



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**ANÁLISIS DE LA PRESIÓN INTERNA DEL CILINDRO DE UN  
M.C.I UTILIZADO EN UN VEHÍCULO HÍBRIDO, MEDIANTE UN  
TRANSDUCTOR DE PRESIÓN Y UN OSCILOSCOPIO  
AUTOMOTRIZ.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:**

**JOSETH SAÚL ERAZO FÉLIX**

Riobamba – Ecuador

2021



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**ANÁLISIS DE LA PRESIÓN INTERNA DEL CILINDRO DE UN  
M.C.I UTILIZADO EN UN VEHÍCULO HÍBRIDO, MEDIANTE UN  
TRANSDUCTOR DE PRESIÓN Y UN OSCILOSCOPIO  
AUTOMOTRIZ.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR: JOSETH SAÚL ERAZO FÉLIX**

**DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS CASTELO VALDIVIESO**

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, **Joseth Saúl Erazo Félix**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, JOSETH SAÚL ERAZO FÉLIX, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de diciembre de 2021



---

Joseth Saúl Erazo Félix

**100397249-2**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto Técnico, **ANÁLISIS DE LA PRESIÓN INTERNA DEL CILINDRO DE UN M.C.I UTILIZADO EN UN VEHÍCULO HÍBRIDO, MEDIANTE UN TRANSDUCTOR DE PRESIÓN Y UN OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ.**, realizado por el señor: **JOSETH SAÚL ERAZO FÉLIX**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Javier José Gavilanes Carrión  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

(2021-12-15)

Ing. Juan Carlos Castelo Valdivieso  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

\_\_\_\_\_

(2021-12-15)

Ing. Wilson Javier Villagrán Cáceres  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

(2021-12-15)

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación a mi Madre Angélica por ser mi soporte, ha instaurado cada día su ejemplo de superación, perseverancia, progreso y sacrificio enseñándome a la vez el verdadero significado del trabajo honesto humildad y respeto lo que ha contribuido en la obtención de este logro, soy consciente de todo el esfuerzo seguiré sus pasos.

Joseh

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia por ser el impulso que a diario me lleva a culminar mis objetivos, con su apoyo incondicional han logrado que se cumplan mis sueños.

A mis queridos Docentes y Autoridades de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo quienes comparten sus cátedras, experiencias y vivencias que han sido fundamentales en la preparación de mi vida personal y profesional.

Joseth

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	xv
CAPITULO I.....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Justificación .....	2
1.4 Objetivos .....	2
1.4.1 Objetivo general.....	2
1.4.2 Objetivo específico .....	2
CAPITULO II .....	4
2 MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Vehículos híbridos .....	4
2.1.1 Reseña histórica .....	4
2.1.2 Funcionamiento .....	4
2.1.2.1 Sistema híbrido serie .....	5
2.1.2.2 Sistema híbrido paralelo .....	5
2.1.3 Normas de seguridad para manipulación de Vehículo híbridos.....	6
2.2 Motor de combustión interna .....	6
2.2.1 Ciclo Otto .....	6
2.2.1.1 Principio de funcionamiento .....	6
2.2.2 CVVT en vehículos híbridos .....	7
2.2.2.1 Componente del sistema CVVT .....	8
2.2.2.2 Ventajas del sistema CVVT .....	9
2.2.3 Ciclo Adkinson .....	9
2.2.3.1 Principio de funcionamiento .....	9
2.3 Transductor de presión WPS500X .....	10
2.3.1 Funcionamiento .....	11
2.3.2 Parámetros.....	11
2.4 Osciloscopio Automotriz.....	12
2.4.1 Osciloscopio de la marca PicoScope serie 4225 .....	12



2.4.2	<i>Pasos para su uso</i> .....	12
2.5	<b>Autel MaxiSys Ultra</b> .....	13
2.5.1	<i>Pasos para el uso de Scanner</i> .....	13
<b>CAPITULO III</b> .....		15
3	<b>METODOLOGÍA</b> .....	15
3.1	<b>Diagrama de etapas del proyecto</b> .....	15
3.2	<b>Metodología de la investigación a realizar</b> .....	15
3.3	<b>Planificación o cronograma de actividades</b> .....	17
3.4	<b>Recursos y materiales</b> .....	18
3.4.1	<i>Equipos y recursos</i> .....	18
3.4.2	<i>Recursos humanos</i> .....	19
3.4.3	<i>Recursos económicos</i> .....	19
3.4.3.1	<i>Costos directos</i> .....	19
3.4.3.2	<i>Costos indirectos</i> .....	20
3.4.3.3	<i>Costo total</i> .....	21
3.5	<b>Desarrollo del proyecto</b> .....	21
3.5.1	<i>Pasos para realizar la obtención de datos del vehículo híbrido</i> .....	21
3.5.2	<i>Pasos para realizar la obtención de datos del vehículo convencional</i> .....	25
<b>CAPITULO IV</b> .....		28
4	<b>RESULTADOS</b> .....	28
4.1	<b>Gestión del proyecto</b> .....	28
4.1.1	<i>Vehículo Híbrido</i> .....	28
4.1.2	<i>Vehículo convencional</i> .....	31
4.2	<b>Análisis de resultados</b> .....	32
4.2.1	<i>Análisis de los resultados obtenidos del vehículo híbrido</i> .....	32
4.2.1.1	<i>En estado de carga de la batería de alto voltaje</i> .....	32
4.2.1.2	<i>En modo de mantenimiento del MCI del vehículo híbrido</i> .....	33
4.2.2	<i>Análisis de los resultados obtenidos del vehículo convencional</i> .....	34
4.2.3	<i>Comparación y análisis entre los dos tipos de vehículos</i> .....	36
<b>CONCLUSIONES</b> .....		38
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		39
<b>Bibliografía</b> .....		40
<b>GLOSARIO</b> .....		44
<b>ANEXOS</b> .....		45
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>GLOSARIO</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b> Cronograma de actividades .....	17
<b>Tabla 2-3:</b> Equipos utilizados en la realización del proyecto.....	18
<b>Tabla 3-3:</b> Tabla de recursos humanos utilizados en el proyecto .....	19
<b>Tabla 4-3:</b> Tabla de costos directos.....	19
<b>Tabla 5-3:</b> Costos indirectos .....	20
<b>Tabla 6-3:</b> Costos totales.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Esquema de configuración híbrida en serie .....	5
<b>Figura 2-2:</b> Esquema de configuración híbrida en paralelo .....	5
<b>Figura 3-2:</b> Tiempos del Ciclo Otto de MCI.....	6
<b>Figura 4-2:</b> Diagrama circular de los ciclos Otto de un MCI Ideal y real.....	7
<b>Figura 5-2:</b> Diagrama de conexión de sistema CVVT.....	8
<b>Figura 6-2:</b> Ciclo termodinámico Adkinson de presión vs Volumen .....	9
<b>Figura 7-2:</b> Comparación en el ciclo de admisión de un motor con ciclo Otto y Atkinson.....	10
<b>Figura 8-2:</b> Transductor de presión WPS500X.....	11
<b>Figura 9-2:</b> Osciloscopio PicoScope.....	12
<b>Figura 10-2:</b> Scanner Autel MaxiSys Ultra .....	13
<b>Figura 1-3:</b> Diagrama de etapas del proyecto .....	15
<b>Figura 2-3:</b> Proceso cualitativo.....	16
<b>Figura 3-3:</b> Vehículo Híbrido .....	21
<b>Figura 4-3:</b> Conexión del transductor de presión al cilindro en lugar de la bujía.....	22
<b>Figura 5-3:</b> Configuraciones del Scanner automotriz .....	23
<b>Figura 6-3:</b> Vehículo convencional.....	25
<b>Figura 7-3:</b> Conexión de traductor de presión al cilindro del vehículo convencional .....	25
<b>Figura 8-3:</b> Scanner automotriz con los datos en vivo.....	26
<b>Figura 1-4:</b> Ángulos de avance y retraso de los árboles de levas del vehículo híbrido .....	36
<b>Figura 2-4:</b> Ángulos de avance y retraso de los árboles de levas del vehículo convencional....	36

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Ventana de software Picoscope .....	23
<b>Gráfico 2-3:</b> Diagrama de osciloscopio de la presión del cilindro.....	24
<b>Gráfico 3-3:</b> Diagrama de presión del cilindro vehículo convencional .....	27
<b>Gráfico 4-3:</b> Diagrama de presión del cilindro de un ciclo o 720°.....	27
<b>Gráfico 1-4:</b> Trama completa de la presión del cilindro de V.H. modo carga.....	28
<b>Gráfico 2-4:</b> Diagrama de presión del cilindro del MCI de vehículo Híbrido en modo carga...	29
<b>Gráfico 3-4:</b> Trama completa de la presión del cilindro del vehículo híbrido en modo mantenimiento.....	29
<b>Gráfico 4-4:</b> Diagrama de un ciclo termodinámico del vehículo híbrido en modo mantenimiento .....	30
<b>Gráfico 5-4:</b> Diagrama de la presión del cilindro de MCI vehículo convencional análisis de presión.....	31
<b>Gráfico 6-4:</b> Diagrama de presión del cilindro del MCI de vehículo convencional .....	32
<b>Gráfico 7-4:</b> Diagrama de presión de vehículo híbrido.....	33
<b>Gráfico 8-4:</b> Diagrama de presión de vehículo híbrido.....	34
<b>Gráfico 9-4:</b> Diagrama de presión de vehículo convencional.....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo A:** Especificaciones técnicas del vehículo convencional Suzuki Vitara 1.6 3P

**Anexo B:** Especificaciones técnicas del vehículo híbrido Guía Optima

**Anexo C:** Normativa de guantes aislantes

**Anexo D:** Normativa de protección visual

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo analizar la presión interna del cilindro de un motor de combustión interna de un vehículo híbrido Kia Optima, mediante un transductor de presión y un osciloscopio automotriz para establecer una comparación de la presión interna de un motor de combustión interna de un vehículo convencional de marca Chevrolet vitara de 1600ccc. Partiendo de un enfoque cualitativo en el que se recolectaron señales representadas en diagramas de la presión dentro del cilindro de los diferentes motores, a través del enfoque descriptivo se detalló el proceso de los datos obtenidos en función del tiempo. Los resultados se obtuvieron realizando las pruebas del vehículo híbrido en dos estados diferentes, con el vehículo estacionado en modo de carga esperando que el motor de combustión interna se encienda automáticamente para cargar las baterías y el otro estado mediante el scanner automotriz con las funciones especiales encendiendo el vehículo en un modo mantenimiento. Se estableció que el vehículo híbrido mediante el sistema de variación continuo de las válvulas logra retrasar el cierre de la válvula de admisión en  $67^\circ$  después del punto muerto superior, en la carrera de compresión, logrando que parte de la mezcla retorne al múltiple de admisión y se genere un reflujo el cual reduce el vacío en el múltiple admisión, por lo tanto hay menor consumo de combustible y gases contaminantes, pero a su vez el torque y potencia disminuyen en los estados en que el vehículo no demanda de carga. Se concluye que la eficiencia de los motores de combustión interna de los vehículos híbridos tiene como propósitos el cargar las baterías, pero con un bajo consumo de combustible y sin la generación de potencia innecesaria y que a diferencia del motor convencional que su consumo es mayor. Se recomienda utilizar equipos adecuados para obtener mejor los datos al igual que el manual de mantenimiento como guía de la obtención de datos reales.

**Palabras clave:** <INGENIERÍA AUTOMOTRIZ> <VEHÍCULO HÍBRIDO>  
<TRANSDUCTOR DE PRESIÓN> <PRESIÓN INTERNA DEL CILINDRO>  
<OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ>.



Firmado electrónicamente por:  
**HOLGER GERMAN  
RAMOS UVIDIA**

0420-DBRA-UPT-2022

2022-03-09

## ABSTRACT

The objective of this project was to adapt a system of programmable electronic injection to an internal combustion motor with a carburetor. And realize a comparative analysis of gas emissions concerning an ideal stoichiometric. For which emission tests were done at idle at half load and full load. Diverse tests of carbon monoxide were done, carbon dioxide, hydrocarbon, and lambda factor, which allow learning the level of contamination in which the internal combustion motor it is found. Through the experimental method, a dispersion comparative graph was done for the visual analysis of the emissions. Also for the statistical analysis, a type T-test was done for means of two paired samples with a 90 % reliability of a significant level of 0.05 giving a result that exists a significant difference of the motor of programmable electronic injection with the motor with a carburetor. The motor with electronic injection stands out due to working with an ideal stoichiometric in idle, at half load and full load, so that the gases expelled by the motor are less contaminated due to the fuel supply will be programmed to supply de adequate proportions as well as correct at all times of its operation. It is concluded that contaminating gas emissions were lowered notably, obtaining as result a lower level of contamination by the electronic injection motor. It is recommended for future studies to develop a comparative analysis of gas contaminating emissions of the electronic injection motor with super fuel versus the electronic injection motor with ethanol fuel and realize a statistic analysis to observe the behavior of contaminating gases of a motor working with friendly fuel for the environment such as ethanol.

**Keywords:** <PROGRAMMABLE ELECTRONIC INJECTION SYSTEM> < MOTOR WITH CARBURETOR > <MOTOR WITH INTERNAL COMBUSTION > <ETHANOL > < GAS EMISSIONS >.



Firmado electrónicamente por:  
PATRICIA PILAR  
MOYOTA AMAGUAYA

## INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto de Investigación pretende (analizar la combustión interna) dar a conocer el funcionamiento del motor de combustión interna de los vehículos híbridos ya que estos no funcionan de la misma manera que los vehículos convencionales con encendido provocado, teniendo una tecnología mucho más avanzada y con un funcionamiento de dos tipos de ciclos termodinámicos en el mismo motor, los cuales son; Atkinson y Otto. En otros casos poseen un sistema de variación continua de las válvulas, que permiten aprovechar el poder calorífico y reduciendo el consumo minimizando la mezcla que ingresa al cilindro por un retraso en el cierre de las válvulas. Pretendiendo demostrar la diferencia de funcionamiento del motor de combustión interna entre los dos tipos de vehículos, aplicando los conocimientos teóricos y práctico de la carrera de ingeniería automotriz. (Costas , 2009)

El procedimiento se realizará para obtener diagramas mediante el traductor de presión y osciloscopio automotriz del comportamiento que tendrá el cilindro del MCI del vehículo híbrido, en el momento que esté funcionando el ciclo termodinámico Atkinson (bajo consumo de combustible y menor eficiencia) o en el estado de carga de baterías, y el ciclo termodinámico Otto (mayor consumo de combustible y más eficiencia) analizaremos el comportamiento de presión. (FERNANDEZ, 2019)

El presente Proyecto se conforma de 4 capítulos. En el capítulo I se describe la “Introducción” que comprende la importancia de la presente investigación. En el capítulo II se establece “Marco teórico” basándose en la búsqueda y recolección de información teórica direccionada al funcionamiento del motor de combustión interna un vehículo híbrido. El capítulo III tiene que ver con “Metodología” que constituye los métodos y técnicas a emplear. Y, el capítulo IV “Gestión del Proyecto” abarca el proceso a realizar y el análisis de resultados.



## **CAPITULO I**

### **1.1 Antecedentes**

El estudio corresponde a Caputo (2017), titulado: “Estudio del ciclo previsto en motores de combustión interna de encendido a chispa”. Indica que mediante este análisis nos ayudaría al diagnóstico de su funcionamiento, como también el estudio de los procesos térmicos. (CAPUTO, y otros, 2017)

Esta investigación se relaciona con el proyecto que se está desarrollando, ya que presenta sugerencias de equipos que se podría utilizar para los análisis y obtención de datos, evitando gastos innecesarios en equipos y sensores que no van a satisfacer la calidad de datos que deseamos obtener, teniendo en cuenta los parámetros con los que trabajará, que son condiciones extremas a altas temperaturas, presiones y velocidades.

El proyecto que se llevará a cabo será para dar a conocer cómo funciona un motor de combustión interna de un vehículo híbrido y las características de funcionamiento de las válvulas, que cumplen en el proceso de combustión dentro del cilindro, esta información a profundidad es escasa y limitada.

### **1.2 Planteamiento del problema**

La falta de técnicos especialistas de estos vehículos en el país, hace que la información referente al funcionamiento de los mismos sea escasa, por este motivo llevamos a plantear el presente Proyecto de Investigación, para dar a conocer el funcionamiento del motor de combustión interna de un vehículo híbrido y los cambios en los ciclos termodinámicos.

En el Ecuador el comercio de vehículos híbridos superó las 1.300 unidades en el 2019, representando el 51% de adquisiciones en comparación a las que se registraron en el 2018. (Burgueño Salas, 2020).

Por otra parte, se busca una comparativa entre el comportamiento del motor de combustión interna de un vehículo híbrido y del motor de un vehículo convencional especialmente en la presión que tiene dentro de los cilindros, iniciando desde la primera revolución con un ciclo Otto, que, a diferencia de los vehículos híbridos, cuando el M.C.I. enciende inicia con un ciclo Atkinson o en otras marcas con el sistema continuo de variación de válvulas, están hacen que tenga menor presión y menor consumo de combustible y a medida que se exige más demanda de potencia este cambia al ciclo Otto o las válvulas forman un mayor traslape y obtienen mayor torque y potencia.

### 1.3 **Justificación**

Cabe destacar que en el Ecuador el parque automotor de vehículos híbridos está en crecimiento.

Los países desarrollados tienen incentivos para que las empresas ingresen con este tipo de vehículos, con el objetivo de reducir los vehículos que utilizan gasolina y diésel. (Alvarado Almeida, 2020)

El Pleno del Comité de Comercio Exterior mediante la resolución No. 016-2019 nos dice que se reduce al 0% el arancel a las importaciones de vehículos eléctricos para el uso particular, transporte público y de carga, los cargadores para electrolinerías, las baterías y cargadores para vehículos eléctricos, permitiendo mantener armonía con los beneficios tributarios emanados de la Ley Orgánica para el Fomento Productivo, Atracción de Inversiones, Generación de Empleo, Estabilidad y Equilibrio Fiscal. (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2019).

Ecuador ha comercializado 6451 vehículos híbridos entre el 2015 hasta el 2018, agradeciendo a los estímulos. Las marcas que se encuentran en el país comercializando estos vehículos híbridos son; Toyota, Kia, BYD, Renault, entre otros del mercado japonés. (Castillo & Serrano, 2018)

En el 2017 se vendieron 93 millones de vehículos entre eléctricos e híbridos en el mundo, es menos del 1% del total de vehículos comercializados.

Debido a la limitada información y estudios del funcionamiento del motor de combustión interna de los vehículos híbridos, se establece la importancia de generar nuevas investigaciones que aporten a la especialización de este tipo de vehículos.

### 1.4 **Objetivos**

#### ***1.4.1 Objetivo general***

Analizar la presión interna del cilindro de un MCI de un vehículo híbrido, mediante un transductor de presión y un osciloscopio automotriz para establecer una comparación con un MCI convencional.

#### ***1.4.2 Objetivo específico***

- Investigar fundamentación teórica de funcionamiento del motor de combustión interna del vehículo híbrido, usando bibliografías verídicas, para garantizar el correcto direccionamiento del proyecto.
- Determinar el comportamiento de la presión interna del cilindro de los motores mediante el transductor de presión para analizar el ciclo termodinámico.

- Efectuar la adquisición de los diagramas de presión en el cilindro, cuando el motor de combustión interna este encendido para un posterior análisis.
- Analizar y comparar los diagramas obtenidos de las presiones del motor de combustión interna del vehículo híbrido y compararlos con diagramas de presión obtenidos de un vehículo convencional, para demostrar el diferente funcionamiento entre los motores de combustión interna.

## **CAPITULO II**

### **2 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Vehículos híbridos**

##### ***2.1.1 Reseña histórica***

El nacimiento de los vehículos híbridos se llevó a cabo con la idea de eliminar los ineficaces motores de combustión interna, que en a principios del funcionamiento de estos eran por gasolina y benceno, también por los motivos que los vehículos con motores eléctricos tenían el problema que los avances tecnológicos de las baterías eran retrogradadas.

La tecnología para crear los vehículos híbridos fue pensada entre los años 1896, teniendo como meta, obtener la mayor eficiencia entre el motor de combustión interno y el eléctrico. La tecnología se empezó a desarrollar desde 1920 en distintos países, los cuales querían llegar lo más pronto al mercado del mundo, pero esta investigación llegaba a tener costos muy elevados por lo que se cancelaron dichas investigaciones.

Toyota se convirtió en la primera empresa en poner dichos vehículos en el mercado, con el Toyota Prius, fue el primer vehículo en el mercado y el líder en ventas de dicha tecnología, la presentación del vehículo fue en 1995 y su lanzamiento al mercado Japones en 1997. El vehículo para el mundo se lo empezó a comercializar desde el año 2000, es la primera generación que duro hasta el 2003 que se presenta su segunda generación con cambios visibles en la estética del vehículo, mejorando su aerodinámica.

##### ***2.1.2 Funcionamiento***

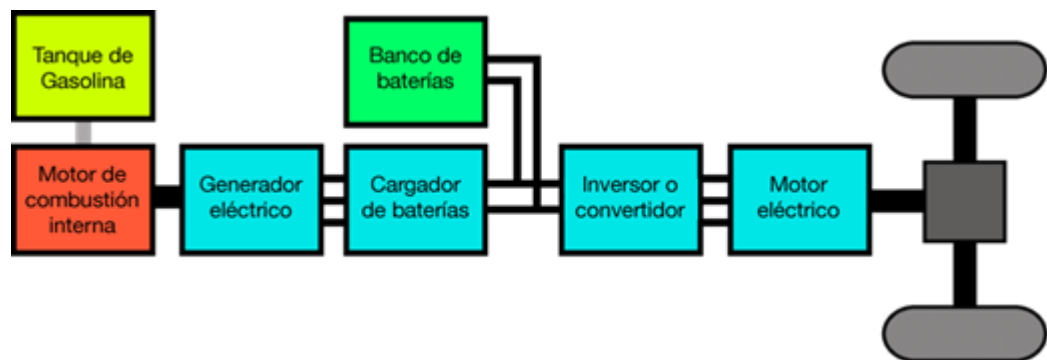
El vehículo híbrido es considerado al que incorpora un motor de combustión interna y un motor eléctrico, que con diferencia de los vehículos eléctricos éstos no necesitan ser conectados a un tomacorriente para que sus baterías sean cargadas.

Esos vehículos trabajan en etapas, una que está compuesta por el motor de combustión interna y todos sus complementos desde el acelerador hasta la palanca de velocidades. Y por otra parte la eléctrica que es gobernada por una unidad de control que comanda la energía que debe suministrar las baterías al motor eléctrico y las dos con el único objetivo de transmitir el movimiento hacia las ruedas.

### 2.1.2.1 Sistema híbrido serie

La configuración que presentan los vehículos híbridos tipo serie, son los que el motor de combustión interna no está conectado directamente a las ruedas, más bien está conectado a un generador que carga las baterías, las cuales alimentan al motor eléctrico que está conectado a la tracción y por ende se transmite el movimiento a las ruedas. (Martos, 2018)

Este sistema presenta algunas ventajas, un alto rendimiento y cero emisiones, pero sus desventajas están presentes en el tamaño de las baterías y por ende demasiado peso. (López Martínez, 2015)

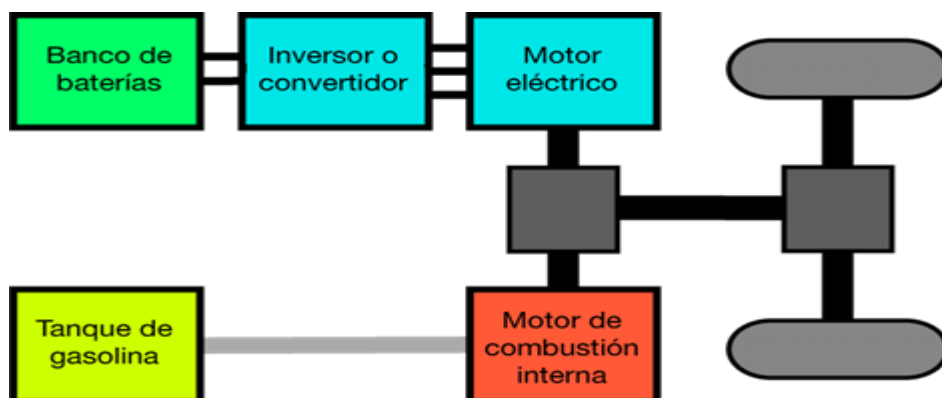


**Figura 1-2:** Esquema de configuración híbrida en serie

Fuente: (López Martínez, 2015)

### 2.1.2.2 Sistema híbrido paralelo

La cual su fuente propulsora se compone del motor eléctrico y el motor de combustión interna, están combinadas mediante un mecanismo mecánico para combinar las dos fuentes de propulsión, en este caso el motor eléctrico no necesita mayor prestación ya que la potencia es complementada por el motor de combustión interna, cuando esta se exige su máxima demanda.



**Figura 2-2:** Esquema de configuración híbrida en paralelo

Fuente: (López Martínez, 2015)

### 2.1.3 Normas de seguridad para manipulación de Vehículo híbridos

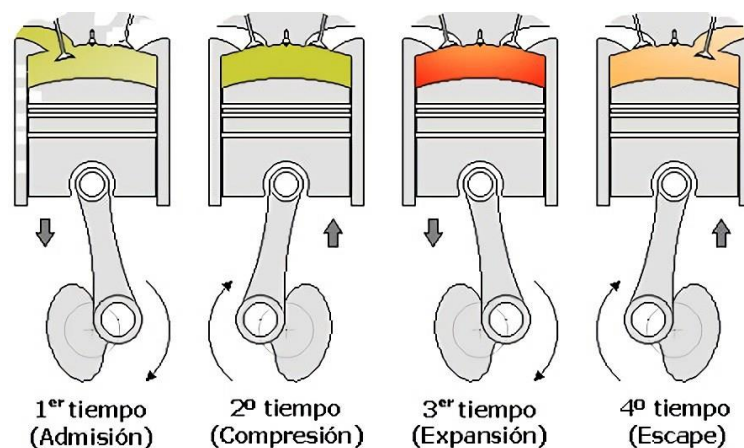
Dentro de la norma técnica de respecto a la manipulación de un vehículo híbrido-eléctrico, se debe tener en cuenta que existen ciertos equipos de protección individual obligatorios de prevención, los cuales son:

- **Guantes de protección dieléctricos:** Tipo “00”, los cuales soportan hasta 750 V DC de la norma (UNE.EN 60903:2005).
- **Gafas contra impacto o pantallas visuales:** con certificación (UNE-EN 166-2002), ayudan a la protección visual del operador de distintos estímulos que pueden afectar la vista.
- **Calzado con protección dieléctrica:** con regulación normativa (UNIT 734/2016), su material de caucho o polímeros aislantes, impide que la corriente pase a tierra circulando por el cuerpo.

## 2.2 Motor de combustión interna

### 2.2.1 Ciclo Otto

Conocido también por motor de encendido provocado, el que funciona cuando está en su etapa de compresión y teniendo comprimido una mezcla exactamente homogénea de 14.7 partes de aire con una parte de combustible.



**Figura 3-2:** Tiempos del Ciclo Otto de MCI

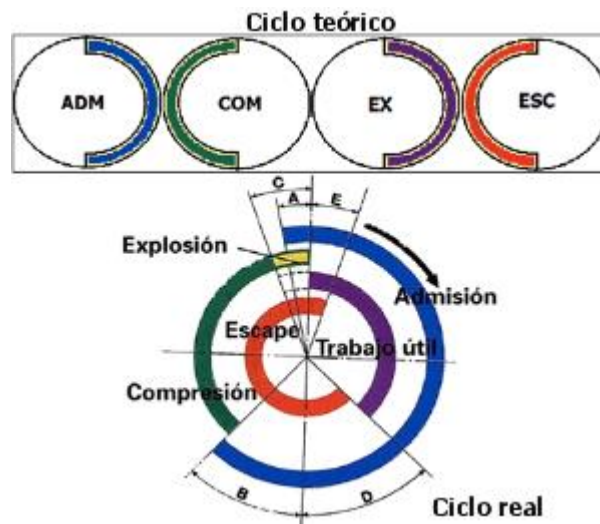
Fuente: (Casado, García Jiménez, & Goómez Morales, 2014)

#### 2.2.1.1 Principio de funcionamiento

Lleva 4 procesos o también dicho ciclos, que son:

- Admisión: la válvula de admisión está abierta y la válvula de escape está cerrada, el pistón desciende desde el punto muerto superior creando un vacío en el cilindro la cual aspira una mezcla de aire y combustible sin quemar.
- Compresión: La válvula de admisión y de escape están cerradas, el pistón se traslada al punto muerto superior comprimiendo la mezcla en la cámara de combustión.
- Expansión: O también conocido como explosión, cumpliendo la función de explotar la mezcla comprimida, expandiéndose con fuerza y por ende el pistón se traslada al punto muerto inferior.
- Escape: la válvula de escape se abre, el pistón se traslada al punto muerto superior expulsando los gases quemados al exterior del cilindro. (Mora Romero, 2015)

De otras maneras podemos ver el diagrama circular que cumple el cigüeñal ante las fases en el pistón y el cilindro, teniendo como el cumplimiento del ciclo completo los 720° de giro.



**Figura 4-2:** Diagrama circular de los ciclos Otto de un MCI Ideal y real

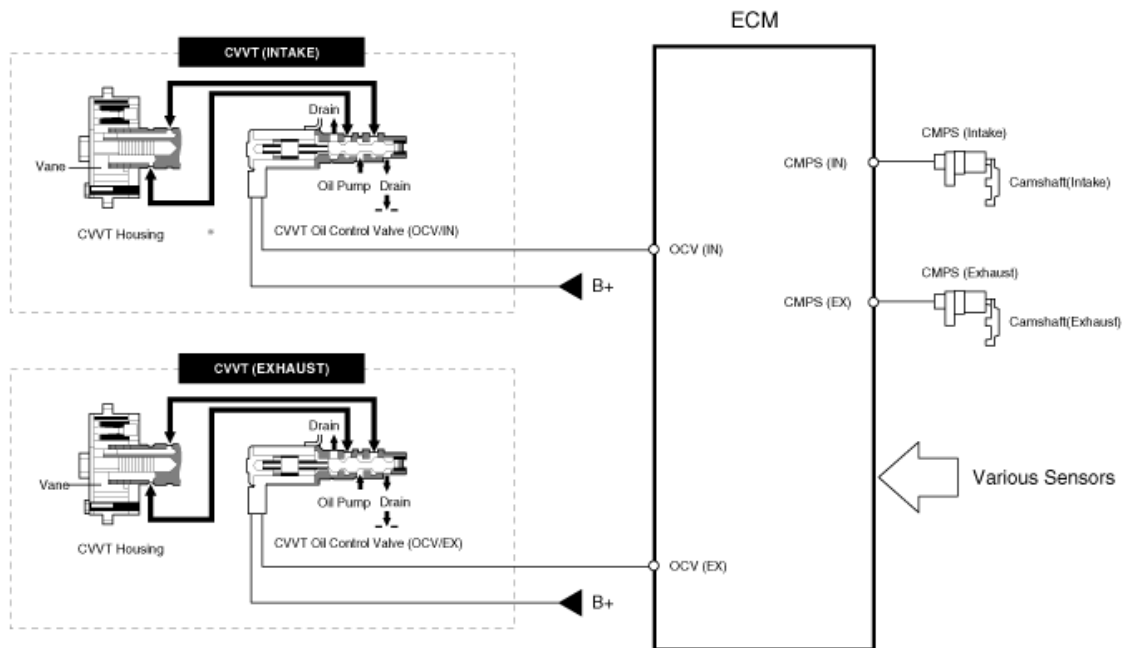
Fuente: (INDAVE, 2016).

Demostrando aquí que cada fase cumple con 180° de rotación del cigüeñal y el traslado de pistón del PMI al PMS y viceversa, este sería el ciclo de trabajo teórico del motor de combustión interna Otto, pero el ciclo real tiene leves variables para ganar eficiencia variando así los ciclos. (Mora Romero, 2015)

### 2.2.2 CVVT en vehículos híbridos

El Sistema CVVT es un sistema que nació en los motores Honda con el nombre de i-VTEC que como función tiene la de variar la apertura y cierre de las válvulas. Esto con el objetivo de

aprovechar de mejor manera la combustión, reduciendo consumo y aumentando desempeño del motor. (RENTING FINDERS, 2014).



**Figura 5-2:** Diagrama de conexión de sistema CVVT

Fuente: (HYUNDAI, s.f.)

CVVT responde al término en inglés *Continuously Variable Valve Timing*, el cual varía constantemente el árbol de levas ya sea de la admisión o escape, y en casos más actuales en los dos, estos árboles son ajustados ya sea a adelantar o atrasar el abrir o cerrar las válvulas de admisión y escape, obteniendo un mejor rendimiento (RENTING FINDERS, 2014).

### 2.2.2.1 Componente del sistema CVVT

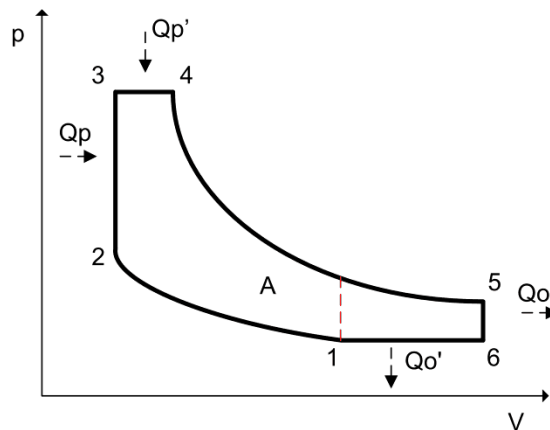
- **Válvula de control de aceite (OCV):** Es un actuador que responde a las señales enviadas por la ECM para direccionar la dirección y cantidad del aceite.
- **Sensor de temperatura de aceite (OTS):** Encargada de recolectar los datos de la temperatura del aceite para el control de la densidad y por consiguiente la operación de la ECM en la OCV.
- **Filtro OCV:** Filtrar el aceite que ingresa a OCV.
- **Ensamble CVVT:** Es el cuerpo con cámaras de llenado de aceite ubicadas al extremo de árbol de levas en la cadena de distribución. (RENTING FINDERS, 2014)



### 2.2.2.2 Ventajas del sistema CVVT

Entre las ventajas que este sistema ofrece ante la innovación automotriz en la actualidad para continuar utilizando los motores de combustión interna con menor gases contaminantes, menor consumo de combustible mejorando la eficiencia e incrementando el torque.

### 2.2.3 Ciclo Adkinson



**Figura 6-2:** Ciclo termodinámico Adkinson de presión vs Volumen

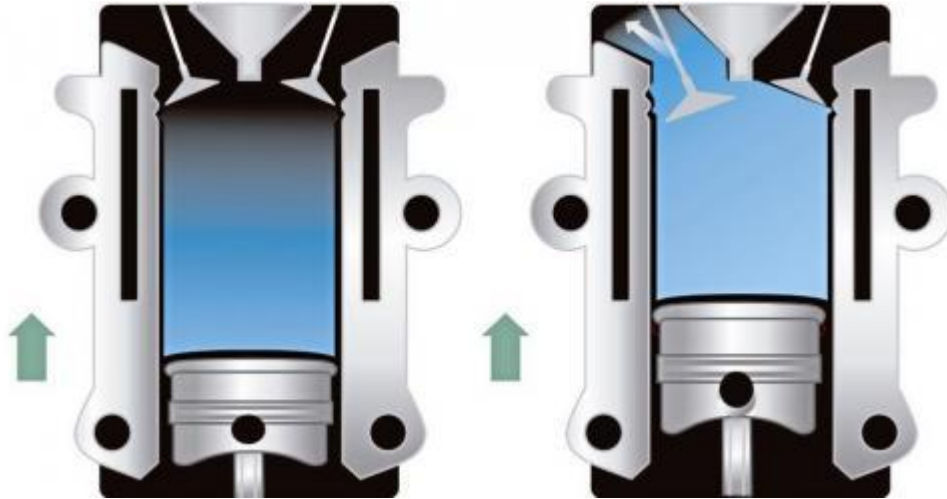
Fuente: Autos.ca, 2015

Basado en el funcionamiento del motor con ciclo térmico Otto y para evitar problemas legales con el motor de cuatro tiempos, utilizado en los últimos años para los vehículos híbridos por su bajo consumo de combustible.

El motor con ciclo Adkinson es más eficaz, ya que se logra tener mayor relación de compresión logrando mayor rendimiento.

#### 2.2.3.1 Principio de funcionamiento

Con leves cambios en el tiempo de cerrado de las válvulas de admisión, permitiendo que regrese un poco de aire cuando el pistón está ascendiendo considerando de esta manera que tendría 5 tiempos. Indicando de una manera distinta su funcionamiento, es que la carrera de compresión es menor que la de expansión. Siendo todo esto útil para aprovechar la eficiencia termodinámica y al existir menos mezcla por ende hay menos consumo. (García, 2020)



**Figura 7-2:** Comparación en el ciclo de admisión de un motor con ciclo Otto y Atkinson

Fuente: Revista Motor, 2019

### 2.3 Transductor de presión WPS500X

Un equipo de diagnóstico que complementa al osciloscopio, utilizada para obtener lecturas de información del comportamiento del motor siendo preciso estos datos. Algunas veces la información obtenida mediante la lectura de códigos de falla no es suficiente para diagnosticar y dar una solución, incluyendo las pruebas realizadas a los sensores y actuadores mediante un osciloscopio. (Pico Technology)

Mediante la utilización del transductor de presión WPS500X de marca PICO, teniendo como una de sus funciones, el medir la presión dentro del cilindro en un periodo de tiempo en el que el motor de combustión interna este encendido, utilizando estos diagramas de información del comportamiento de la presión, nos ayudara a diagnosticar el estado del cilindro y el funcionamiento de sus válvulas. (Pico Technology)



**Figura 8-2:** Transductor de presión WPS500X

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

### 2.3.1 *Funcionamiento*

Equipo fabricado específicamente para 3 test de comprobaciones que se realizarán en el vehículo que son:

- **Test de presión:** con el objetivo de evaluar a presiones dentro del cilindro en dos puntos ya sea solo en arranque y también con el vehículo encendido.
- **Test de presión de colector de admisión:** el propósito es evaluar las presiones generadas en el múltiple de admisión de MCI a gasolina en dos fases en condiciones de arranque y en condición que el vehículo este encendido.
- **Test presión de escape:** evaluando las presiones producidas en el escape durante el arranque. (Pico Technology)

### 2.3.2 *Parámetros*

Los parámetros a los que estaría sometido este equipo ya sea en presiones y funcionamiento serán las siguientes:

- Tiempo de respuesta: 100 $\mu$ s
- Presión máxima: 34 bar o 500 psi
- Función de zoom
- Batería recargable de LiPo
- Válvula de purga
- Automáticamente se encera

- Filtro de ruido (Pico Technology)

## 2.4 Osciloscopio Automotriz

En la época actual, era post moderna de grandes adelantos científicos y tecnológicos de los autos este equipo se ha vuelto indispensable para la visualización de diagramas o medidas eléctricas que crean los sensores y también los datos que reciben los actuadores por parte de la ECU, en si el osciloscopio es un captador de señales de voltaje de mayor velocidad, las cuales no se pueden apreciar de la misma manera con un multímetro, logrando mediante este dispositivo observar; periodos, amplitudes, frecuencias, y valores mínimos y máximos. (Adtoavance, 2020)

### 2.4.1 Osciloscopio de la marca PicoScope serie 4225

Posee un muestreo con mayor eficiencia en los osciloscopios de su categoría, alcanza a obtener hasta 400 millones de muestras por cada segundo, capaces de evaluar y alcanzar la velocidad de señales CAN, siendo capaz y estar a la vanguardia de los vehículos de última generación.

Posee mayor rango de entrada de hasta  $\pm 200$  V y cuando se utiliza una sonda con escala puede alcanzar los 1400V y hasta un mayor valor.



**Figura 9-2: Osciloscopio PicoScope**

Fuente: Datasheet PicoScope, PICO Technology (Pico Technology)

### 2.4.2 Pasos para su uso

Reconocer la marca y modelo del osciloscopio automotriz que usaremos en este caso será el PicoScope 4225.

- a) Reconocer el sensor de la cual se va a extraer la señal

- b) Mediante un multímetro reconocer en el sensor el cable que es de señal
- c) Conectar el cable de color rojo del canal uno del osciloscopio a la señal de salida y el cable de color negro a un punto de masa del vehículo
- d) Ajustar las escalas aproximadas que se estima obtener la señal en el programa del osciloscopio
- e) Proceder a encender el vehículo
- f) Ajustar la escala minuciosamente para poder observar la trama de la señal de una mejor manera y poder diagnosticar si el sensor está trabajando de manera adecuada y que tenga el comportamiento correcto.

## 2.5 Autel MaxiSys Ultra

Es una herramienta digital especializada para el diagnóstico de automóvil, con múltiples funciones, siendo una de los últimos modelos lanzados por la marca Autel, con sus funciones mejoradas y con ayuda de guías de reparación.



**Figura 10-2:** Scanner Autel MaxiSys Ultra

Fuente: (Autel, 2020)

### 2.5.1 Pasos para el uso de Scanner

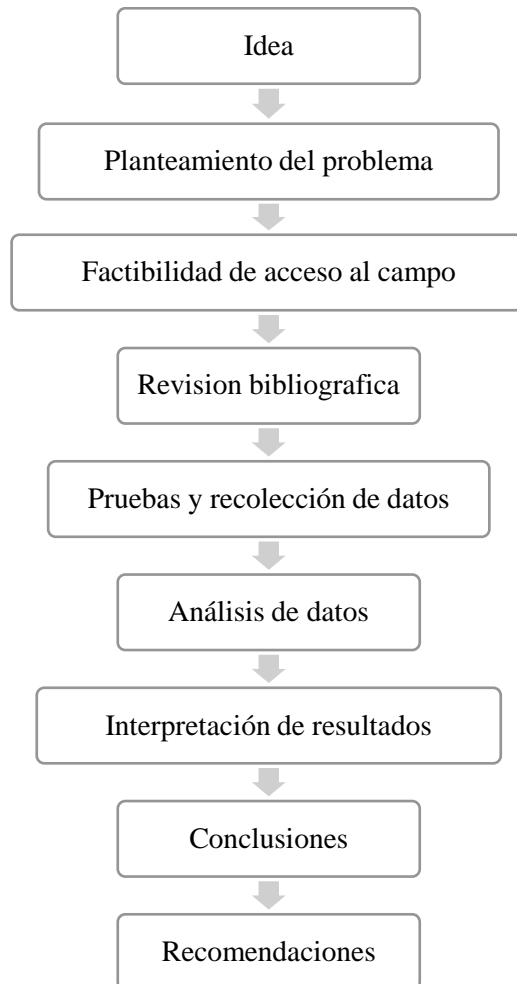
- Poner el vehículo en modo KOEO.
- Conectar el Dispositivo de bluetooth en el conector de OBDII del vehículo.

- Buscar por la marca modelo y lugar de ensamblaje del vehículo en la Tablet.
- O ingresar a reconocer el vehículo por el numero VIN.
- Poner en la opción funciones especiales o datos en vivo
- Escoger los datos que queremos observar
- Los siguientes pasos depende del tipo de vehículo y el tipo de prueba que se quiera realizar.

## CAPITULO III

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 Diagrama de etapas del proyecto



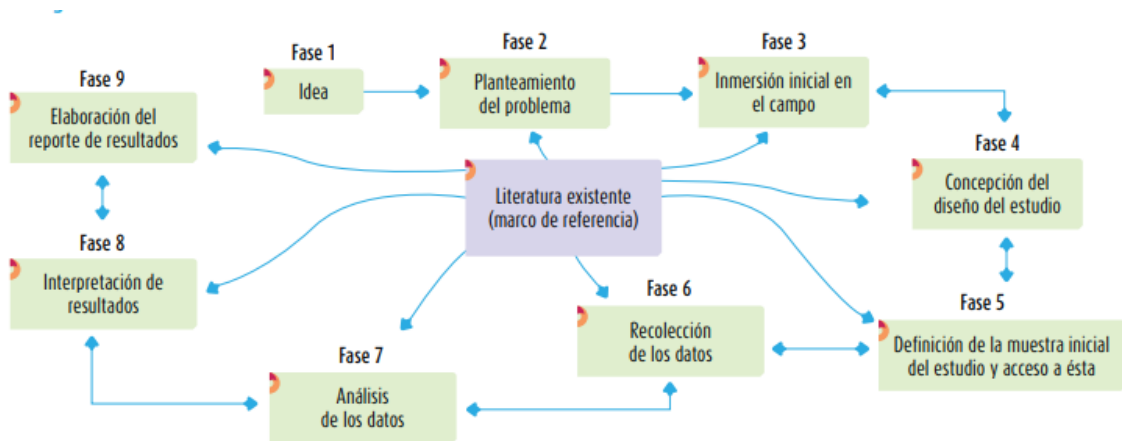
**Figura 11-3:** Diagrama de etapas del proyecto

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

#### 3.2 Metodología de la investigación a realizar

Utilizando el análisis cualitativo con un enfoque longitudinal, guiado hacia la recolección de datos no cuantificables y tomados uno tras otro en función del tiempo y posteriormente al análisis y llegar a un resultado esperado, en el presente estudio se describirá a través de la observación, el análisis técnico comportamiento de la presión en el cilindro en función del tiempo. (Botía Morillas & Jurado Guerrero , 2018)

Se utilizará un método descriptivo, ya que se basa en la descripción de características y fenómenos actuales, aplicados en la investigación, detallando los diagramas que se obtendrá de la presión del cilindro, mediante el transductor de presión y osciloscopio automotriz, para ser analizado su ciclo termodinámico y comportamiento de las partes mecánicas que forman parte del proceso termodinámico. (OKDIARIO, 2018)



**Figura 12-3:** Proceso cualitativo

**Fuente:** Metodología de la investigación (Hernández Sampieri, 2014)



### 3.3 Planificación o cronograma de actividades

**Tabla 1-3:** Cronograma de actividades

Actividad	Tiempo de duración																			
	Semanas																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Declaración del tema de trabajo de integración curricular		■																		
Elaboración del anteproyecto			■																	
Adquisición del escáner automotriz				■	■	■														
Adquisición del sensor de presión						■	■	■												
Ensayo en vehículo convencional										■	■									
Ensayo en vehículo híbrido												■								
Configuración de diagramas												■	■							
Recolección de diagramas													■							
Análisis de datos															■	■				
Elaboración de borradores																	■	■		
Corrección de borradores																			■	■
Redacción del trabajo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revisión final																				

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

### 3.4 Recursos y materiales

#### 3.4.1 Equipos y recursos

**Tabla 2-3:** Equipos utilizados en la realización del proyecto

EQUIPO	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Osciloscopio	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2 canales</li> <li>➤ Precisión de <math>\pm 1\%</math></li> <li>➤ Velocidad de muestras 400MS/s</li> <li>➤ Entrada max de <math>\pm 200V</math></li> <li>➤ Conexión USB 2.0, 3.0</li> </ul>	Capacidad de medir y registrar datos de sensores y actuadores del vehículo para posteriormente realizar un diagnóstico.
Sensor	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presión max 500psi</li> <li>➤ Tiempo de respuesta 100 <math>\mu s</math></li> <li>➤ Función de zoom</li> <li>➤ Batería LiPo</li> <li>➤ Válvula de alivio</li> <li>➤ Filtro de ruido</li> <li>➤ Sensibilidad desde 0.07psi</li> </ul>	Capacidad de ajustar la escala de funcionamiento del sensor para una fácil recolección de datos.
Vehículo 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Marca: Kia</li> <li>➤ Modelo: Optima</li> <li>➤ Año: 2015</li> <li>➤ Cilindraje: 2000cc</li> <li>➤ Tipo: Sedan</li> <li>➤ Combustible: Gasolina</li> <li>➤ Híbrido: Si</li> <li>➤ Sistema de Válvulas variables: Si</li> </ul>	Vehículo híbrido con ciclos de trabajo Otto y CVVT
Vehículo 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Marca: Chevrolet</li> <li>➤ Modelo: Vitara</li> <li>➤ Año: 2010</li> <li>➤ Cilindraje: 1600cc</li> <li>➤ Tipo: Jeep</li> <li>➤ Combustible: Gasolina</li> <li>➤ Híbrido: No</li> <li>➤ Sistema de Válvulas variables: No</li> </ul>	Vehículo convencional con un motor de combustión interna a gasolina, no posee sistema de válvulas variables.
PC	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Toshiba</li> </ul>	Pc compatible con los requisitos

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Satellite</li> <li>➤ Core i7</li> <li>➤ NVIDIA GEFORCE</li> <li>➤ Windows 10</li> <li>➤ Procesador x64</li> </ul>	que demanda el programa para la instalación y manipulación de los datos.
--	--	--

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

### 3.4.2 Recursos humanos

Al estar realizando un proyecto tipo técnico, se necesitará aportes técnicos en conocimiento y experiencia que facilitaran y direccionaran para obtener los mejores resultados del proyecto, así como la certificación de los datos y procesos que se aplicó.

**Tabla 3-3:** Tabla de recursos humanos utilizados en el proyecto

Recurso humano	Cantidad
Director de proyecto	1
Asesor de proyecto	1
Docente de Carrera de Ingeniería Automotriz ESPOCH	2
Ingeniero Automotriz	2
Técnico Automotriz	2

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

### 3.4.3 Recursos económicos

Los recursos económicos utilizados en este proyecto, fueron por una fuente de financiamiento interna en su mayoría, detalladamente se observará en las tablas a continuación.

#### 3.4.3.1 Costos directos

Costos que influyen directamente al proyecto, siendo indispensables para su desarrollo.

**Tabla 4-3:** Tabla de costos directos

N°	Actividad	Cantidad	Costo total (\$)	Fuente de financiamiento	
				Interna	Externa
1	Alquiler Vehículo híbrido	1	100		

2	Alquiler Vehículo Convencional	1	40		
3	Alquiler Osciloscopio Automotriz	1	20		
4	Alquiler Transductor de presión	1	20		
5	Acoples de adaptación	3	10		
6	Computadora mantenimiento	2	40		
7	Alquiler herramientas	2	20		
8	Técnico Automotriz	1	70		
Total		12	320		

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

#### 3.4.3.2 Costos indirectos

Estos costos son los que no influyen directamente al proyecto

**Tabla 5-3:** Costos indirectos

Nº	Actividad	Cantidad	Costo total (\$)	Fuente de financiamiento	
				Interna	Externa
1	Impresión documentos	1	40		
2	Arriendo por localidad	1	100		
3	Movilidad	2	80		
Total		4	220		

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

### 3.4.3.3 Costo total

Será los costos totales que tuvo la realización del proyecto, que sería la suma de los costos directos más los indirectos.

**Tabla 6-3:** Costos totales

Costos	Valor	Financiamiento interno	Financiamiento externo
Directos	320		
Indirectos	220		
Total	540		

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

## 3.5 Desarrollo del proyecto

Se describirá detalladamente los pasos que se siguieron para realizar la obtención de los datos en los vehículos.

### 3.5.1 Pasos para realizar la obtención de datos del vehículo híbrido

- Conseguir el vehículo que cumpla con los requisitos para la obtención de datos.



**Figura 13-3:** Vehículo Híbrido

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

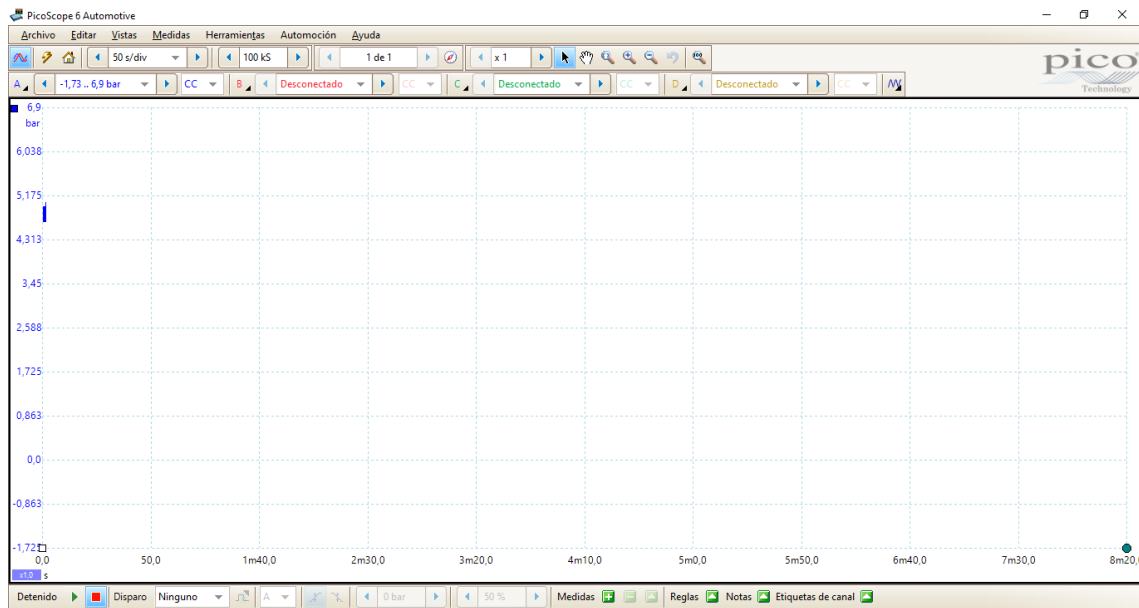
- Extraer la bobina del cilindro número uno.
- Extraer la bujía del cilindro número uno.
- Colocar la manguera de conexión con el transductor de presión WPS500x en el lugar de la bujía.



**Figura 14-3: Conexión del transductor de presión al cilindro en lugar de la bujía**

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

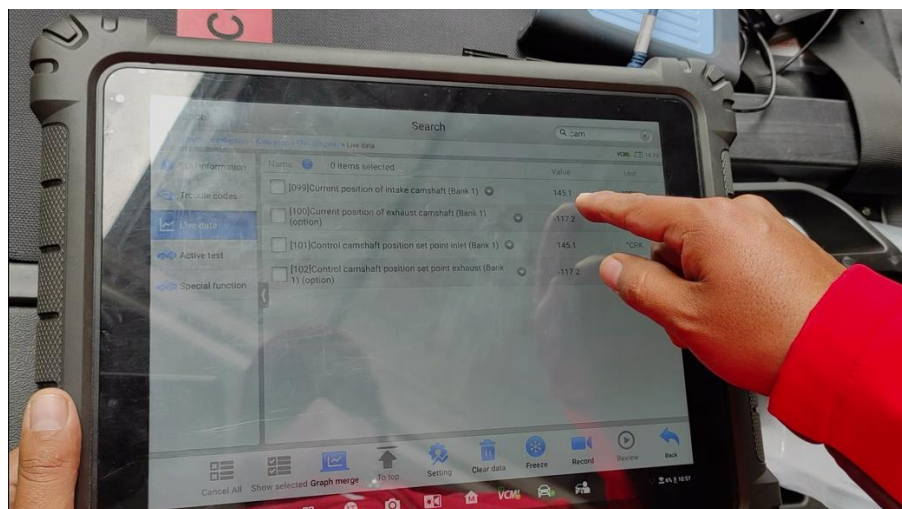
- Encender el transductor sin conectar al acople de la manguera.
- Conectar el transductor de presión WPS500x al canal A del osciloscopio PICOSCOPE serie 4225.
- Abrir el software del osciloscopio PICOSCOPE en la PC.
- Conectar el cable del osciloscopio a la Pc para que se establezca la comunicación, para posteriormente la obtención de datos.
- Programar el software en predeterminado para el transductor de presión WPS500X en modo compresión ON.



**Gráfico 1-3:** Ventana de software Picoscope

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

- Conectar el scanner AUTEL en comunicación con el vehículo mediante el OBD II.
- Reconocer el vehículo por medio del VIN
- Colocar el scanner en modo datos en vivo, seleccionando: Velocidad del motor, ajuste de posición del árbol de levas de admisión y de escape.

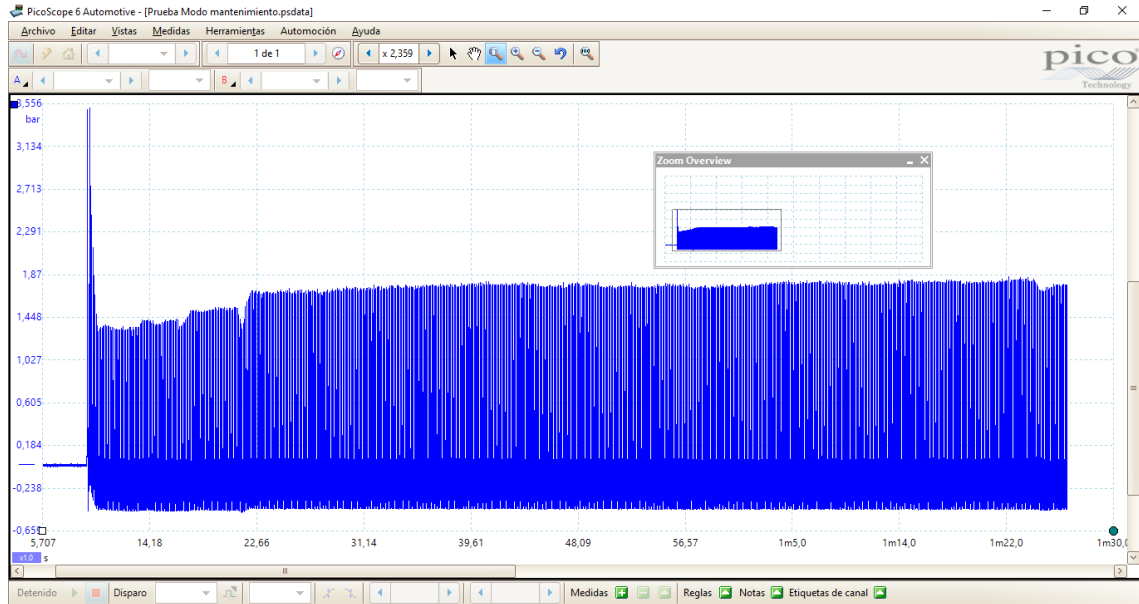


**Figura 15-3:** Configuraciones del Scanner automatriz

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

- Ponemos en Software del osciloscopio que lo datos tomados sean de 60 segundo, los cuales serán grabados y disponibles para hacer zoom.
- Encender el vehículo y dejarlo en *parking*,

- Encender el AC para que las baterías se descarguen y el MCI se encienda para cargarlas
- Una vez el motor encendido ya observamos el diagrama de comportamiento de la presión del cilindro obtenido por el Transductor de presión WPS500X.



**Gráfico 2-3:** Diagrama de osciloscopio de la presión del cilindro

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

- Ya obtenidos los datos en un periodo de 60 segundos, procedemos a hacer zoom para observar el comportamiento en un ciclo del motor (dos vueltas del cigüeñal o  $720^\circ$ ).
- Las reglas de grados las colocamos de pico a pico superior y con un total de  $720^\circ$  dividiendo la regla en 4 obtendremos los PMS y el PMI del pistón.
- Realizar el análisis del diagrama de comportamiento del cilindro, utilizando las herramientas disponibles en el software de Picoscope.



### 3.5.2 Pasos para realizar la obtención de datos del vehículo convencional



**Figura 16-3:** Vehículo convencional

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

- Extraer la bobina del cilindro número uno.
- Desconectar el inyector del cilindro número uno.
- Extraer la bujía del cilindro número uno.
- Colocar la manguera de conexión con el transductor de presión WPS500x en el lugar de la bujía.

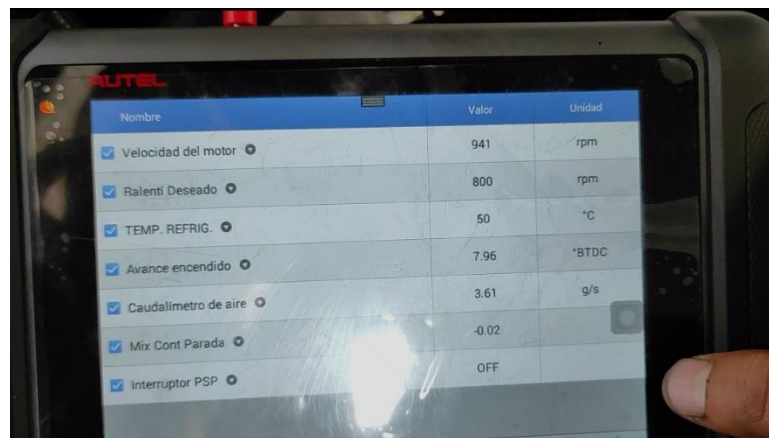


**Figura 17-3:** Conexión de traductor de presión al cilindro del vehículo convencional

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

- Encender el transductor sin conectar al acople de la manguera.

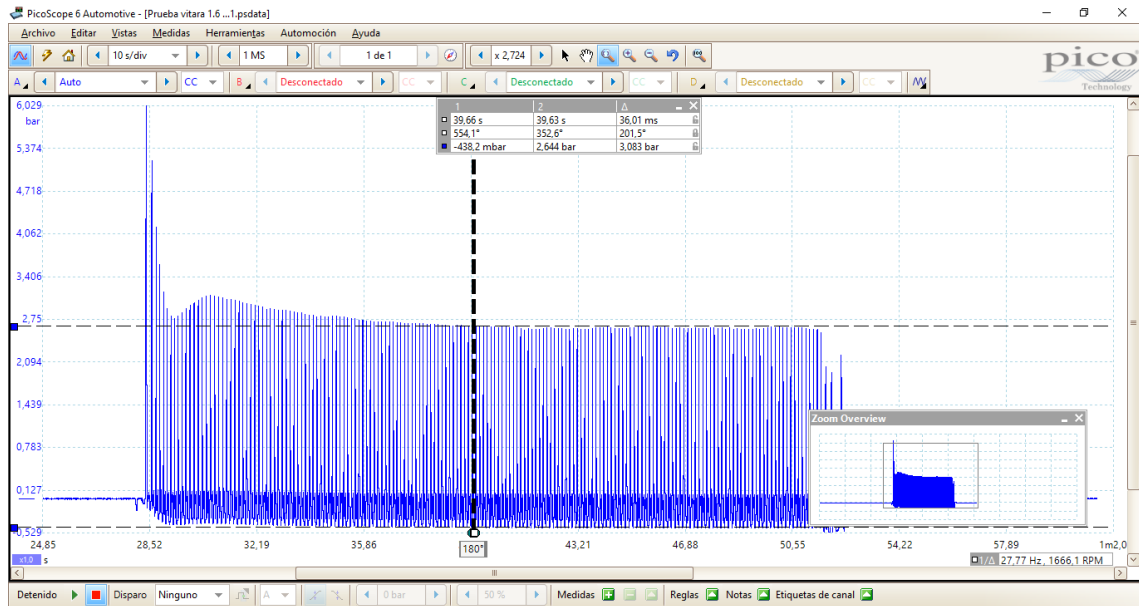
- Conectar el transductor de presión WPS500x al canal A del osciloscopio PICOSCOPE serie 4225.
- Abrir el software del osciloscopio PICOSCOPE en la PC como muestra la Gráfico 1-3: Ventana de software Picoscope
- Conectar el cable del osciloscopio a la Pc para que se establezca la comunicación, para posteriormente la obtención de datos.
- Programar el software en predeterminado para el transductor de presión WPS500X en modo compresión ON.
- Conectar el scanner AUTEL en comunicación con el vehículo mediante el OBD II.
- Reconocer el vehículo por medio del VIN
- Colocar el scanner en modo datos en vivo, seleccionando: Velocidad del motor, Avance de encendido.



**Figura 18-3:** Scanner automotriz con los datos en vivo

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

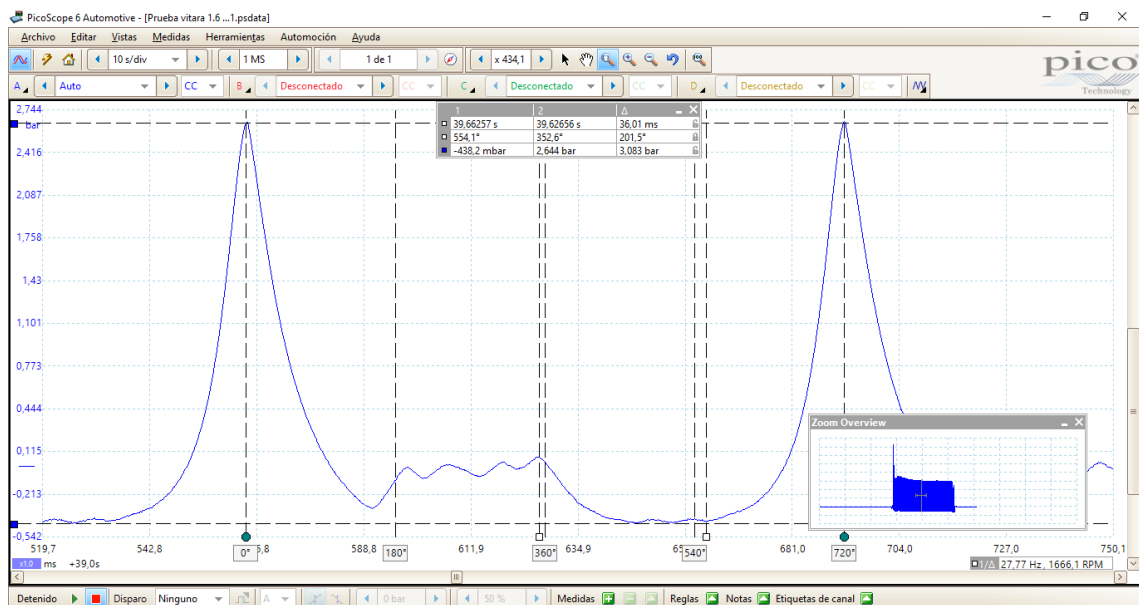
- Ponemos en Software del osciloscopio que lo datos tomados sean de 60 segundo, los cuales serán grabados y disponibles para hacer zoom.
- Una vez el motor encendido el motor de combustión interna del vehículo, observamos el diagrama de comportamiento de la presión del cilindro obtenido por el Transductor de presión WPS500X.



**Gráfico 3-3:** Diagrama de presión del cilindro vehículo convencional

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

- Ya obtenidos los datos en un periodo de 60 segundos, procedemos a hacer zoom para observar el comportamiento en un ciclo del motor (dos vueltas del cigüeñal o  $720^\circ$ )
- Las reglas de grados las colocamos de pico a pico superior y con un total de  $720^\circ$  dividiendo la regla en 4 obtendremos los PMS y el PMI del pistón.



**Gráfico 4-3:** Diagrama de presión del cilindro de un ciclo o  $720^\circ$ .

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

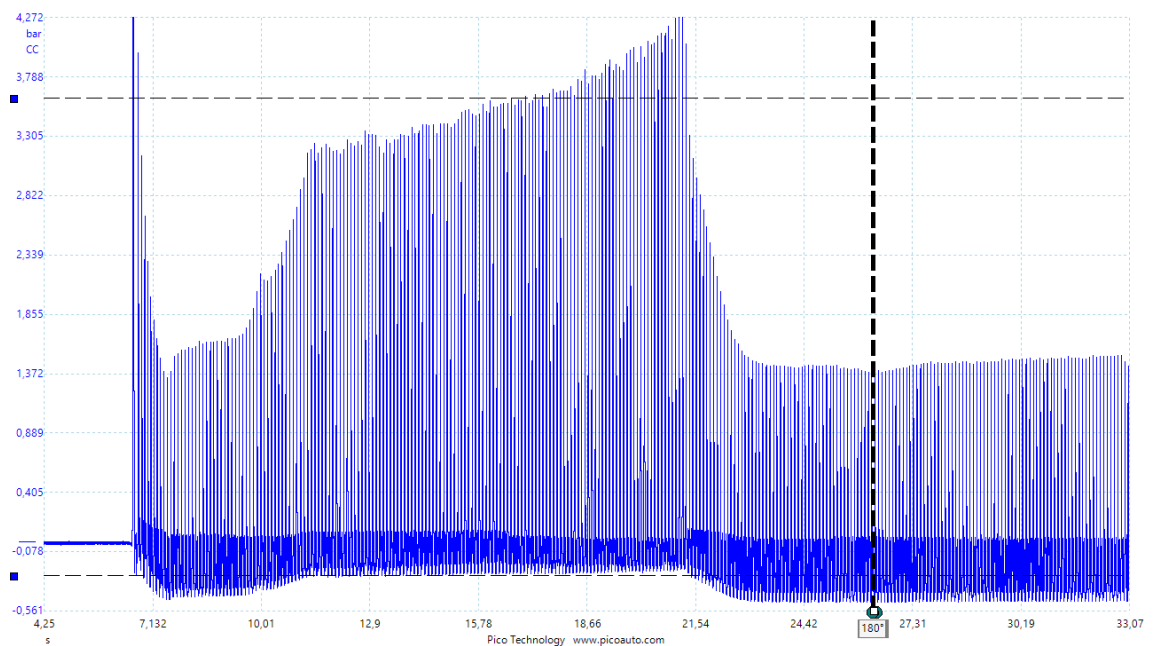
- Realizar el análisis del diagrama de comportamiento del cilindro, utilizando las herramientas disponibles en el software de picoscope.

## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 Gestión del proyecto

##### 4.1.1 Vehículo Híbrido

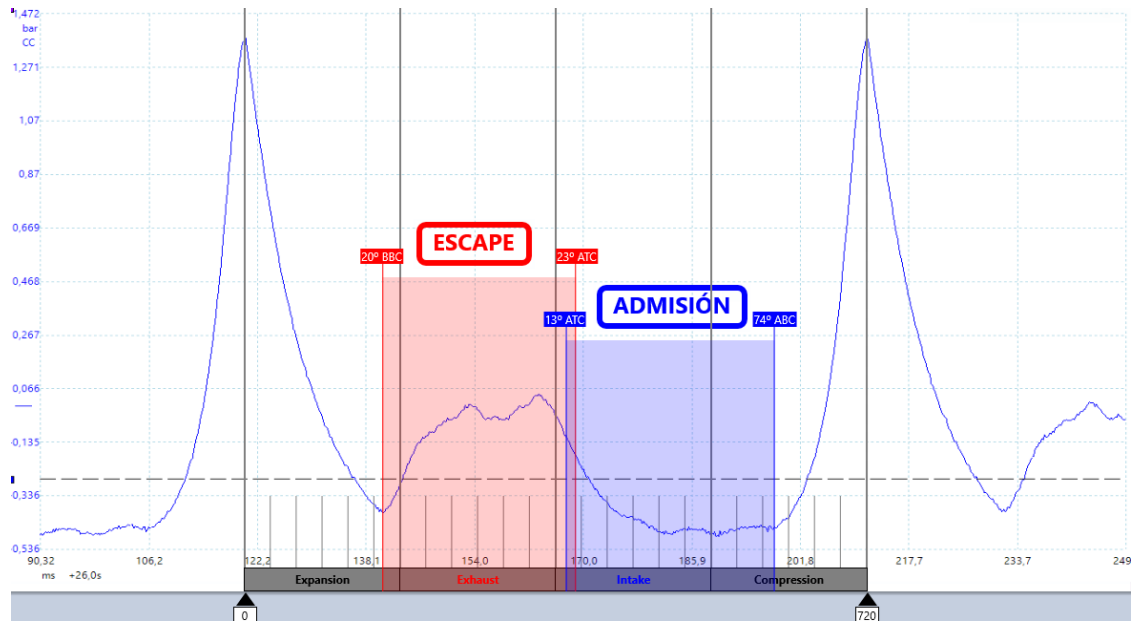


**Gráfico 1-4:** Trama completa de la presión del cilindro de V.H. modo carga.

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

#### Descripción

En la presente figura, observamos la trama completa obtenida desde el Osciloscopio automotriz con el uso del transductor de presión que va conectado en lugar de la bujía para obtener la presión del cilindro en marcha mínima cuando el MCI se enciende para cargar las baterías. Tiene una presión aproximada a 1.4 bares en compresión.

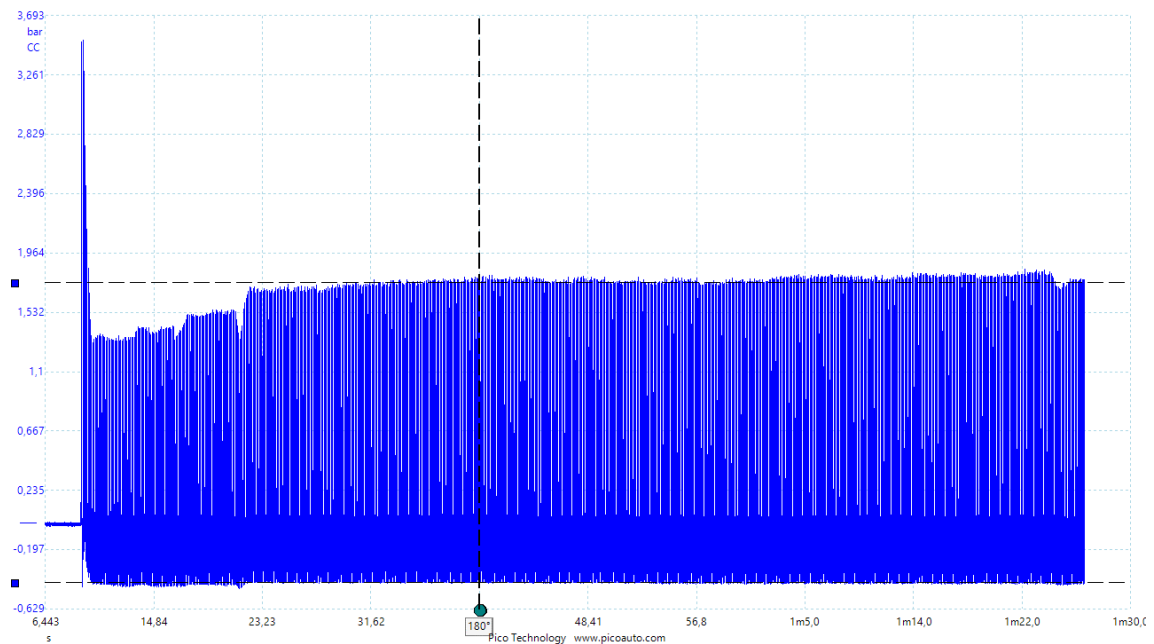


**Gráfico 2-4:** Diagrama de presión del cilindro del MCI de vehículo Híbrido en modo carga.

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

### Descripción

En este diagrama se describe los ángulos de retraso o avances de apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape del motor de combustión interna de un vehículo híbrido en el momento en que se enciende para iniciar la carga de las baterías, y utilizando las herramientas características del software del osciloscopio.

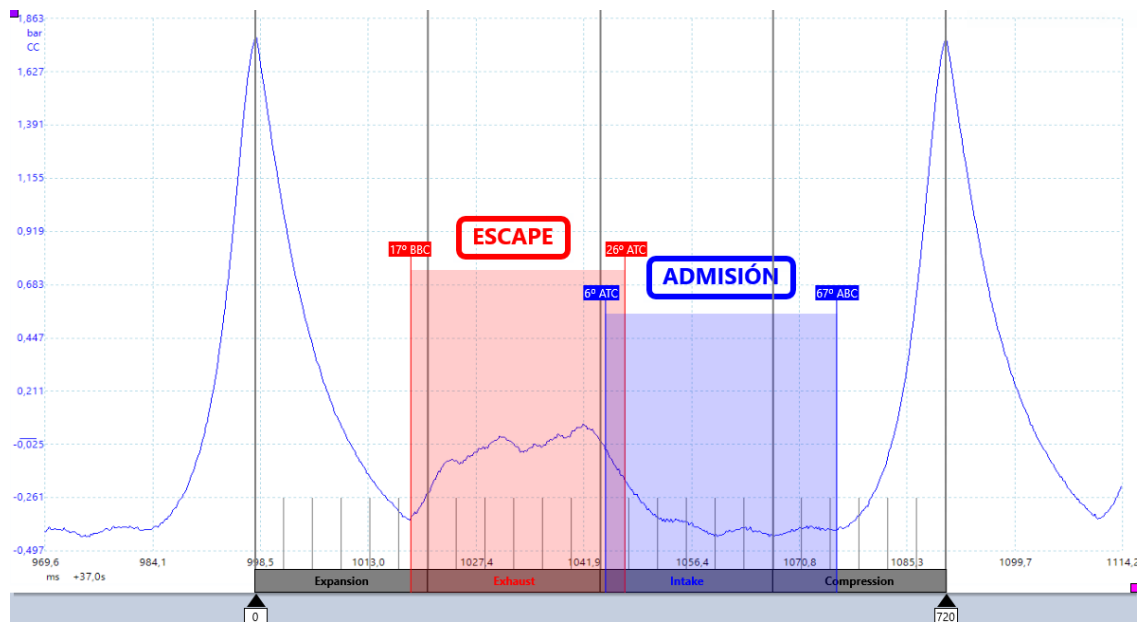


**Gráfico 3-4:** Trama completa de la presión del cilindro del vehículo híbrido en modo mantenimiento.

Realizado por: Erazo Joseth, 2021.

## Descripción

Observamos la trama completa de datos del transductor de presión y obtenidos por medio del osciloscopio automotriz cuando el vehículo fue encendido por medio del Scanner automotriz en modo de mantenimiento, para posteriormente analizarlos utilizando las características del software Picoscope. Teniendo una presión aproximada de 1.7 bares en compresión.



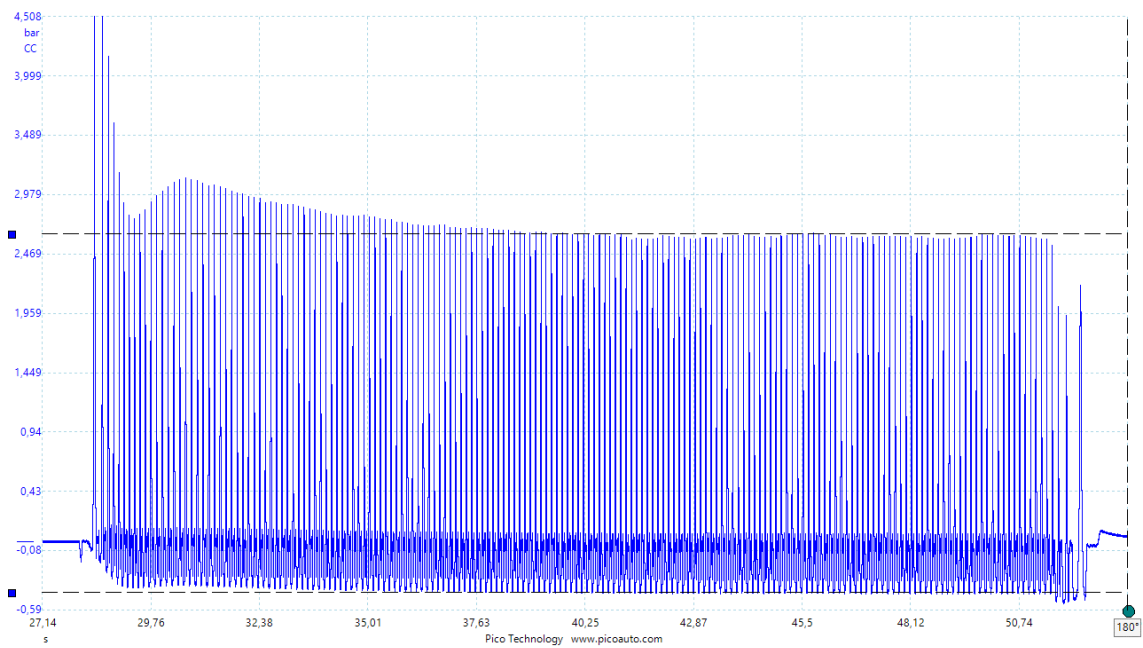
**Gráfico 4-4:** Diagrama de un ciclo termodinámico del vehículo híbrido en modo mantenimiento

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

## Descripción

En el diagrama se puede estimar el comportamiento del cilindro en función de la presión de un vehículo híbrido en un estado de mantenimiento en el cual el motor de combustión interna fue encendido mediante las funciones especiales que se puede realizar por medio de un Scanner Automotriz y analizando mediante el comportamiento de la presión las acciones de las válvulas de admisión y escape.

### 4.1.2 Vehículo convencional

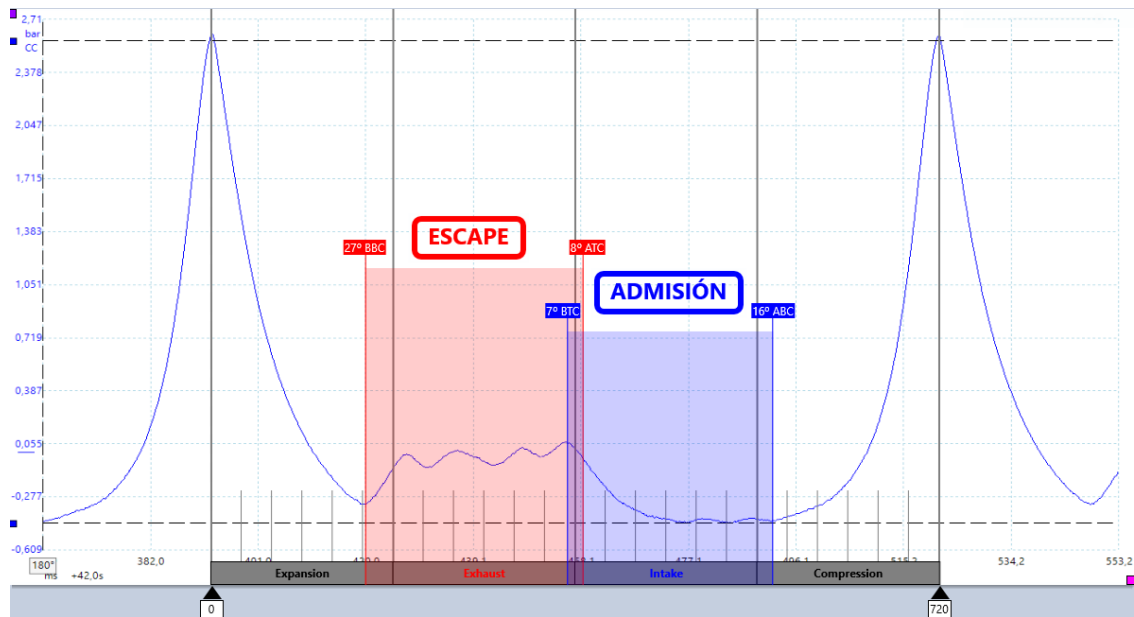


**Gráfico 5-4:** Diagrama de la presión del cilindro de MCI vehículo convencional análisis de presión.

**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

#### Descripción

Trama completa de datos tomados mediante el Transductor de presión conectado en el lugar de la bujía y el Osciloscopio automotriz en un vehículo convencional con el MCI encendido en marcha mínima, para posteriormente analizarlo utilizando las características del Software del mismo Osciloscopio. Teniendo una presión aproximada de 2.6 bares en compresión.



**Gráfico 6-4:** Diagrama de presión del cilindro del MCI de vehículo convencional

Realizado por: Erazo Joseth, 2021

### Descripción

El diagrama de la presión dentro del cilindro en un ciclo, con el MCI encendido y en marcha mínima, mediante el comportamiento de la presión se señaló las aperturas y cierres de las válvulas de admisión y escape, mediante los datos que se extraigan serán comparados con los del vehículo híbrido.

## 4.2 Análisis de resultados

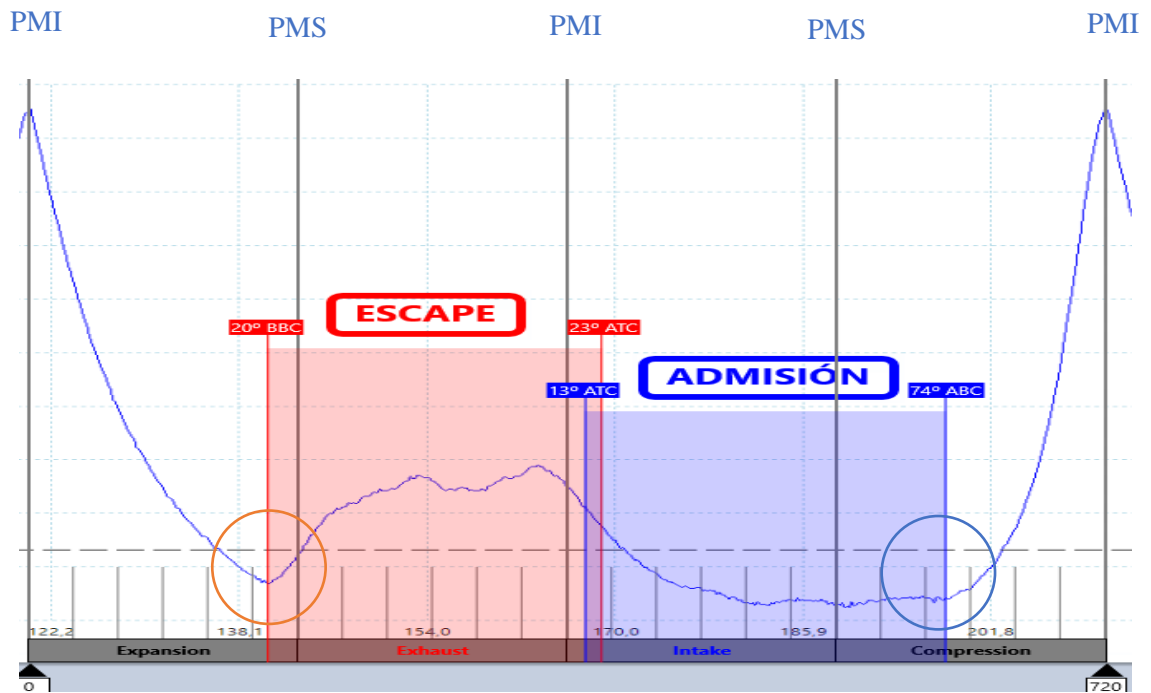
El análisis está dividido en tres partes; vehículo híbrido, vehículo convencional, comparativa entre los dos vehículos.

### 4.2.1 Análisis de los resultados obtenidos del vehículo híbrido

#### 4.2.1.1 En estado de carga de la batería de alto voltaje

Las gráficas de comportamiento del cilindro muestran de manera real la conducta de la presión en los cilindros del motor de combustión interna en el vehículo híbrido en estado de carga de las baterías, y así deducir mediante los cambios sobresalientes de la presión, el comportamiento de las válvulas de escape y admisión, y la variación en tiempo real de los ángulos en los árboles de levas.





**Gráfico 7-4:** Diagrama de presión de vehículo híbrido

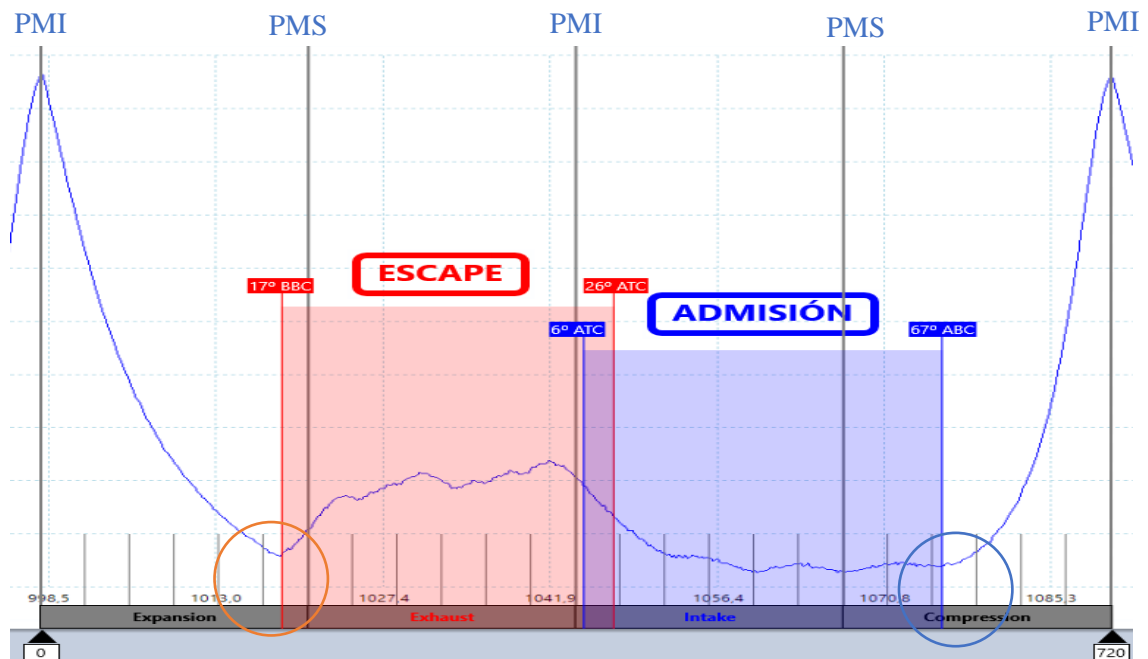
**Realizado por:** Erazo Joseth, 2021

El comportamiento del árbol de levas del escape tiene un avance en la apertura de las válvulas de 13° antes del PMI, con este adelanto tan corto de la apertura de las válvulas se aprovecha todo el trabajo de la expansión. El retraso en el cierre de 23° después del PMS ya en la carrera de admisión permitiendo que salga por completo los gases ya combustionados.

El árbol de levas de la admisión tiene un retraso de 13° en la apertura, y también un retraso en el cierre de 74° después del PMI encontrándose ya en la carrera de compresión, permitiendo que parte de la mezcla, retorne al múltiple de admisión, por tanto, a menor mezcla menos combustible utilizado,

#### 4.2.1.2 En modo de mantenimiento del MCI del vehículo híbrido

El diagrama de presión obtenido mediante el sensor permite describir el comportamiento de los avances y retrasos de los árboles de levas, realizando el encendido mediante funciones especiales del Scanner Automotriz.



**Gráfico 8-4:** Diagrama de presión de vehículo híbrido.

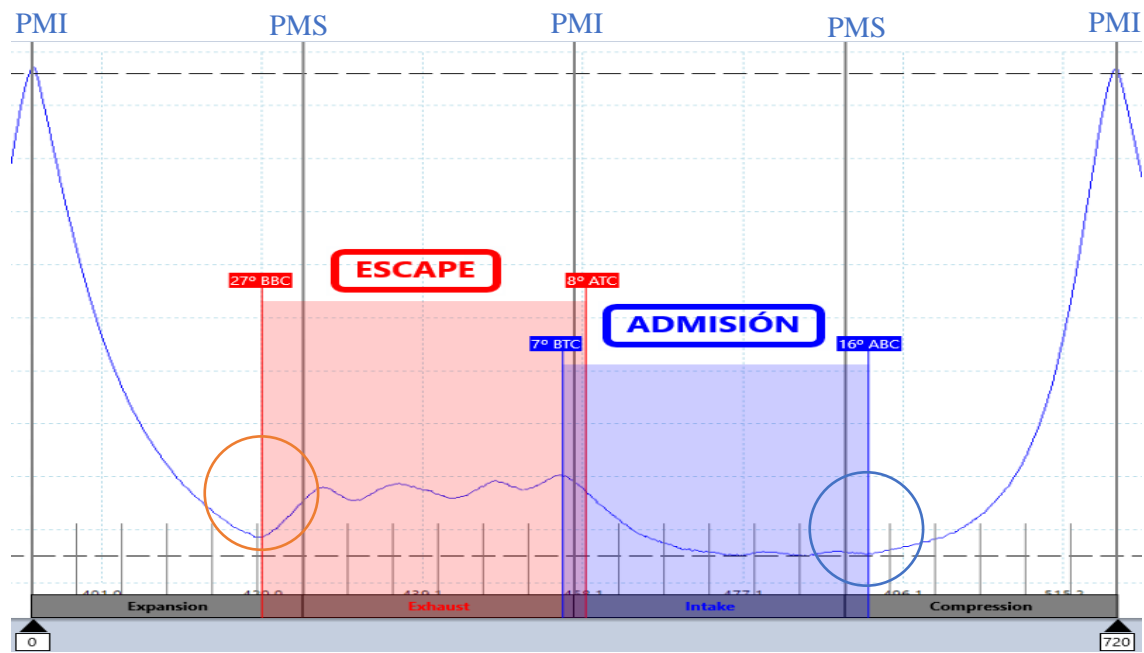
Realizado por: Erazo Joseth, 2021

El árbol de levas del escape tiene un avance de  $17^\circ$  del PMI en la carrera de expansión, permitiendo que se aproveche con mayor eficiencia el poder calorífico de la expansión por la combustión de la mezcla, tiene un retraso en el cierre de  $26^\circ$ , con un total de  $223^\circ$  de apertura de la válvula.

El comportamiento del árbol de levas de la admisión tiene un retraso de apertura de  $6^\circ$  del PMS en la carrera de admisión, y un retraso de  $67^\circ$  del PMI en la carrera de compresión permitiendo que parte de la mezcla retorne al múltiple de admisión, permitiendo un reflujo de la mezcla y a menor mezcla, menor combustible consumido y por ende se aprovecha mejor el poder calorífico, pero como resultado de la fuera producida es menor en el torque y potencia.

#### 4.2.2 *Análisis de los resultados obtenidos del vehículo convencional*

El vehículo convencional nos referimos a un vehículo que solo funciona con el motor de combustión interna, que no tiene el sistema de válvulas continuamente variables por ende de la presión dentro de los cilindros va a ser muy equivalente en cualquier instante.

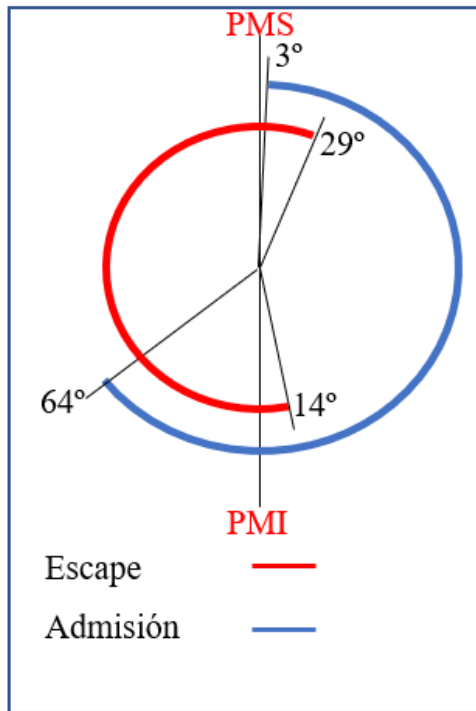


**Gráfico 9-4:** Diagrama de presión de vehículo convencional

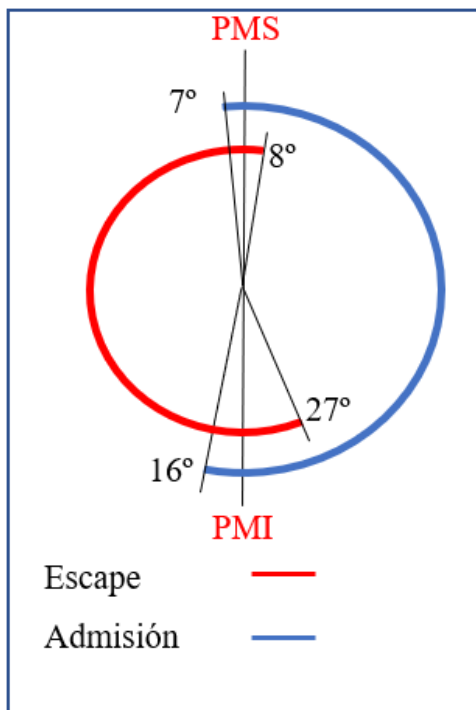
Realizado por: Erazo Joseth, 2021

El avance de la apertura de las válvulas de escape siempre será de 27° desde el PMI en la carrera de expansión, y el retraso de cierre será de 8° después del PMS ya en la carrera de admisión, en cambio en el adelanto de apertura de las válvulas de admisión es de 7° del PMS en la carrera de escape, existiendo un traslape de 16° es cuando las válvulas de escape y admisión se encuentran abiertas mediante esta acción consiguiendo que los gases de escape salgan totalmente, y un retraso en el cierre de 16° desde el PMI en la carrera de compresión, permitiendo que el cilindro se llene completamente por la dirección de flujo que existe en la admisión permitiendo que así sea que el pistón este ascendiendo continúe entrado mezcla al cilindro.

### 4.2.3 Comparación y análisis entre los dos tipos de vehículos



**Figura 19-4:** Ángulos de avance y retraso de los árboles de levas del vehículo híbrido  
Realizado por: Erazo Joseth, 2021



**Figura 20-4:** Ángulos de avance y retraso de los árboles de levas del vehículo convencional  
Realizado por: Erazo Joseth, 2021

Teniendo la presión de los cilindros en estado de compresión de 1.5 bares en el vehículo híbrido en estado de carga o mantenimiento y en el vehículo convencional de 2.6 bares de presión constante en el estado de compresión.

La diferencia entre los dos motores principalmente es el consumo, pero llevando el análisis más a fondo, es la obtención de mayor potencia y torque con un menor cilindraje aprovechando de mejor manera la energía desprendida de la combustión, ya sea en estado de carga de las baterías híbridas o en estado que demande mayor carga y requiera mayor potencia. Siendo el sistema de variación continua de las válvulas las cuales van cambiando según la conducción o estado del motor, que son ordenadas por el conductor y la ECU que trata de brindar el mejor desempeño al motor. Que a diferencia de un vehículo convencional sin este sistema tiene un constante desempeño y el poder calorífico no es aprovechado al máximo teniendo por consiguiente mayor consumo de combustible.

El CVVT ayuda al motor del vehículo híbrido a tener un consumo mínimo teniendo menor potencia en el motor ya que para cargar las baterías no requiere. El motor de combustión interna se enciende, retrasando el cierre de la válvula de admisión, permite que parte de la mezcla retorne al múltiple de admisión y por lo tanto la compresión es retrasada y la cantidad de mezcla que se comprime será menor y por ende la presión disminuye. este ciclo termodinámico se asemeja al ciclo Adkinson y la mezcla que se queda en el cilindro es menor.

## **CONCLUSIONES**

A través de la revisión bibliográfica se puede evidenciar que la información existente fue fundamental para el proyecto y ayudó a direccionar la investigación correctamente, obteniendo resultados positivos y satisfactorios.

Se logro obtener los datos suficientes con el uso del transductor de presión dentro del cilindro de los motores y mediante los cuales analizamos el comportamiento del ciclo termodinámico con el cual se determinó que en el motor del vehículo híbrido los árboles de levas cambian la configuración para no brindar tanta potencia ya que el objetivo de este motor es mover el generador eléctrico que alimenta las baterías de alto voltaje.

Fue posible adquirir los diagramas del comportamiento de la presión de un cilindro del motor de combustión interna del vehículo híbrido, mientras el vehículo se enciende para cargar las baterías de alto voltaje y modo mantenimiento, funcionando el motor con los 3 cilindros restantes en los dos casos, al igual que en el motor convencional.

Los diagramas ayudo a determinar la presión dentro del cilindro de combustión interna de los dos tipos de motores y reflejo el comportamiento de los ciclos termodinámicos que acontecen dentro del cilindro y que es diferente entre el motor de un vehículo híbrido y convencional, ya que en el vehículo híbrido cumple la función de cargar la baterías de alto voltaje y cuando necesita de mayor demanda la comparte hacia tracción de las ruedas, a diferencia del vehículo convencional es específicamente para mover el vehículo.

## **RECOMENDACIONES**

Motivar a la elaboración de proyectos de investigación respecto de los vehículos híbridos para conocer su funcionamiento preciso y si son aptos para realizar las pruebas.

Para que los datos sean fiables sugiero que sean tomados en un estado en que el vehículo no sea manipulado, por ejemplo, cuando el MCI se enciende automáticamente para realizar la acción de cargar las baterías.

Para determinar el funcionamiento de los motores de combustión interna de los vehículos se recomienda seguir los correspondientes procesos establecidos de esta forma se obtienen los datos con mayor credibilidad, además se debe tener en cuenta el manual de mantenimiento en el cual nos indica las normas de seguridad para la manipulación de este tipo de vehículo.

El vehículo con el cual se quiere hacer la comparación debe estar en condiciones similares tanto como el régimen de giro, similar cilindrada y en este caso que no posea sistema de válvulas variables ya que es un auto común en el mercado local.

## **Bibliografía**

**AUTO AVANCE.** *APRENDER A USAR BIEN EL OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ* [blog]. 10 de febrero de 2020. [consultada: 8 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/aprender-osciloscopio-automotriz/>.

**ALVARADO, Miguel.** “¿CÓMO IMPULSAR LA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN EL ECUADOR?”. *VISTAZO* [en línea]. 2020, (Ecuador) [consultada: 8 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.vistazo.com/portafolio/como-impulsar-la-movilidad-sostenible-en-el-ecuador-HEVI201341>

**AUTEL.** *MaxiSys ULTRA* [blog]. [consultada: 14 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.autel.com/es/mk3/3771.jhtml>

**AUTO ADVANCE.** *SENSOR ICP O SENSOR DE PRESIÓN RIEL ¿QUÉ ES?* [blog]. 4 de octubre de 2019 [consultada: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/146-sensor-de-presion-del-riel-sistema-common-rail/>

**BOTÍA-MORILLAS, Carmen y Teresa JURADO-GUERRERO.** “EL PROCESO DE UNA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA LONGITUDINAL SOBRE LA TRANSICIÓN A LA MATERNIDAD Y PATERNIDAD EN ESPAÑA”. *EMPIRIA. REVISTA DE METODOLOGÍA DE CIENCIAS SOCIALES* [en línea], 2018, (España) (41), pp. 35-41. [consultada: 7 de abril de 2021]. ISSN 2174-0682 Disponible en: [doi:10.5944/empiria.41.2018.22603](https://doi.org/10.5944/empiria.41.2018.22603)

**BURGUEÑO, Erick.** *VENTA DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS EN ECUADOR 2020.* *STATISTA* [en línea]. 2021 [consultada: 7 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/1134807/volumen-ventas-vehiculos-hibridos-ecuador/>.

**CAPUTO, Diego; et al.** “SENSORES INDUSTRIALES DE BAJO COSTO PARA LA OBTENCIÓN DEL DIAGRAMA ABIERTO EN MCI”. EN: *CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA CLADI 2017*, ed I. Paraná, Argentina: 2017

**ÁGUEDA CASADO, Eduardo; et al.** *MECÁNICA DEL VEHÍCULO.* ESPAÑA: GRAFICAS SUMMA, 2014. ISBN 978-84-283-3585-0. pp. 34-37.

**CASTILLO, Jairo; et al.** “DETERMINACIÓN DEL TORQUE Y POTENCIA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA MEDIANTE EL USO DE BUJÍA CON SENSOR DE PRESIÓN ADAPTADO Y APLICACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO”. *REVISTA POLITÉCNICA* [en línea]. 2017, (Ecuador) **39**(1), pp. 49–57.



[consultada: 4 de agosto de 2021]. ISSN 2477-8990 Disponible en: [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1390-01292017000100049&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-01292017000100049&lng=pt&nrm=iso)

**CASTILLO, María.** 240 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS CIRCULAN EN ECUADOR - EL COMERCIO. *EL COMERCIO* [en línea]. 9 de junio de 2018 [consultado el 15 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/vehiculoselectricos-ecuador-beneficios-incentivotributarios.html#:~:text=En%20Ecuador%20se%20han%20vendido,el%20segmento%20desde%20ese%20año>

**CHAVEZ, Ivan.** *PROCEDIMIENTO DE MODO MANTENIMIENTO EN VEHÍCULO HÍBRIDO. TAAET* [BLOG]. 19 DE ABRIL, 2020. [consultada: 7 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.taaetcom.app.exur.com/news-taaet-blog/modo-mantenimiento-vehiculo-hibrido-toyota>

**PIELECHA, Ireneusz; et al.** “ANALYSIS OF ENERGY MANAGEMENT STRATEGIES FOR HYBRID ELECTRIC VEHICLES IN URBAN DRIVING CONDITIONS”. *COMBUSTION ENGINES* [en línea]. 2018, **173**(2), pp. 14–18. [consultada: 7 de febrero de 2021]. ISSN 2658-1442. Disponible en: doi:10.19206/ce-2018-203

**COSTAS, Javier.** “MOTOR DE CICLO ATKINSON”. *MOTORPASIÓN* [en línea]. 2009 [consultada: 23 de diciembre de 2020]. ISBN 978-84-612-2622-1 Disponible en: <https://www.motorpasion.com/tecnologia/motor-de-ciclo-atkinson>

**FERNANDEZ, Antonio.** *CÓMO FUNCIONA EL MOTOR DE CICLO ATKINSON. HIGHMOTOR* [blog]. 10 de abril, 2019 [consultada: 14 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.highmotor.com/como-funciona-ciclo-atkinson-motor.html>

**GARCÍA, Gonzalo.** “UN CICLO ATKINSON OPTIMIZADO LOGRA REDUCIR EMISIONES Y CONSUMOS EN LOS COCHES HÍBRIDOS”. *HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS* [en línea]. 2020 [consultada: 21 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/ciclo-atkinson-optimizado-logra-reducir-emisiones-consumos-coches-hibridos/20200120144806032668.html>

**HERNÁNDEZ, Roberto.** 2014. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN*, 6TA ED. MÉXICO: MCGRAW-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES S.A., 2014. pp 88-100.

“Hyundai Sonata: CVVT (Continuously Variable Valve Timing) System. Description and Operation - Exhaust Emission Control System - Emission Control System”. Hyundai Sonata

owners manuals, user guides, repair, service manuals [en línea]. [consultada: 23 de noviembre de 2020]. Disponible en: [http://www.hsguide.net/cvvt\\_continuously\\_variable\\_valve\\_timing\\_system\\_description\\_and\\_operation-111.html](http://www.hsguide.net/cvvt_continuously_variable_valve_timing_system_description_and_operation-111.html)

**INDAVE.** “LA DISTRIBUCIÓN VARIABLE Y LA SINCRONIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DEL MOTOR”. INFOTALLER [en línea]. 2016 [consultada: 15 de diciembre de 2020]. Disponible en: [https://www.infotaller.tv/blogs/indave/distribucion-variable-sincronizacion-tiempos-motor\\_7\\_1029867004.html](https://www.infotaller.tv/blogs/indave/distribucion-variable-sincronizacion-tiempos-motor_7_1029867004.html)

**LÓPEZ MARTÍNEZ, José María.** *VEHÍCULOS HÍBRIDO Y ELÉCTRICOS: DISEÑO DEL TREN PROPULSOR* [en línea]. S.L.: Dextra Editorial, 2015. ISBN: 9788416277421.

REDUCCIÓN ARANCELARIA A VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, BATERÍAS Y CARGADORES PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS PROMOVRIENDO EL ACCESO A MOVILIDAD LIMPIA Y MODERNA. *MINISTERIO DE PRODUCCIÓN COMERCIO EXTERIOR INVERSIONES Y PESCA – ECUADOR* [en línea]. 2019 [consultada: 24 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.produccion.gob.ec/reduccion-arancelaria-a-vehiculos-electricos-baterias-y-cargadores-para-vehiculos-electricos-promoviendo-el-acceso-a-movilidad-limpia-y-moderna/>

**MORA ROMERO, Marlon Alexis.** ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A. (trabajo de titulación) (tercer nivel). UIDE. Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz. Quito. 2015. pp. 75-90

**ESPADA, Blanca.** “QUÉ ES EL MÉTODO DESCRIPTIVO Y EJEMPLOS”. OKDIARIO.COM [en línea]. 2021 [consultada: 18 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://okdiario.com/curiosidades/que-metodo-descriptivo-2457888>

DIAGNOSTICO PARA AUTOMOCIÓN. *PICO TECHNOLOGY* [en línea]. [consultada: 21 de julio de 2020]. Disponible en: <https://spanish.picoauto.com/>

UNPARALLELED RESOLUTION AND ACCURATE DIAGNOSIS. *PICOSCOPE AUTOMOTIVE LAB SCOPES AND DIAGNOSTIC EQUIPMENT* [en línea]. [consultada: 22 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.picoauto.com/products/pressure-sensors/wps500x-overview>

¿QUÉ ES LA INVESTIGACIÓN NO EXPERIMENTAL? *QUESTIONPRO* [en línea]. [consultada: 21 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-no-experimental/>

¿QUÉ ES UN MOTOR CVVT? *RENTING FINDERS* [en línea]. [consultado el 15 de enero de 2021]. Disponible en: <https://rentingfinders.com/glosario/motor-cvvt/#:~:text=Un%20motor%20CVVT%20es%20un,válvulas%20de%20apertura%20variable%20continua.&text=Las%20siglas%20CVVT%20corresponden%20al,Sincronización%20de%20Válvulas%20Continuamente%20Variable>

**MARTOS, Alberto.** *VEHÍCULOS HÍBRIDOS-CLASIFICACIÓN PARTE II* [blog]. 29 de noviembre, 2018 [consulta: 26 de noviembre de 2020]. Disponible en: <http://www.blogmecanicos.com/2016/11/vehiculos-hibridos-clasificacion-parte.html>

## **GLOSARIO**

**Cigüeñal:** Parte mecánica del vehículo que permite la transformación del movimiento rectilíneo en un movimiento circular.

**MCI:** Motor de combustión interna

**Motor de combustión interna:** maquina capaz de convertir la energía química en energía mecánica mediante un proceso termodinámico

**Motor generador:** motor eléctrico encargado de consumir energía para producir movimiento y también puede transformar en energía el movimiento

**Osciloscopio Automotriz:** Herramienta de diagnóstico utilizada para obtener frecuencias analógicas y digitales de varias partes eléctricas del vehículo tanto sensores como actuadores

**Pistón:** Pieza del motor del vehículo que se traslada longitudinalmente dentro de un cilindro

**PMI:** Puto muerto inferior, o momento en que el pistón se encuentra en la parte más baja del cilindro

**PMS:** Puto muerto superior, o momento en que el pistón se encuentra en la parte mas alta del cilindro

**Proceso termodinámico:** es una serie de transformaciones termodinámicas de un fluido en un sistema que retorna a las condiciones iniciales.

**Recirculación:** que un fluido vuelve a ingresar al lugar inicial

**Reflujo:** recirculación de un fluido, ingresa y vuelve a salir el fluido del cilindro

**Traslape de válvulas:** Es el cruce en el que las válvulas de escape y admisión están abiertas al mismo tiempo

**Vehículo híbrido:** Vehículo que funciona por un motor eléctrico y también por un motor de combustión interna

## ANEXOS

### Anexo A. Especificaciones técnicas del vehículo convencional Suzuki Vitara 1.6 3P

Dimensiones, peso, capacidades	
Tipo de Carrocería	Todoterreno
Número de puertas	3
Longitud	3.642 mm
Anchura	1.630 mm
Altura	1.665 mm
Batalla	2.200 mm
Vía delantera	1.395 mm
Vía trasera	1.400 mm
Coefficiente Cx	No disponible
Superficie frontal	No disponible
Factor de resistencia	No disponible
Peso	1.125 kg
Tipo de depósito	
Gasolina	42 l
Filtro de partículas	No
Volúmenes de maletero	
Número de plazas	4
Distribución de asientos	2 + 2
Motor de Combustión	
Propósito	Impulsar el vehículo
Combustible	Gasolina
Potencia máxima	96 CV / 70,6 kW
Revoluciones potencia máxima	5.600 rpm
Par máximo	132 Nm
Revoluciones par máximo	4.000 rpm
Situación	Delantero longitudinal
Número de cilindros	4
Disposición de los cilindros	En línea
Material del bloque	Aluminio
Material de la culata	Aluminio
Diámetro	75 mm
Carrera	90 mm
Cilindrada	1.590 cm <sup>3</sup>
Relación de compresión	9,5 a 1
Distribución	
Válvulas por cilindro	4
Tipo de distribución	Un árbol de levas en la culata
Alimentación	Inyección Indirecta.
Automatismo de parada y arranque del motor ("Stop/Start")	No
Transmisión	
Tracción	Total
Caja de cambios	Manual
Número de velocidades	5
Tipo de mando	No disponible
Tipo de Embrague	No disponible
Tipo de mecanismo	No disponible
Desarrollos (km/h cada 1.000 rpm)	

**Anexo B.** Especificaciones técnicas del vehículo híbrido Guía Optima

**Especificaciones**

Descripción		Especificaciones	Límite
<b>General</b>			
Escribe		En línea, DOHC	?
Número de cilindros		4	?
Aburrir		77 mm (3,0315 pulgadas)	?
Golpe		85,44 mm (3,3638 pulgadas)	?
Desplazamiento total		1,591 cc (97,09 pulgadas cúbicas)	?
Índice de compresión		9,5: 1	?
Orden de abrir fuego		1-3-4-2	?
<b>Sincronización de válvulas</b>			
Válvula de admisión	Abre	ATDC 8 ° / BTDC 42 °	?
	Cierra	ABDC 69 ° / ABDC 19 °	?
Válvula de escape	Abre	BBDC 40 ° / BBDC 0 °	?
	Cierra	ATDC 3 ° / ATDC 43 °	?
<b>Cabeza de cilindro</b>			
Planitud de la superficie de la junta		Menos de 0,05 mm (0,0020 pulg.) Para el área total Menos de 0,02 mm (0,0008 pulg.) Para una sección de 100 mm (3,9370 pulg.) X 100 mm (3,9370 pulg.)	?
<b>Árbol de levas</b>			
Altura de la leva	Consumo	44,15 mm (1,7382 pulgadas)	?
	Cansada	42,90 mm (1,6889 pulgadas)	?
Diámetro exterior del diario (admisión, escape)		NO1: 36,464 ~ 36,48 mm NO2: 22,964 ~ 22,980 mm	?
Holgura de aceite de la tapa del árbol de levas		0,027 ~ 0,058 mm (0,0011 ~ 0,0023 pulgadas)	0,1 mm (0,0039 pulgadas)
Finalizar el juego		0,10 ~ 0,20 mm (0,0039 ~ 0,0079 pulgadas)	?
<b>Válvula</b>			
Longitud de la válvula	Consumo	93,15 mm (3,6673 pulgadas)	?
	Cansada	92,60 mm (3,6457 pulgadas)	?
Diámetro exterior del vástago	Consumo	5,465 ~ 5,480 mm (0,2152 ~ 0,2157 pulgadas)	?
	Cansada	5,458 ~ 5,470 mm (0,2149 ~ 0,2154 pulgadas)	?
Ángulo de la cara		45,25 ° ~ 45,75 °	?
Espesor de la cabeza de la válvula (margen)	Consumo	1,10 mm (0,0433 pulgadas)	0,8 mm (0,0315 pulgadas)
	Cansada	1,26 mm (0,0496 pulgadas)	1,0 mm (0,0394 pulgadas)
Holgura entre el vástago de la válvula y la guía de la válvula	Consumo	0,020 ~ 0,047 mm (0,0008 ~ 0,0019 pulgadas)	0,10 mm (0,0039 pulgadas)
	Cansada	0,030 ~ 0,054 mm (0,0012 ~ 0,0021 pulgadas)	0,15 mm (0,0059 pulgadas)

<b>Guía de válvula</b>			
Largo	Consumo	40,3 ~ 40,7 mm (1,5866 ~ 1,6024 pulgadas)	?
	Cansada	40,3 ~ 40,7 mm (1,5866 ~ 1,6024 pulgadas)	?
<b>Resorte de válvula</b>			
Largo libre		45,1 mm (1,7756 pulgadas)	?
Fuera de cuadratura		Menos de 1,5 °	?
<b>Bloque cilíndrico</b>			
Diámetro interior del cilindro		77,00 ~ 77,03 mm (3,0315 ~ 3,0327 pulgadas)	?
Planitud de la superficie de la junta		Menos de 0,05 mm (0,0020 pulg.) Para el área total Menos de 0,02 mm (0,0008 pulg.) Para una sección de 100 mm (3,9370 pulg.) X 100 mm (3,9370 pulg.)	?
<b>Pistón</b>			
Diámetro exterior del pistón		76,97 ~ 77,00 mm (3,0303 ~ 3,0315 pulgadas)	?
Holgura del pistón al cilindro		0,020 ~ 0,040 mm (0,0008 ~ 0,0016 pulgadas)	?
Ancho de la ranura del anillo	Ranura de anillo n. ° 1	1,23 ~ 1,25 mm (0,0484 ~ 0,0492 pulgadas)	1,26 mm (0,0496 pulgadas)
	Ranura de anillo n. ° 2	1,53 ~ 1,55 mm (0,0602 ~ 0,0610 pulgadas)	1,26 mm (0,0496 pulgadas)
	Ranura del anillo de aceite	2,01 ~ 2,03 mm (0,0791 ~ 0,0799 pulgadas)	2,05 mm (0,0807 pulgadas)
<b>Anillo de pistón</b>			
Espacio lateral	Anillo n. ° 1	0,04 ~ 0,08 mm (0,0016 ~ 0,0031 pulgadas)	0,1 mm (0,0039 pulgadas)
	Anillo n. ° 2	0,04 ~ 0,08 mm (0,0016 ~ 0,0031 pulgadas)	0,1 mm (0,0039 pulgadas)
	Anillo de aceite	0,02 ~ 0,06 mm (0,0008 ~ 0,0024 pulgadas)	0,2 mm (0,0079 pulgadas)
Espacio final	Anillo No. 1	0,14 ~ 0,28 mm (0,0055 ~ 0,0110 pulgadas)	0,30 mm (0,0118 pulgadas)
	Anillo No. 2	0,30 ~ 0,45 mm (0,0118 ~ 0,0177 pulgadas)	0,50 mm (0,0197 pulgadas)
	Anillo de aceite	0,20 ~ 0,40 mm (0,0079 ~ 0,0157 pulgadas)	0,80 mm (0,0315 pulgadas)
<b>Pasador del pistón</b>			
Diámetro exterior del pasador de pistón		19,997 ~ 20,000 mm (0,7872 ~ 0,7874 pulgadas)	?
Diámetro interior del orificio del pasador del pistón		20,004 ~ 20,010 mm (0,7875 ~ 0,7877 pulgadas)	?
Holgura del orificio del pasador del pistón		0,004 ~ 0,013 mm (0,0001 ~ 0,0005 pulgadas)	?
Diámetro interior del orificio del extremo pequeño de la biela		20,005 ~ 20,016 mm (0,7875 ~ 0,7880 pulg.)	?

<b>Biela</b>			
Diámetro interior de la cabeza de biela		45.000 ~ 45.018 mm (1.7717 ~ 1.7724 pulgadas)	?
Holgura del aceite del cojinete de biela		0,018 ~ 0,036 mm (0,0007 ~ 0,0014 pulgadas)	0,060 mm (0,0024 pulgadas)
Espacio lateral		0,10 ~ 0,25 mm (0,0039 ~ 0,0098 pulgadas)	0,35 m (0,0138 pulgadas)
<b>Cigüeñal</b>			
Holgura del aceite del cojinete principal	No. 1, 2, 3, 4, 5	0,0006 ~ 0,024 mm (0,0002 ~ 0,0009 pulgadas)	0,05 mm (0,0020 pulg.)
Finalizar el juego		0,05 ~ 0,25 mm (0,0020 ~ 0,0098 pulgadas)	0,3 mm (0,0118 pulgadas)
<b>Aceite de motor</b>			
Cantidad de aceite	Total	4.6 ~ 4.9L (1.21 ~ 1.29 US gal., 4.86 ~ 5.17 USqt., 4.04 ~ 4.30 Imp.qt.)	Al reemplazar un motor corto o un conjunto de bloque
	Colector de aceite	4,2 L (1,10 galones EE. UU., 4,43 cuartos de galón EE. UU., 1,10 Imp.qt.)	?
	Ecurrir y rellenar	4,5 L (1,18 galones EE. UU., 4,75 cuartos de galón EE. UU., 3,95 Imp.qt.)	Incluyendo filtro de aceite
Grado de aceite	Recomendación	ACEA A5 o superior / 5W-30	(ZIC LD 5W-30, KIXX G1 LL, CUARZO HKS G-310, CUARZO INEO MC3 5W-30, HELIX ULTRA AH-E 5W-30, HELIX ULTRA 5W-40, TITAN SUPERSYN LONG LIFE 5W-30/40)
	Grado de viscosidad SAE	Número de viscosidad SAE recomendado	?
Presión de aceite (a 1000 rpm)		100 kPa (1,0 kg / cm <sup>2</sup> , 14,5 psi) o más	Temperatura del aceite en el cárter de aceite: 110 ± 2 ° C (230 ± 36 ° F)
<b>Sistema de refrigeración</b>			
método de enfriamiento		Circulación forzada con ventilador de refrigeración	?
Cantidad de refrigerante		7,1 L (1,87 galones EE. UU., 7,50 cuartos de galón EE. UU., 6,24 Imp.qt.)	?
Termostato	Escribe	Tipo de pellet de cera	?
	Temperatura de apertura	82 ± 1,5 ° C (179,6 ± 2,7 ° F)	?
	Temperatura de apertura completa	95 ° C (203 ° F)	?
Tapón de radiador	Presión de apertura de la válvula principal	93,16 ~ 122,58 kpa (0,95 ~ 1,25 kgf / cm <sup>2</sup> , 13,51 ~ 17,78 psi)	?
	Presión de apertura de la válvula de vacío	MAX. 6,86 kpa (0,07 kgf / cm <sup>2</sup> , 1,00 psi)	?
<b>Sensor de temperatura del agua</b>			
Escribe		Tipo de termistor	?
Resistencia	20 ° C (68 ° F)	2,45 ± 0,14 k?	?
	80 ° C (176 ° F)	0.3222 k?	?



**Anexo C. Normativa de guantes aislantes.**

**S1903, S1907, S1912,  
S1921, S1931, S1941**



**GUANTES AISLANTES CLASE 00 A CLASE 4**

NORMA	APLICACIÓN	
EN 60903 : 2005 CEI 60903 : 2014 <div style="float: right;">   </div>	- Protección individual contra los choques eléctricos en trabajos en tensión de 500 a 36000 V. - Estos guantes de látex deben utilizarse con sobreguantes de cuero para una protección mecánica. - Se recomienda el uso de bajo guantes Nomex para una mayor comodidad e higiene.	
CARACTERÍSTICAS		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conforme a la UNE EN 60903 : 2003, equivalente a la CEI 60903 : 2002</li> <li>• Guantes aislantes de clase 00 (500V) a clase 4 (36 000V)</li> <li>• Equipo de Protección Individual (EPI) categoría III</li> <li>• Material : látex natural color beige</li> <li>• Forma cercana a la mano para asegurar una buena ergonomía y una buena sensibilidad.</li> <li>• Categoría AZC (resistente a ácidos, ozono y muy bajas temperaturas) o RC (resistencia a ácidos, aceite, ozono y muy bajas temperaturas)</li> <li>• Marcaje de guantes conforme la CEI 60903</li> <li>• Manual de utilización</li> <li>• Opcional: Adhesivo con código QR (en la bolsa)</li> </ul>	ESPECIFICACIONES	
	TALLAS	8 - 9 - 10 - 11
	GROSOR	1,10 - 1,60 - 2,10 - 2,90 - 3,50 - 4,20 mm
	LARGO	36cm (clases 1 a 3), 41cm clase 4

**FARU S.L.U.**

Calle Tarento nº5  
50197 Zaragoza

www.faru.es  
tecnico@faru.es

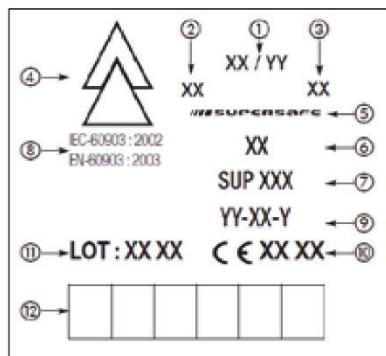
**faru**

**S1903, S1907, S1912,  
S1921, S1931, S1941**

## GUANTES AISLANTES CLASE 00 A CLASE 4

Referencia	Clase	Categoría	Tensión máx (V)		Peso (gr)
			AC	DC	
<b>S1903</b>	<b>00</b>	<b>AZC</b>	<b>500</b>	<b>750</b>	<b>90</b>
<b>S1907</b>	<b>0</b>	<b>RC</b>	<b>1 000</b>	<b>1 500</b>	<b>200</b>
<b>S1912</b>	<b>1</b>	<b>RC</b>	<b>7 500</b>	<b>11 250</b>	<b>270</b>
<b>S1921</b>	<b>2</b>	<b>RC</b>	<b>17 000</b>	<b>25 500</b>	<b>450</b>
<b>S1931</b>	<b>3</b>	<b>RC</b>	<b>26 500</b>	<b>39 750</b>	<b>560</b>
<b>S1941</b>	<b>4</b>	<b>AZC</b>	<b>36 000</b>	<b>54 000</b>	<b>800</b>

### MARCAJE



- 1.- CLASE / CATEGORIA
- 2.- MES FABRICACION
- 3.- AÑO FABRICACION
- 4.- SIMBOLO DOBLE TRIANGULO IEC
- 5.- MARCA
- 6.- TALLA
- 7.- REFERENCIA EN CERTIFICADO CE
- 8.- NORMA IEC DE REFERENCIA
- 9.- REFERENCIA DE PRODUCTO
- 10.- MARCADO CE Y ENTIDAD CERTIFICADORA
- 11.- LOTE DE FABRICACION
- 12.- CUADRICULA FECHA PRIMERA UTILIZACION Y VERIFICACION

### RECOMENDACIONES

Sin límite de vida máxima, según uso. Almacenamiento: los guantes deben permanecer en su embalaje, ni comprimidos ni doblados, ni guardados próximos a una fuente de calor; Temperatura normal 10/21°C. Verificar antes de cada utilización: visualmente y luego por inflado. Clases 1, 2, 3 y 4: aún solo siendo almacenado, un guante no puede ser utilizado sin haber sido verificado después de 6 meses; los periodos usuales de control son entre 30 a 90 días.

Las verificaciones son: un ensayo de inflado de aire, un control visual mientras el guante está inflado, y un ensayo eléctrico según las condiciones de la norma UNE-EN-60903.

Igualmente se recomienda una inspección del interior del guante. Clases 0 y 00: las verificaciones consisten en un ensayo de inflado de aire, un control visual mientras el guante está inflado. El ensayo dieléctrico no es una necesidad pero puede ser realizado a petición del propietario.

• Estos consejos están indicados en el manual de empleo de los guantes, conforme a la norma CEI 60903 (anexo informativo).

• La fecha de la primera utilización de los guantes así como las fechas de los controles se marcarán en los emplazamientos previstos en los guantes.

**FARU S.L.U.**

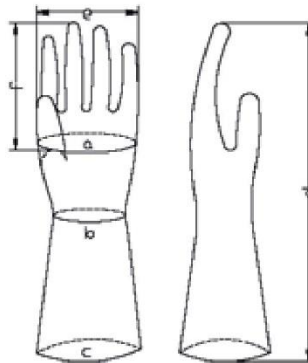
Calle Tarento nº5  
50197 Zaragoza

www.faru.es  
tecnico@faru.es

**faru**

**S1903, S1907, S1912,  
S1921, S1931, S1941**

**GUANTES AISLANTES CLASE 00 A CLASE 4**



DIMENSIONES (mm)								
Referencia	Talla	a	b	c	d	e	f	espesor
S1903-9	9	235	230	340	360	100	110	1,10
S1903-10	10	255	240	350	360	110	115	1,10
S1907-9	9	235	230	340	360	100	110	1,60
S1907-10	10	255	240	350	360	110	115	1,60
S1912-9	9	235	230	340	360	100	110	2,10
S1912-10	10	255	240	350	360	110	115	2,10
S1921-9	9	235	230	340	360	100	110	2,90
S1921-10	10	255	240	350	360	110	115	2,90
S1931-9	9	235	230	340	360	100	110	3,50
S1931-10	10	255	240	350	360	110	115	3,50
S1931-11	11	280	255	360	360	125	120	3,50
S1941-10	10	255	240	350	410	110	115	4,20
S1941-11	11	280	255	360	410	125	120	4,20

**FARU S.L.U.**

Calle Tarento nº5  
50197 Zaragoza

www.faru.es  
tecnico@faru.es

**faru**

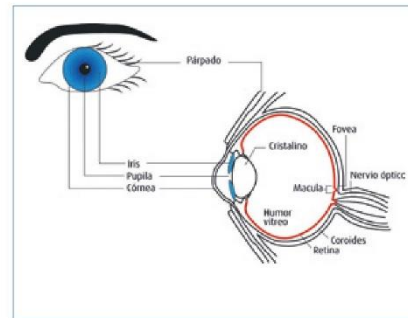
## Anexo D. Normativa de protección visual

### NORMAS

## GAFAS DE PROTECCIÓN

La norma general relativa a las gafas de protección es la norma EN166 (Protección Individual del ojo, especificaciones). Esta norma de septiembre de 1995 fue revisada en noviembre de 2001. Esta norma específica, entre otras cosas, el marcado obligatorio de las patillas (o mascarilla para las gafas-mascarilla) y oculares. Esta norma (con el EN168) especifica también las pruebas de la resistencia mecánica de los equipamientos.

NORMAS	DESIGNACIÓN
EN165	Protección individual de los ojos. Vocabulario.
EN166	Protección individual de los ojos. Requisitos
EN167	Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo óptico.
EN168	Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo no óptico.
EN169	Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas. Especificaciones de coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado.
EN170	Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta. Especificaciones de coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado.
EN171	Protección individual de los ojos. Filtros para el infrarrojo. Especificaciones de coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado.
EN172	Protección individual de los ojos. Filtros de protección solar par uso laboral.
EN172A1	Protección individual de los ojos. Filtros de protección solar par uso laboral
EN172A2	Protección individual de los ojos. Filtros de protección solar par uso laboral.
EN175	Protección individual. Equipos para la protección de los ojos y de la cara durante la soldadura y técnicas afines.
EN1836	Protección individual de los ojos. Gafas de sol y filtros de protección contra la radiación solar para uso general



EN166 2001

### CLASE ÓPTICA

Clase óptica = 1 = Trabajos continuos (mejor calidad)  
 Clase óptica = 2 = Trabajos intermitentes  
 Clase óptica = 3 = Trabajos ocasionales (calidad la más baja)

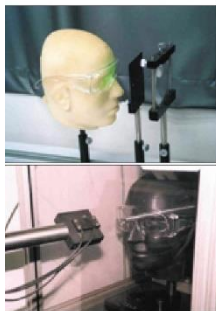
### SÍMBOLOS DE LA RESISTENCIA MECÁNICA

Símbolo	Exigencias relativas a la resistencia mecánica
No símbolo	Robustez mínima
S	Robustez aumentada
F	Impactos a baja energía
B	Impactos a media energía
A	Impactos a alta energía

### SÍMBOLO DE LOS CAMPOS DE USO

Símbolo	Descripción del campo de uso
No símbolo	Uso básico
3	Líquidos (gotas o salpicaduras)
4	Partículas gruesas de polvo
5	Gaz y partículas finas de polvo
8	Arco de cortocircuito eléctrico
9	Metales fundidos y sólidos calientes

El símbolo T se emplea junto con los símbolos F, B o A para indicar que el protector ocular cumple el requisito de partículas a gran velocidad a temperaturas extremas.





## GAFAS DE PROTECCIÓN

### EN170 GRADO DE PROTECCIÓN 2-1.2 - 2-1.7

**Color :** Incoloro, azul, amarillo o verde

**Percepción de los colores:**

puede ser alterada excepto marcado « 2C clase de protección »

**Aplicaciones específicas:**

A utilizar con fuentes que emitan una radiación ultravioleta predominante para longitudes de onda < 313 nm y cuando el deslumbramiento no sea un factor importante

Esto se aplica a las radiaciones UVC y a la mayor parte de los UVB (b)

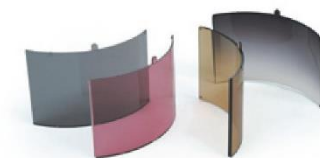
**Fuentes específicas (a) :**

lámparas de vapores de mercurio a baja presión, tales como las utilizadas para estimular la fluorescencia o las «luces negras», las lámparas actínicas y germicidas.

(a) los ejemplos se dan como guía general

(b) Las longitudes de onda de estas regiones corresponden a las recomendadas por la CIE.

UVB : 280 nm a 315 nm - UVC: 100 nm a 280 nm.



### EN172 GRADO DE PROTECCIÓN 5-2

**Color :** Ahumado

**Utilización :**

Como filtro universal recomendado para la mayoría de las situaciones

**Designación (1): mediano**

(1) La designación no corresponde a una traducción literal en las distintas versiones lingüísticas de esta norma, ya que la «oscuridad» de los filtros parecerá diferente dependiendo de la intensidad de la luz, propia del país que se considere.

### EN172 GRADO DE PROTECCIÓN 5.3-1

**Color :** Ahumado

**Utilización :**

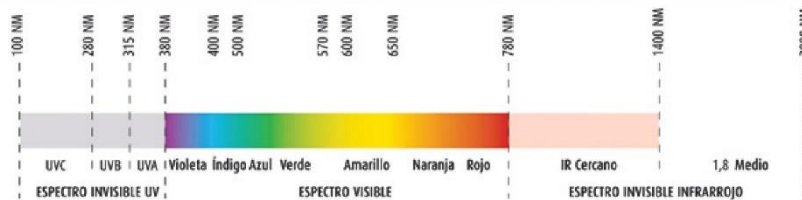
En regiones tropicales o subtropicales, para la observación del cielo, en alta montaña, para las superficies nevadas, extensiones de agua brillante o de arena, canteras de tiza o pizarra.

No recomendado para la conducción vial.

**Designación(1)**

Muy oscuro

(1) La designación no corresponde a una traducción literal en las distintas versiones lingüísticas de esta norma, ya que la «oscuridad» de los filtros parecerá diferente dependiendo de la intensidad de la luz, propia del país que se considere.



**La marca de los oculares debe contener la información técnica adecuada, presentada como siguiente:**

- \* Número de grado
- \* Identificación del fabricante
- \* Clase óptica
- \* Símbolo de resistencia mecánica (opcional)
- \* Símbolo de solidez al arco eléctrico de cortocircuito (si procede)
- \* Símbolo de no adherencia a metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos cálidos (si procede)
- \* Símbolo de resistencia al deterioro superficial por partículas finas (si procede) (Símbolo K)
- \* Símbolo de resistencia al empañamiento (si procede) (Símbolo N)
- \* Símbolo de alta reflectancia (si procede) (Símbolo R)
- \* Símbolo de ocular original o de recambio (opcional) (Símbolo O or s)
- \* Además el ocular puede incluir una marca de certificación y un señal para facilitar el montaje correcto de oculares laminados.

**El marcado de la montura debe contener la información técnica adecuada presentada como siguiente:**

- \* Identificación del fabricante
- \* Número de la presente norma europea (EN166)
- \* Campo de uso (opcional)
- \* Símbolo de solidez incrementada/ resistencia a partículas a alta velocidad / temperaturas extremas (opcional)
- \* Símbolo de monturas para cabezas pequeñas (si procede) (Símbolo H)
- \* Grado de protección más alto del ocular para las monturas (si procede)
- \* Además el marcado de la montura puede incluir una marca de certificación.