

**IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE FALLA DEL MOTOR, MEDIANTE  
MEDICIÓN DE VACÍO, UTILIZANDO OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ,  
VACUÓMETRO**

**IDENTIFICATION OF ENGINE FAULT PARAMETERS, BY VACUUM  
MEASUREMENT, USING AN AUTOMOTIVE OSCILLOSCOPE, VACUUM  
GAUGE**

**IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS DE FALHA DO MOTOR, POR MEDIÇÃO  
DE VÁCUO, UTILIZANDO UM OSCILOSCÓPIO AUTOMOTIVO, VÁCUO  
MEDIDOR**

Marco Felipe Cabrera Erazo  
Docente de Mecánica Automotriz del ISTL  
[mfcabrera@tecnologicoloja.edu.ec](mailto:mfcabrera@tecnologicoloja.edu.ec)  
0000-0001-9947-0536

Eduardo Rafael Morocho Cabrera  
Docente de Mecánica Automotriz del ISTL  
[ermorocho@tecnologicoloja.edu.ec](mailto:ermorocho@tecnologicoloja.edu.ec)  
0000-0003-2072-4009

Jose Vicente Alvarado Rodríguez  
Docente de Mecánica Automotriz del ISTL  
[jvalvarado@tecnologicoloja.edu.ec](mailto:jvalvarado@tecnologicoloja.edu.ec)  
0000-0003-0714-0674

## **Resumen**

En el presente proyecto, podremos tener un vistazo de una nueva manera de realizar diagnóstico de un motor a combustión. Esto se da debido a la utilización de 2 equipos automotrices como lo son el vacuo metro y el osciloscopio, este último con una herramienta llamada transductor de vacío. Algunos puntos a tener en cuenta son que para la medición de vacío utilizando el osciloscopio se necesita una pequeña herramienta llamada transductor de vacío el cual es el encargado de transformar la magnitud física del vacío en ondas para posteriormente ser presentadas en la pantalla para su respectiva interpretación. Este tipo de pruebas puede ser tomado como nuevas formas de realizar diagnóstico, aportando precisión y rapidez al momento de dar un veredicto con respecto al análisis de funcionamiento de un motor.

**Palabras claves:** Diagnóstico, magnitud física, ondas, vacuómetro, osciloscopio.

## **Abstract**

In the present project, we will be able to have a glimpse of a new way of performing a diagnosis of a combustion engine. This occurs due to the use of 2 automotive equipment such as the vacuum meter and the oscilloscope, the latter with a tool called a vacuum transducer. Some points to take into account are that for the measurement of vacuum using the oscilloscope, a small tool called a vacuum transducer is needed, which is in charge of transforming the physical magnitude of the vacuum into waves to later be presented on the screen for their respective interpretation. This type of tests can be taken as new ways of performing a diagnosis, providing precision and speed when giving a verdict regarding the analysis of an engine's operation.

**Keywords:** Diagnosis, physical magnitude, waves, vacuum gauge, oscilloscope.

## **Resumo**

No presente projeto poderemos vislumbrar uma nova forma de realizar o diagnóstico de um motor a combustão. Isso ocorre devido ao uso de 2 equipamentos automotivos como o vacuômetro e o osciloscópio, este último com uma ferramenta chamada transdutor de vácuo. Alguns pontos a serem levados em consideração são que para a medição do vácuo usando o osciloscópio, é necessária uma pequena ferramenta chamada transdutor de

vácuo, que se encarrega de transformar a magnitude física do vácuo em ondas para posteriormente serem apresentadas na tela para sua respectiva interpretação. Este tipo de testes pode ser encarado como uma nova forma de diagnóstico, proporcionando precisão e rapidez na hora de dar um veredicto na análise do funcionamento de um motor.

**Palavras-chave:** Diagnóstico, magnitude física, ondas, vacuômetro, osciloscópio.

## **Introducción**

En la actualidad las técnicas de diagnóstico de fallas en los vehículos han evolucionado pues las tecnologías de los vehículos prácticamente han forzado esto. Los métodos convencionales resultan muy poco prácticos en la actualidad pues con la llegada de la tecnología, los diagnósticos necesitan una parte electrónica para identificar los fallos. Los objetivos de esta investigación es conocer la utilidad que tienen las herramientas como el osciloscopio y el vacuómetro dentro de la automotriz, de igual forma otro objetivo es identificar las fallas que presenta el motor de cualquier vehículo con estas dos herramientas muy importantes dentro del área.

Esto resulta un poco agobiante, pues los diagnósticos actuales son percibidos como complicados, por lo cual se busca facilitar la manera en que son percibidas las nuevas técnicas de diagnóstico, aportando con la explicación de los nuevos procesos junto con la utilización de los equipos para evitar fallas al momento de dar un diagnóstico. Puesto que el mismo podría restar años de vida útil para el vehículo. Dentro del diagnóstico automotriz encontramos la prueba de vacío generado por el motor, la cual es muy importante además que al utilizar 2 o más equipos darán como resultado una gran precisión en el diagnóstico, permitiendo así evidenciar mal funcionamientos que al ser corregidos en el momento oportuno sumarán kilómetros de utilidad al motor.

Los técnicos deberían conocer las ventajas del diagnóstico de vacío de motor a través de las herramientas como el osciloscopio y el vacuómetro, las cuales

ayudan a identificar principalmente desgastes en las partes encargadas de la estanqueidad del motor (rines, válvulas, etc).

## **Materiales y métodos**

El diseño a aplicarse será de tipo cuantitativo, ya que es un método de investigación que nos permite estudiar los datos obtenidos de las pruebas realizadas. La presente investigación está realizada en tres fases, la primera un estudio teórico, en el segundo el procedimiento de las pruebas, y el tercero la comparación de los datos.

## ***Herramientas y equipos***

En el proceso de la realización de las pruebas se lo realizó en 2 partes, en la primera parte se realizó la toma de valores del vacuómetro y posterior la toma de la señal con la utilización del osciloscopio a continuación describimos el proceso de ambos.

## ***Vehículo utilizado***

El vehículo utilizado para realizar las pruebas fue una camioneta Toyota Hilux 4x4 2014, la misma fue escogida ya que según la propia marca es un vehículo que tiene una gran demanda de usuarios en el país, y también por la disponibilidad del mismo para realizar las comprobaciones.

Teniendo en cuenta, que el vehículo no acumula demasiado kilometraje

recorrido no deben de presentarse anomalías. A continuación, en la Tabla 1, se encuentran enlistados los datos técnicos del vehículo que fue utilizado para realizar las mediciones de vacío.

**Tabla 1.**

Ficha Técnica del Vehículo.

FICHA TÉCNICA	
Disposición	Longitudinal
Cilindraje (cm³)	2.7
Nº Pistones	4 en Línea
Torque (Nm/ Rpm)	343 nm / 1600 – 2800 rpm
Potencia Máxima	144 CV
Transmisión	Manual
Nº Válvulas	16

**Fuente:** (Importadora Tomebamba, 2022)

### ***Entorno***

Para la realización de la prueba, se utilizaron los equipos debidamente calibrados. Las condiciones atmosféricas propias de la zona pueden afectar en el resultado final de los valores, esto se da debido a la altura de la región y la presión atmosférica como resultado de la misma.

En la provincia de Loja, se cuenta con una altura de 2060 metros sobre el nivel del mar (msnm), y la presión atmosférica constante es de 935.6 hPa y con una presión a nivel del mar de 1003.0 hPa. Se debe tener en mente que por cada 1000 msnm existen variaciones de 1 in/Mg.

Para evitar incidentes durante las pruebas se debe de contar con un entorno

libre de partículas ajenas al motor (polvo, lluvia, etc.) Explicándolo de mejor manera las condiciones deben de ser ideales para evitar variaciones de cualquier tipo.

### ***Descripción del vacuómetro***

Modelo exacto del equipo utilizado OTC 5613 Kit de manómetro de vacío/presión, el 5613 utilizados para probar líneas y componentes de vacío. Prueba con precisión los sistemas de combustible de baja presión. Diagnostica rápidamente problemas internos del motor, tales como malos anillos, válvulas y juntas de cabeza de fugas. El kit viene completo con adaptador para la mayoría de las aplicaciones.

### ***Características***

- Gran calibre de 3-1/2" cuenta con un bisel cromado y una bota exterior de protección resistente.
- Medidor de doble propósito lee vacío y presión.
- Medidor de escala dual lee 0-30 pulgadas. Hg vac y 0-27.6 in Hg, también lee 0- 15 psi y 0-100 kPa.

### ***Funcionamiento***

De acuerdo a (Díaz, 2008, pag 234), "El vacío se mide utilizando un instrumento de medición llamado vacuómetro y se mide en unidades de pulgadas de mercurio." En el instante en que se realiza la medición de vacío, los datos obtenidos se deben comparar con una tabla de datos preestablecida, la cual a

través de los rangos indica si el motor está en buen estado o tiene algún problema.



## ***Osciloscopio***

Modelo exacto del equipo usado USB Autoscope IV, es diseñado para ver, guardar y analizar las señales analógicas y digitales en los circuitos eléctricos y sensores de sistemas electrónicos de automóvil y diagnosticar la parte mecánica del motor con el objetivo de encontrar los posibles fallos de funcionamiento en esos sistemas. El equipo se conecta con la PC por un cable USB de alta velocidad de transferencia de datos. El kit de USB Autoscope IV incluye los adaptadores y accesorios de alta calidad con alimentación directa y la unidad principal se incorpora el módulo de encendido para la mayor comodidad. Características del equipo: Con el osciloscopio se pueden hacer varias cosas, como:

- Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal.
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- Determinar que parte de la señal es DC y cual AC.
- Localizar averías en un circuito.
- Medir la fase entre dos señales.
- Determinar que parte de la señal es ruido y como varía este en el tiempo.

## ***Transductor de Presión***

Un transductor de presión convierte la presión en una señal eléctrica analógica. Aunque hay varios tipos de transductores de presión, uno de los más comunes es el transductor extensométrico.

La conversión de la presión en una señal eléctrica se consigue mediante la deformación física de los extensómetros que están unidos en el diafragma del transductor de presión y cableados en una configuración de puente de Wheatstone. La presión aplicada al sensor produce una deflexión del diafragma, que introduce la deformación a los medidores. La deformación producirá un cambio de resistencia eléctrica proporcional a la presión. En la Figura 1, vemos que el transductor de presión de vacío fue utilizado para la transformación de la magnitud física como lo es el vacío, a un pulso eléctrico para así visualizar una onda en la pantalla.



Gráfica N° 1. Transductor De Presión Utilizado Junto Al Osciloscopio Para Medir El Vacío Del Motor.

## **Desarrollo**

### **Procedimiento de Medición del vacío de motor con Vacuómetro.**

Lo primero que se debe recalcar en la realización de las pruebas es el entorno, las condiciones climáticas fueron favorables, puesto que no hubo precipitaciones y la temperatura oscilaba entre 20°C a 23°C. Los demás parámetros respecto a

condiciones de entorno eran los característicos:

- Altitud: 2060 msnm
- Presión atmosférica: 1018 bares.
- Velocidad del viento: 9km/h
- Humedad: 38 %

El primer punto importante antes de realizar el procedimiento es dejar que el motor se caliente a su temperatura normal de funcionamiento. Luego de esto deberemos identificar una toma de aire en el colector, la misma tiene que encontrarse luego del cuerpo de aceleración para que la medición sea la correcta. Es importante mencionar que si no lo conectamos luego del cuerpo de aceleración las lecturas no van a ser precisas puesto que la aleta de aceleración al cerrar y abrir tiende a afectar al vacío generado.

La conexión de la manguera de medición del vacuómetro se realizó en la toma de vacío que va hacia la válvula reguladora de gases del sistema de canister tal como se indica en la Figura 2.



Gráfica N° 2. Toma De Vacío Para Realizar Mediciones.

Hay que recalcar la importancia de evitar tomas de vacío sin conectar, para evitar que existan variaciones dentro del motor. Por ello es vital la utilización de un acople en “T”.

### ***Medición Ralentí.***

El vacío del motor se basa en una comparación con la presión atmosférica, por lo que cambia con la altitud, al igual que la presión atmosférica (presión barométrica). Mientras el motor está en funcionamiento en condición de ralentí, se registró las lecturas en el indicador de vacío y el tacómetro. Las lecturas que dadas por el fabricante están alrededor de 15 a 17 In/ hg, esto se debería cumplir siempre y cuando las condiciones de altitud de la zona donde realicemos la prueba sean a nivel de mar. Este “fenómeno” que afectará por decirlo de alguna manera a las lecturas se aplica a todas las lecturas.

### ***Medición 2500 RPM.***

En este paso se debe aumentar la velocidad del motor a unas 2500 RPM. La lectura debe ser constante y entre 19 y 21 pulgadas de mercurio.

### ***Aceleración.***

Para esta prueba se aceleró a fondo brevemente a aproximadamente 3500 rpm, luego de soltar, la deceleración debe de ser paulatina. En el momento que se realiza este acto, la lectura de la aguja debe caer aproximadamente a cero. Luego debe regresar, pero a unas 5 pulgadas por encima del ralentí es decir entre unas 21 a 25 In/hg para finalmente volver a valores moderados. Durante el

proceso de lectura de datos reflejados por el tacómetro al momento de la aceleración se presentan estas 2 “etapas” durante y después de la acción.

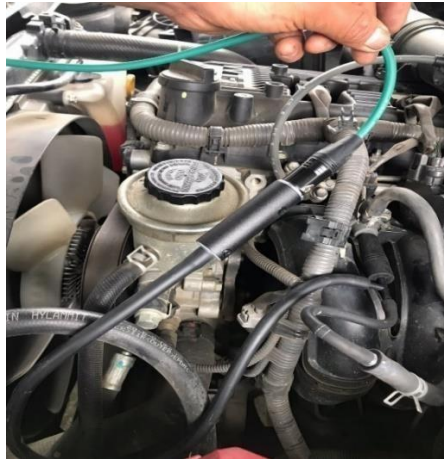
### ***Procedimiento de Medición del vacío de motor con Osciloscopio.***

Al realizar este procedimiento nos encontramos con la ventaja de la similitud con la comprobación del vacuómetro, puesto que tomamos la misma toma de vacío utilizada. La gran diferencia que podemos recalcar son las diferencias al momento de tomar los datos.

El osciloscopio nos brinda las magnitudes físicas representadas en señales eléctricas que están representadas en coordenadas, en un eje (x) y otro (y). Esto lo realiza a través de aditamentos para realizar estas conversiones en el caso del vacío el transductor de vacío.

Para la conexión del osciloscopio, en primer lugar, se debe asegurar que las herramientas, dispositivos y el motor del vehículo se encuentren limpias y en perfectas condiciones para evitar alteraciones en la prueba de diagnóstico. Seguidamente, se procede a desmontar la manguera de admisión del vehículo que se encuentra visible en la parte superior derecha del motor, aquí utilizaremos una unión en T, donde conectaremos el transductor de vacío, y luego al osciloscopio en el primer canal.

En la Figura 3, se encuentra la manera en la que se conecta el transductor de presión en el circuito, se lo hace de esta manera para evitar alteraciones en los datos finales.



Gráfica N° 3. Conexión Del Transductor De Vacío A La Manguera De Admisión Y Al Osciloscopio.

El osciloscopio se lo conecta con la batería como se ve en la Figura 4, ya que es de los pocos que utiliza esta fuente de energía y no corriente alterna como la mayoría, se procede a conectarlo a la computadora para leer las gráficas con la prueba que realizaremos. El vehículo tiene que estar encendido, y se mantendrá en ralentí para examinar alguna inconsistencia en el sistema.



Gráfica N° 4. Conexión Alimentación De Osciloscopio.

Como se encuentra representado en la Figura 5, el osciloscopio se encuentra conectado a través del cable verde al adaptador dónde está el transductor. Esta conexión va a parar posteriormente al osciloscopio.



Gráfica N° 5. Conexión de transductor.

A continuación, el cable verde que es donde se encuentra el adaptador junto con el transductor lo procedemos a conectar en el canal uno del osciloscopio como se indica en la Figura 6, solo hacemos el uso de un canal puesto que no estamos comparando más señales.



Gráfica N° 6. Conexión de osciloscopio.

Básicamente las conexiones no son tan complejas y se utiliza el mismo principio de conexión que con el vacuómetro. En la figura 7, vemos un vistazo general de cómo se ven las conexiones en el vehículo.





Gráfica N° 7. Osciloscopio Instalado En El Vehículo.

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en una camioneta modelo Toyota Hilux 2014, con motor 2.7 cc en la ciudad de Loja a 2060 msnm. Las mediciones realizadas al motor de este vehículo tuvieron la finalidad de dar a conocer el estado del mismo. Las pruebas realizadas con el vacuómetro tuvieron 3 escenarios diferentes los cuales nos ayudaron a identificar si existía alguna anomalía en el motor del vehículo.

Dichos escenarios los podemos describir de la siguiente manera; el primero en el cual se toma las mediciones con el motor en ralentí, el segundo en el cual se mantiene unas revoluciones constantes a 2500 y el tercero en el cual se hace una aceleración brusca hasta el máximo permitido. En la tabla 2 se indican los valores de vacío obtenidos con el vacuómetro en las condiciones antes descritas.

**Tabla 2.**

Datos de vacío medidos con vacuómetro.

Condición	Datos medidos	Datos referenciales
RALENTI	15 ln/mg	16 ln/mg

A 2500 RPM	17 In/mg	19 In/mg
ACELERACION	0 In/ mg	0 In/mg
DESALERACION	20 In/mg	21 In/mg

Fuente: Adaptado por los autores.

### ***Datos Osciloscopio***

Para las mediciones realizadas con el osciloscopio tenemos 2 escenarios diferentes en el cual se pueden describir de la siguiente manera:

#### **Datos en ralentí.**

En el momento en el que el vehículo se encuentra en ralentí, la señal captada por el osciloscopio genera picos positivos y negativos los cuales están relacionados con la apertura y cierre de las válvulas. En la Tabla 3, encontramos la referencia del comportamiento del vacío en los diferentes estados del motor esto permite comprender de mejor manera porque la señalen el osciloscopio se ve reflejada de diferente manera en los 2 estados en el que se realizó las pruebas.

**Tabla 3.**

Comportamiento del vacío en el motor.

<b>ESTADO DEL MOTOR</b>	<b>VACÍO DEL MOTOR</b>
Ralentí	Alto
Aceleración constante	Alto
Aceleración brusca	Bajo
Desaceleración	Muy alto

Fuente: Adaptado por los autores.

En el punto más alto la válvula de admisión se cierra y en el punto más bajo se abre. Esto si lo analizamos es debido a la descompensación de vacío o de

presión que se genera. Explicado un poco más a fondo tenemos que; cuando la válvula de admisión se abre permite el ingreso del aire desde el múltiple de admisión hacia la cámara de combustión, al mismo tiempo el pistón se encuentra bajando por lo cual crea una succión, esto lo que hace es que haya una diferencia de presiones por lo cual la misma es más débil en el múltiple por eso se evidencia ese pico bajo en la onda.

El pico más alto de la onda se da cuando la válvula se cierra puesto que como no hay succión desde la cámara de combustión la presión que se encuentra en el múltiple de admisión sube o es constante por eso se genera ese pulso positivo o pico máximo.

El pico máximo que se genera tenemos un valor de 2.124 V y en el pico más bajo tenemos un valor de 0.275 V es decir entre picos hay una diferencia de alrededor 1.849 V. La forma de onda de la medición de vacío obtenida con el osciloscopio con el vehículo en ralentí. Los picos positivos indican el cierre de válvulas de admisión. En este momento el vacío que existe en motor es bajo puesto que cuando el pico es alto el vacío es bajo, y viceversa cuando el pico es bajo el vacío es alto.

## **Conclusiones**

Al realizar las diferentes mediciones/ pruebas y procedimientos requeridos se obtuvo varios resultados los cuales nos permitieron analizar la vida útil del motor, puesto que dichos hallazgos evidenciaron un correcto funcionamiento del motor.

El vacío del motor es una medida importante para conocer el estado interno del motor ya que permite identificar el grado de succión que está teniendo el mismo. Cuando la succión no es correcta o se obtienen medidas irregulares y fluctuantes, el vacío disminuirá lo que repercute en la potencia final del motor. Cabe recalcar que, estos problemas se dan por problemas de fugas en el múltiple de admisión, fugas en los sistemas electrónicos de encendido (bujías, inyectores), o la puesta de encendido del motor es decir el tiempo de la distribución.

Como primer punto resultó ser de gran apoyo las tablas de datos, pues la misma nos ayudó a entender rápidamente el estado del automotor, destacar que dichas tablas al estar enfocadas a describir las causas de mal funcionamiento, facilitaron el análisis de posibles fallas tanto mecánicas como electrónicas que pudo haberse dado viéndose las mismas reflejadas en los datos tomados.

Gracias a la utilización de los 2 equipos, se pudo deducir con mayor facilidad el grado de desgaste. Resultó verdaderamente útil ambos, pero el osciloscopio destacó, puesto que nos permitió corroborar los datos de manera más precisa a través del análisis de la gráfica que se mostró. Resultando así de mayor ayuda el osciloscopio automotriz.

La comparación de los datos de ambos equipos, es una técnica que al saber manejar de manera correcta e interpretar los datos, tendremos en nuestras

manos una manera de diagnóstico automotriz, muy poco utilizada, pero con una gran exactitud. La comparación de dichos datos desembocó en un diagnóstico eficaz y altamente preciso.

## REFERENCIAS

Cisneros, S., & Viteri, A. (2018). *Estudio Estático Del Desgaste De Un Motor En Tiempos Definidos*. Quito: UIDE.

Conevyt. (2008). *Afinación de Motores*. Ciudad de Mexico: SEP.

Díaz, C. (2008). Afinación de motores. *Inicia tu propio taller mecánico*

Gonzáles, A., García , J., & Bosh-Tous, R. (2016). Comparación de métodos experimentales para obtener los parámetros eléctricos de un motor. *Revista de Sistemas Experimentales*,

Pesantes, J. (Enero de 2022). *CloudTec*.

Obtenido de

<https://cloudtec.pe/blog/automatizacion-industrial/sensores/sensor-de-presion/vacuometro-manovacuumetro>

Ramírez, J. L. (Marzo de 2019). *Cómo Funciona*. Obtenido de <https://como-funciona.co/un-vacuometro/>[2] [3]