

**RESPUESTA DEL SENSOR DE OXÍGENO DEL VEHÍCULO, CON RELACIÓN
AL USO DE ADITIVOS DE COMBUSTIBLE**

**RESPONSE OF THE OXYGEN SENSOR IN THE VEHICLE, IN RELATION TO
THE USE OF FUEL ADDITIVES**

**RESPOSTA DO SENSOR DE OXIGÊNIO NO VEÍCULO, RELACIONADA AO
USO DE ADITIVOS DE COMBUSTÍVEL**

Diego Javier Jiménez Pereira
Docente del Instituto Superior Tecnológico Loja
djjimenez@tecnologicoloja.edu.ec
0000-0002-3730-7466

Christian Augusto Picoita Camacho
Docente del Instituto Superior Tecnológico Loja
capicoita@tecnologicoloja.edu.ec
0000-0003-2412-537X

Jose Vicente Alvarado Rodriguez
Docente del Instituto Superior Tecnológico Loja
jvalavarado@tecnologicoloja.edu.ec
0000-0003-0714-0674

Resumen

El presente proyecto consiste en un análisis comparativo de los parámetros de respuesta del sensor de oxígeno en el vehículo Hyundai Accent 2016, mediante un osciloscopio automotriz, con relación al uso de aditivos de combustible. Se utilizaron 4 aditivos comerciales, los mismos que se mezclaron con el combustible con el fin de evidenciar su influencia en la respuesta de la señal del sensor de oxígeno. Una vez realizadas las mediciones se determinó que, el uso de aditivos en proporciones dadas por los fabricantes, no influye de forma significativa en el funcionamiento del sensor de oxígeno. Para todas las mezclas de aditivos con el combustible, la señal del sensor de oxígeno osciló entre 0.1v a 0.8v demostrando el funcionamiento correcto del mismo.

Palabras claves: Aditivo, Sensor, Oxigeno, Osciloscopio, Señal

Abstract

This project consists of a comparative analysis of the response parameters of the oxygen sensor in the Hyundai Accent 2016 vehicle, using an automotive oscilloscope, in relation to the use of fuel additives. 4 commercial additives were used, the same ones that were mixed with the fuel in order to demonstrate their influence on the response of the oxygen sensor signal. Once the measurements have been made, it is determined that the use of additives in proportions given by the manufacturers does not significantly influence the operation of the oxygen sensor. For all the mixtures of additives with the fuel, the oxygen sensor signal oscillated between 0.1v to 0.8v, demonstrating its correct operation.

Keywords: Additive, Sensor, Oxygen, Oscilloscope, Signal.

Resumo

Este projeto consiste em uma análise comparativa dos parâmetros de resposta do sensor de oxigênio no veículo Hyundai Accent 2016, utilizando um osciloscópio automotivo, em relação ao uso de aditivos de combustível. Foram utilizados 4 aditivos comerciais, os mesmos que foram misturados ao combustível a fim de demonstrar sua influência na resposta do sinal do sensor de oxigênio. Uma vez feitas as medições, determina-se que o uso de aditivos nas proporções fornecidas pelos fabricantes não influencia significativamente o funcionamento do sensor de oxigênio. Para todas as misturas de aditivos com o combustível, o sinal do sensor de oxigênio oscilou entre 0,1v a 0,8v, demonstrando seu correto funcionamento.

Palavras-chave: Aditivo, Sensor, Oxigênio, Osciloscópio, Sinal.

Introducción

Desde los inicios de su fabricación, el número de automóviles no ha dejado de aumentar. El factor que más destaca en la evolución de esta industria es la tecnología y sus innovaciones, que se han mostrado favorables al medio ambiente (Rocha y Zambrano, 2015). La contaminación ambiental producida por automóviles es un problema que está afectando de manera paulatina la salud de las personas. Esto se debe al uso excesivo de combustibles, la cual es una de las principales causas del efecto invernadero y el calentamiento global (Pilco, 2021). Los contaminantes emitidos principalmente por los motores de los vehículos encendidos son: Monóxido de Carbono (CO), Óxidos nitrosos (NOx), Hidrocarburos sin quemar (HC), y Dióxido de carbono (CO2) (Rocha y Zambrano, 2015).

Dentro de la industria automotriz, se usan aditivos de combustible para mejorar las características y cualidades del mismo. Algunos aditivos promueven la limpieza y protección del sistema de alimentación de combustible, otros previenen la formación de depósitos de carbonilla (Rocha y Zambrano, 2015). Generalmente, los usuarios tienden a utilizar aditivos sin ningún tipo de restricción o análisis previo, como la consideración del tipo de combustible, la composición o la cantidad de aditivo que se debe utilizar para que la mezcla con la gasolina sea la adecuada.

En la actualidad, la mayoría de los vehículos cuentan con un sistema de inyección electrónica de combustible, la cual fue utilizada en la década de los 90 con la finalidad de reducir la contaminación. Además, se implementaron normativas de

contaminación y emisión de gases para obligar a las empresas de la industria a hacer frente al problema (Pilco, 2021). Cabe recalcar que, no todos los aditivos son para todos los tipos de combustible; existen diferentes marcas de aditivos que ayudan a la reducción de contaminantes y mejoran el rendimiento del vehículo. Esto se debe a que logran que la combustión sea de manera más natural, limpiando el sistema de inyecciones de impurezas. Sin embargo, algunas investigaciones muestran que los usos de aditivos aumentan la emisión de monóxido de carbono y los hidrocarburos no quemados (Cárdenas y Salas, 2018).

En los vehículos, el sensor de oxígeno es uno de los elementos que ayuda a controlar la emisión de gases contaminantes emitidos por el motor de combustión interna. Por tal razón, se pretende analizar la influencia que tiene la mezcla de aditivos con el combustible en el funcionamiento del sensor de oxígeno.

Existen estudios que analizan el funcionamiento del sensor de oxígeno, por ejemplo en la ciudad de Quito-Ecuador, a 2850 m sobre el nivel del mar utilizando un vehículo Volkswagen se realizaron 2 pruebas estáticas de emisiones y consumo de combustible con un trayecto de 27,95 km. Como combustible se utilizó gasolina de 87 octanos mezclada con aditivos organometálicos de dos tipos, uno de base sólida y uno de base líquida. Obteniendo como resultado que las emisiones estáticas a 900 rpm el aditivo sólido produjo una disminución de hidrocarburos (HC) no quemados e incremento del dióxido de carbono, como se observa en la Gráfica N° 1, mientras que, en las emisiones estáticas a 2500 rpm, el aditivo líquido produjo una disminución mayor de hidrocarburos no quemados e incremento del dióxido de carbono, como se observa en la Gráfica N° 2. Con

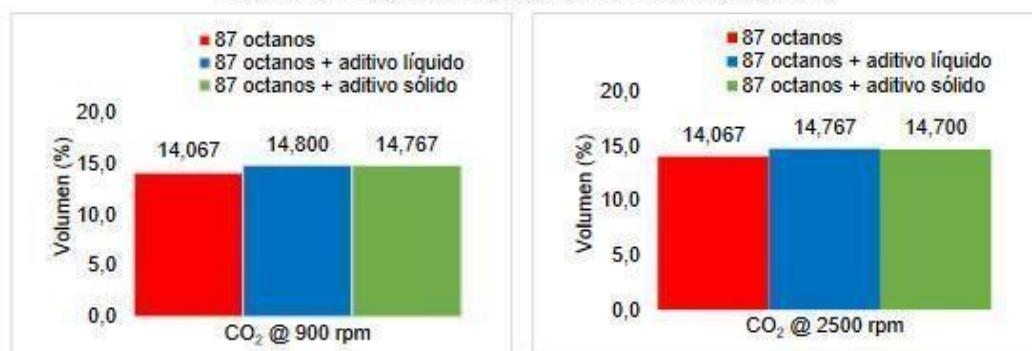
respecto al consumo de combustible los resultados fueron similares entre ambos aditivos mostrando incremento en el rendimiento del motor, como se observa en la Gráfica N° 3 (Rocha et al., 2018).

RESULTADOS DE HIDROCARBUROS



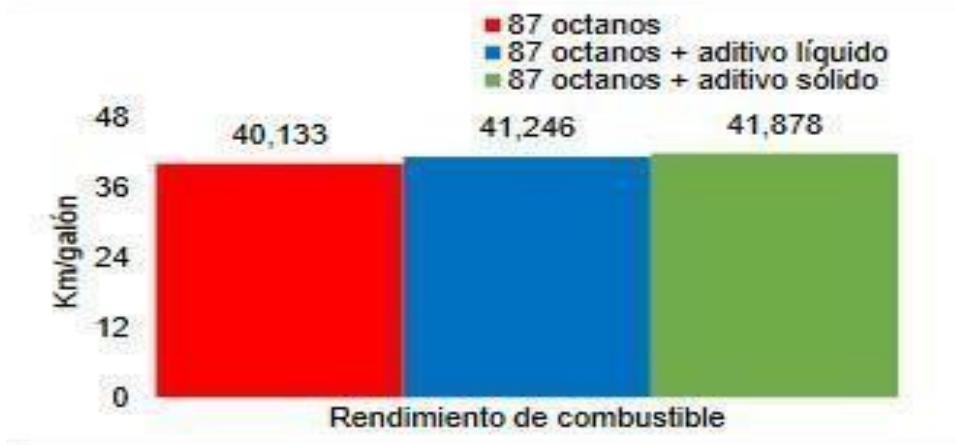
Gráfica N° 1. Resultado de Hidrocarburos.

RESULTADO DIÓXIDO DE CARBONO



Gráfica N° 2. Resultado Dióxido de Carbono.

RESULTADO DIÓXIDO DE CARBONO



Gráfica N° 3. Variación de consumo de combustible.

En la ciudad de Guayaquil en el año 2020, se comparó las características de los combustibles Super y extra cuando se mezclan con un aditivo y su incidencia que tiene la mezcla en el ambiente. Como parte de la metodología, se seleccionan los aditivos utilizados mediante una encuesta. Este estudio fue de tipo cuantitativo, comparativo aplicado al análisis y comprobación de datos concretos para su comparación. Se realizaron pruebas de emisiones de gases contaminantes y se demostró variables considerables con el uso de combustible con y sin aditivo, encontrándose que la emisión de estos disminuye mediante el uso de aditivos, por lo que se considera una mejor combustión con la aplicación del mismo. Los resultados de la prueba se muestran en las gráficas 4 y 5 (Montero, 2018).

RESULTADOS DE PRUEBAS DE GASES CON GASOLINA SUPER



Gráfica N° 4. Resultados de pruebas de gases con Gasolina Super.

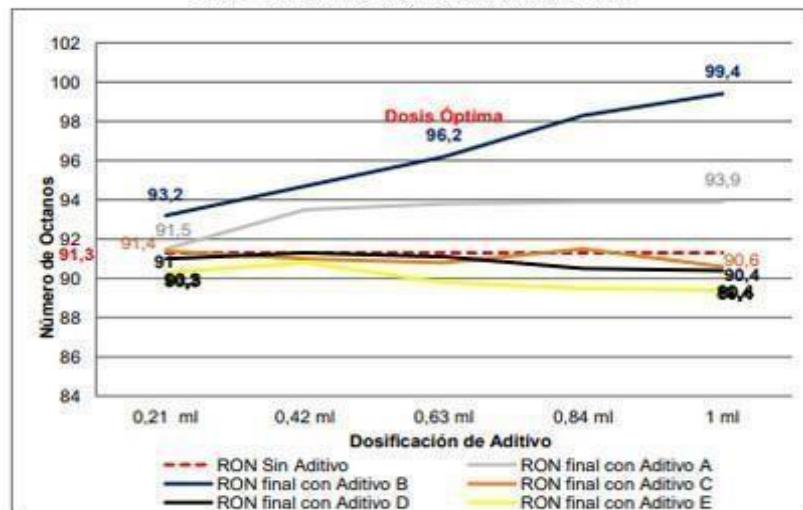


Gráfica N° 5. Resultados de pruebas de gases Gasolina Extra.

Druet y Vera (2018), presentaron un proyecto de evaluación de efectividad de aditivos comerciales elevadores de octanaje de gasolinas de Ecuador, a través de ensayos fisicoquímicos de la gasolina, con normativa técnica INEN 935. Se valoraron los combustibles Ecopáis, super y extra. Posteriormente se comprobó si es efectivo el incremento del octanaje mediante el uso de naftalina, hidrocarburo aromático sólido. Se realizaron mezclas desde las indicaciones técnicas de los productores hasta la concentración mínima efectiva. Según los datos obtenidos, se verificó que solo 1 de los 5 aditivos utilizados cumple con las indicaciones técnicas dadas en su etiqueta. Asimismo, 3 de los 4 restantes utilizados tienen

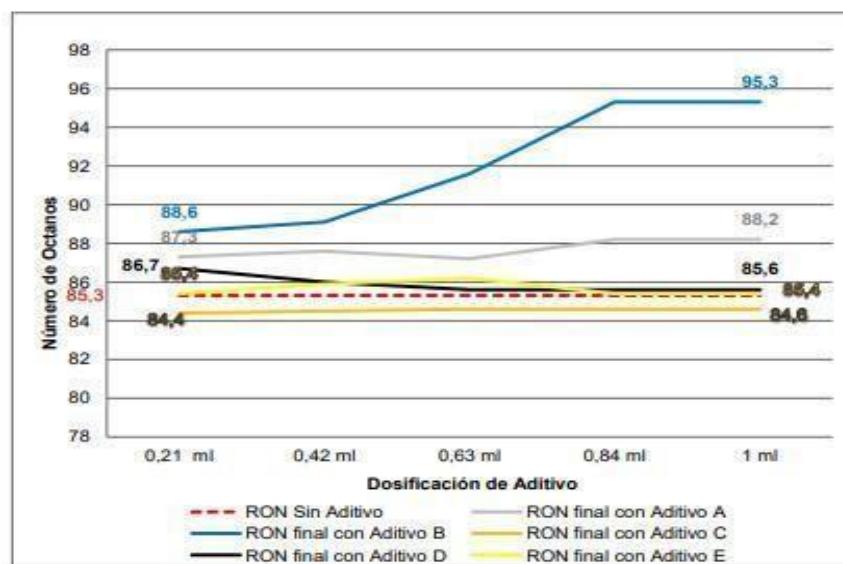
efecto contrario al indicado en sus etiquetas, alterando la calidad del combustible y perjudicando al consumidor, como se refleja en las gráficas 6 y 7 (Druet y Vera, 2018).

COMPARACIÓN DE ADITIVOS EVALUADOS EN LA GASOLINA SUPER



Gráfica N° 6. Comparación de aditivos evaluados en la Gasolina Super.

COMPARACIÓN DE ADITIVOS EVALUADOS EN LA GASOLINA EXTRA



Gráfica N° 7. Comparación de aditivos evaluados en la Gasolina Extra.

Materiales y métodos

El proceso utilizado para el desarrollo del proyecto se indica en la Gráfica N° 8, el cual se repetirá por cada aditivo a utilizar.



Gráfica N° 8. Proceso utilizado para el desarrollo del proyecto.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el vehículo Hyundai Accent año 2016 que trabaja con combustible Ecopáis. Se utilizó un canister para realizar la mezcla de aditivo y combustible con finalidad de no utilizar ni gastar combustible excesivo, para esto se debe aflojar la tubería de combustible normal del vehículo para conectarla al canister. Seguidamente, se ubica el sensor de oxígeno del vehículo, que se muestra en la Gráfica N° 9, el cual se encuentra en el múltiple del tubo de escape, antes del catalizador. Se realiza una medición del mismo previo a la aplicación del aditivo para poder visualizar los cambios en las mediciones.

SENSOR DE OXÍGENO DEL VEHÍCULO



Gráfica N° 9. Sensor de Oxígeno del Vehículo.

Luego de obtener los datos iniciales, se procede a aplicar el aditivo en el canister de combustible, se aplicarán cuatro aditivos diferentes para los cuales el proceso de llenado de tanque se repetirá. Las características de los aditivos se indican en la Tabla 1.

Tabla 1.

Aditivos seleccionados para las pruebas.

MARC A	NOMBR E	TIPO APROX.	PRECIO \$6.00	CANT. POR ENVASE 354 ml	CANT. Litros / Galones POR ENVASE 50 -70 lts = 13 – 18 Gal	FOTO PRODUCTO
ABRO	Abro octane booster	Elevador de octanaje				

ABRO	Abro Smoke stop	Eliminad or de Humo	\$6.00	354 ml	50 -70 lts = 13 – 18 Gal	
CYCL O	Fuel Injector Clean Up	Limpiado r de inyectore s	\$6.00	350 ml	50 -70 lts = 13 – 18 Gal	
ABRO	Abro fuel injector cleaner	Limpiado r de inyectore s	\$6.00	354 ml	75 lts = 20 Gal	

Nota: Elaboración propia.

Una vez que se aplique el aditivo, se procede con una nueva medición del sensor de oxígeno utilizando un osciloscopio automotriz con el fin de observar la forma de onda de la señal del mismo. Cuando se concluya el procedimiento con cada uno de los aditivos seleccionados, se procede a realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos. Finalmente, se realiza el informe con la comparación de las mediciones y obteniendo como resultado el mejor aditivo para el vehículo, o de ser el caso, si el sensor de oxígeno cuenta con mejores valores sin aditivo.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la señal del sensor de oxígeno con los aditivos utilizados en el proyecto. Los valores presentados en las tablas 2, 3, 4, 5 indican la temperatura del vehículo y el ancho de pulso que da el osciloscopio en realizar el análisis, se realizaron las mediciones antes de agregar

el aditivo y posterior, la cantidad de combustible utilizado fue 2.75 galones y 88.5 ml de aditivo, que equivale a $\frac{1}{4}$ de un envase de 354 ml.

Tabla 2.

Resultados Aditivo Fuel Injector Cleaner – ABRO.

NOMBRE		ANCH	VALOR SIN ADITIVO	VALOR CON ADITIVO	CANTIDAD			
ESTADO	DEL	TEMPERATU RA	O DE PULS O	Ma x (v)	Mi n (v)	Ma x (v)	Min (v)	ADITIVO/GASOLI NA ECOPAIS
	ADITIVO							
	FUEL		900					
RALEN	INJECTO	70°	ms	0.7	0.1	0.7	0.1	
TI	R CLEANE							88.5ml x 2.75 Gal
2500 RPM	R MARCA ABRO	70°	420 ms	0.7	0.1	0.8	0.12 5	

Nota: Elaboración propia

Tabla 3.

Resultados Aditivo Octane Booster – ABRO.

NOMBRE DEL		TEMPERAT	ANCH O DE	VALOR SIN ADITIVO	VALOR CON ADITIVO	CANTIDAD MEZCLA		
ESTAD O	ADITIVO	URA	PULSO	Ma x (v)	Mi n (v)	Ma x (v)	Mi n (v)	ADITIVO/GASO LINA ECOPAIS
RALEN	OCTANE BOOSTE R MARCA	70°	950ms	0.7	0.1	0.7 8	0.1	
TI								88.5 ml x 2.75 Gal
2500 RPM	ABRO	70°	430 ms	1	01	0.8	0.1	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.

Resultados Aditivo Fuel Injector Clean Up - Cyclo.

ESTAD O	NOMBR E DEL ADITIV O	TEMPERATU RA	ANCH O DE PULS O	VALOR SIN ADITIVO		VALOR CON ADITIV O		CANTIDAD MEZCLA ADITIVO/GASO LINA ECOPAIS
				Ma x	Mi n	Ma x	Mi n	
				(v)	(v)	(v)	(v)	
RALEN TI	FUEL INJECT OR CLEAN	70°	980 ms	0.7 8	0.1	0.7	0.1	88.5ml x 2.75 Gal
2500 RPM	UP MARCA CYCLO	70°	460 ms	0.7 5	0.0 1	0.8	0.1	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 5.

Resultados Aditivo Stop Smoke marca Abro.

ESTADO O	NOMBRE DEL ADITIVO	TEMPERATURA	DE PULSO	VALOR SIN ADITIVO		VALOR CON ADITIVO		CANTIDAD MEZCLA ADITIVO/GASOLINA ECOPAIS
				Max	Min	Max	Min	
				(v)	(v)	(v)	(v)	
RALENTI	STOP	70°	900 ms	0.7	0.1	0.78	0.1	88.5ml x 2.75 Gal
2500 RPM	SMOKE MARCA ABRO	70°	450 ms	0.74	0.11	0.79	0.1	

Nota: Elaboración propia.

En las tablas anteriores se puede observar que el funcionamiento del sensor de oxígeno no se ve afectado con el uso de aditivos. Al aumentar las revoluciones

del motor, cambia la frecuencia de oscilación de la señal del sensor de oxígeno de 1Hz a 2Hz aproximadamente. Los valores de la señal se encuentran oscilando entre 0.01 a 0.8 V aproximadamente, indicando el buen funcionamiento del sensor.

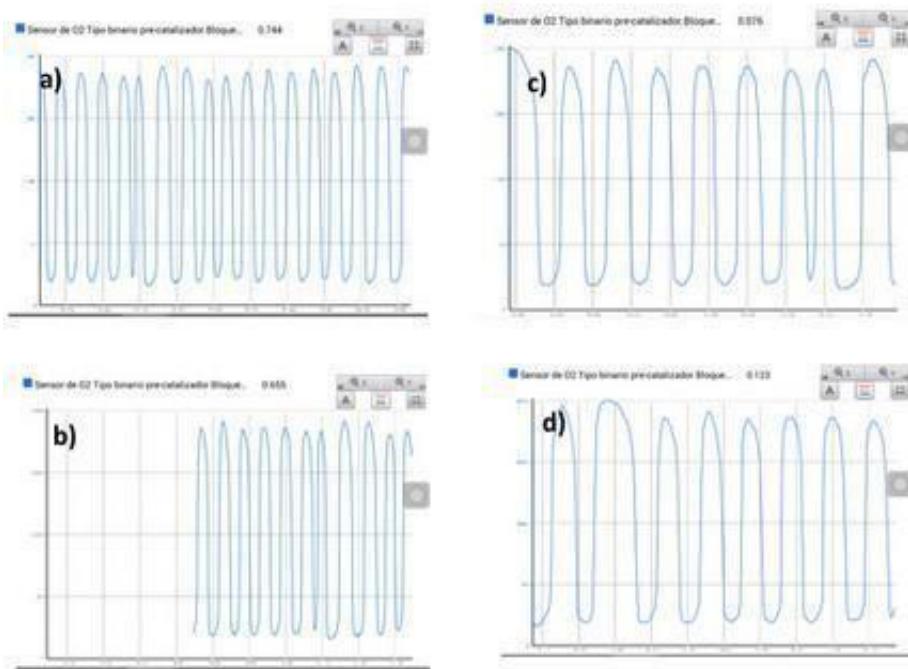
Al analizar la forma de onda obtenida mediante el osciloscopio, en la Gráfica N° 10 observamos el cambio de frecuencia de la señal al pasar de ralentí a 3000rpm. Cuando el vehículo se encuentra en ralentí, aproximadamente 850 rpm la frecuencia de la señal es de 1Hz y al aumentar la velocidad del motor se observan más oscilaciones del sensor, donde aproximadamente la frecuencia es de 2Hz.



Gráfica N° 10. Variación de la señal de oxígeno.

De la misma forma, para cada uno de los aditivos se obtuvo una señal del sensor de oxígeno, tal cual se indica en la Gráfica N° 11. Se observa que no existen irregularidades y se mantienen los patrones de la forma de onda de sensor de oxígeno al momento de usar aditivos de combustibles.

OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO, USANDO DISTINTOS TIPOS DE ADITIVOS



Gráfica N° 11. Oscilograma del sensor de oxígeno, usando distintos tipos de aditivos.

Nota: La gráfica indica la forma de onda del sensor de oxígeno a) Aditivo Fuel Injector Cleaner – ABRO, b) Aditivo Octane Booster – ABRO, c) Aditivo Fuel Injector Clean Up – Cyclo, d) Aditivo Stop Smoke marca Abro

Conclusiones

El funcionamiento correcto del sensor de oxígeno se determina mediante la lectura de valores que oscilan entre 0.1 voltios a 0.8 voltios siendo mayores a 0.45voltios mezclas ricas y menores a 0.45 voltios mezclas pobres.

El sensor de oxígeno es un elemento vital en los sistemas de emisiones del vehículo, ya que aseguran que la mezcla de combustible contiene la cantidad adecuada de oxígeno para una combustión eficiente y amigable con el medio ambiente.

Se realizó una revisión bibliográfica en la cual se seleccionaron trabajos de tipo similar al presente, con la finalidad de conocer los tipos de pruebas y herramientas utilizadas en mediciones similares, lo que indicó que las herramientas más usadas son multímetro y osciloscopio.

Como resultado de las mediciones, se pudo determinar que los valores obtenidos del sensor de oxígeno con aditivo, no varían significativamente en sus valores y la forma de onda de la señal, por lo que los resultados son favorables e indican que el uso de los aditivos es seguro.

REFERENCIAS

- Cárdenas, D y Salas, A (2018). *Estudio de la incidencia de gases contaminantes utilizando mezclas parciales de aditivos en combustibles de 87 y 92 octanos a la altura de Quito.* <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2590>
- Druet, F y Vera, P. (2018). *DSpace en ESPOL: Evaluación técnica y optimización del uso de aditivos comerciales para elevar el octanaje de las gasolinas en el Ecuador* [ESPOL]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/42507>
- Montero, P (2018). *ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DE LA GASOLINA SUPER Y ECOPAIS COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL AL SER MEZCLADO CON UN ADITIVO.* 107.
- Pilco, I (2021). *Tema: Evaluación Técnica del Sensor de Oxígeno de un Motor Otto con Sistema OBD II a través de un Osciloscopio en Función del Uso de las Gasolinas Eco y Super.* 94.
- Rocha, J. y Zambrano, D. (2015). *Analisis del funcionamiento del motor de encendido provocado, debido a la presencia de aditivos.* Universidad Politecnica Nacional.
- Rocha, J., Tipanluisa, L., Zambrano, V. y Portilla, Á (2018). Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el Combustible. *Información tecnológica*, 29(5), 325-334. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000500325>