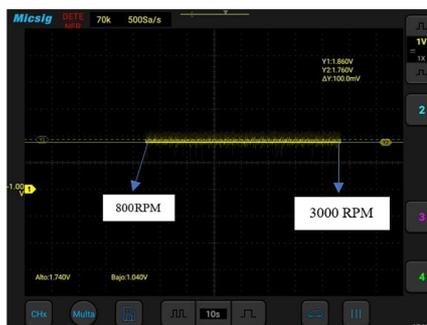
**Fuente:** Autores

En la Figura 3.8 se observa la señal de una pequeña cantidad de dientes que conforman un periodo, esto se debe a que el motor está a elevadas revoluciones y no es posible captar una buena toma de señales. Con ayuda de los cursores se obtiene la frecuencia de 2,941 KHz en un diente la cual se la multiplica por el número total de dientes para obtener un valor de 170,578 KHz. También se obtuvo un voltaje de señal de 5V.

### 3.1.5 Pruebas sensor IAT con osciloscopio.

Para realizar las medidas se deberá conectar la sonda negativa al borne negativo de la batería, mientras que la sonda positiva se deberá conectar al cable de señal del sensor. Para obtener una gráfica clara se debe regular las escalas de voltaje y tiempo y con ayuda de los cursores se obtendrán los valores de voltaje máximo y mínimo de este sensor, tal como se observa en la Figura 3.9.

**Figura 3.9** Sensor IAT.



**Fuente:** Autores.

En la figura anterior se puede observar la señal generada por el sensor IAT, donde se aprecia una línea ligeramente con inclinación hacia abajo, debido a que el voltaje varía en 0,1V

aproximadamente, esto se debe a que el aire que ingresa a la admisión no varía su temperatura.

### 3.1.6 Pruebas sensor HO2S con osciloscopio.

Este sensor produce una señal con forma de onda de tipo senoidal como se muestra en la Figura 3.10. Para realizar las medidas de señal se deberá conectar la sonda negativa al borne negativo de la batería, mientras que la sonda positiva se deberá conectar al cable que emite voltaje de señal. Para obtener una gráfica clara se debe regular las escalas de voltaje y tiempo y con ayuda de los cursores se obtendrán los valores de voltaje

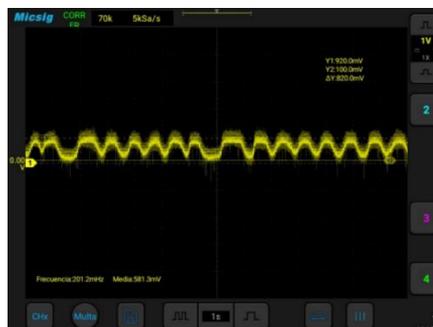
**Figura 3.10** Sensor HO2S a 800 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la figura anterior se puede observar la gráfica del sensor HO2S a 800 RPM, este sensor produce una onda senoidal, donde se puede apreciar que esta entrega un voltaje máximo de 920mV.

**Figura 3.11** Sensor HO2S a 2000 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 3.11 se puede observar la gráfica del sensor HO2S a 2000 RPM, donde se puede apreciar que esta entrega un voltaje de 920mV al igual que a 800 RPM, solo cambia la velocidad de la onda ya que se producen más gases de escape.

**Figura 3.12** Sensor HO2S a 3000 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 3.12 se puede observar la gráfica del sensor HO2S a 3000 RPM, donde se puede apreciar que esta entrega un voltaje de 920mV. Este sensor no varía su voltaje conforme aumenten o disminuyan las revoluciones.

### 3.1.7 Pruebas sensor MAP con osciloscopio.

Este sensor mide el vacío generado en el colector de admisión, mientras no haya entrada de aire, este vacío se mantendrá constante. Para realizar las medidas se deberá conectar la sonda negativa al borne negativo de la batería, mientras que la sonda positiva se deberá conectar al cable de señal del sensor. Para obtener una gráfica clara se debe regular las escalas de voltaje y tiempo, con ayuda de los cursores se obtendrán los valores de voltaje

**Figura 3.13** Sensor MAP a 800 Y 2000 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 3.13 se puede observar la señal del sensor MAP con una línea recta, la cual con ayuda del cursor Y2 indica que en ralentí entrega un voltaje de 920 mV, seguida de una curva generada a 2000 RPM, donde con ayuda del cursor Y1 se observa que entrega un voltaje de 2,4V.

**Figura 3.14** Sensor MAP a 3000 RPM.



**Fuente:** Autores.

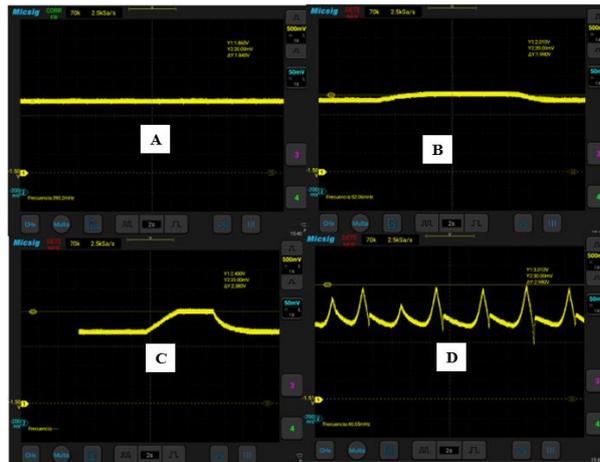
En la Figura 3.14 se puede observar la señal del sensor MAP que se encuentra en ralentí y al momento de acelerar a 3000 RPM se genera una onda senoidal con un pico máximo donde entrega un voltaje de 3,2V.

## **3.2 Pruebas de sensores con osciloscopio del Toyota Hilux.**

### **3.2.1 Pruebas del sensor MAP con osciloscopio.**

Se conecta la sonda negativa del osciloscopio en el borne negativo de la batería y la sonda positiva en el cable de señal del sensor. Con una configuración de escala 500mv y con el tiempo en 2s, la señal obtenida con el motor en ralentí es constante debido a que la apertura de la mariposa está totalmente abierta y no genera vacío, esto debido a que el motor diésel no es atmosférico si no sobrealimentado, por lo tanto, la entrada de aire a la cámara de combustión será constante. El aire que entra al motor es constante, pero al acelerar el turbocargador del motor enviar aire comprimido por el múltiple de admisión haciendo que la señal de voltaje del MAP aumente como se ve en la Figura 3.15.

**Figura 3.15** Sensor MAP en 750, 2000, 3000 RPM y aceleraciones bruscas.



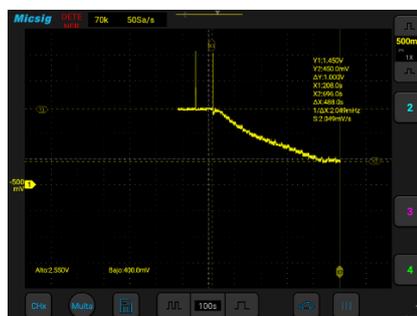
**Fuente:** Autores.

El osciloscopio arroja un voltaje contante de 1.86 V como se observa en la Figura 3.15 literal A, cuando se acelera a 2000 y 3000 RPM, el voltaje aumenta entre 1.86 V a 2.4 V como se puede ver en B y C. En el osciloscopio se realizó una prueba acelerando bruscamente el motor y soltando, generando variaciones de voltaje y obtener el pico máximo de señal de 3.8 V visto en D.

### 3.2.2 Prueba del sensor ECT con osciloscopio.

Se conecta la sonda positiva del osciloscopio en el cable de señal del sensor y la sonda negativa permanece en el borne negativo de la batería, con el motor a 40°C comienza la prueba. Para obtener una gráfica de osciloscopio más optima se mantiene acelerado el motor a 3000 RPM, con una escala de tiempo a 100s y una escala de voltaje en 500mv se obtiene la gráfica como se observa en la Figura 4.16.

**Figura 3.16** Sensor ECT Toyota Hilux 2009 (40° A 83°).



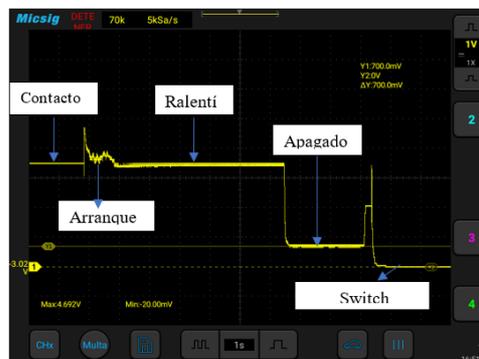
**Fuente:** Autores.

En la Figura 3.16 se muestra una pendiente que empieza desde 1.45 V a 40°C, cuando la temperatura del motor comienza a superar los 40°C el voltaje se va reduciendo, siendo esta la señal que proporciona el sensor a la ECU. La temperatura de funcionamiento máximo del motor llega hasta los 83°C, a esta temperatura el voltaje llega hasta los 0.45V.

### 3.2.3 Prueba del sensor TPS con osciloscopio.

Con la sonda conectada al cable de señal del sensor TPS y la configuración del osciloscopio en una escala de tiempo de un 1s y la escala de voltaje en un 1V se realiza la prueba con los siguientes parámetros: el motor en contacto, arranque, ralentí, apagado de motor y switch cerrado como se observa en la Figura 3.17.

**Figura 3.17** Grafica de la señal del sensor TPS en el osciloscopio.



**Fuente:** Autores.

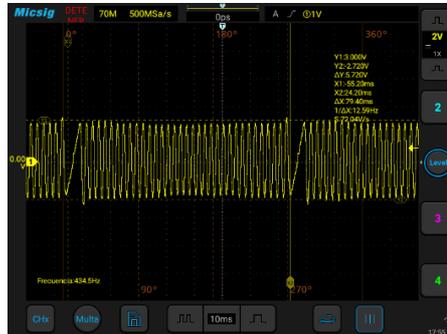
La Figura 3.17 muestra la variación de voltaje del sensor en cada parámetro, el vehículo en contacto muestra un voltaje 3.5V, en el arranque el voltaje de señal oscila por un movimiento mínimo de la mariposa de aceleración, una vez encendido el motor el voltaje de señal se mantiene en 3.5 V, la mariposa de aceleración se mantiene en ese voltaje todo el tiempo debido a que es un motor sobrealimentado diésel, al apagar el motor la mariposa se cierra ahogando el motor, con la mariposa cerrada el voltaje es disminuye a 0.7V y se vuelve a abrir cerrando su ciclo de movimiento.

### 3.2.4 Prueba del sensor CKP inductivo con osciloscopio.

El sensor CKP inductivo de dos cables genera su propio voltaje, se conecta la sonda positiva del osciloscopio en el cable señal y la sonda negativa en el cable de tierra del sensor para

obtener la gráfica, al acelerar el motor la frecuencia aumenta como se ve en la Figura 3.18 y Figura 3.19.

**Figura 3.18** Sensor CKP a 750 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 3.18 se muestra una gráfica senoidal a 800 RPM con una frecuencia de 12.59 Hz y una **oscilación** de voltaje de -3V a 3V por cada vuelta de cigüeñal. Para esta prueba la configuración del osciloscopio se optó por una escala de tiempo de 10ms y la escala de voltaje es de 2v.

**Figura 3.19** Sensor CKP a 2000 RPM y a 3000 RPM.



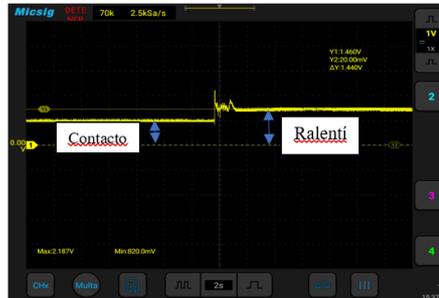
**Fuente:** Autores.

En la Figura 3.19 A la aceleración es de 2000 RPM con una frecuencia de 34.48 Hz y una oscilación senoidal de voltaje de -6V a 6V por cada vuelta de cigüeñal. En B la aceleración es de 3000 RPM con una frecuencia de 50.51 Hz y una oscilación senoidal de voltaje de -7V a 8V por cada vuelta de cigüeñal. Esta señal es generada por el mismo sensor y captada por la ECU. Para obtener una gráfica más visible en la configuración del osciloscopio se optó por una escala de tiempo de 5ms-2ms y la escala de voltaje es de 2v.

### 3.2.5 Prueba del sensor FRP con osciloscopio.

La sonda positiva del osciloscopio se conecta al cable de señal del sensor, con una escala de tiempo en 2s y escala de voltaje en 1V

**Figura 3.20** Sensor FRP en Contacto y a 750 RPM.



**Fuente:** Autores.

Se realiza la prueba con el motor en contacto arrojando un voltaje 1v, al encender el motor la presión acumulada en el riel aumenta, esta presión es captada por el sensor, esto aumenta el voltaje de señal a 1.46V como se ve en la Figura 3.20.

**Figura 3.21** Sensor FRP a 2000 RPM y 3000 RPM.



**Fuente:** Autores.

La Figura 3.21 muestra el aumento de voltaje a diferentes RPM, en A cuando se acelera el motor a 2000 RPM el voltaje de señal aumenta a 1.54 V y en B al acelerar el motor a 3000 RPM el voltaje de señal alcanza 1.7V esto debido al aumento de presión en el riel.

### 3.2.6 Prueba del sensor IAT con osciloscopio.

La variación de voltaje del sensor IAT en el osciloscopio no es notoria, es decir, no entrega una curva de voltaje que indique el buen funcionamiento del sensor, la conexión es de la sonda positiva del osciloscopio al cable de señal y la sonda negativa al borne negativo de la batería. La grafica del sensor entrega una línea recta constante de voltaje en contacto, en ralenti, a 2000 y 3000 RPM, la variación de voltaje es de 2,15v a 2,25v.

## CAPÍTULO 4

### INSPECCION DE SENSORES CON ESCANER.

El escáner es utilizado para diagnosticar y verificar el rendimiento de los sensores en los sistemas electrónicos de un vehículo. El escáner se conecta a la interfaz del vehículo por medio de un puerto de diagnóstico que permite leer los códigos de error almacenados en la (ECU) y visualizar en tiempo real los datos que los sensores están enviando. A través de este dispositivo, es posible identificar sensores defectuosos, lo que facilita la reparación o a su vez su reemplazo.

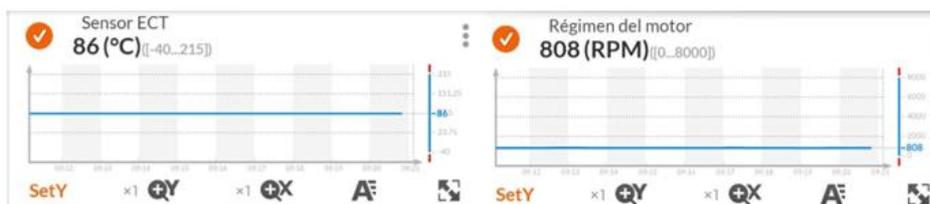
#### 4.1 Pruebas de sensores del vehículo CHEVROLET SAIL

Para realizar pruebas de diagnóstico, se utilizaron diferentes marcas de escáner, en el cual el escáner Autel MaxiIm proporcionó más información, pero, a pesar de ello, en ciertos sensores no se logró adquirir la información. La interfaz del escáner no entregó información de los sensores CMP y CKP, mientras que si entregó información de los siguientes sensores:

##### 4.1.1 Pruebas del sensor ECT

En la Figura 4.1 se puede observar que el sensor ECT con un rango de medida de  $-40^{\circ}\text{C}$  hasta  $215^{\circ}\text{C}$ , el cual se encuentra a  $86^{\circ}\text{C}$ , donde este sensor está trabajando a un régimen de 800 RPM.

**Figura 4.1** Sensor ECT a 800 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.2 se puede observar que el sensor ECT con un rango de medida de  $-40^{\circ}\text{C}$  hasta  $215^{\circ}\text{C}$ , el cual se encuentra a  $88^{\circ}\text{C}$ ,  $2^{\circ}\text{C}$  más que en ralentí, este sensor está trabajando a un régimen de 2100 RPM.

**Figura 4.2** Sensor ECT a 2000 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.3 se puede observar que el sensor ECT, el cual se encuentra a 87°C, este sensor está trabajando a un régimen de 3000 RPM. Cuando el refrigerante alcanza esta temperatura, el termostato se abre, lo que permite que el líquido refrigerante circule a través del radiador y se enfríe.

**Figura 4.3** Sensor ECT a 3000 RPM.



**Fuente:** Autores.

#### 4.1.2 Pruebas del sensor TPS

En la Figura 4.4 se puede observar el sensor TPS que está funcionando a un régimen de trabajo de 800 RPM, en el cual el vehículo está en ralentí, por lo que la aleta de entrada de aire se mantiene abierta un 2% debido a que no es necesario que ingrese bastante aire a la cámara de combustión.

**Figura 4.4** Sensor TPS a 800 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.5 se puede apreciar al sensor TPS funcionando a un régimen de trabajo de 2000 RPM, en el cual se necesita la presencia de una gran proporción de aire en el cilindro por lo que la aleta de entrada de aire se mantiene abierta un 8%.

**Figura 4.5** Sensor TPS a 2000 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.6 se puede apreciar al sensor TPS funcionando con un régimen de trabajo de 3000 RPM, donde la aleta de entrada de aire está abierta un 12% de su capacidad, a estas RPM es necesario el ingreso de bastante aire para obtener una mezcla estequiométrica.

**Figura 4.6** Sensor TPS a 3000 RPM.



**Fuente:** Autores.

#### 4.1.3 Pruebas del sensor IAT

En la Figura 4.7 se puede apreciar al sensor IAT funcionando con un régimen de trabajo de 800 RPM, el aire que ingresa hacia el colector de admisión tiene una temperatura de 30°C.

**Figura 4.7** Sensor IAT a 800 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.8 se puede observar que el sensor IAT está funcionando con un régimen de trabajo de 2000 RPM, el aire que ingresa hacia el colector de admisión tiene una temperatura de 30°C. Esta temperatura es la misma en ralentí.

**Figura 4.8** Sensor IAT a 2000 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.9 muestra que el sensor IAT está funcionando con un régimen de trabajo de 3000 RPM, donde el aire que ingresa hacia el colector de admisión tiene una temperatura de 29°C.

**Figura 4.9** Sensor IAT a 3000 RPM.



**Fuente:** Autores.

#### 4.1.4 Pruebas del sensor HO2S

En la Figura 4.10 muestra el sensor HO2S, este sensor tiene un rango de 0 a 1 V, se encuentra funcionando con un régimen de trabajo de 800 RPM en el cual entrega un voltaje de 0,625V. Además del voltaje, también se observa una gráfica con una onda senoidal característica de este sensor.

**Figura 4.10** Sensor HO2S a 800 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.11 muestra que el sensor HO2S está funcionando con un régimen de trabajo de 2000 RPM en el cual entrega un voltaje máximo de 0,64V. Además, se puede apreciar la gráfica del sensor con una señal senoidal.

**Figura 4.11** Sensor HO2S a 2000 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.12 se puede apreciar al HO2S se encuentra funcionando a un régimen de trabajo de 3000 RPM donde entrega un voltaje de 0,665V. Este sensor varía su voltaje en cantidades muy pequeñas.

**Figura 4.12** Sensor HO2S a 3000 RPM.



**Fuente:** Autores.

#### 4.1.5 Pruebas del sensor MAP

En la Figura 4.13 se puede apreciar al sensor MAP funcionando con un régimen de trabajo de 800 RPM trabaja con una presión de 21 KPa, la misma que con el factor de conversión  $\text{in Hg} = \text{kPa}/3,386$  da una presión de 6,20.

**Figura 4.13** Sensor MAP a 800 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.14 se apreciar al sensor MAP con un régimen de trabajo de 2000 RPM trabaja con una presión de 18 KPa, la misma que en in Hg da una presión de 5,32.

**Figura 4.14** Sensor MAP a 2000 RPM.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 4.15 se puede apreciar al sensor MAP con un régimen de trabajo de 3000 RPM trabaja con una presión de 18 KPa, la misma que en in Hg da una presión de 5,32.

**Figura 0.15** Sensor MAP a 3000 RPM.



**Fuente:** Autores.

## 4.2 Pruebas de sensores del vehículo Toyota Hilux.

Al trabajar con distintos escáneres la información respecto a sensores era muy limitada, el escáner Autel MaxIM es el que más datos en vivo arrojaba, sin embargo, no proporcionaba información de algunos sensores como: el sensor CKP, sensor TPS y el sensor IAT. La interfaz del vehículo solo proporciona información de los siguientes sensores:

### 4.2.1 Prueba del sensor ECT con escáner.

El sensor ECT envía señales en voltaje, pero la ECU lo convierte en temperatura (°C), la cual aparece de igual manera en el escáner como se ve en la Figura 4.16, este dato va variando con respecto a la temperatura del motor.

**Figura 4.16** Pruebas sensor ECT.



**Fuente:** Autores.

#### 4.2.2 Prueba del sensor MAP con escáner.

Los datos que arroja el escáner respecto al MAP son medidos en kPa de modo que cuando suben las RPM este aumenta en consecuencia. A 1157 RPM el valor de presión es de 76 kPa como se ve en la Figura 4.17

**Figura 4.17** Señal del MAP a 1100 RPM que arroja el escáner.



**Fuente:** Autores.

Los datos que arroja el escáner respecto al MAP son en kPa de modo que cuando suben las RPM este aumenta en consecuencia. A 2000 RPM el valor de presión es de 81 kPa como se aprecia en la Figura 4.18.

**Figura 4.18** Señal del MAP a 2000 RPM que arroja el escáner.



**Fuente:** Autores.

Los datos que arroja el escáner respecto al MAP son en kPa de modo que cuando suben las RPM este aumenta en consecuencia. A 3000 RPM el valor de presión es de 108 kPa como se muestra en la Figura 4.19

**Figura 4.19** Señal del MAP a 3000 RPM que arroja el escáner.



**Fuente:** Autores.

### 4.2.3 Prueba del sensor CKP con escáner.

El escáner no muestra precisamente un dato del sensor CKP respecto al voltaje, sin embargo, se podría tomar en cuenta las RPM del motor cuando no se tiene un sensor de velocidad en la bomba de combustible diésel, entonces el sensor CKP al captar las vueltas del cigüeñal la ECU las interpreta como RPM.

### 4.2.4 Prueba del sensor FRP con escáner.

Se conecta el escáner automotriz Autel MaxiIM IM608

**Figura 4.20** Datos de presión del sensor FRP a 750 RPM.



**Fuente:** Autores.

La Figura 4.20 muestra la presión de combustible en el riel cuando el motor está en ralentí, los datos que arroja el escáner están medidos en kPa, la presión del motor a 750 RPM es de 28130 kPa.

**Figura 4.21** Datos de presión del sensor FRP A 2000 RPM.



**Fuente:** Autores.

La Figura 4.21 muestra la presión de combustible en el riel cuando el motor está en ralentí, los datos que arroja el escáner están medidos en kPa, la presión del motor a 2000 RPM es de 35150 kPa.

**Figura 4.22** Datos de presión del sensor FRP a 3000 RPM.



**Fuente:** Autores.

Como lo muestra la Figura 4.22 la presión de combustible en el riel cuando el motor está en ralentí, los datos que arroja el escáner están medidos en kPa, la presión del motor a 3000 RPM es de 50100 kPa.

## CAPÍTULO 5

### INSPECCIÓN DE SENSORES CON SENS-22 PLUS

Las pruebas de sensores automotrices en un banco de comprobación son un método utilizado para evaluar el funcionamiento de los sensores fuera del vehículo, de manera controlada y detallada. En este proceso, los sensores se conectan en un equipo especializado que simula las condiciones reales del motor o sistema al que pertenecen, esto permite verificar su respuesta y rendimiento sin necesidad de estar en el vehículo. Las pruebas en el banco de comprobación son útiles para detectar fallas, verificar la precisión de los sensores y garantizar que estén operando dentro de los parámetros especificados por el fabricante antes de ser instalados nuevamente en el vehículo.

#### 5.1 Pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Sail.

El Sens-22 Plus simula parámetros de trabajo para cada sensor, incluido la alimentación, pero este equipo no es capaz de realizar simulaciones de trabajo por sí mismo, por lo que se necesita de equipos externos. El sensor HO2S necesita de emisiones de gases para funcionar, por lo que no fue capaz de diagnosticar, el sensor ECT no se puede retirar del vehículo ya que habría fuga de refrigerante. El sensor IAT necesita de variación en la temperatura de aire, lo cual no simula el equipo. Para el caso del sensor CMP y CKP, el equipo simuló las pulsaciones, pero no fue capaz de recibir la información de los sensores.

##### 5.1.1 Pruebas del sensor CMP

En la Figura 5.1 se puede apreciar el equipo Sens-22 Plus, en el cual se realiza una prueba de diagnóstico de las señales del sensor CMP, donde se puede observar que el equipo no tiene la capacidad de recibir las señales emitidas por este sensor.

**Figura 5.1** Sensor CMP.



**Fuente:** Autores.

### 5.1.2 Pruebas del sensor TPS.

En la Figura 5.2 se puede apreciar el Sensor TPS1 con la aleta de aceleración completamente cerrada, con la aleta en esa posición se simula el motor apagado y arroja un voltaje de 3,47V.

**Figura 5.2** Sensor TPS1 con la aleta cerrada.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.3 se puede apreciar el sensor TPS1 con la mariposa parcialmente abierta, lo cual simula al motor encendido con un régimen de trabajo con media carga donde se recibe un voltaje de 1,97V.

**Figura 5.3** TPS1 media carga.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.4 se puede apreciar como el sensor TPS2 simula el funcionamiento del motor encendido con un trabajo a plena carga con la aleta del cuerpo de aceleración completamente abierta, donde entrega un voltaje de 0,71V.

**Figura 5.4** Sensor TPS1 plena carga.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.5 se puede apreciar como el sensor TPS2 simula el funcionamiento del motor apagado sin carga con la aleta del cuerpo de aceleración completamente cerrada, donde esta entrega un voltaje de 1,34V.

**Figura 5.5** Sensor TPS2 con la aleta cerrada.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.6 se puede apreciar como el sensor TPS2 simula el funcionamiento del motor encendido a plena carga con la aleta del cuerpo de aceleración parcialmente abierta donde esta entrega una señal de voltaje de 2,81V.

**Figura 5.6** Sensor TPS2 a media carga.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.7 se puede apreciar como el sensor TPS2 simula el funcionamiento del motor encendido a plena carga con la aleta de aceleración completamente abierta, donde esta entrega un voltaje de señal de 3,90V.

**Figura 5.7** Sensor TPS2 a plena carga.



**Fuente:** Autores.

### 5.1.3 Pruebas del sensor CKP

En la Figura 5.8 se puede apreciar como el sensor CKP no entrega ninguna señal, ya que este equipo no es capaz de interpretar las señales que arroja este sensor, porque el campo magnético que genera el banco no es suficiente fuerte.

**Figura 5.8** Sensor CKP.



**Fuente:** Autores.

### 5.1.4 Pruebas del sensor MAP

En este sensor, el equipo Sens-22 Plus no es capaz de simular el trabajo de este sensor, para lo cual se requirió la ayuda de un vacuómetro, donde se realizó la medida de vacío en el colector de admisión, en el cual arrojó un vacío de 15 in Hg en ralentí y conforme van subiendo las revoluciones va disminuyendo el vacío.

En la Figura 5.9 se puede apreciar la conexión de el sensor MAP en el banco Sens-22 Plus arroja un voltaje de 0,77 V cuando se genera un vacío con la bomba de 15 in Hg. Entre mayor sea el vacío, menor será el voltaje de señal.

**Figura 5.9** Sensor MAP a 15 in Hg.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.10 se muestra al sensor MAP que arroja un voltaje de 1,18 V cuando la bomba de vacío está a 12 in Hg. Conforme disminuye el vacío mayor será el voltaje de señal del sensor MAP. La bomba simula el vacío que se genera en el colector del motor cuando esté encendido y a distintas RPM.

**Figura 5.10** Sensor MAP a 12 in Hg.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.11 se muestra al sensor MAP arrojar un voltaje de 1,42 V cuando la bomba de vacío está a 10 in Hg. Conforme disminuye el vacío mayor será el voltaje de señal del sensor MAP. La bomba simula el vacío que se genera en el colector del motor cuando este encendido y a distintas RPM.

**Figura 5.11** Sensor MAP a 10 in Hg.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.12 se puede apreciar al sensor MAP arrojar un voltaje de 1,70 V cuando la bomba de vacío está a 8 in Hg. Conforme disminuye el vacío mayor será el voltaje de señal del sensor MAP. La bomba simula el vacío que se genera en el colector del motor cuando este encendido y a distintas RPM.

**Figura 5.12** Sensor MAP a 8 in Hg.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.13 se puede apreciar que el sensor MAP, arroja un voltaje de 2,03 V cuando la bomba de vacío está a 5 in Hg. Conforme disminuye el vacío mayor será el voltaje de señal del sensor MAP. La bomba simula el vacío que se genera en el colector del motor cuando este encendido y a distintas RPM.

**Figura 5.13** Sensor MAP a 5 in Hg.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.14 se puede apreciar el sensor MAP, arrojando un voltaje de 2,30 V cuando la bomba de vacío está a 3 in Hg. Conforme disminuye el vacío mayor será el voltaje de señal del sensor MAP. La bomba simula el vacío que se genera en el colector del motor cuando este encendido y a distintas RPM.

**Figura 5.14** Sensor MAP a 3 in Hg.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.15 se aprecia el sensor MAP sin vacío, es decir el MAP capta la presión atmosférica, con esto la señal de voltaje que entrega el sensor es de 2,72 V, cerca de la señal que arroja cuando el vehículo está en contacto.

**Figura 5.15** Sensor MAP a 0 in Hg.



**Fuente:** Autores.

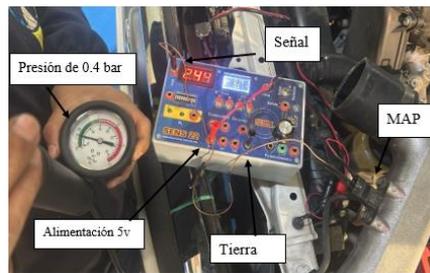
## **5.2 Pruebas de sensores del vehículo Toyota Hilux.**

El banco Sens-22 Plus simula la conexión de los sensores del motor, se simula la alimentación que es de 5V, simula una tierra y una señal de salida, esto para determinar el estado de funcionamiento de cada sensor. Sin embargo, el banco Sens-22 Plus no puede simular la señal de los sensores ECT e IAT, debido a que la ECU convierte el voltaje cable de alimentación en señal al estar conectado al sensor. Este banco en otros sensores como el CKP y CMP tiene dificultad también para captar la señal, es decir, el campo magnético que genera los pulsos en el banco no es tan fuerte como para que el sensor mande señal.

### **5.2.1 Prueba de sensor MAP.**

En la Figura 5.16 se aprecia al sensor MAP simulando la señal, conectada la alimentación y la tierra con el banco Sens-22 Plus, para esta prueba se utilizó una bomba para fugas de radiador, que simula la presión de aire que ingresa al colector de admisión. Con la presión a 0.4 bar en sensor MAP la señal de voltaje es de 2,44 V

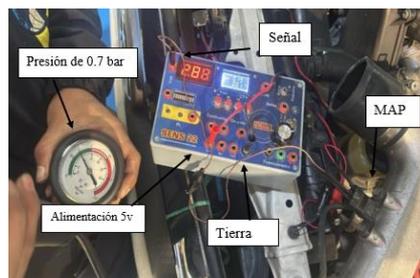
**Figura 5.16** Prueba del sensor MAP con el banco Sens-22 Plus a 0.4 bar.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.17 se aprecia al sensor MAP simulando la alimentación, la tierra y la señal con el banco Sens-22 Plus, para esta prueba se utilizó una bomba para fugas de radiador, que simula la presión de aire que ingresa al colector de admisión. Con la presión a 0.7 bar en sensor MAP la señal de voltaje es de 2,80 V.

**Figura 5.17** Prueba del sensor MAP con el banco Sens-22 Plus a 0.7 bar.



**Fuente:** Autores.

La Figura 5.18 muestra la prueba del sensor MAP simulando la alimentación, la tierra y la señal con el banco Sens-22 Plus, para esta prueba se utilizó una bomba para fugas de radiador, que simula la presión de aire que ingresa al colector de admisión. Con la presión a 0.8 bar en sensor MAP la señal de voltaje es de 3,03 V.

**Figura 5.18** Prueba del sensor MAP con el banco Sens-22 Plus a 0.8 bar.

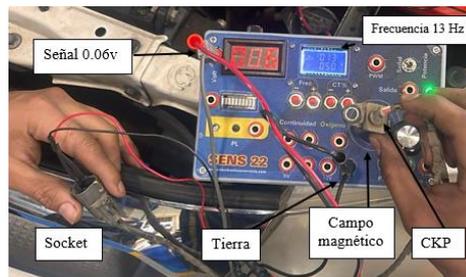


**Fuente:** Autores.

### 5.2.2 Prueba de sensor CKP.

Se realiza la conexión del sensor CKP inductivo al banco Sens-22 Plus. Al ser un sensor inductivo solo tiene 2 cables, se conecta el cable negativo a la tierra del banco y el otro cable a la señal, el sensor inductivo genera su propio voltaje al acercarlo al campo magnético que genera el banco como se ve en la figura 5.19. Para realizar las pruebas tomamos en cuenta la frecuencia que arrojo cada prueba del CKP con el osciloscopio a distintas RPM.

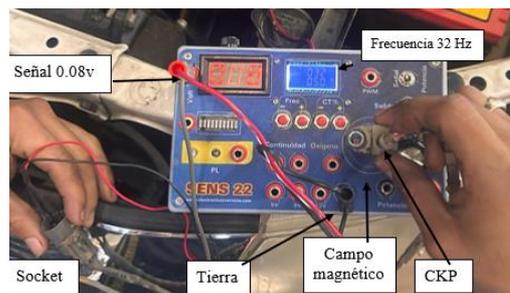
**Figura 5.19** Prueba de sensor CKP simulando 750 RPM.



**Fuente:** Autores.

La Figura 5.19 muestra una simulación, cuando el motor está a 750 RPM la frecuencia es de 13Hz, se calibra el banco a 13Hz, se lo acerca al campo magnético y el voltaje que el sensor arroja es de 0,06 V. El banco no capta de manera eficiente la señal del sensor a diferencia del osciloscopio que sí.

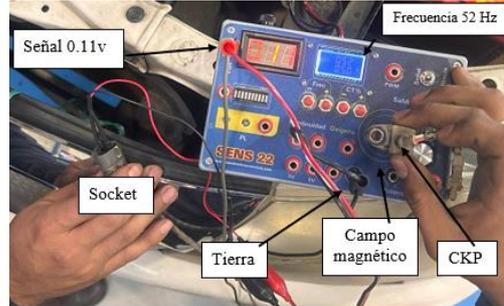
**Figura 5.20** Prueba de sensor CKP simulando 750 RPM.



**Fuente:** Autores.

La Figura 5.20 muestra una simulación, cuando el motor está a 2000 RPM la frecuencia es de 32Hz, se calibra el banco a 32Hz, se lo acerca al campo magnético y el voltaje que el sensor arroja es de 0,08 V. El banco no capta de manera eficiente la señal del sensor a diferencia del osciloscopio que sí.

**Figura 5.21** Prueba de sensor CKP simulando 750 RPM.



**Fuente:** Autores.

La Figura 5.21 muestra una simulación, cuando el motor está a 3000 RPM la frecuencia es de 52Hz, se calibra el banco a 52Hz, se lo acerca al campo magnético y el voltaje que el sensor arroja es de 0,11 V. El banco no capta de manera eficiente la señal del sensor a diferencia del osciloscopio que sí.

### 5.2.3 Prueba de sensor TPS.

Con el sensor TPS montado en el cuerpo de aceleración y el socket desconectado se realiza la prueba con el banco Sens-22 Plus simulando el voltaje de alimentación 5V, la tierra y conectando al pin de señal como se ve en la Figura 5.22.

**Figura 5.22** Simulación con el banco al sensor TPS.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.22 se aprecia el voltaje que el sensor envía a la ECU cuando la aleta de aceleración está completamente cerrada. La aleta se cierra exclusivamente cuando el motor pasa de estar encendido a apagarse, debido que la mariposa sirve como ahogador evitando que el oxígeno ingrese a la cámara de combustión.

**Figura 5.23** Prueba con el banco al sensor TPS.



**Fuente:** Autores.

La Figura 5.23 muestra el voltaje de señal cuando la mariposa de aceleración está abierta, sin importar la aceleración del vehículo el voltaje de señal no cambia esto porque la mariposa no se mueve debido a que es un motor sobrealimentado y no atmosférico, es decir, la mariposa se mantiene abierta cuando el motor está en contacto y cuando está encendido.

**Figura 5.24** Prueba con el banco al sensor TPS media 50.



**Fuente:** Autores.

En la Figura 5.24 con el banco simulando la conexión de sensor, se mueve la mariposa a una posición de media carga, se observa que el voltaje baja concluyendo la eficiencia del equipo en todo el recorrido de movimiento de la mariposa de aceleración.

## CAPÍTULO 6

### ANÁLISIS COMPARATIVO

En este capítulo se expondrá el análisis de los datos obtenidos mediante las pruebas prácticas hechas anteriormente, donde se destacan los puntos altos y bajos de cada equipo usado en los diferentes tipos de sensores de los distintos vehículos que se usaron para la realización de este proyecto.

#### 6.1 Análisis de costos de los equipos de diagnóstico automotriz utilizados.

Los equipos de diagnóstico varían su costo en el mercado dependiendo de las funciones que cada uno realice, mientras mayores funciones tengan, su costo aumentará, su diseño influye al momento de la compra y también influye su costo. A continuación, se indica en la Tabla 6.1 los costos de cada equipo.

**Tabla 6.1** Costos de equipos en el mercado ecuatoriano.

<b>COSTOS DE EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ</b>				
	<b>Multímetro</b>	<b>Osciloscopio</b>	<b>Escáner</b>	<b>Sens-22 Plus</b>
<b>Costo (\$)</b>	389	1290	6219	337. 84

**Fuente:** Autores

Como se indica en tabla anterior, el multímetro usado es de la marca OTC como se observa en la Figura 1.1 una marca muy reconocida en equipos de diagnóstico, su costo fue tomada del catálogo digital de Toolcarec. El osciloscopio es de tipo digital proveniente de la marca Micsig, este equipo es moderno y muy sofisticado, su costo dentro del mercado ecuatoriano fue tomado de AUTECH Automotive Technology. El escáner es una pantalla touch de una calidad muy buena, en la interfaz del escáner viene incluido una opción de servicio y un programador de llaves para hermanar inmovilizadores con la ECU del vehículo, el precio de este equipo fue obtenido de Mercado libre Ecuador.

## 6.2 Análisis de equipos respecto a sensores.

### Análisis de equipos en los sensores del Chevrolet Sail

Las pruebas realizadas en los capítulos anteriores respecto al vehículo Chevrolet Sail han demostrado la eficiencia de cada equipo con respecto a cada tipo de sensor, lo cual se encuentra resumido en la Tabla 6.1 y en la Tabla 6.2:

**Tabla 6.2** Análisis de sensores Chevrolet Sail respecto a los equipos utilizados.

SENSOR	MULTÍMETRO	OSCILOSCOPIO	ESCÁNER	SENS-22 PLUS
CMP	✓	✓	X	X
ECT	✓	✓	✓	X
TPS	✓	✓	✓	✓
CKP	✓	✓	X	X
IAT	✓	✓	✓	X
HO2S	X	✓	✓	X
MAP	✓	✓	✓	✓

**Fuente:** Autores.

El multímetro es lo suficientemente capaz de realizar lecturas de señales, pero también varían demasiado dichas lecturas debido a que el multímetro lee promedios de corriente. En el caso del sensor HO2S varía en gran cantidad el voltaje de señal por lo que en este sensor no se pudo realizar una buena lectura de la señal. El multímetro es un equipo muy fácil de usar, ya que cuenta con una interfaz fácil de entender.

El osciloscopio es un equipo suficientemente completo para realizar diagnósticos de sensores, ya que esta entrega señales de voltajes más precisas y gráficas en tiempo real de los sensores, las cuales son usadas para identificar fallas. Este equipo logró captar las señales de todos los sensores diagnosticados. El osciloscopio tiene una interfaz demasiado compleja para usar, por lo que se debe tomar cursos y capacitaciones tanto teóricas como prácticas para entender de mejor manera.

A pesar de que este modelo de escáner no ofreció todas las lecturas de datos de sensores, fue el mejor en comparación a otros modelos, pero aun así no entrega la suficiente información.

Este escáner no pudo entregar información acerca del sensor CMP, del sensor CKP solo se obtuvo las RPM del motor. El escáner es un equipo con una interfaz con una complejidad de uso muy baja, ya que en su mayoría el ingreso a los datos del vehículo es automática.

El equipo Sens-22 Plus no es capaz por sí mismo de realizar simulaciones de trabajo de algunos sensores, tal es el caso del sensor MAP por lo que se utilizó una pistola de vacío. Además, este equipo emite señales de trabajo con otros sensores, pero no es capaz de recibir las señales de los sensores, tal es el caso del sensor CKP y CMP, los cuales trabajan con pulsaciones. Este equipo al igual que el escáner tiene una complejidad baja, pero para realizar la conexión de cada sensor hay que tener en cuenta los diagramas electrónicos de cada uno.

En la Figura 6.1 se observa el vacuómetro con un vacío generado de 15 in Hg a 800 RPM, utilizando el factor de conversión  $1\text{kPa} = 0,75\text{ in Hg}$  (3,386) da un vacío de 50,8 KPa. Con el escáner dio una presión de vacío de 21 kPa. Pero se decidió usar la presión medida con el vacuómetro.

**Figura 6.1** Prueba de vacío a 800 RPM.



**Fuente:** Autores.

A continuación, se observa la Tabla 6.3 en la que se muestra el total de pruebas satisfactorias e insatisfactorias para cada equipo:

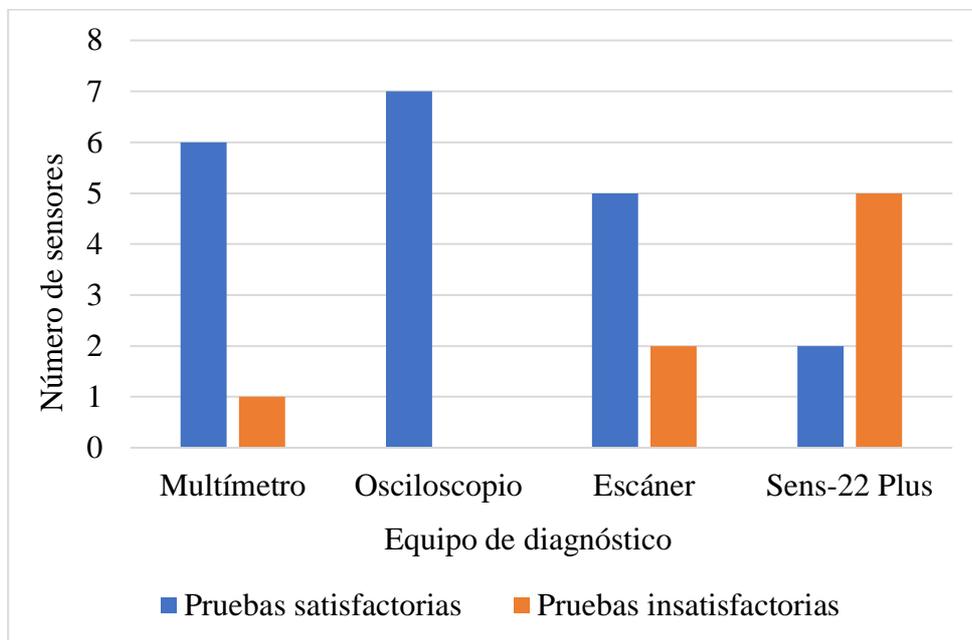
**Tabla 6.3** Tabla de resultados de eficiencia.

	TOTAL DE PRUEBAS SATISFACTORIAS	TOTAL DE PRUEBAS INSATISFACTORIAS
<b>MULTÍMETRO</b>	6	1
<b>OSCILOSCOPIO</b>	7	0
<b>ESCÁNER</b>	5	2
<b>SENS-22 PLUS</b>	2	5

**Fuente:** Autores

En la tabla anterior se observa que el equipo con una mayor de cantidad de pruebas satisfactorias es el Osciloscopio con un total de 7 pruebas satisfactorias, seguido del multímetro con un total de 6 pruebas satisfactorias y una prueba insatisfactoria. El escáner es un equipo muy útil pero no logró entregar las señales de 2 sensores, pero tuvo 5 sensores que si entregó información. El Sens-22 Plus fue el equipo que menos pruebas satisfactorias tuvo, dando un total de 6 pruebas insatisfactorias, esto debido a que su interfaz no es capaz de simular parámetros de trabajo en una cantidad de sensores. En la Figura se observa un diagrama de barras de las pruebas realizadas, donde se aprecia de mejor manera que el osciloscopio tiene una mejor efectividad.

**Figura 6.2** Total de pruebas realizadas respecto a los equipos utilizados.



**Fuente:** Autores.

### **Análisis de sensores del vehículo Toyota Hilux.**

Las pruebas realizadas en los capítulos anteriores respecto al vehículo Toyota Hilux han demostrado la eficiencia de cada equipo con respecto a cada tipo de sensor, lo cual se encuentra resumido en las siguientes tablas:

**Tabla 6.4** Análisis de sensores Toyota Hilux respecto a los equipos utilizados.

SENSOR	MULTÍMETRO	OSCILOSCOPIO	ESCÁNER	SENS-22 PLUS
ECT	✓	✓	✓	x
TPS	✓	✓	x	✓
MAP	✓	✓	✓	✓
CKP	x	✓	x	✓
IAT	✓	✓	✓	x
FRP	✓	✓	✓	x

**Fuente:** Autores.

El sensor CKP inductivo de la Toyota Hilux genera su propio voltaje a una velocidad que el multímetro no es capaz de captar, debido a esto no se pudo obtener señales provenientes del CKP, haciendo que el equipo no sirva para el diagnóstico de este sensor.

El osciloscopio fue fundamental para obtener datos de los sensores del motor, de manera eficiente es capaz de leer las señales de cada sensor, visualizando gráficas y señales de onda precisas que ayudan al operador a diagnosticar fallas del motor.

El escáner automotriz Autel en el vehículo Toyota no proporciona información de los sensores TPS, CKP, al contrario, la información del sensor ECT e IAT que entrega el escáner es en grados C° y la información del MAP y FRP es en kPa.

El banco Sens-22 Plus no puede simular la señal para comprobar los sensores ECT e IAT, pero sí puede simular la conexión de los sensores MAP, FRP, CKP y TPS. Cuando la conexión está establecida entre el sensor MAP y el banco, al generar distintas presiones en el MAP con el comprobador de fugas de refrigerante, se nota la variación de voltaje que comprueba el estado del sensor. El caso del sensor TPS conectado al banco, muestra la variación de voltaje al mover la posición de la mariposa. El sensor CKP conectado al banco y sometándolo a un campo magnético a distintas frecuencias muestra una variación de señal de voltaje que ayuda a determinar el estado de este.

El banco Sens-22 Plus puede simular la conexión con el sensor FRP, el único detalle es que para hacer variar la señal que este envía, se necesita una presión de 20 MPa. Por lo tanto, la única forma de generar esa presión es que el sensor este montado en el riel de combustible.

A continuación, en la Tabla 6.5 se muestra los resultados del análisis de eficiencia de los equipos de diagnóstico y el banco SENS-22 PLUS:

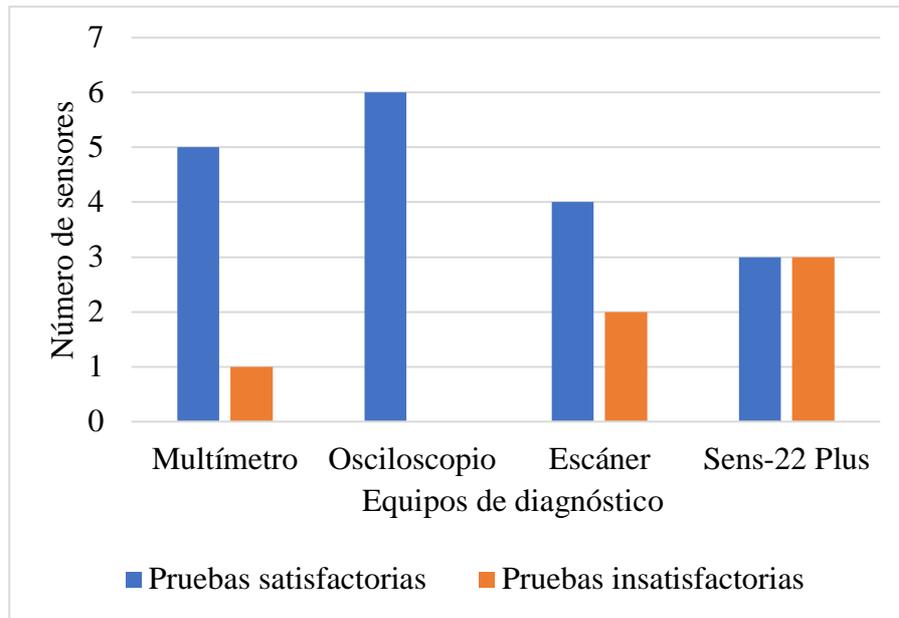
**Tabla 6.5** Resultados de eficiencia.

	<b>TOTAL DE PRUEBAS SATISFACTORIAS</b>	<b>TOTAL DE PRUEBAS INSATISFACTORIAS</b>
<b>MULTÍMETRO</b>	5	1
<b>OSCILOSCOPIO</b>	6	0
<b>ESCÁNER</b>	4	2
<b>SENS-22 PLUS</b>	3	3

**Fuente:** Autores.

En la tabla anterior se observa que el equipo con una mayor de cantidad de pruebas satisfactorias es el multímetro con un total de 5 pruebas satisfactorias y una prueba insatisfactoria, seguido del osciloscopio con un total de 6 pruebas satisfactorias. El escáner es un equipo muy útil pero no logró entregar las señales de 2 sensores, pero tuvo 4 sensores que si entregó información. El Sens-22 Plus fue el equipo que dio un total de 3 pruebas satisfactorias y 3 pruebas insatisfactorias, esto debido a que su interfaz no es capaz de simular parámetros de trabajo de algunos sensores. En la Figura se observa un diagrama de barras de las pruebas realizadas, donde se aprecia de mejor manera que el osciloscopio tiene una mejor efectividad.

**Figura 6.3** Total de pruebas realizadas respecto a los equipos utilizados.



**Fuente:** Autores.

El Multímetro logró captar todas las señales de voltaje de los sensores, a excepción del sensor CKP, puesto que este es de tipo inductivo, se realizó medidas en corriente continua y alterna, pero el equipo no tuvo la capacidad de leer los voltajes del sensor.

El osciloscopio captó todas las señales de voltaje de los sensores, este equipo es muy útil ya que proporcionó la información correcta para realizar un diagnóstico correcto del vehículo.

El escáner usado en los dos vehículos es el mismo, pero en el motor a diésel no proporcionó suficiente información de los sensores y al igual que en el motor a Gasolina en los sensores que si entregó información, esta misma es muy escasa.

El Sens-22 Plus tiene demasiadas deficiencias, no es capaz de simular parámetros de trabajo en una gran cantidad de sensores, y mayormente funciona como voltímetro, su uso es complejo, por lo que no se podría aprender a darle un buen manejo en poco tiempo.

### **6.3 Análisis de Precisión de los equipos**

Saber cuál es el porcentaje de precisión de cada equipo es indispensable para saber si se puede confiar en la información entregada de cada sensor. Para ello se utilizarán los datos recopilados de las tablas del capítulo 2. Además, se utilizará la Ec. 6.1 que representa el porcentaje de error.

$$u_{error} = \frac{|V_{cal} - V_{exp}|}{V_{exp}} \cdot 100 \quad \text{Ec. (6.1)}$$

Donde:

Vcal: Valor calculado

Vexp: Valor experimental

El osciloscopio será la base del análisis, debido a que es el equipo de diagnóstico más preciso, entonces, se compara los datos de los equipos respecto a los datos obtenidos por el osciloscopio. Cabe recalcar que los sensores actúan con rangos de trabajo, es decir no tienen valores exactos. A continuación, se obtienen los porcentajes de precisión de cada equipo de diagnóstico utilizado en los vehículos Chevrolet y Toyota:

En la Tabla 6.6 se analiza la precisión del Multímetro, donde este equipo entrega un promedio de exactitud de 69,72, en el sensor TPS la precisión del equipo fue casi perfecta. Se tomaron valores a 800 RPM a excepción del sensor ECT en el que se tomaron los valores con el refrigerante a 93°C

**Tabla 6.6** Porcentaje de precisión del multímetro Chevrolet Sail

SENSORES	OSCILOSCOPIO	MULTÍMETRO	% ERROR	% EXACTITUD (100 - %ERROR)
<b>CMP</b>	4.160	2.33	43.99	56.01
<b>ECT</b>	0.360	0.399	32.1	67.9
<b>TPS1</b>	4.287	4.26	0.63	99.37
<b>TPS2</b>	0.886	0.92	3.84	96.16
<b>CKP</b>	0.490	2.56	422.45	0
<b>IAT</b>	1.760	1.40	20.45	80.55
<b>HO2S</b>	0.920	N/A	N/A	N/A
<b>MAP</b>	0.920	1.03	11.96	88.04

**Fuente:** Autores.

En la Tabla 6.7 se obtiene el porcentaje de exactitud del escáner en cada sensor, en el cual solo se puede calcular del sensor HO<sub>2</sub>S ya que tanto en el osciloscopio como en el escáner se obtienen datos en voltajes. Para el sensor MAP el escáner entrega datos en kPa, el sensor

ECT solo se observa la temperatura del refrigerante, al igual que el IAT. El TPS la posición de la mariposa en %.

**Tabla 6.7** Porcentaje de precisión del escáner Chevrolet Sail.

<b>SENSORES</b>	<b>OSCILOSCOPIO</b>	<b>ESCÁNER</b>	<b>%ERROR</b>	<b>% EXACTITUD (100 - %ERROR)</b>
<b>CMP</b>	4.160	N/A	N/A	N/A
<b>ECT</b>	0.360	N/A	N/A	N/A
<b>TPS1</b>	4,287	N/A	N/A	N/A
<b>TPS2</b>	0.886	N/A	N/A	N/A
<b>CKP</b>	0.490	N/A	N/A	N/A
<b>IAT</b>	0.1	N/A	N/A	N/A
<b>HO2S</b>	0.920	0.625	32.07	67.93
<b>MAP</b>	0.920	N/A	N/A	N/A

**Fuente:** Autores.

En la Tabla 6.8 se observa la precisión del equipo Sens-22 Plus en el cual solo se realizó medidas para el sensor TPS y MAP, dando una precisión bastante buena para el MAP, en el caso del sensor TPS el equipo no fue preciso, teniendo en cuenta que se realizaron las medidas en plena carga.

**Tabla 6.8** Porcentaje de precisión del Sens-22 Plus Chevrolet Sail.

<b>SENSORES</b>	<b>OSCILOSCOPIO</b>	<b>SENS-22 PLUS</b>	<b>% ERROR</b>	<b>% EXACTITUD (100 - %ERROR)</b>
<b>CMP</b>	4.160	N/A	N/A	N/A
<b>ECT</b>	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>TPS1</b>	3.6	0.71	80.28	19.72
<b>TPS2</b>	1.4	3.90	178.57	0
<b>CKP</b>	0.490	N/A	N/A	N/A
<b>IAT</b>	0.1	N/A	N/A	N/A
<b>HO2S</b>	0.920	N/A	N/A	N/A
<b>MAP</b>	0.920	0.77	16.30	83.70

**Fuente:** Autores.

La Tabla 6.9 muestra el porcentaje de precisión de los datos obtenidos en las pruebas de sensores con multímetro con respecto a los datos del osciloscopio. Esta tabla no muestra el porcentaje de exactitud del CKP, debido a que el multímetro no es capaz de captar la señal que este sensor genera; A pesar de lo dicho se puede concluir que la precisión del multímetro es bastante confiable a la hora de realizar un diagnóstico.

**Tabla 6.9** Porcentaje de precisión del multímetro del Toyota Hilux.

<b>SENSORES</b>	<b>OSCILOSCOPIO</b>	<b>MULTÍMETRO</b>	<b>% ERROR</b>	<b>% EXACTITUD (100 - %ERROR)</b>
<b>ECT</b>	0.45	0.47	4.44	95.56
<b>TPS</b>	3.5	3.51	0.29	99.71
<b>CKP</b>	3	N/A	N/A	N/A
<b>IAT</b>	2.15	2.17	0.93	99.07
<b>FRP</b>	1.46	1.45	1.68	99.32
<b>MAP</b>	1.86	1.85	0.54	99.46

**Fuente:** Autores.

El análisis que muestra la Tabla 6.10 es de los datos obtenidos con el escáner con respecto a los del osciloscopio. En las pruebas realizadas con el escáner se demostró que es ineficiente a la hora de dar datos de cada sensor, es decir, no arroja datos y si arroja datos no son de voltaje. Por lo tanto, el escáner al no leer todos los sensores es ineficiente para un diagnóstico confiable.

**Tabla 6.10** Porcentaje de precisión del escáner Toyota Hilux.

<b>SENSORES</b>	<b>OSCILOSCOPIO</b>	<b>ESCÁNER</b>	<b>% ERROR</b>	<b>% EXACTITUD (100 - %ERROR)</b>
<b>ECT</b>	0.45	N/A	N/A	N/A
<b>TPS1</b>	3.5	N/A	N/A	N/A
<b>CKP</b>	3	N/A	N/A	N/A
<b>IAT</b>	2.15	N/A	N/A	N/A
<b>FRP</b>	1.46	N/A	N/A	N/A
<b>MAP</b>	1.86	N/A	N/A	N/A

**Fuente:** Autores.

La Tabla 6.11 muestra el análisis de precisión de la información del banco SENS.22 PLUS con respecto a los datos del osciloscopio, no hay dato en sensor CKP porque el banco no captó su señal. No hay datos de los sensores ECT e IAT, debido a que el banco no es capaz de simular su voltaje de señal y el sensor FRP necesita de altas presiones para simular su señal con el banco. Para el TPS el banco es preciso al contrario del MAP que el porcentaje de error es de casi el 50 %. Se concluye que el banco SENS.22 PLUS NO es confiable ni eficiente.

**Tabla 6.11** Porcentaje de precisión del Sens-22 Plus Toyota Hilux.

<b>SENSORES</b>	<b>OSCILOSCOPIO</b>	<b>SENS-22 PLUS</b>	<b>% EROR</b>	<b>% EXACTITUD (100 - %ERROR)</b>
<b>ECT</b>	0.45	N/A	N/A	N/A
<b>TPS1</b>	3.5	3.51	0.29	99.71
<b>CKP</b>	3	N/A	N/A	N/A
<b>IAT</b>	2.15	N/A	N/A	N/A
<b>FRP</b>	1.46	N/A	N/A	N/A
<b>MAP</b>	1.86	0.77	58.60	41.40

**Fuente:** Autores.

## CONCLUSIONES

- El osciloscopio es el equipo más completo para realizar diagnósticos de sensores, en comparación al resto de equipos usados, pero su costo es más elevado, además su manejo es complicado, por lo que se debe capacitar en manejo de este equipo para darle un óptimo funcionamiento.
- El Sens-22 Plus es un equipo con demasiadas deficiencias y tiene un costo elevado, se limita a una cierta cantidad de sensores y no es capaz de realizar simulaciones de trabajo de todo tipo de sensores, y en la mayoría solo funciona como voltímetro. Este equipo, por los tipos de sensores, bobinas e inyectores, está diseñado y enfocado para el uso en motores a gasolina.
- Entre todos los equipos el que tiene un mejor rendimiento en comparación de su costo es el multímetro, no solo sirve para medir voltaje, sino que también se puede medir amperaje, resistencia, frecuencia, etc. También cabe destacar que su manejo es fácil.
- El escáner automotriz no entrega datos necesarios de cada sensor para diagnosticar con precisión el mal funcionamiento del vehículo, la limitación de información que ofrece el escáner conduce al operador optar por otro equipo de diagnóstico automotriz, haciendo mayor el tiempo de diagnóstico, por consiguiente, mayor el costo de reparación.
- El multímetro es un equipo necesario pero limitado a la hora de diagnosticar algunos sensores, debido a que hay sensores tienen como funcionamiento mantenerse oscilando en un determinado rango de voltaje. Entonces el multímetro no capta con precisión la señal, consiguiendo así no encontrar la falla.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar cursos acerca del uso de equipos de diagnóstico para sacar el máximo provecho posible y saber qué equipo es el adecuado para realizar diagnósticos e implementar su uso en los talleres automotrices.
- Los equipos de diagnóstico más avanzados, como los equipos convencionales, pueden requerir un conocimiento más profundo para operar, mientras que los bancos universales de comprobación de sensores tienden a ser más fáciles de usar. Proponer un programa de capacitación para los técnicos en el uso de ambas tecnologías puede ser crucial para mejorar la eficiencia en los talleres automotrices.
- Los equipos de diagnóstico convencionales pueden requerir actualizaciones de software para mantenerse al día con los nuevos modelos de vehículos, mientras que los bancos de comprobación de sensores pueden necesitar más mantenimiento físico debido a las pruebas específicas que realizan. Asegurarse de adquirir no solo el equipo sino también las membresías de renovación, considerando las necesidades de mantenimiento y actualización de ambos sistemas.
- Se recomienda realizar pruebas prácticas en actuadores e inyectores con el equipo Sens-22 Plus para analizar su efectividad y facilidad de uso, ya que este equipo también está diseñado para realizar pruebas en estos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Calderón, A. (2012). *Optimización de la potencia en un motor de combustión interna gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno.*
- Calderón, M. (2022). *Identificación del fallo de los inyectores de un MEC mediante el Análisis de las señales de los sensores CKP y CMP utilizando RNA* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23661>
- Castro, R. (2023). *Diseño e implementación de un sistema de verificación de sensores y actuadores para el sistema de inyección electrónica de vehículo a gasolina.* <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/22461/1/65T00551.pdf>
- Díaz, E. (2022). *Sensores y actuadores en el sistema de admisión y escape con equipos de diagnóstico automotriz. 2.* <https://orcid.org/0009-0000-0222-8701>
- Jachero, G. (2016). *Levantamiento de una base de datos para el diagnóstico de fallas en motores de combustión interna ciclo otto con sistema mpfi mediante el análisis del sensor map.* <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12026>
- Morocho, P. (2017). *Sistema electrónico de alerta y monitoreo para el mantenimiento de los vehículos de la cruz roja junta Provincial de Napo.*
- Pulluquitin, J., & Muñoz, A. (2024). *Manual de diagnóstico, entrenamiento y solución de fallas empleando instrumentación automotriz en un vehículo marca Chevrolet Optra 1800 cc* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27053>
- Quezada, A., Neira, D., Arias, J., Moscoso, C., & Quito, B. (2019). *Diagnóstico de sensores TPS y MAF en un motor Hyundai sonata 2.0 mediante el uso de scanner automotriz y osciloscopio.* <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18246>
- Robayo, M., & Molina, L. (2022). *Elaboración de flujogramas de diagnóstico donde se identifiquen los códigos de averías y procedimientos para solucionar averías en un sistema de inyección electrónica con riel común mediante la utilización de equipos de diagnóstico automotriz.* <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/34261>
- Acurio, W. (2022). *Diseño y construcción del banco de pruebas para comprobar y verificar la computadora Automotriz con inyección electrónica a gasolina de un vehículo Aveo Family.*
- Aguilar, D., Gallo, E., Calero, D., & guerra, J. (2022). *Análisis del funcionamiento en los sensores de inyección electrónica para controlar el consumo de combustible.*
- Belendez, A. (2015). *Aportes tecnológicos y creación del osciloscopio. Premio Nobel de Física en el Año Internacional de la Luz. (New York).*

- Burgos, N., & Pacheco, C. (2018). *Diseño y desarrollo de un banco de pruebas para diagnóstico automotriz*. UPS, Guayaquil.
- Calle García, I. (2019). *Diseño de un módulo de evaluación para identificar el correcto funcionamiento de sensores y actuadores de vehículos menores*. Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo – Perú.
- Carrión, F., Castelo, J., Quevedo, A., & Sinaluisa, I. (2023). *Análisis experimental de la gestión electrónica de un vehículo con sistema de inyección directa estratificada de combustible, en condiciones estáticas y dinámicas*.
- Chafuel, A. (2022). *Diseño y construcción de un sistema de simulación de circuitos para pruebas en banco de sensores y actuadores del sistema de gestión electrónica del motor de combustión interna*.
- Cherrez, S. (2022). *Diagnóstico del Estado de un Motor de Combustión Interna por Medio de la Compresión Relativa Basado en el Uso del Osciloscopio al Utilizar un Transductor de Presión*. Universidad Estatal Arizona, Guayaquil.
- Francisco, D., & Tenorio, J. (2011). *Banco de pruebas de inyectores mecánicos para motores Diesel*. Latacunga.
- García, R. (2004). *Mecánica Automotriz Scanner*, Facultad de Ingeniería UNAM División de Educación Continua, México D. F.
- Mafla, B & Pulles, M, (2024). *Diagnóstico de sensores de posición del sistema de inyección en motores de encendido provocado*. Universidad Técnica Del Norte. Ibarra – Ecuador.
- Moreno, H., & Portilla, W. (2023). *Diagnóstico de fallos en la combustión de motores de encendido provocado mediante análisis de la sonda lambda*.
- Morocho, P. (2017). *Sistema electrónico de alerta y monitoreo para el mantenimiento de los vehículos de la cruz roja junta Provincial de Napo*.
- Narvaez, J & Narvaez, I. (2019). *Análisis de los sistemas eléctricos y electrónicos de un motor de combustión interna mediante la utilización del osciloscopio automotriz Bosch Fsa-500*. Universidad Técnica del Norte Facultad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, Ibarra.
- Noroña, M., & Gómez, M. (2019). *Desarrollo e innovación de los sistemas mecatrónicos en un automóvil*.
- Orozco, L. (2022). *Probador de sensores automotrices*. Electrónica y Servicio “Mecánica fácil”, México.

- Ortega, A. (2017). *Diseño del manual de operación del scanner automotriz G-scan 2 para diagnóstico electrónico en sistemas de inyección electrónica a gasolina. Universidad Internacional Del Ecuador.*
- Ortega, B., & Encarnación, O. (2023). *Análisis comparativo de los valores y oscilogramas de funcionamiento de sensores originales ante alternos de un Toyota Fortuner utilizando equipos de diagnóstico. Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, Quito.*
- Pozo, V. (2022). *Análisis Comparativo de Sensores Originales Ante Alternos del Sistema de Inyección Electrónica de un Vehículo Tucson Usando un Osciloscopio.*
- Salinas, P., & Gaona, F. (2023). *Elaboración de una maqueta que simule las señales de los sensores que van incorporados al motor de combustión interna para el laboratorio de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano en el periodo octubre 2022 – marzo 2023*