



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

Autor: Gerardo Steven Cherrez Auria

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

**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**

Certificación de Autoría

Yo, Gerardo Steven Cherrez Auria, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Gerardo Cherrez A

Aprobación del Tutor

Yo, Marco Noroña certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

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

Director del Proyecto

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado:

En primer lugar, a Dios por darme vida e iluminar todo el trayecto para culminar mi tema de grado y en especial al apoyo de mi familia, ya que día a día me impulsaban para concretar este logro.

Mis padres y hermano son mi pilar fundamental junto a los valores que me han brindado.

Gerardo Steven Cherrez Auria

Agradecimiento

Este agradecimiento va dirigido:

En primer lugar, a Dios por brindarme salud, vida y ganas de seguir adelante.

En segundo lugar, va dirigido a mi familia que me han acompañado.

A mi tutor quien le agradezco infinitamente por el apoyo

a lo largo de la ejecución de este proyecto.

A mis docentes quienes desde el primer momento abrieron sus brazos y me brindaron

los conocimientos para lograr llegar a esta gran meta académica.

Gerardo Steven Cherrez Auria

Índice de Contenido

Certificación de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenido.....	vii
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas.....	xii
Resumen.....	xiv
Abstract	xv
Introducción.....	1
Capítulo I Antecedentes.....	2
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Formulación del Problema.....	2
1.3 Sistematización del Problema.....	2
1.4 Objetivos de la Investigación	3
<i>1.4.1 Objetivo General</i>	3
<i>1.4.2 Objetivos Específicos</i>	3
1.5 Justificación y Delimitación de la Investigación.....	3
<i>1.5.1 Justificación Teórica</i>	3
<i>1.5.2 Justificación Metodológica</i>	4
<i>1.5.3 Justificación Práctica</i>	4
1.6 Delimitación	4
<i>1.6.1 Delimitación Temporal</i>	4
<i>1.6.2 Delimitación Geográfica</i>	5

<i>1.6.3 Delimitación del Contenido</i>	5
Capítulo II Marco Teórico.....	6
2.1 El Motor Térmico a Gasolina.....	6
2.2 Características del Motor Otto.....	9
2.3 Osciloscopio Automotriz.....	14
2.3.1 Tipos de Osciloscopio.....	14
2.3.2 Osciloscopio Hantek 1008 C.....	15
2.3.2.1 Detalles Generales del Osciloscopio Hantek 1008 C.....	16
2.3.2.2 Partes del Osciloscopio Hantek 1008C.....	17
2.3.2.3 Configuración de Osciloscopio Hantek 1008 C.....	18
2.4 Transductor de Presión.....	22
2.4.1 Funcionamiento de un Transductor de Presión.....	23
2.4.2 Tipos de Transductores en el Área Automotriz.....	24
2.4.3 Transductor Fluke PV 350.....	24
2.4.3.1 Características del Transductor Fluke PV 350.....	25
2.4.3.2 Partes del Transductor Fluke PV 350.....	25
2.5 Compresión Relativa.....	26
2.5.1 Explicación de Compresión Relativa.....	26
2.5.2 Tipos de Toma de Compresión Relativa en un Motor.....	31
2.5.3 Valores de Compresión Relativa de un Motor de Combustión Interna.....	34
Capítulo III Procedimiento para la Toma de Compresión Relativa.....	35
3.1 Características del Vehículo de Prueba.....	35
3.2 Toma de Compresión Mecánica en el Motor del Changan Alsvin V3.....	35

3.3 Forma de Conexión del Transductor Fluke PV 350 en el Motor del Changan Alsvin V3.....	39
3.3.1 <i>Compresión Relativa en Cilindro 1</i>	40
3.3.2 <i>Compresión Relativa en Cilindro 2</i>	41
3.3.3 <i>Compresión Relativa en Cilindro 3</i>	42
3.3.4 <i>Compresión Relativa en Cilindro 4</i>	43
Capítulo IV Análisis de Resultados.....	44
4.1 Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 1	45
4.2 Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 2	46
4.3 Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 3	47
4.4 Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 4	48
4.5 Análisis Final.....	49
Conclusiones.....	50
Recomendaciones	51
Bibliografía.....	52

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Ubicación Geográfica de la Universidad Internacional Extensión Guayaquil</i>	5
Figura 2 <i>Cilindrada</i>	6
Figura 3 <i>Carrera de Pistón</i>	7
Figura 4 <i>Volumen Unitario</i>	8
Figura 5 <i>Volumen Total</i>	8
Figura 6 <i>Ciclo de Admisión</i>	10
Figura 7 <i>Ciclo de Compresión</i>	11
Figura 8 <i>Ciclo de Trabajo</i>	12
Figura 9 <i>Ciclo de Escape</i>	13
Figura 10 <i>Tipos de Osciloscopio Automotriz</i>	15
Figura 11 <i>Osciloscopio Hantek 1008C</i>	16
Figura 12 <i>Osciloscopio Hantek</i>	17
Figura 13 <i>Osciloscopio Hantek 1008 C</i>	18
Figura 14 <i>Pantalla Principal del Osciloscopio Hantek 1008 C</i>	19
Figura 15 <i>Pantalla de Diagnóstico</i>	19
Figura 16 <i>Función de Diagnóstico</i>	20
Figura 17 <i>Interfaz de Usuario</i>	21
Figura 18 <i>Panel Funcional</i>	22
Figura 19 <i>Transductor de Presión</i>	23
Figura 20 <i>Funcionamiento de un Transductor de Presión</i>	23
Figura 21 <i>Transductor Fluke PV 350</i>	24
Figura 22 <i>Partes del Transductor Fluke PV 350</i>	26
Figura 23 <i>Explicación de Compresión Relativa</i>	27
Figura 24 <i>Explicación de Tiempo de Explosión Mediante Curva de Compresión Relativa</i>	28

Figura 25 <i>Explicación de Tiempo de Escape Mediante Curva de Compresión Relativa</i>	29
Figura 26 <i>Explicación de Tiempo de Admisión Mediante Curva de Compresión Relativa</i>	30
Figura 27 <i>Explicación de Tiempo de Compresión Mediante Curva de Compresión Relativa</i>	31
Figura 28 <i>Toma de Compresión Relativa con Pinza Amperimétrica</i>	32
Figura 29 <i>Toma de Compresión Relativa con Transductor de Presión</i>	33
Figura 30 <i>Toma de Compresión Relativa con Scanner</i>	34
Figura 31 <i>Especificaciones Generales del Alsvin</i>	36
Figura 32 <i>Changan Alsvin V3</i>	36
Figura 33 <i>Toma de Compresión Cilindro 1</i>	37
Figura 34 <i>Toma de Compresión Cilindro 2</i>	38
Figura 35 <i>Toma de Compresión Cilindro 3</i>	38
Figura 36 <i>Toma de Compresión Cilindro 4</i>	39
Figura 37 <i>Conexión del Transductor Fluke PV 350 Motor del Changan Alsvin V3</i>	40
Figura 38 <i>Compresión Relativa en Cilindro 1</i>	41
Figura 39 <i>Compresión Relativa en Cilindro 2</i>	42
Figura 40 <i>Compresión Relativa en Cilindro 3</i>	43
Figura 41 <i>Compresión Relativa en Cilindro 4</i>	44

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Valores de Compresión Relativa de un Motor de Combustión Interna</i>	34
Tabla 2 <i>Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 1</i>	45
Tabla 3 <i>Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 2</i>	46
Tabla 4 <i>Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 3</i>	47
Tabla 5 <i>Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 4</i>	48
Tabla 6 <i>Análisis Final</i>	49

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1	9
------------------	---

Resumen

La compresión es proporcionada por la subida del pistón, ésta viene determinada por la relación entre dos volúmenes: el volumen barrido por el cilindro al comprimir y el volumen restante en la cámara de combustión en el punto muerto superior central. Ésta relación se denomina relación de compresión.

El propósito de éste proyecto es identificar el correcto funcionamiento de un motor de combustión interna de un CHANGAN ALSVIN V3, utilizando un compresímetro para la toma de datos mecánicos y posterior la implementación de un osciloscopio más un transductor de presión para tomar los datos de la compresión de cada cilindro. Con los dos procedimientos mencionados anteriormente podemos determinar el estado de funcionamiento del motor, analizando cada tiempo de trabajo.

En la toma de valores utilizando el osciloscopio más un transductor de presión nos diseñará una curva donde según su comportamiento se determina si los tiempos de trabajo del motor están dentro de los parámetros normales; este proceso se realiza en los cuatro cilindros del motor.

Una vez realizado la toma de curva en los cuatro cilindros, debemos comparar las imágenes con la finalidad de encontrar una simetría en la lectura, con ello podemos determinar si es correcto o no la operación del motor. Esta toma de información es muy práctica a la hora de diagnosticar, ya que nos brinda la facilidad de no desmontar secciones del motor para verificar daños.

Palabras Clave: Osciloscopio, transductor de presión, compresión relativa, curva, motor, ciclos, cilindros, presión, tiempos de trabajo, parámetros, compresión.

Abstract

Compression is provided by the rise of the piston; this is determined by the ratio between two volumes: the displacement through the cylinder when compressing and the volume remaining in the combustion chamber at top center dead center. This ratio is called the compression ratio.

The purpose of this project is to identify the correct operation of an internal combustion engine of a CHANGAN ALSVIN V3 vehicle, using a pressure meter to take mechanical data and later the implementation of an oscilloscope and a pressure transducer to take the compression data of each cylinder. With both above mentioned procedures it can be determined the operating status of the engine, analyzing each working time.

During the taking of values using the oscilloscope and the pressure transducer a curve will be designed where according to its behavior it is determined if the working times of the engine are within the normal parameters; this process is performed in the four cylinders of the engine.

Once the curve is taken in the four cylinders, we must compare the images to find symmetry in the reading, with this we can determine if the engine operation is correct or not. This information is very practical when it comes for diagnostics since it gives us the ease of not disassembling sections of the engine to verify damages.

Key words: Oscilloscope, pressure transducer, relative compression, curve, engine, cycles, cylinders, pressure, working time, parameters, compression.

Introducción

En la industria automotriz se busca la implementación de nuevas herramientas que permitan verificar el estado de los autos, sin el desmontaje de partes. Por ello debemos conocer los parámetros de funcionamiento de las herramientas a implementar y los datos técnicos de los vehículos utilizados en las prácticas.

La medición de compresión es un dato técnico importante para determinar la salud del motor o identificar alguna falla que comprometa a los elementos móviles dentro de él. En la actualidad pasamos de la toma de compresión mecánica con un compresímetro a la toma de valores o datos mediante dispositivos electrónicos tales como: osciloscopios, transductores de presión y escáner; los cuales nos brindan dichos valores mediante gráficos que permiten analizar alguna irregularidad en los ciclos de trabajo del motor.

Si los gráficos tienden a formar una curva o diseño específico, podemos generar conclusiones de un buen estado de los componentes o sistemas medidos, mientras que, si dichas curvas son diferentes a la especificada por el fabricante o poseen alguna alteración al momento de graficarse, pues se concluye que los componentes o sistemas están en mal estado, donde deben repararse o cambiarse.

Las gráficas deben dibujarse de manera constante y no generar ningún corte en su formación.

El transductor de presión al ser conectado al motor mediante el alojamiento de la bujía, éste podrá determinar los valores de presión que se generan en cada tiempo de trabajo, estas presiones generan pulsos los cuales son medidos por el osciloscopio, donde comenzará a generar una gráfica según la fluctuación de presión que se realiza en cada cilindro, una vez dibujada podremos determinar el estado de nuestro motor, dentro de este procedimiento, debemos percatarnos que todos los componentes estén bien conectados.

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Planteamiento del Problema

El planteamiento del problema se basa en la necesidad de analizar y conocer la compresión que tiene un motor de combustión interna tomando lectura en cada cilindro, utilizando un graficador, el cual es el osciloscopio, donde brinda una precisión mucho mayor en comparación con un vacuómetro, por ende, nos permite visualizar los parámetros de funcionamiento de una manera más dinámica, haciendo de la lectura una forma más rápida.

Por todo lo antes mencionado el proyecto quiere demostrar su utilidad y la funcionalidad del osciloscopio conectado a un transductor de presión para analizar la compresión que se genera en los cilindros del motor de combustión interna comparando con el salto de la chispa y el traslape valvular.

Al implementar la lectura de los parámetros de compresión mediante gráficas, podemos evidenciar de manera más didáctica, generando mayor interés en el solicitante de la información.

1.2 Formulación del Problema

En base a las primicias presentadas podemos generar la formulación del problema deduciendo lo siguiente. ¿Con el uso de un transductor de presión se podrá analizar la compresión relativa de un motor de combustión interna?

1.3 Sistematización del Problema

¿Cuáles serían los parámetros a revisar para confirmar el funcionamiento óptimo del motor de combustión interna?

¿Cuáles son los pasos a seguir para obtener la compresión de los cilindros utilizando el osciloscopio y el transductor?

¿Cómo interpretar los resultados obtenidos en el osciloscopio?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 *Objetivo General*

Analizar el estado de un motor de combustión interna por medio de la compresión relativa usando un osciloscopio.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- Determinar los parámetros ideales del motor de combustión interna del vehículo CHANGAN ALSVIN V3 para un correcto funcionamiento.
- Verificar las características del osciloscopio y el transductor de presión en base a la toma de compresión relativa.
- Detallar el procedimiento para la toma de la compresión relativa en los cilindros utilizando el osciloscopio y el transductor de presión.
- Examinar los resultados obtenidos de la compresión relativa en los cilindros con el fin de dar las conclusiones del estado del motor de prueba.

1.5 Justificación y Delimitación de la Investigación

1.5.1 *Justificación Teórica*

El presente trabajo se basa en la información detallada acerca del funcionamiento ideal de un motor, donde se contempla características tales como:

- Cilindrada
- Volumen
- Carrera

La compresión de un motor de combustión interna es justamente la parte más importante para que el mismo pueda tener un adecuado performance y así evitar consumo de combustible y emisiones contaminantes.

1.5.2 Justificación Metodológica

El estudio que se está realizando muestra las diversas lecturas de parámetros que podemos obtener con un osciloscopio al transformar el funcionamiento mecánico de un motor en gráficas donde podemos obtener un muestreo de su operación.

Con este proceso gráfico de levantamiento de información, podemos identificar el estado de salud del motor.

1.5.3 Justificación Práctica

El proyecto como tal ayudará a la identificación de una correcta operatividad de un motor de combustión interna de una manera más rápida, reduciendo el proceso de desmontaje de piezas del vehículo.

La implementación de un transductor de presión dentro de la toma de medidas de un motor de combustión interna permite analizar el estado de los componentes internos del mismo, y así, generar una idea global de la vida útil de los elementos móviles.

Otro punto muy importante es la manera de obtención de resultados leídos, ya que, pasamos de una lectura de manómetros de un compresímetro a una interpretación de curvas en el osciloscopio.

En la actualidad la implementación de nuevas prácticas en la rama automotriz permite el desarrollo de diversas alternativas para la detección de fallas.

1.6 Delimitación

1.6.1 Delimitación Temporal

El trabajo se desarrollará desde el año 2021 hasta finales del 2022, lapso que permitirá parametrizar la investigación planteada.

Dentro del período planteado podemos generar las tomas de mediciones pertinentes para aterrizar el proyecto.

1.6.2 Delimitación Geográfica

El trabajo se desarrollará en la parte costa del Ecuador, específicamente en la ciudad de Guayaquil, en la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

En la figura número 1 podemos observar la dirección de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil: la cual está ubicada en la Av. Las Aguas.

Figura 1

Ubicación Geográfica de la Universidad Internacional Extensión Guayaquil



Fuente: (Google, 2022).

1.6.3 Delimitación del Contenido

El detalle de la información contenida en el presente trabajo está constituido únicamente en la verificación de la compresión relativa para el funcionamiento ideal de un motor de combustión interna de un vehículo CHANGAN ALSVIN V3 lineal de 4 cilindros, donde determinaremos mediante una curva de datos el estado ideal del mismo.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 El Motor Térmico a Gasolina

Es una máquina que parte del principio de transformación de energía calórica en energía mecánica. Los motores térmicos a gasolina poseen unas características que los diferencian entre los otros motores, dentro de las cuales se pueden resaltar las siguientes (CODIGOSDTC, 2022):

- **Cilindrada**

Como se muestra en la figura 2, la cilindrada es el desplazamiento de la mezcla aire-combustible en conjunto de todos los cilindros internos del motor (CODIGOSDTC, 2022).

Figura 2

Cilindrada



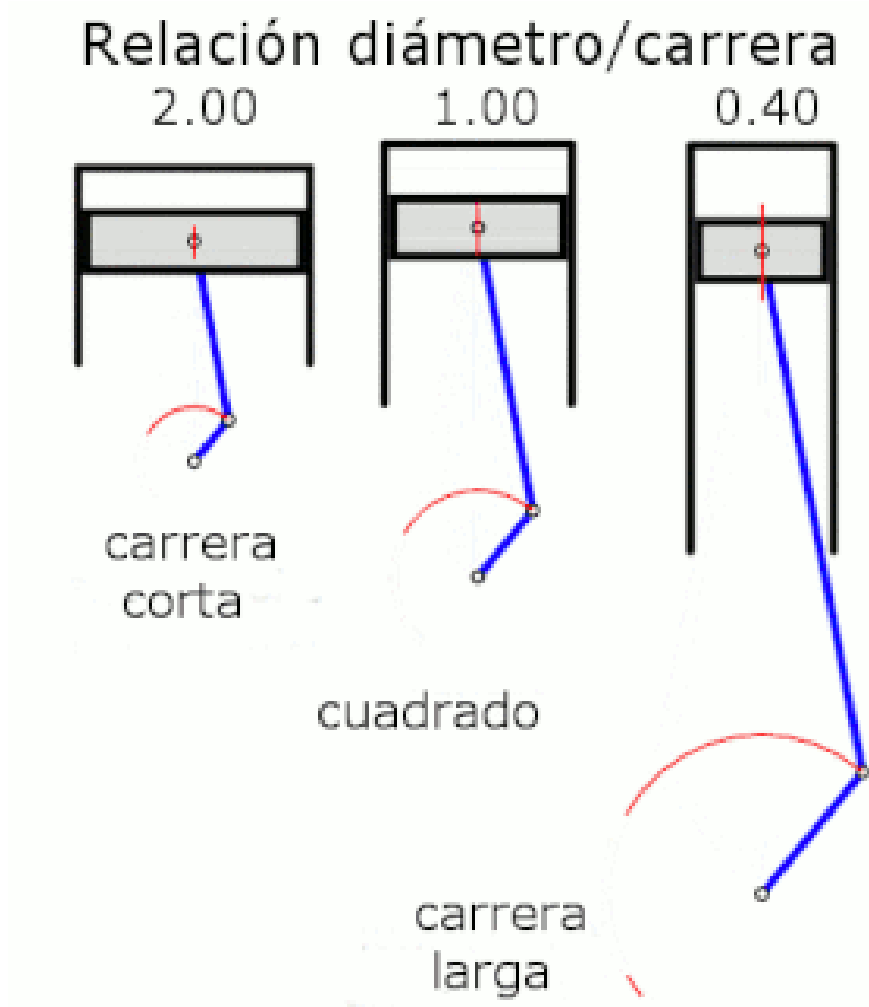
Fuente: (UKAutoExporters, 2022).

- **Carrera**

Como se muestra en la figura 3, la carrera es la distancia que recorre el pistón desde el punto muerto superior (PMS) hasta el punto muerto inferior (PMI). La carrera puede ser también la distancia que recorre el pistón dentro del cilindro (CODIGOSDTC, 2022).

Figura 3

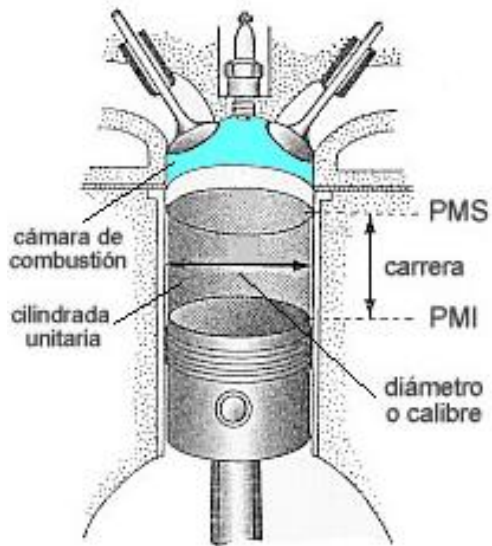
Carrera de pistón



Fuente: (WIKIPEDIA, 2022)

- **Volumen Unitario**

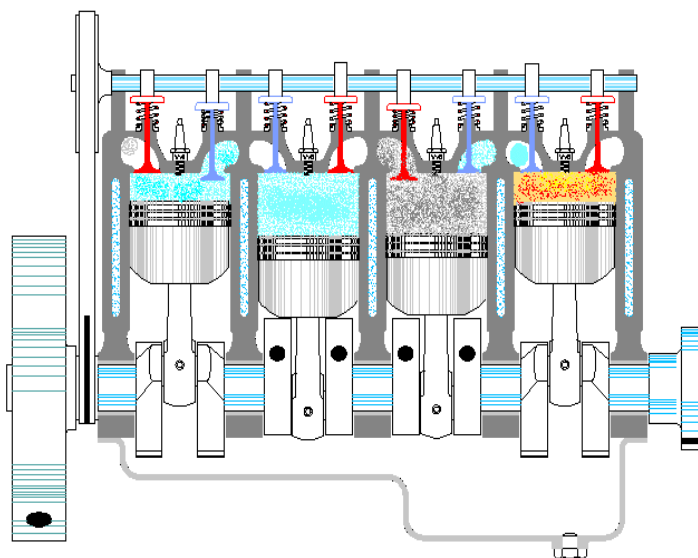
Como se muestra en la figura 4, el volumen unitario es el volumen de un cilindro. Para determinar el volumen unitario se debe conocer primero los valores del diámetro del cilindro y carrera del pistón (CODIGOSDTC, 2022).

Figura 4*Volumen Unitario*

Fuente: (WIKIPEDIA, 2022)

- **Volumen Total**

Como se muestra en la figura 5, el volumen total es el resultado del volumen unitario multiplicado por el número de cilindros de un motor (CODIGOSDTC, 2022).

Figura 5*Volumen Total*

Fuente: (SEVILLA, 2022)

- **Relación de Compresión**

Como se muestra en la ecuación 1, la relación de compresión es un factor que indica la cantidad de veces que es mayor el volumen de la mezcla en la admisión con respecto al volumen al final de la compresión. Por lo cual entenderemos que si al aumentar el volumen de un cilindro, la relación de compresión aumenta, mientras que, si aumenta el volumen de la cámara de compresión, la relación de compresión disminuye (CODIGOSDTC, 2022).

Ecuación 1

Relación de Compresión

$$Rc = \frac{Vu+Vc}{Vc}, \quad \text{donde } Rc: \text{Relación de Compresión.}$$

Vu: Volumen Unitario.

Vc: Volumen de Cámara de Compresión.

2.2 Características del Motor Otto

La principal característica del motor de ciclo Otto es que el combustible, ya esté en estado gaseoso o en estado líquido, se mezcla con la cantidad de aire necesaria para que se produzca la combustión.

La mezcla de aire y combustible es admitida en el cilindro por el movimiento descendente del pistón. El encendido de la mezcla se produce en el instante en el que salta la chispa eléctrica (Secundino, 2011).

Actualmente, los motores Otto de cuatro tiempos son conocidos como motores de encendido por chispa o motores de encendido controlado. Los motores Otto más comunes son motores de cuatro tiempos, porque el ciclo se cumple en cuatro carreras del pistón, o lo que es lo mismo, cada dos giros del cigüeñal. Por lo tanto, es el pistón el que se encarga de expulsar los gases quemados del cilindro. Al finalizar en la fase de expansión, los gases quemados son sustituidos por una nueva mezcla de aire y combustible, necesaria para llevar a cabo el siguiente ciclo (Secundino, 2011).

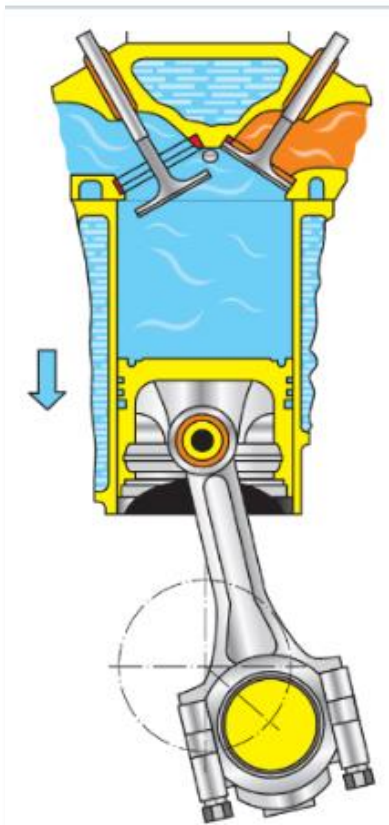
El ciclo de cuatro tiempos de un motor que funciona según el ciclo Otto incluye las siguientes fases:

- Admisión.
 - Compresión.
 - Trabajo.
 - Escape.
- **Admisión**

Como se muestra en la figura 6, el pistón se desplaza desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI). La válvula de admisión se abre y la mezcla gaseosa de aire y combustible es aspirada en el interior del cilindro a causa de la depresión producida por el pistón (Secundino, 2011).

Figura 6

Ciclo de Admisión



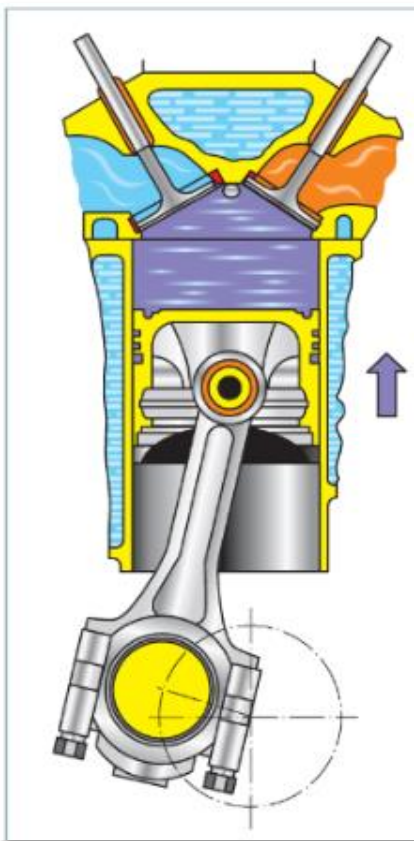
Fuente. (ComoFunciona, 2022)

- **Compresión**

Como se muestra en la figura 7, en el tiempo de compresión, el pistón se desplaza desde el PMI al PMS. Las válvulas de admisión y de escape están cerradas, y el pistón comprime la mezcla de aire y combustible en la cámara de combustión. El valor máximo de presión se alcanza cuando el pistón está al final de la carrera, precisamente en el PMS (Secundino, 2011).

Figura 7

Ciclo de Compresión



Fuente. (ComoFunciona, 2022)

- **Trabajo**

Como se muestra en la figura 8, en este tiempo lo podemos dividir en tres etapas:

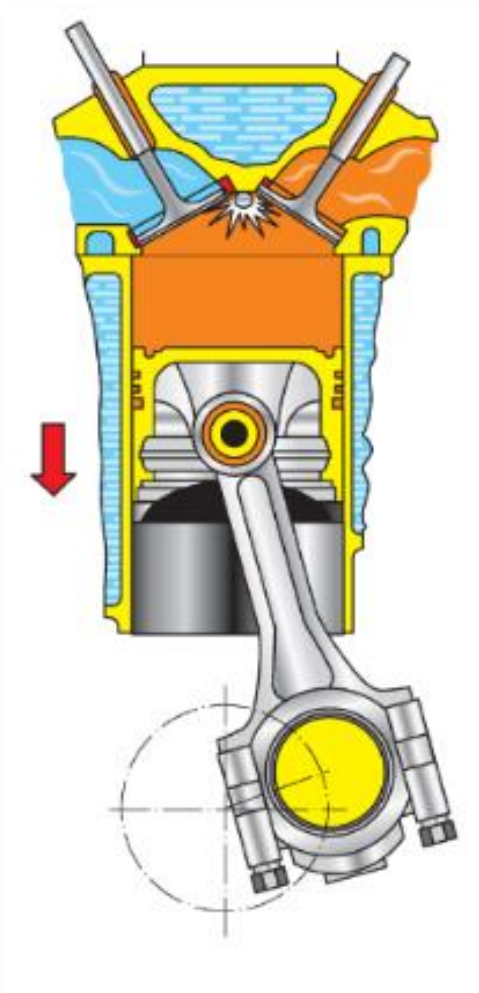
Primera: cuando el pistón llega al PMS, la mezcla de aire y combustible está comprimida en la cámara de combustión a una temperatura bastante elevada. En ese preciso momento, salta una chispa entre los electrodos de la bujía produciéndose la explosión (Secundino, 2011).

Segunda: la chispa provoca el encendido y la rápida combustión de la mezcla con el consiguiente aumento de temperatura y presión, provocado por el calor desarrollado durante esta etapa (Secundino, 2011).

Tercera: el aumento casi instantáneo de la presión genera la expansión de los gases producidos en la combustión empujando al pistón desde el PMS al PMI. Las válvulas permanecen cerradas durante toda la fase de trabajo. Esta es la fase activa del ciclo; de hecho, la presión de los gases quemados, en expansión, provoca la carrera del pistón y aporta la correspondiente energía (Secundino, 2011).

Figura 8

Ciclo de Trabajo



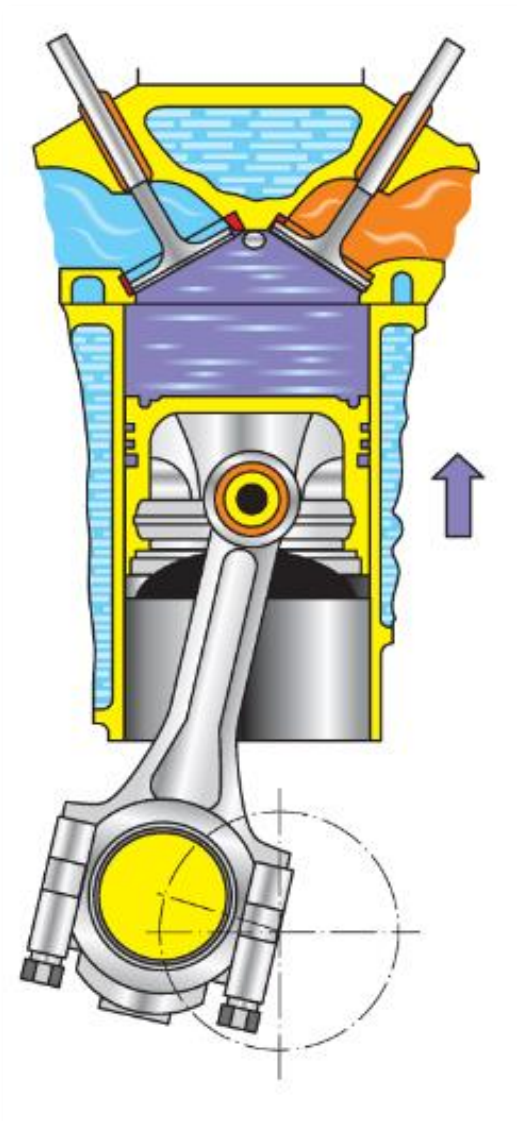
Fuente. (ComoFunciona, 2022)

- **Escape**

Como se muestra en la figura 9, cuando el pistón termina su carrera de trabajo alcanzando en el PMI, la válvula de escape se abre y los gases quemados, a mayor presión que la exterior, salen rápidamente. Seguidamente, el pistón se desplaza desde el PMI al PMS y expulsa los restantes gases quemados a través de la válvula de escape. Al terminar esta carrera, es decir, cuando el pistón llega al PMS, se vuelve a abrir la válvula de admisión, y empieza otro ciclo de funcionamiento idéntico al anteriormente descrito (Secundino, 2011).

Figura 9

Ciclo de Escape



Fuente. (ComoFunciona, 2022)

2.3 Osciloscopio Automotriz

El osciloscopio automotriz es un equipo electrónico que permite visualizar señales eléctricas y estimar sus diferentes parámetros, tales como:

- Amplitud (Volt).
- Período (mSeg).
- Frecuencia (Hz).
- Ancho de pulso (mS).
- Tipo de curva.
- Ciclo Útil de trabajo (%).

En un osciloscopio automotriz podemos observar el cambio de las señales de los sensores y actuadores a través del tiempo mediante una gráfica.

El graficador cuenta con un eje vertical denominado “Y”, donde se visualiza el voltaje y un eje horizontal denominado “X” que representa el tiempo.

El osciloscopio se utiliza en el diagnóstico automotriz porque permite el análisis de las formas de onda típicas (oscilogramas) que caracterizan el funcionamiento de componentes tales como; sensores, actuadores y circuitos de los sistemas eléctrico y electrónico del vehículo (Donado, 2022).

2.3.1 Tipos de Osciloscopio

Dentro de la implementación de osciloscopio en el área automotriz tenemos los que se detallan en la figura 10, los cuales son:

- Multímetro con Osciloscopio.
- Osciloscopio Portátil.
- Mini Osciloscopio de Portátil.
- Osciloscopio Digital de uso Automotriz.
- Osciloscopio tipo Interfaz USB para PC.

Figura 10*Tipos de Osciloscopio Automotriz*

Fuente. (Donado, 2022)

2.3.2 Osciloscopio Hantek 1008 C

Como se muestra en la figura 11, el osciloscopio automotriz HANTEK 1008C incluye un software propio que permite realizar varios diagnósticos y pruebas a los sensores y actuadores de los vehículos, donde consta de varios puntos importantes como:

Composición:

- 1 Osciloscopio de 8 canales.
- 1 Generador de ondas cuadradas.
- 1 Conector de pinza probador de encendido.
- Conectores tipo caimán.
- Conectores BNC para armar.
- 1 Cable USB.
- 1 CD con programa de instalación y manual.

Figura 11*Osciloscopio Hantek 1008C*

Fuente. (Auto Exacto , 2022)

2.3.2.1 Detalles Generales del Osciloscopio Hantek 1008 C

El Osciloscopio automotriz HANTEK 1008C posee un detalle de las funciones, características y generaciones programables; los cuales serán mencionado en el siguiente listado (Tools-AD, 2022).

Funciones:

- Osciloscopio de 8 canales.
- Velocidad de muestreo: 2.4M millones de muestras por segundo (2.4Msa/s) en tiempo real.
- 12 bits de Resolución Vertical.
- Función de análisis de espectro.

Características:

- Conexión USB 2.0.
- Entrada de prueba de voltaje 10mv/ divi a 5 V/ div max 400V.
- No necesita fuente extra de alimentación.
- Más de 20 tipos de función de prueba automática.
- Software fácil de instalar y usar. Compatible con Windows 7 y Windows XP.

Generador Programable:

- Generador programable de 8 canales (genera secuencias programables de señal cuadrada).
- Pruebas en señales análogas de cigüeñal, árbol de levas, etc.

2.3.2.2 Partes del Osciloscopio Hantek 1008C

Las partes del osciloscopio se muestran en las figuras 12 – 13 y son los siguientes:

Figura 12

Osciloscopio Hantek 1008 C



Fuente. (Tools-AD, 2022)

Figura 13

Osciloscopio Hantek 1008 C



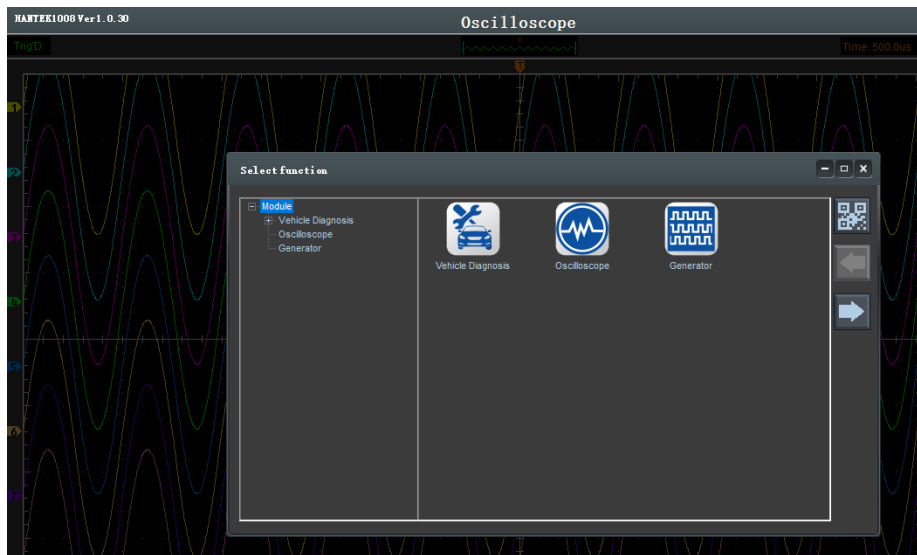
Fuente. (Tools-AD, 2022)

2.3.2.3 Configuración de Osciloscopio Hantek 1008 C

En las figuras 14 – 15- 16 - 17 y 18 se detalla la configuración del osciloscopio Hantek para la toma de oscilogramas.

- *Pantalla principal*

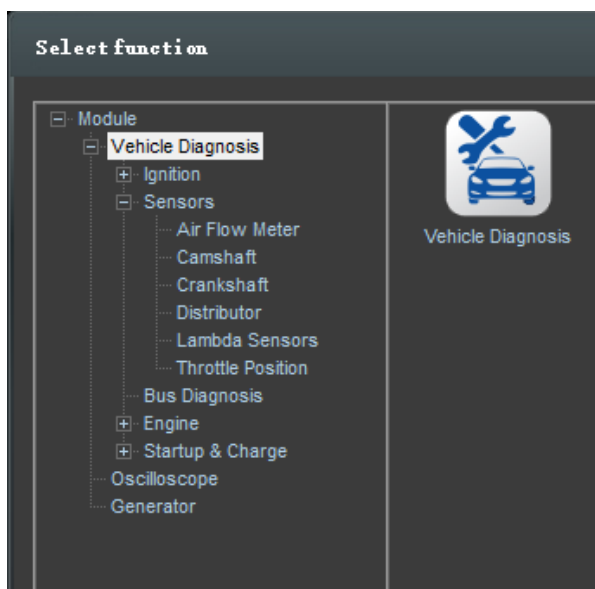
En la figura 14 podemos observar la pantalla principal que se despliega al aperturar el software del osciloscopio.

Figura 14*Pantalla Principal del Osciloscopio Hantek 1008 C*

Fuente. (Tools-AD, 2022)

- *Pantalla de Diagnóstico*

En la figura 15 podemos visualizar la selección de diagnóstico del osciloscopio para acceder a la toma de curvas de sensores, actuadores y demás componentes del vehículo.

Figura 15*Pantalla de Diagnóstico*

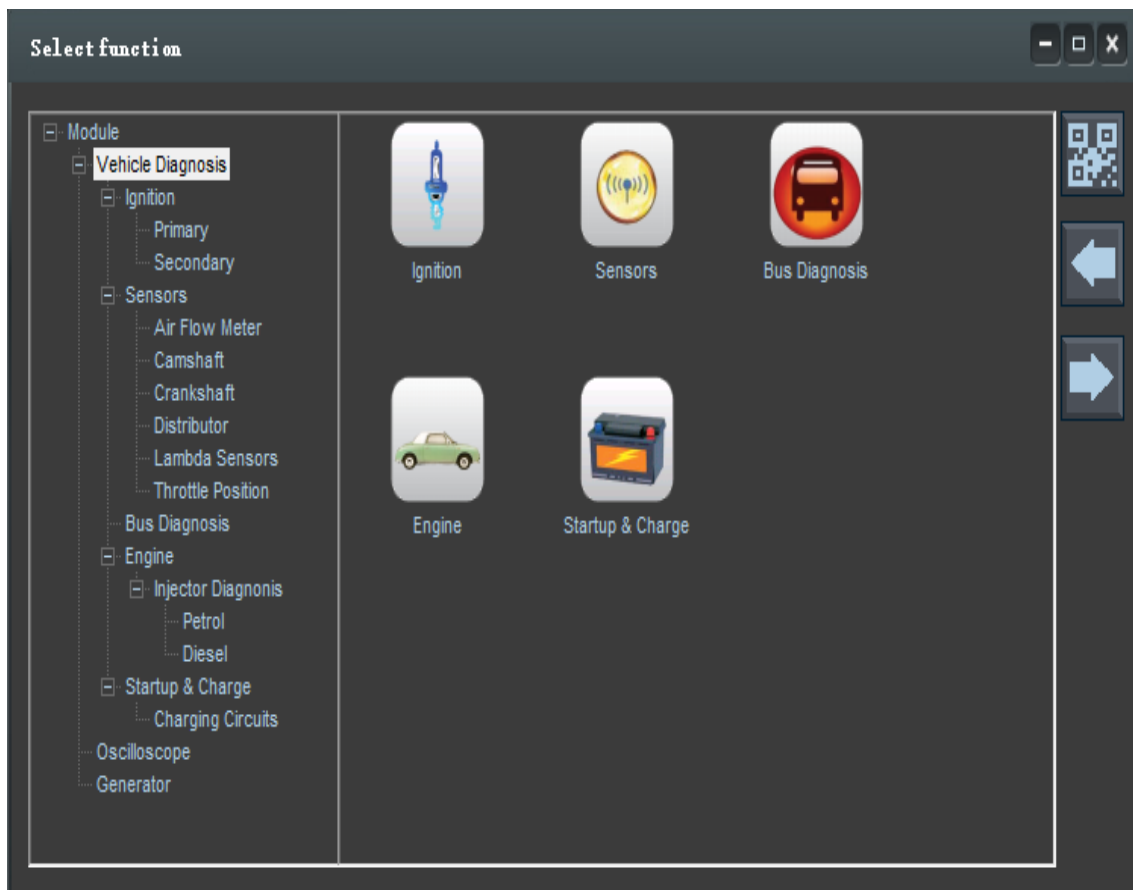
Fuente. (Tools-AD, 2022)

- *Función de Diagnóstico*

En la figura 16 podemos observar la pantalla de selección de funciones de diagnóstico, en donde entre ella esta las opciones de muestra de curvas de actuadores, sensores, pruebas de arranque y carga, etc.

Figura 16

Función de Diagnóstico



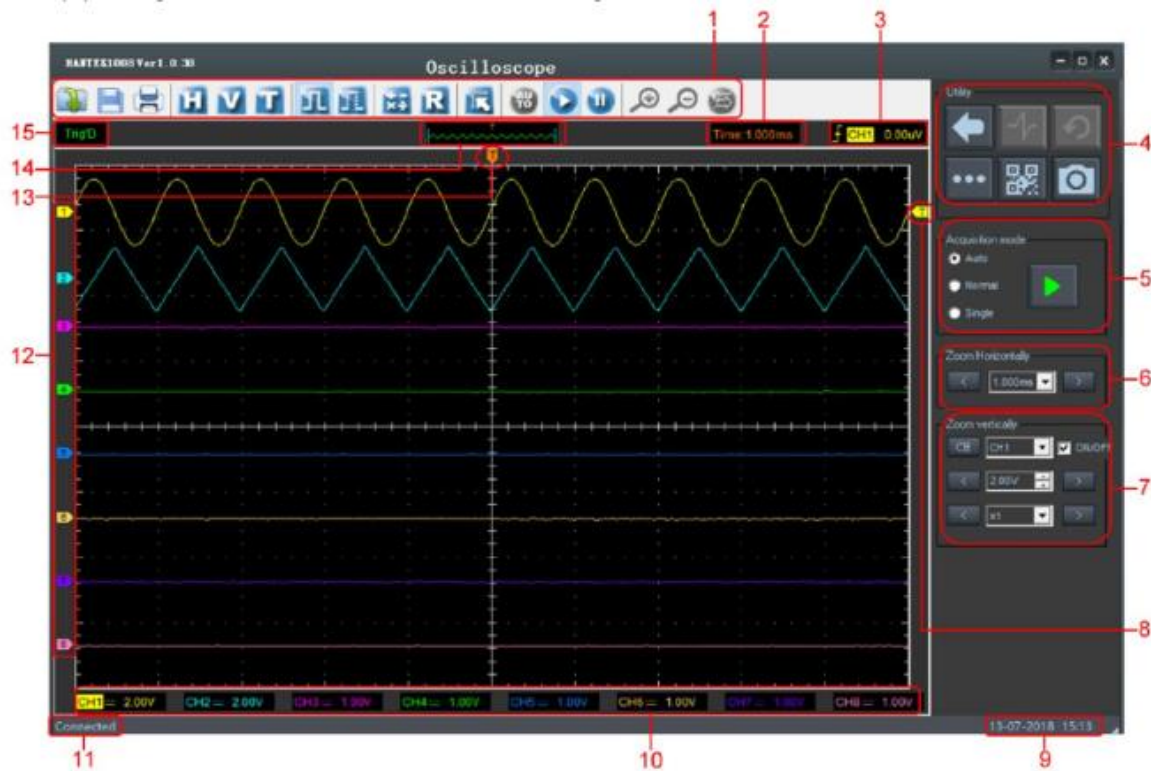
Fuente. (Tools-AD, 2022)

- *Interfaz de Usuario*

En la figura 17 podemos visualizar la interfaz del osciloscopio, en ésta variada cantidad de barras de herramientas podemos identificar cada punto importante que se debe configurar para la toma de oscilogramas, tales como: configuración de tiempo en segundos, configuración de voltaje, el activador de canales.

Figura 17

Interfaz de Usuario



Fuente. (studocu, 2022)

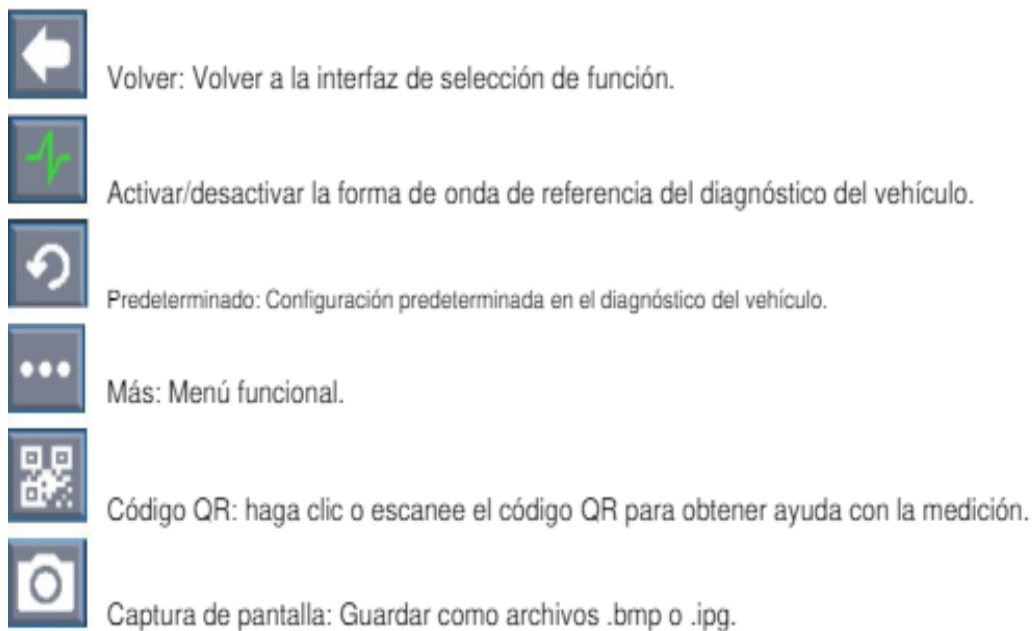
1. Barra de herramientas.
2. Base de tiempo actual.
3. Información de activación.
4. Panel funcional.
5. Modo de adquisición.
6. Panel de configuración horizontal (Time/Div).
7. Configuración vertical, el usuario puede apagar o encender los canales (Volt / Div).
8. Marcador de nivel de disparo.
9. Muestra de hora del sistema.
10. Muestra de información CH1 – CH8.

11. Muestra de estado de software, indica si el dispositivo está o no conectado al computador.
 12. Los marcadores muestran los puntos de referencia CH1 – CH8.
 13. Marcador de posición de disparo horizontal.
 14. Ventana que muestra la forma de onda de la pantalla.
 15. Marcador de posición de disparo horizontal (RUN/STOP).
- *Panel Funcional*

En la figura 18 podemos visualizar las opciones que nos brinda el panel funcional del interfaz del osciloscopio Hantek 1008 C.

Figura 18

Panel Funcional



Fuente. (studocu, 2022)

2.4 Transductor de Presión

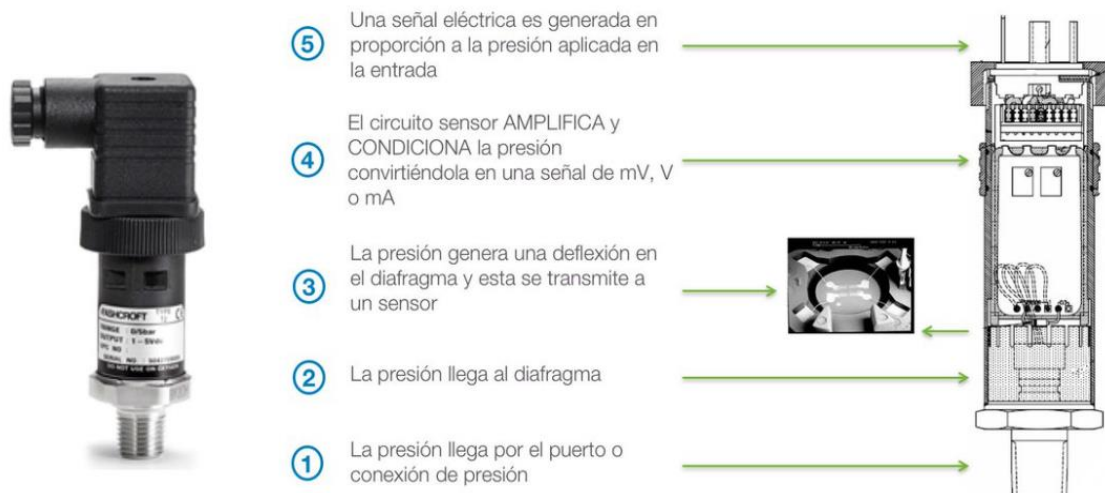
Como se muestra en la figura 19, un transductor de presión convierte la presión en una señal eléctrica analógica. El transductor de presión es un componente clave para el monitoreo y control de la presión de fluidos y gases en los sistemas cerrados (OMEGA, 2022).

Figura 19*Transductor de Presión*

Fuente. (infoPLC, 2022)

2.4.1 Funcionamiento de un Transductor de Presión

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. La presión aplicada al sensor produce una deflexión del diafragma, que introduce la deformación a los medidores, éste funcionamiento está descrito en la figura 20. La deformación producirá un cambio de resistencia eléctrica proporcional a la presión (OMEGA, 2022).

Figura 20*Funcionamiento de un Transductor de Presión*

Fuente. (ASHCROFT, 2022)

2.4.2 Tipos de Transductores en el Área Automotriz

En la rama automotriz tenemos la siguiente clasificación de transductores según su aplicación en el vehículo, debido a esto tenemos la siguiente clasificación:

- **Transductores de Presión Absoluta**

Contienen la referencia del vacío y miden la presión absoluta del ambiente.

- **Transductores de Presión Diferencial**

Consiste en medir la presión diferencial que existe entre dos fuentes de presión.

- **Transductores de Presión Relativa en el Ambiente**

Transductores de presión diferencial donde una fuente es la presión atmosférica.

2.4.3 Transductor Fluke PV 350

Como podemos observar en la figura 21, el módulo transductor de presión/vacío PV350 (el módulo) mide la presión manométrica; la diferencia entre la presión atmosférica (barométrica) y la presión (o vacío) aplicada a la compuerta de presión del transductor (Fluke Corporation, 2022).

Figura 21

Transductor Fluke PV 350



Fuente. (FLUKE , 2022)

2.4.3.1 Características del Transductor Fluke PV 350

Dentro de las características más relevantes del Transductor Fluke PV 350 tenemos las siguientes (Fluke Corporation, 2022):

- Compatible con todos los MMD de Fluke y con los más populares.
- Mediciones digitales de presión.
- Mediciones digitales de compresión.
- Mediciones digitales de vacío.
- Transductor sellado con acero inoxidable 316.
- Compatible con una gran variedad de líquidos.
- Compatible con una gran variedad de gases.
- Mide el vacío a 76 cm Hg.
- Los resultados aparecen en la pantalla en unidades del sistema inglés (Psi) o del sistema métrico (kPa).
- Seleccionador de unidades móvil.
- Mide la presión a 3447 kPa (500 Psi).
- Un año de garantía.
- Cable resistente de PVC.
- Carcasa plástica.
- Impedancia de entrada del multímetro: $\geq 1 \text{ M}\Omega$.
- Presión máxima de trabajo: 500 Psi.
- Presión de ruptura: 1000 Psi.
- Temperatura de almacenamiento: -40 a 71 °C (Se ha extraído la batería).

2.4.3.2 Partes del Transductor Fluke PV 350

En la figura 22 se podremos visualizar las partes externas del transductor Fluke PV 350.

Figura 22*Partes del Transductor Fluke PV 350*

Fuente. (FLUKE , 2022)

2.5 Compresión Relativa

La compresión relativa o in-cylinder, es una prueba donde se analiza la compresión de un motor de combustión interna, mediante gráficos entregados por un osciloscopio. El análisis de la forma de onda de la presión de los cilindros en un motor de gasolina permite determinar la correcta sincronización entre el cigüeñal y los árboles de levas. La medición y comparación de los valores de presión de los cilindros en determinados puntos proporciona datos en tiempo real que pueden ser muy útiles para determinar la salud del motor (DITEX , 2022).

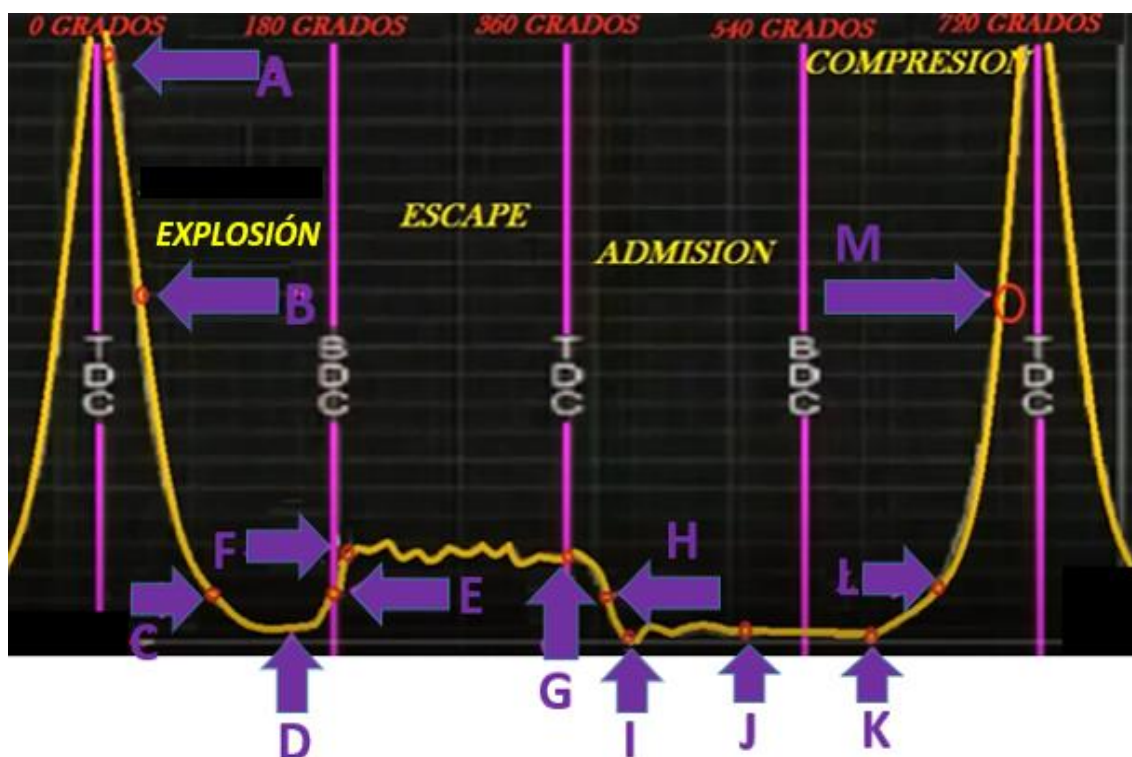
2.5.1 Explicación de Compresión Relativa

En la figura 23 se explica que en el punto A tenemos el punto de presión máxima en el cilindro, en el punto B tenemos una presión media, en el punto C tenemos una presión baja, en el punto D tenemos vacío, en el punto E comienza a levantar la válvula de escape, debido a la explosión de la mezcla en el cilindro, en el punto F tenemos el final de alzada de la válvula de escape, en el punto G tenemos el traslape de válvulas, en el punto H tenemos el cruce de válvulas,

culminando así el tiempo de la válvula de admisión, en el punto I tenemos vacío, esto a causa que el pistón se encuentra en admisión, en el punto J existe un vacío sostenido, en el punto K tenemos el cierre de la válvula de admisión, en el punto L tenemos la compresión, en el punto M tenemos una presión media (Diagnostools, 2020).

Figura 23

Explicación de Compresión Relativa



Fuente. (Diagnostools, 2020)

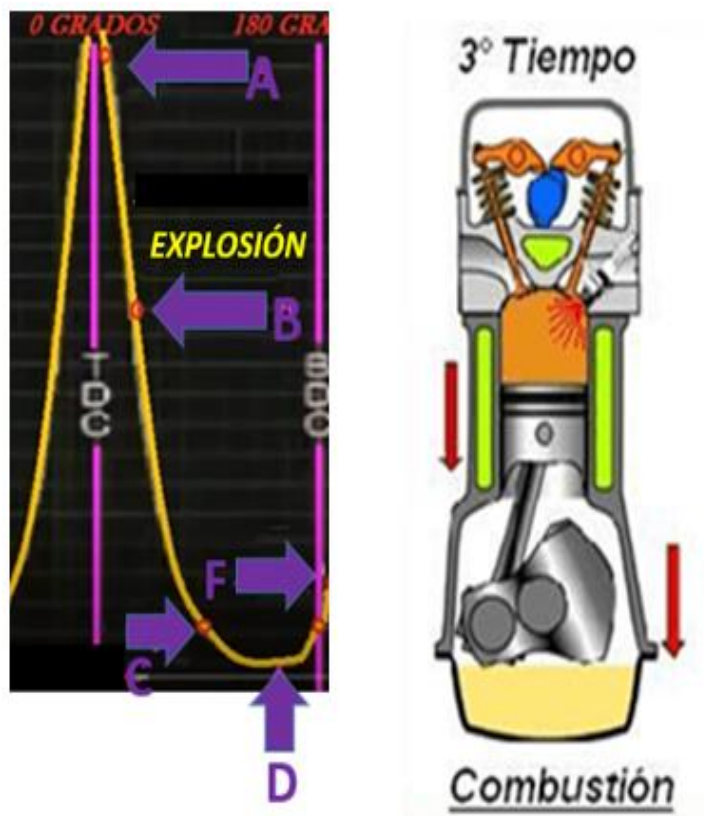
2.5.1.1 Explicación de Tiempo de Explosión Mediante Curva de Compresión Relativa

Como se muestra en la figura 24, en el punto “A” – PMS, el pistón se aleja de la cámara de combustión de la culata y el cigüeñal por medio de la biela realiza un movimiento descendente. El espacio por encima del pistón aumentará y por ende disminuirá la presión en este espacio. En la medida en que desciende el pistón también desciende la presión en el cilindro. El punto “B” indica la presión media que debería situarse cerca de los 20 grados después del PMS. En su desplazamiento hacia abajo el pistón pasa por el punto “C” que marca la mitad de la carrera y donde ya no existe presión

positiva en el cilindro. Sigue bajando el pistón y la presión dentro del cilindro hasta llegar al punto “D”. Ahí es donde se abre la válvula de escape y esto debería pasar entre los 30 grados y los 60 grados antes del punto muerto inferior (PMI) (Diagnostools, 2020).

Figura 24

Explicación de Tiempo de Explosión Mediante Curva de Compresión Relativa



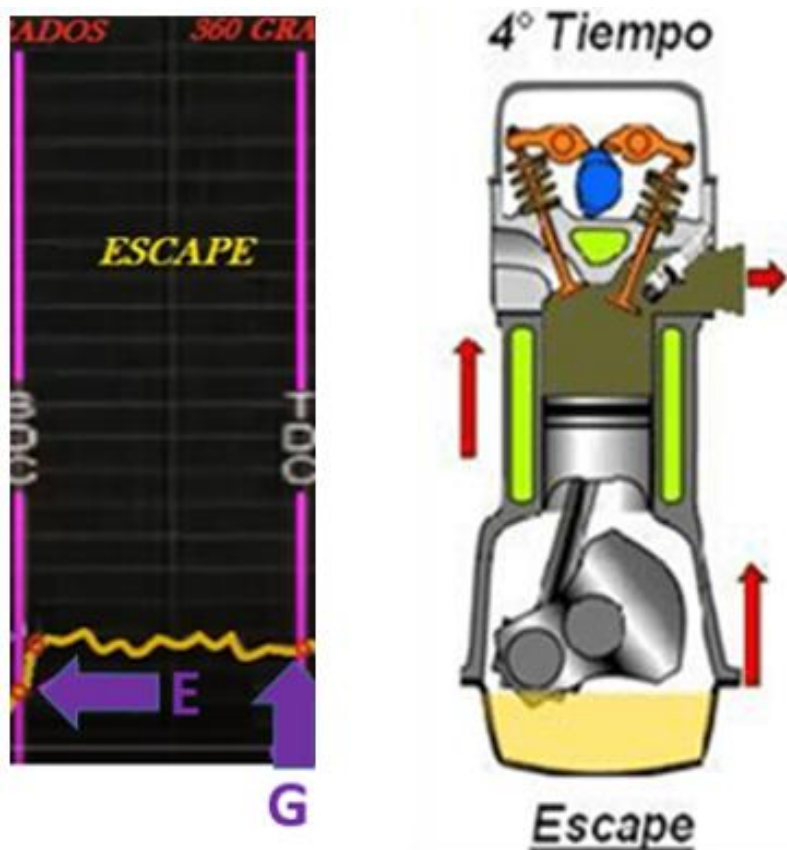
Fuente. (Diagnostools, 2020)

2.5.1.2 Explicación de Tiempo de Escape Mediante Curva de Compresión Relativa

Como se muestra en la figura 25, en el punto “E” comienza a levantar la válvula de escape, debido a la explosión de la mezcla en el cilindro, en el punto “F” tenemos el final de alzada de la válvula de escape, en el punto “G” tenemos el traslape de válvulas; donde en teoría empieza a ingresar el aire hacia adentro del cilindro. El pistón nuevamente se aleja de la culata y el volumen del cilindro aumenta. Por eso se genera baja presión/vacío y esta caída presión debería de ser muy pronunciada y empezar cerca del PMS hasta llegar al nivel del vacío dentro del múltiple de admisión (Diagnostools, 2020).

Figura 25

Explicación de Tiempo de Escape Mediante Curva de Compresión Relativa



Fuente. (Diagnostools, 2020)

2.5.1.3 Explicación de Tiempo de Admisión Mediante Curva de Compresión Relativa

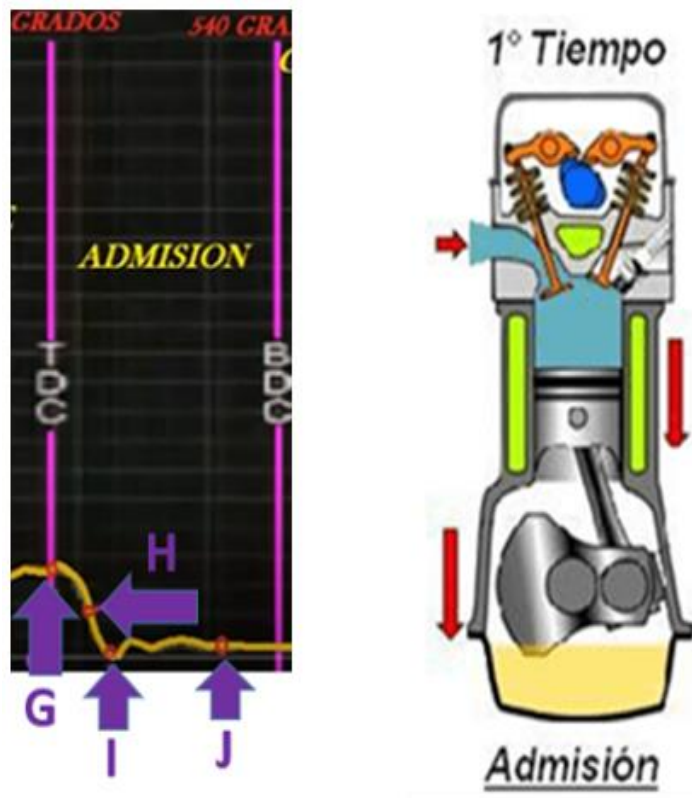
Como se muestra en la figura 26, en el punto “G” tenemos el traslape de válvulas, en el punto H tenemos el cruce de válvulas, culminando así el tiempo de la válvula de admisión, en el punto I tenemos vacío, esto a causa que el pistón se encuentra en admisión, en el punto J existe un vacío sostenido (Diagnostools, 2020).

En el tiempo de admisión el cilindro es llenado de aire, ocupando un volumen específico dentro del mismo, en los motores de inyección indirecta los cilindros se llenan de la mezcla aire-combustible (Diagnostools, 2020).

En la práctica, sin embargo, es necesario tener en cuenta la inercia de los gases, que obliga a introducir un ligero desfase tanto en la apertura como en el cierre de la válvula para obtener un llenado más eficiente (Diagnostools, 2020).

Figura 26

Explicación de Tiempo de Admisión Mediante Curva de Compresión Relativa



Fuente. (Diagnostools, 2020)

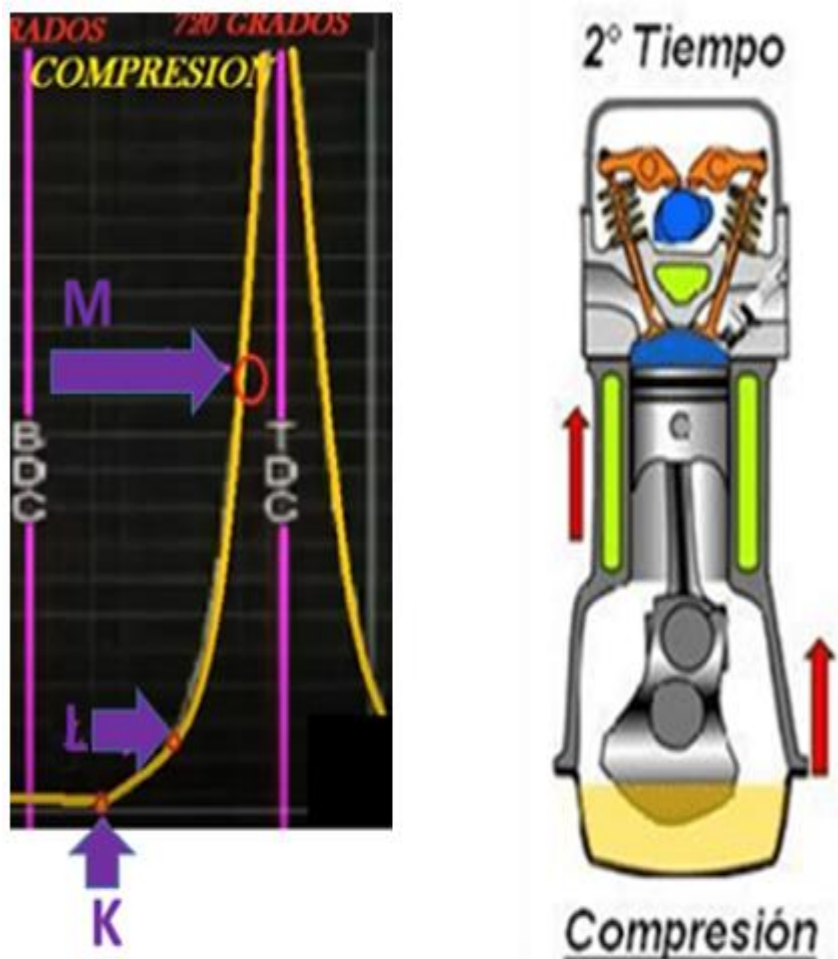
2.5.1.4 Explicación de Tiempo de Compresión Mediante Curva de Compresión Relativa

Como se muestra en la figura 27, en el punto “K” se ve cuando cierra la válvula de admisión y posteriormente la presión dentro del cilindro sube. En la mayoría de los motores esto pasa entre los 40 grados y los 60 grados de rotación del cigüeñal después del PMI. Ahí es donde se puede comprobar con precisión suficiente la sincronía del árbol de levas. En el punto “L” tenemos el comienzo de la compresión (Diagnostools, 2020).

Al llegar al final de la carrera inferior, la válvula de admisión se cierra, comprimiendo el gas contenido en la cámara por el ascenso del pistón. En el segundo tiempo el cigüeñal da 180° y el árbol de levas da 90°, y además ambas válvulas se encuentran cerradas y su carrera es ascendente (Diagnostools, 2020).

Figura 27

Explicación de Tiempo de Compresión Mediante Curva de Compresión Relativa



Fuente. (Diagnostools, 2020)

2.5.2 Tipos de Toma de Compresión Relativa en un Motor

En este punto podremos identificar las diferentes formas de tomar la compresión relativa en un motor de combustión interna (Diagnostools, 2020).

Debemos tener presente que la compresión del motor se refiere a la presión que genera su motor dentro de los cilindros mientras está funcionando (Diagnostools, 2020).

Esta prueba se ejecuta para identificar el estado de salud de los motores de combustión interna, pero una buena regla general dice que cada cilindro en un motor mecánicamente sólido debe tener una compresión de 130 psi o más, esto con la conclusión de un estado óptimo del motor (Diagnostools, 2020).

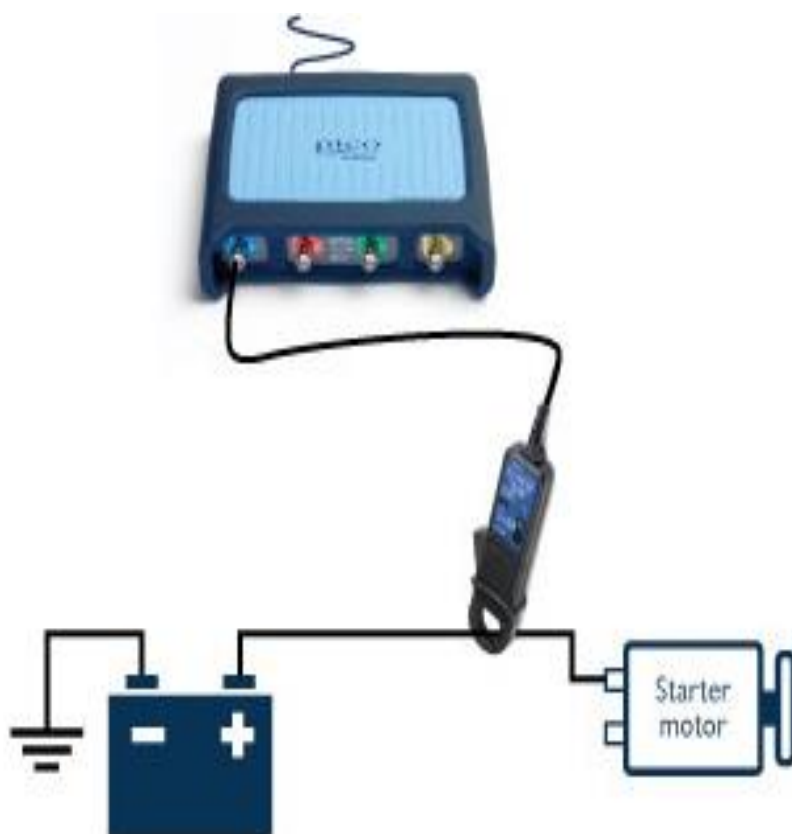
- **Pinza Amperimétrica**

Como se muestra en la figura 28, la pinza debe colocarse en una de las dos conexiones de la batería en vivo o de la tierra (Diagnostools, 2020).

Al referirse a la toma en vivo, debemos colocar la pinza amperimétrica en el cable positivo de batería (Diagnostools, 2020).

Figura 28

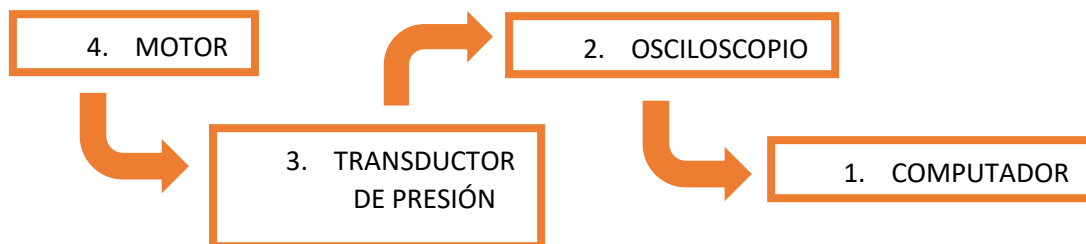
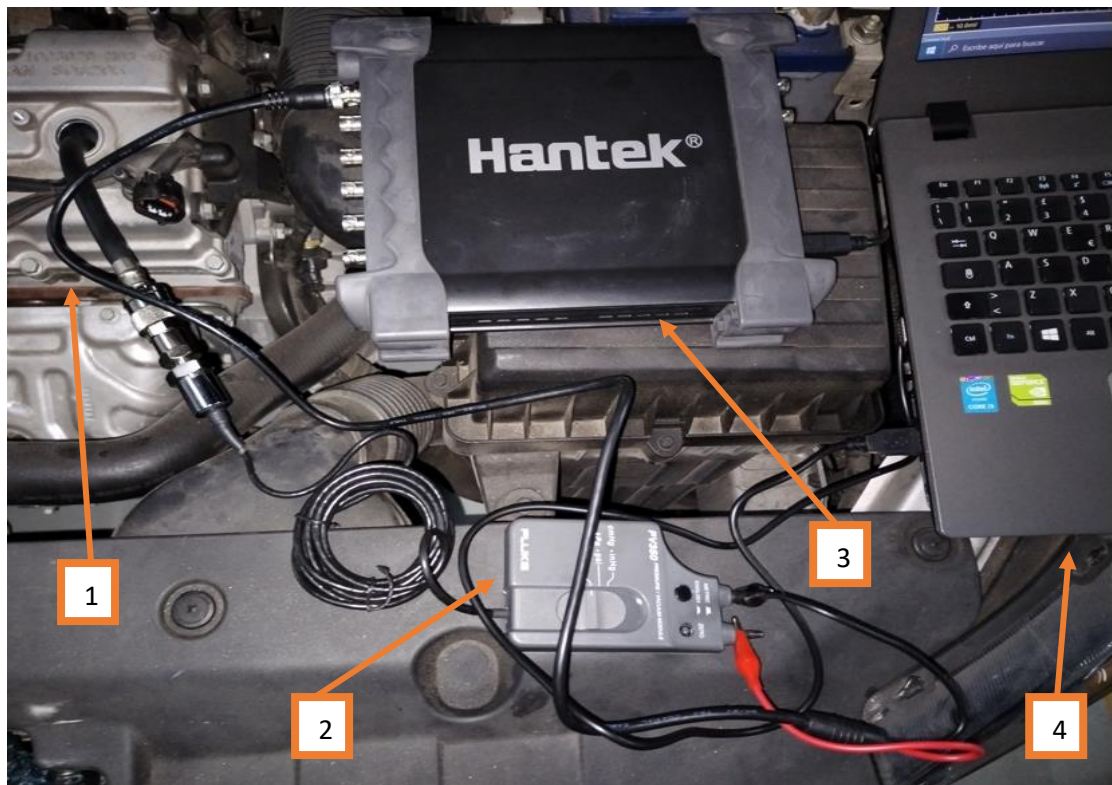
Toma de Compresión Relativa con Pinza Amperimétrica



Fuente. (pico Technology, 2022)

- **Transductor de Presión**

Como se muestra en la figura 29, la medición se realiza conectando un transductor de presión al motor en el alojamiento de las bujías. En la salida de señal del transductor en la toma negativa se conecta el cable de señal negativa del osciloscopio, mientras que en la toma positiva del transductor se conecta el cable de señal positiva del osciloscopio (FLUKE , 2022).

Figura 29*Toma de Compresión Relativa con Transductor de Presión*

- **Medición con Scanner**

Como se puede visualizar en la figura 30, en la actualidad el scanner automotriz nos permite realizar pruebas de compresión relativa, esta prueba consta de una medición individual por cilindro; solo nos permite comparar en base al esfuerzo del motor de arranque y/o la velocidad de giro del cigüeñal (Dianostools, 2020).

Esta prueba se la realiza con la finalidad de visualizar el estado de salud del motor, sin tener que desmontar componentes (Dianostools, 2020).

Figura 30

Toma de Compresión Relativa con Scanner



Fuente. (Autodiagnóstico, 2019)

2.5.3 Valores de Compresión Relativa de un motor de Combustión Interna

En la tabla 1 se puede visualizar los valores de presión y voltajes ideales para identificar un estado óptimo del funcionamiento del motor.

Tabla 1

Valores de Compresión Relativa de un Motor de Combustión Interna

Tiempos de Motor	Valores en Psi	Valores en Voltaje (ideal)	Valores en Voltaje (en 0)
Escape	7,35 Psi	4,99 V	5 V
Expansión	29,40 Psi	19,99 V	20 V
Compresión	150 Psi	102 V	100 V
Admisión	13,23 Psi	8,99 V	9 V

Fuente. (slideshare, 2022)

En la tabla 1 se obvia el tiempo de explosión ya que al estar conectado el transductor la mezcla aire-combustible que se aloja dentro del cilindro no genera su detonación debido a falta de salto de chispa que genera la bujía.

Capítulo III

Procedimiento para la Toma de Compresión Relativa

3.1 Historia de la Marca CHANGAN

Changan cuenta con una historia industrial que se remonta hace 153 años y 32 años en el mercado automotor (RUTAMOTOR, 2022).

Debutó en Ecuador a fines del 2017 con el objetivo de ofrecer vehículos con altos estándares de tecnología y seguridad, a través de un servicio personalizado, donde la satisfacción de sus clientes es lo primero (RUTAMOTOR, 2022).

3.2 Características Comerciales de los Motores Changan

Todos los vehículos del portafolio superan los estándares exigidos como normativa para el ingreso de automotores al país (RUTAMOTOR, 2022).

Los motores Blue Core cumplen con 3 premisas, silenciosos, poderosos y amigables con el medio ambiente (RUTAMOTOR, 2022).

Por esta razón la marca Changan se enfoca en reducir, reciclar y reutilizar en gran mayoría todos los recursos que sean posibles (RUTAMOTOR, 2022).

3.3 Características del Vehículo de Prueba

En la tabla 2 se detalla las especificaciones generales del motor de un Changan Alsvin V3.

- Tipo de motor.
- Tipo de inyección de combustible.
- Distribución.
- Compresión.
- Orden de encendido.
- Etc.

Tabla 2*Especificaciones Generales del Alsvin*

Item	Especificaciones
Tipo de motor	4 cilindros, 16 válvulas, DOHC, VVT
Tipo de inyección de combustible	Inyección electrónica multipunto
Modo de admisión	Succión natural
Distribución	Cadena
Diámetro de cilindro	73 mm
Diámetro de cabeza de pistón	81.876 mm
Compresión	10.5:1
Potencia máxima	74 kW
Máximo torque	135 N.m
Cilindrada	1.370 L
Orden de encendido	1-3-4-2

Fuente. (RUTAMOTOR, 2022)

En la figura 31 podemos observar el diseño del CHANGAN ALVIN V3, el cual es el vehículo seleccionado para la toma de compresión relativa.

Figura 31*Changan Alsvin V3*

Fuente. (RUTAMOTOR, 2022)

3.5 Toma de Compresión Mecánica en el Motor del Changan Alsvin V3

En las figuras 32-33-34 y 35 podemos visualizar la toma de compresión en el motor. Esta prueba consta en conectar un compresímetro en el alojamiento de la bujía; esto se debe ejecutar en los cilindros 1,2,3 y 4.

- ***Toma de Compresión Mecánica Cilindro I.*** En este cilindro con la ayuda de un compresímetro se obtiene un valor de 148 PSI.

Figura 32

Toma de Compresión Cilindro 1



- ***Toma de Compresión Mecánica Cilindro II.*** En este cilindro con la ayuda de un compresímetro se obtiene un valor de 148 PSI.

Figura 33

Toma de Compresión Cilindro 2



- *Toma de Compresión Mecánica Cilindro III.* En este cilindro con la ayuda de un compresímetro se obtiene un valor de 149 PSI.

Figura 34

Toma de Compresión Cilindro 3



- **Toma de Compresión Mecánica Cilindro IV.** En este cilindro con la ayuda de un compresímetro se obtiene un valor de 150 PSI.

Figura 35

Toma de Compresión Cilindro 4



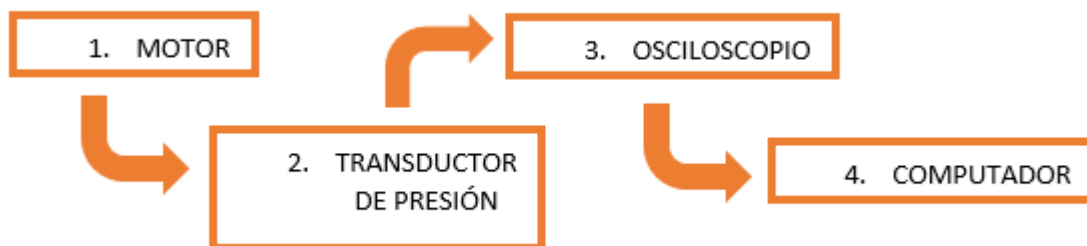
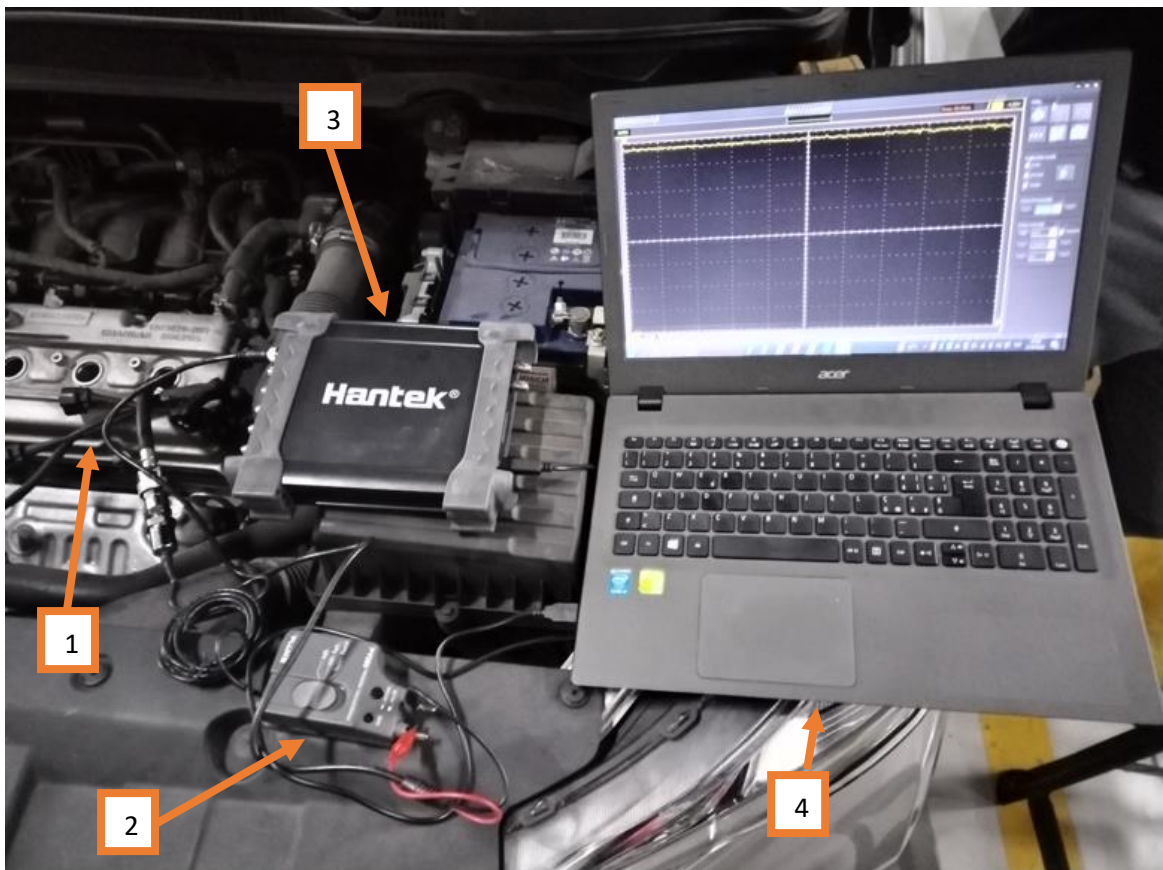
3.6 Forma de Conexión del Transductor Fluke PV 350 en Motor del Changan

Alsvin V3

En la figura 36 podemos observar que para la conexión del transductor de presión en el motor debemos conectar el sensor de presión mediante mangueras en el orificio roscado donde se aloja la bujía, posterior a esto, debemos conectar los cables de toma de lectura de los canales del osciloscopio a las salidas positiva y negativa del transductor. Una vez cumplido todo lo explicado con anterioridad podremos visualizar en la pantalla del computador el tipo de curva que generará la toma de información.

Figura 36

Conexión del Transductor Fluke PV 350 Motor del Changan Alsvin V3



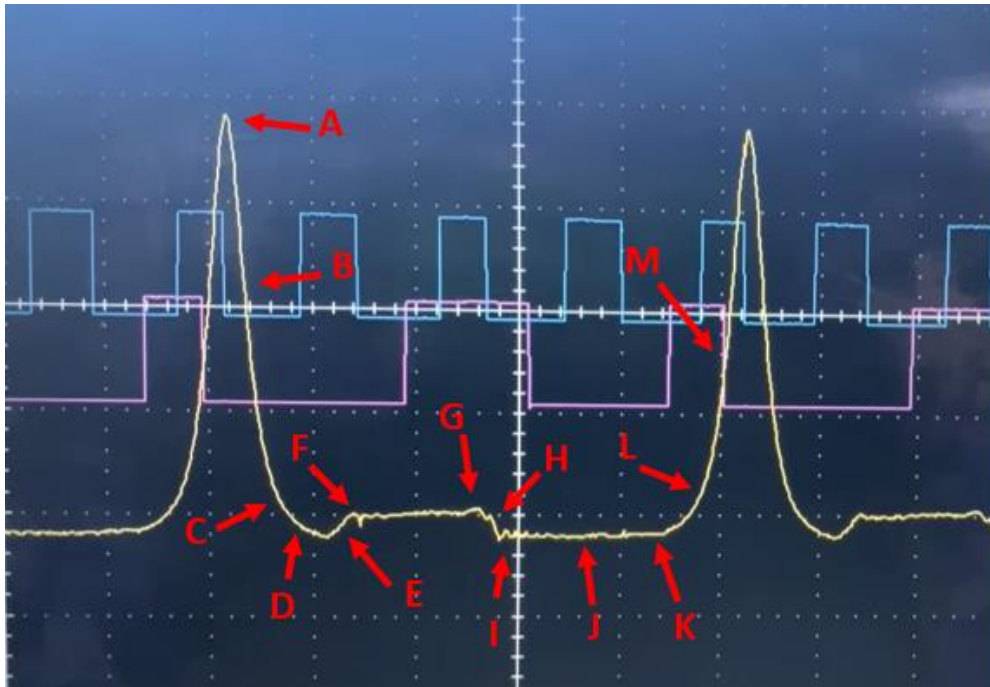
3.6.1 Toma de Compresión Relativa en Cilindro 1

En la figura 37 podemos visualizar la gráfica del cilindro 1 podemos identificar que en el punto A tenemos el tiempo de compresión generándose, ya que poseemos el valor de presión máxima en el cilindro; entre el punto A y E tenemos el tiempo de explosión donde el pistón baja a causa de la detonación de la mezcla; en el punto E comienza el levantamiento de la válvula de escape; entre el punto E y G tenemos el tiempo de escape, ya que la válvula de escape totalmente

alzada; en el punto G tenemos el traslape de válvulas; entre el punto H y K tenemos el tiempo de admisión; en el punto K tenemos el cierre de la válvula de admisión, en el punto L comenzamos el tiempo de compresión; en el punto M tenemos una presión media.

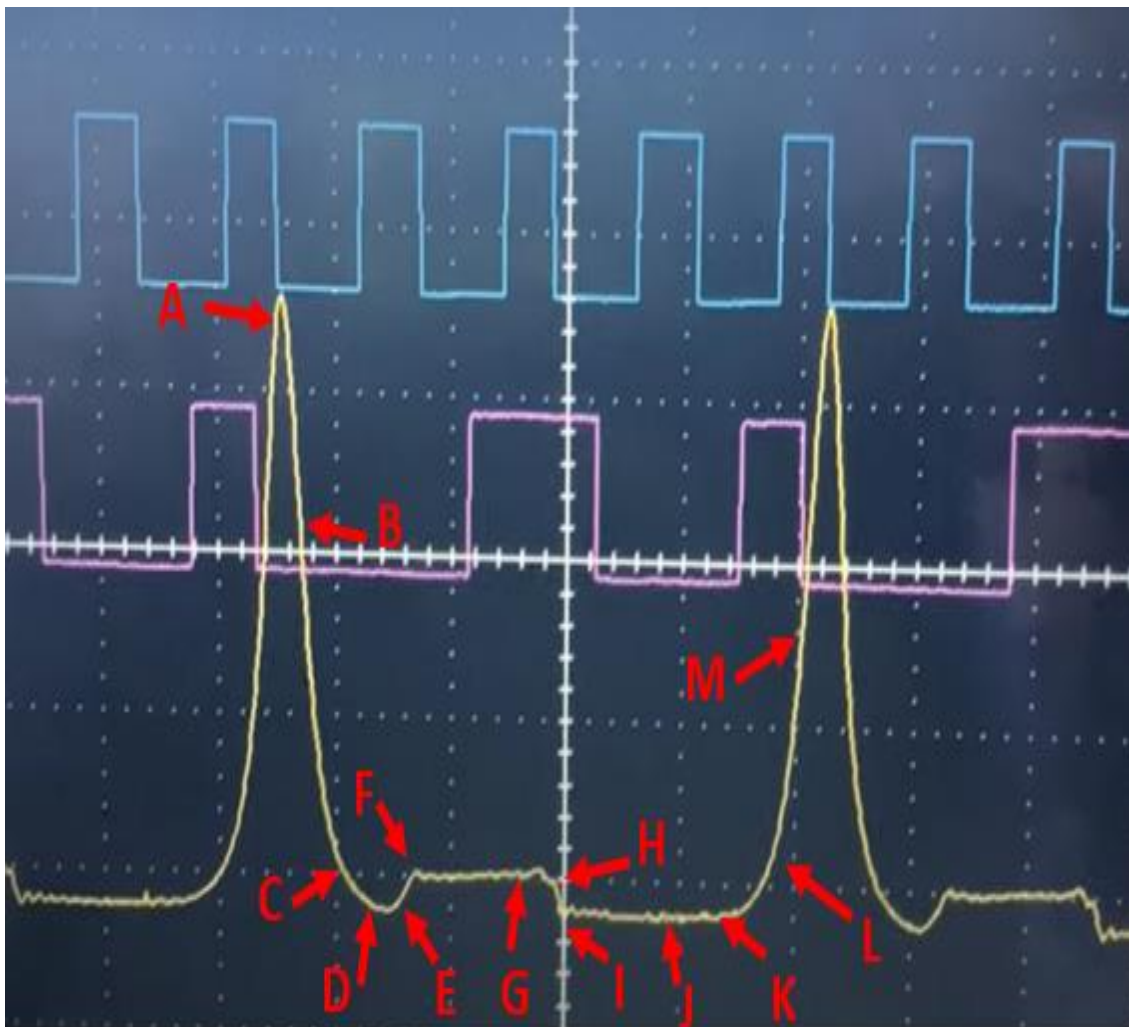
Figura 37

Compresión Relativa en Cilindro 1

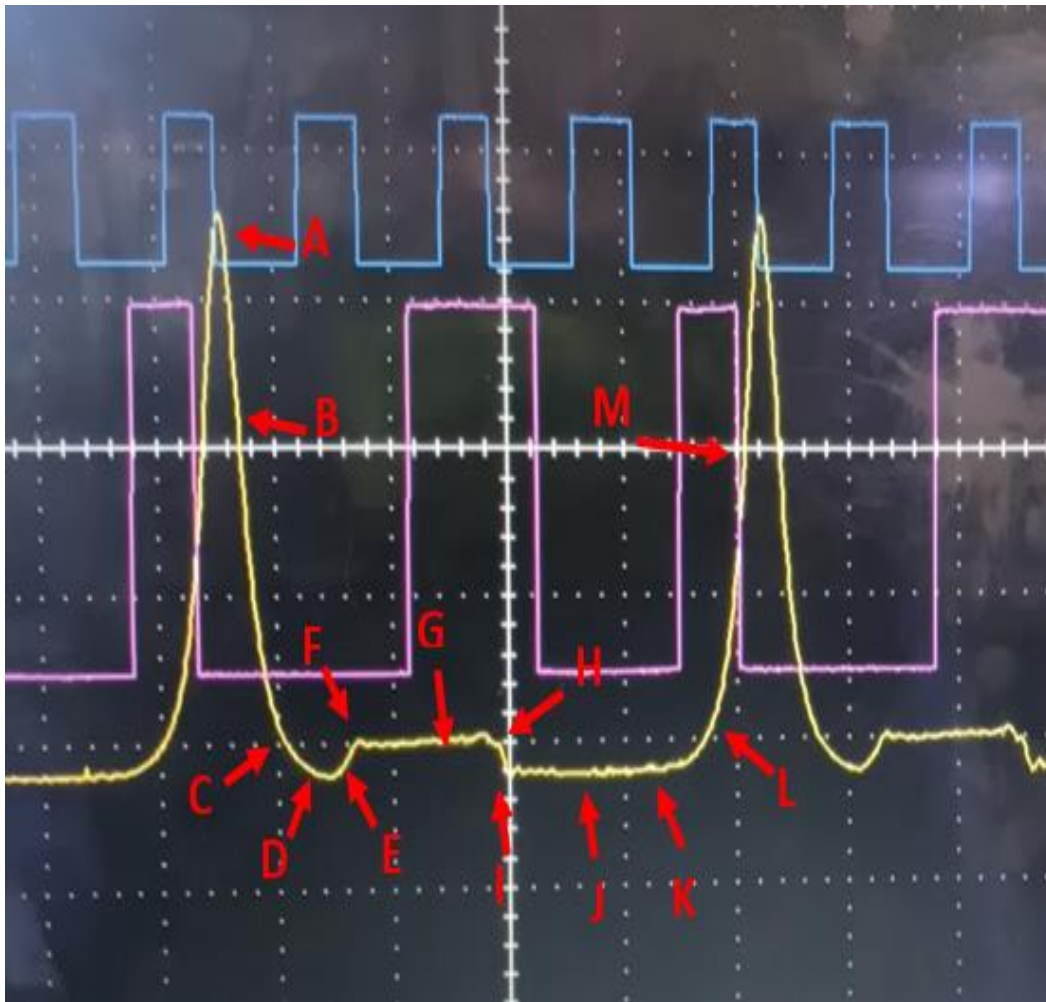


3.6.2 Toma de Compresión Relativa en Cilindro 2

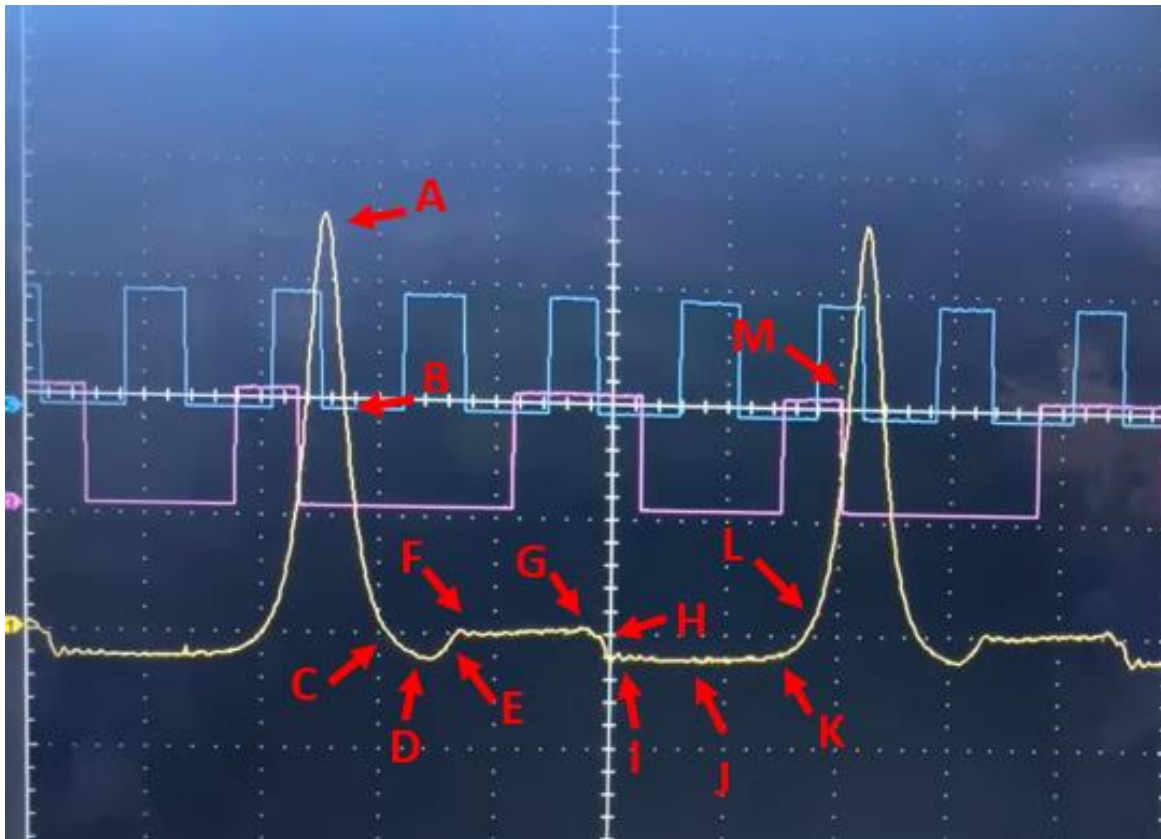
En la figura 38 podemos visualizar la gráfica del cilindro 2 podemos identificar que en el punto A tenemos el tiempo de compresión generándose, ya que poseemos el valor de presión máxima en el cilindro; entre el punto A y E tenemos el tiempo de explosión donde el pistón baja a causa de la detonación de la mezcla; en el punto E comienza el levantamiento de la válvula de escape; entre el punto E y G tenemos el tiempo de escape, ya que la válvula de escape totalmente alzada; en el punto G tenemos el traslape de válvulas; entre el punto H y K tenemos el tiempo de admisión; en el punto K tenemos el cierre de la válvula de admisión, en el punto L comenzamos el tiempo de compresión; en el punto M tenemos una presión media.

Figura 38*Compresión Relativa en Cilindro 2***3.3.3 Toma de Compresión Relativa en Cilindro 3**

En la figura 39 podemos visualizar la gráfica del cilindro 3 podemos identificar que en el punto A tenemos el tiempo de compresión generándose, ya que poseemos el valor de presión máxima en el cilindro; entre el punto A y E tenemos el tiempo de explosión donde el pistón baja a causa de la detonación de la mezcla; en el punto E comienza el levantamiento de la válvula de escape; entre el punto E y G tenemos el tiempo de escape, ya que la válvula de escape totalmente alzada; en el punto G tenemos el traslape de válvulas; entre el punto H y K tenemos el tiempo de admisión; en el punto K tenemos el cierre de la válvula de admisión, en el punto L comenzamos el tiempo de compresión; en el punto M tenemos una presión media.

Figura 39*Compresión Relativa en Cilindro 3***3.3.4 Toma de Compresión Relativa en Cilindro 4**

En la figura 40 podemos visualizar la gráfica del cilindro 4 podemos identificar que en el punto A tenemos el tiempo de compresión generándose, ya que poseemos el valor de presión máxima en el cilindro; entre el punto A y E tenemos el tiempo de explosión donde el pistón baja a causa de la detonación de la mezcla; en el punto E comienza el levantamiento de la válvula de escape; entre el punto E y G tenemos el tiempo de escape, ya que la válvula de escape totalmente alzada; en el punto G tenemos el traslape de válvulas; entre el punto H y K tenemos el tiempo de admisión; en el punto K tenemos el cierre de la válvula de admisión, en el punto L comenzamos el tiempo de compresión; en el punto M tenemos una presión media.

Figura 40*Compresión Relativa en Cilindro 4*

Capítulo IV

Análisis de Resultados

4.1 Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 1 del Changan

En la tabla 3 se analiza la diferencia entre el voltaje leído sobre el voltaje nominal. En el tiempo de escape tenemos una diferencia de 0.07 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo. En el tiempo de expansión tenemos una diferencia de 0.26 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo. En el tiempo de compresión tenemos una diferencia de 2 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

En el tiempo de admisión tenemos una diferencia de 0.12 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

Tabla 3

Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 1

Tiempos del Motor	Voltaje Nominal	Voltaje Leído (V)	Diferencia VL-VN	Estado del cilindro
ESCAPE	5	5.07	0.07	OK
EXPANSIÓN	20	20.26	0.26	OK
COMPRESIÓN	100	102	2	OK
ADMISIÓN	9	9.12	0.12	OK

Para determinar un estado adecuado de cada tiempo en el cilindro 1, las lecturas en voltaje deben estar cerca de 5 voltios en escape, 20 voltios en expansión, 100 voltios en compresión y 9 voltios en admisión, con una tolerancia del 10%.

Caso contrario debe verificar fugas en las mangueras de la toma del transductor o fallas de sellado en la culata, para esta última observación se debe desmontar los componentes del motor.

4.2 Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 2

En la tabla 4 se analiza la diferencia entre el voltaje leído sobre el voltaje nominal. En el tiempo de escape tenemos una diferencia de 0.07 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

En el tiempo de expansión tenemos una diferencia de 0.26 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

En el tiempo de compresión tenemos una diferencia de 2 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

En el tiempo de admisión tenemos una diferencia de 0.12 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

Tabla 4

Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 2

Tiempos del Motor	Voltaje Nominal	Voltaje Leído	Diferencia VL-VN	Estado del cilindro
ESCAPE	5	5.07	0.07	OK
EXPANSIÓN	20	20.26	0.26	OK
COMPRESIÓN	100	102	2	OK
ADMISIÓN	9	9.12	0.12	OK

Para determinar un estado adecuado de cada tiempo en el cilindro 2, las lecturas en voltaje deben estar cerca de 5 voltios en escape, 20 voltios en expansión, 100 voltios en compresión y 9 voltios en admisión con una tolerancia del 10%.

Caso contrario debe verificar fugas en las mangueras de la toma del transductor o fallas de sellado en la culata, para esta última observación se debe desmontar los componentes del motor.

4.3 Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 3

En la tabla 5 se analiza la diferencia entre el voltaje leído sobre el voltaje nominal. En el tiempo de escape tenemos una diferencia de 0.03 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

En el tiempo de expansión tenemos una diferencia de 0.13 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

En el tiempo de compresión tenemos una diferencia de 2 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

En el tiempo de admisión tenemos una diferencia de 0.06 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

Tabla 5

Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 3

Tiempos del Motor	Voltaje Nominal	Voltaje Leído	Diferencia VL-VN	Estado del cilindro
ESCAPE	5	5.03	0.03	OK
EXPANSIÓN	20	20.13	0.13	OK
COMPRESIÓN	100	102	2	OK
ADMISIÓN	9	9.06	0.06	OK

Para determinar un estado adecuado de cada tiempo en el cilindro 3, las lecturas en voltaje deben estar cerca de 5 voltios en escape, 20 voltios en expansión, 100 voltios en compresión y 9 voltios en admisión con una tolerancia del 10%.

Caso contrario debe verificar fugas en las mangueras de la toma del transductor o fallas de sellado en la culata, para esta última observación se debe desmontar los componentes del motor.

4.4 Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 4

En la tabla 6 se analiza la diferencia entre el voltaje leído sobre el voltaje nominal. En el tiempo de escape tenemos una diferencia de 0.01 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

Tabla 6

Análisis de Compresión Relativa en Cilindro 4

Tiempos del Motor	Voltaje Nominal	Voltaje Leído	Diferencia VL-VN	Estado del cilindro
ESCAPE	5	4.99	0.01	OK
EXPANSIÓN	20	19.99	0.01	OK
COMPRESIÓN	100	102	2	OK
ADMISIÓN	9	8.99	0.01	OK

En el tiempo de expansión tenemos una diferencia de 0.01 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

En el tiempo de compresión tenemos una diferencia de 2 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

En el tiempo de admisión tenemos una diferencia de 0.01 V, donde nos entrega un estado óptimo de funcionamiento en este ciclo.

Para determinar un estado adecuado de cada tiempo en el cilindro 4, las lecturas en voltaje deben estar cerca de 5 voltios en escape, 20 voltios en expansión, 100 voltios en compresión y 9 voltios en admisión con una tolerancia del 10%.

Caso contrario debe verificar fugas en las mangueras de la toma del transductor o fallas de sellado en la culata, para esta última observación se debe desmontar los componentes del motor.

4.5 Análisis Final

En la tabla 7 de análisis global podemos interpretar que las curvas obtenidas no poseen alteraciones entregándome un valor de 0.05 voltios de diferencia total entre los 4 cilindros en el tiempo de escape, en expansión me entrega un valor de 0.17 voltios de diferencia total entre los 4 cilindros, en compresión me entrega un valor de 2 voltios de diferencia total entre los 4 cilindros y admisión me entrega un valor de 0.08 voltios de diferencia total entre los 4 cilindros.

Tabla 7

Análisis Final

Tiempos del Motor	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	% Final
ESCAPE	0.07	0.07	0.03	0.01	0.05
EXPANSIÓN	0.26	0.26	0.13	0.01	0.17
COMPRESIÓN	2	2	2	2	2
ADMISIÓN	0.12	0.12	0.06	0.01	0.08

Conclusiones

Se determinó que, en base a los valores de compresión obtenidos con el compresímetro, los cuales se detallan de la siguiente manera; en el cilindro 1 de 148 Psi, en el cilindro 2 de 148 Psi, en el cilindro 3 de 149 Psi y en el cilindro 4 de 150 Psi, podemos indicar que el motor se encuentra en un estado óptimo.

Se determina que la compresión relativa del motor es ideal debido a que el transductor de presión nos da los valores de voltaje por cilindro, los cuales se detallan de la siguiente manera; en el cilindro 1 de 102 voltios, en el cilindro 2 de 102 voltios, en el cilindro 3 de 102 voltios y en el cilindro 4 de 102 voltios, en base al oscilograma obtenido por el osciloscopio.

Se analiza que el osciloscopio Hantek 1008 C tarda 5 segundos en ofrecer la curva característica de la compresión relativa cuando se varía el tiempo en 500.0 mS y el voltaje en 100 mV.

Dentro de la toma de información con el osciloscopio y el transductor podemos identificar un estado óptimo de funcionamiento del motor del Changan ALSVIN, ya que las curvas obtenidas no poseen alteraciones entregándome un valor de 0.05 voltios de diferencia total entre los 4 cilindros en el tiempo de escape, en expansión me entrega un valor de 0.17 voltios de diferencia total entre los 4 cilindros, en compresión me entrega un valor de 2 voltios de diferencia total entre los 4 cilindros y admisión me entrega un valor de 0.08 voltios de diferencia total entre los 4 cilindros.

Recomendaciones

Se recomienda que los acoples a utilizar en las mangueras de conexión del cilindro de motor al transductor posean buena hermeticidad, para evitar valores erróneos en el diseño de la curva de compresión.

Se recomienda un transductor de presión que permita medir los rangos de compresión que genera el motor en sus cilindros, ya que existe transductores que miden vacío en el motor, generando otro tipo de curva.

Se recomienda que, para obtener una gráfica ideal, se debe configurar de una manera adecuada el voltaje y tiempo en el osciloscopio.

Se recomienda analizar cada estado de la curva de compresión relativa por cada cilindro, para determinar el posible elemento interno que genere una falla mecánica que afecte el funcionamiento ideal del motor.

Bibliografía

- Auto Exacto . (Mexico de 2022). *Tecnología de punta para la industria automotriz*.
Obtenido de LAUNCH X431 PAD III: <https://www.diagnostico-automotriz.com/launch-x431-pad-3.html>
- Autodiagnóstico, A. (Dirección). (2019). *Medición de Compresión Relativa mediante Scanner* [Película].
- Avila, H. (Octubre de 2006). *Introduccion a la metodologia de la investigacion*. Obtenido de <https://ceauniversidad.com/wp-content/uploads/2021/10/353.pdf>
- Cegarra, J. (2011). *Metodología de la Investigación Científica y tecnológica*. Madrid: Diaz Santos .
- CMALLMARKET. (23 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://www.cmallmarket.com/100-osciloscopio-hantek-1008c.html>
- ComoFunciona. (20 de Septiembre de 2022). *ComoFunciona*. Obtenido de <https://bit.ly/3Utvqyc>
- Davalos, D. (2013). *Diagnostico de Fallas*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3271>
- Diagnostools (Dirección). (2020). *Diagnostico estado de motor con osciloscopio* [Película].
- Disauto. (2010). *Corsa Evolution*. Obtenido de <https://disauto.ec/product/embrague-evolution-1-8-con-ruliman-luck/>
- DITEX . (28 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://autoditex.com/page/cylinder-pressure-sensor-64-1.html>
- Donado, A. (20 de Septiembre de 2022). *Autosoporte*. Obtenido de <https://bit.ly/3dw2iqs>
- FLUKE . (28 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://www.fluke.com/es-es/producto/accesorios/adaptadores/fluke-pv350>

Fluke Corporation. (28 de Septiembre de 2022). *PV 350 Pressure/ Vacuum Transducer Module* . EE. UU.: Fluke Corporation. Obtenido de <https://docs.rs-online.com/2c1d/0900766b815a2c05.pdf>

Google. (20 de Septiembre de 2022). *Google Maps*. Obtenido de <https://bit.ly/3DG0GVG>

OMEGA. (20 de Septiembre de 2022). *OMEGA* . Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfo/transductores-de-presion.html>

pico Technology. (29 de Septiembre de 2022). *pico Technology*. Obtenido de <https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/compression-relativa-gasolina/>

RUTAMOTOR. (29 de Septiembre de 2022). Obtenido de https://www.rutamotor.com/wp-content/uploads/2021/01/Ficha-tecnica_New-Changan-Alsvin.pdf

Secundino, E. (2011). *Motores*. Madrid: Macmillan Iberia S.A.

studocu. (27 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-laica-eloy-alfaro-de-manabi/gestion-de-la-calidad/hantek-1008-manual-1espanol/26844218>

Tools-AD. (26 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://www.toolsad.es/osciloscopio-hantek-1008>

UNIT ELECTRONICS . (20 de Septiembre de 2022). *UNIT ELECTRONICS* . Obtenido de <https://uelectronics.com/producto/et826-multimetro-osciloscopio-2-en-1-ac-dc/>

Vehicle Lab. (2021). *Laboratorio de vehiculos*. Obtenido de <http://www.vehicle-lab.net/immobilizer.html>

