

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Diagnóstico del Sistema de Inyección a Gasolina**

**Patricio Ramón Vázcones Miño**

Electromecánica Automotriz

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del título de

Licenciado en Electromecánica Automotriz

Quito, 20 de Octubre de 2020

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

## **Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**HOJA DE CALIFICACIÓN**

**DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Diagnóstico del Sistema de Inyección a Gasolina**

**Patricio Ramón Vázcones Miño**

Nombre del profesor, título académico : César Zambrano, Ph.D.

Quito, 20 de Octubre de 2020



## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se presenta el paso a paso de cómo realizar un Diagnóstico del Sistema de Inyección a Gasolina de un vehículo conociendo cada uno de los sensores implícitos, así como su función, ubicación, uso y manejo. Con el fin de que el técnico a cargo de la revisión automotriz pueda saber si es o no necesario el cambio del sensor para su adecuado funcionamiento. Con el paso del tiempo éste tipo de trabajos se han vuelto más precisos y rápidos gracias al desarrollo de la tecnología, ya que el técnico puede hacer uso del conocido osciloscopio e incluso algún otro tipo de un scanner, dónde se reflejará de manera inmediata el tipo de avería que el vehículo pudiera tener haciendo que su falla sea resuelta.

### **Palabras clave:**

- Diagnóstico, Osciloscopio, Scanner, Sensores, Códigos.

## **ABSTRACT**

The present degree project presents gradually how to perform a Diagnosis of Gasoline Injection System of a vehicle, knowing each of the implicit sensors as well as their function, location, use and handling. In order for the technician in charge of the automotive review to know whether or not the sensor change is necessary for its proper operation. Over time, this type of work has become more precise and faster thanks to the development of technology, since the technician can make use of the well-known oscilloscope and even some other type of scanner, where the type of damage will reflect immediately. If there is any kind of failure that the vehicle may have causing it is a failure to be solved.

### **Keywords:**

**Diagnosis, Oscilloscope, Scanner, Sensors, Codes.**

## ÍNDICE

<b>ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN A GASOLINA .....</b>	<b>11</b>
Antecedentes .....	11
Justificación .....	12
Definición del Problema .....	12
<b>OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS .....</b>	<b>13</b>
Objetivo General .....	13
Objetivos Específicos .....	13
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
Sensores: .....	114
<b>DIAGNOSTICO .....</b>	<b>37</b>
<b>RECURSOS .....</b>	<b>46</b>
<b>CRONOGRAMA.....</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Sensor de temperatura (Ciani Carrera, 2015).....	15
<b>Figura 2</b> Pines de conexión del sensor de temperatura .....	15
<b>Figura 3</b> Ubicación del sensor de temperatura. ....	15
<b>Figura 4</b> Curva del sensor de temperatura. (Ciani Carrera, 2015).....	16
<b>Figura 5</b> Sensor de temperatura de aire. (Correa González, 2013) .....	17
<b>Figura 6</b> Pin conexión sensor de temperatura de aire. (Ciani Carrera, 2015) .....	17
<b>Figura 7</b> Curva del sensor de temperatura de aire. (Ciani Carrera, 2015).....	17
<b>Figura 8</b> Sensor de temperatura. (Motorland, 2017) .....	19
<b>Figura 9</b> Constitución interna de un bimetal: 1 y 2 son las dos láminas de metales diferentes y 3 es el contacto de salida. (Luna Pezantes, 2017).....	20
<b>Figura 10</b> Esquema eléctrico de una piezorresistencia (PR). (Luna Pezantes, 2017). .	20
<b>Figura 11</b> Esquema eléctrico de un puente de Wheatstone formado por cuatro piezorresistencias (PR). (Luna Pezantes, 2017) .....	21
<b>Figura 12</b> Manómetro digital de presión. (Omega) .....	21
<b>Figura 13</b> Efecto Hall. (E-auto.com). ....	23
<b>Figura 14</b> Funcionamiento de la sonda Lambda. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011). ....	23
<b>Figura 15</b> Potenciómetro de mariposa. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011). .....	24
<b>Figura 16</b> Sensor de Temperatura. (Centro Zaragoza 2006). ....	24
<b>Figura 17</b> Esquema de funcionamiento de un sensor Reed.....	25
<b>Figura 18</b> Esquema de funcionamiento de un sensor fotoeléctrico. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011).....	26
<b>Figura 19</b> Esquema de funcionamiento de un sensor ultrasónico. (Gallo & Escola, 2011). .....	26

<b>Figura 20</b>	Esquema de funcionamiento de un sensor ultrasónico. (González, 2019)...	27
<b>Figura 21</b>	Sensor de posición del Árbol de Levas. (Mejía & Armijos, 2015).....	28
<b>Figura 22</b>	Divisor de tensión. (Velasco, Soler, & Botina, 2010).....	28
<b>Figura 23</b>	(a) Circuito electrónico de un sensor PWM. (b) Señales obtenidas al modificar la posición de RV (Luna Pezantes, 2017).....	29
<b>Figura 24</b>	Las dos posibles situaciones del circuito electrónico del sensor PWM. ....	29
<b>Figura 25</b>	Los interruptores automáticos están activados por elementos mecánicos. (Luna Pezantes, 2017).....	30
<b>Figura 26</b>	Interruptor automático: el sensor de pedal de freno. (Luna Pezantes, 2017) www.core.ac.uk. ....	30
<b>Figura 27</b>	Sensor de oxígeno. (Luna Pezantes, 2017). ....	31
<b>Figura 28</b>	Pines de conexión sensor de oxígeno (Luna Pezantes, 2017). www.core.ac.uk. Obtenido de <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf</a> .....	32
<b>Figura 29</b>	Detector de distancia. (Bonilla, 2012). ....	33
<b>Figura 30</b>	Las zonas de detección de un sensor volumétrico. www.core.ac.uk. Obtenido de <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf</a> .....	34
<b>Figura 31</b>	Sensor efecto Karman. ....	35
<b>Figura 32</b>	Modelos de sensores ópticos. <a href="http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores8.htm">http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores8.htm</a> .....	36
<b>Figura 33</b>	Posibilidades de localización del conector OBD-II en diferentes marcas y modelos.....	39
<b>Figura 34</b>	Aspecto del conector de diagnóstico estandarizado OBD-II (conector J1962). www.core.ac.uk. Obtenido de <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf</a> .....	39
<b>Figura 35</b>	Correspondencia de cada pm del conector OBD-II. www.core.ac.uk. Obtenido de <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf</a> .....	40
<b>Figura 36</b>	Interfaz AUTOCOM ADP de MIAC conectada con ordenador portátil. ....	41
<b>Figura 37</b>	Ejemplo de terminal de bolsillo: V-CHECKER. ....	42
<b>Figura 38</b>	Ejemplo de códigos de avería normalizados SAE/ISO. www.core.ac.uk. ...	45

**Figura 39** Ejemplo de códigos de avería propios del fabricante (BMW). [www.core.ac.uk](http://www.core.ac.uk).

..... 45

## DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN A GASOLINA

### Antecedentes

En el mundo automotriz existe un sinnúmero de sistemas mecánicos y eléctricos que ayudan al buen funcionamiento de los automóviles, mismos que requieren de otros elementos para su correcto funcionamiento. Diríamos entonces, que el diagnóstico es el primer paso que nos va a permitir conocer cuál o cuáles de las partes de un motor se encuentran averiadas y no permiten el funcionamiento correcto del mismo. Por otro lado, al hablar de los principios de la carburación, se sabe que tuvo inicio en 1795, por medio de la evaporación, es decir un motor que trabajaba sin compresión. Años más tarde, en 1824 se creó el primer carburador para el tipo de motor mencionado anteriormente, mismo que facilitaba la evaporación por medio del precalentado. En 1841 el científico italiano Luigi de Cristoforis hizo un gran avance en los motores a evaporación creando un motor de tipo atmosférico sin pistones, a partir de entonces y tras distintos avances y pruebas realizadas por varios científicos finalmente, en 1875 la fábrica de motores Wilhelm Maybach de Deutz fue la primera en convertir un motor a gas que funcione con gasolina. Para 1884 Forest, un mecánico e inventor desarrolló un carburador que cuenta con una cámara de flotador y rociador de combustible, mismo que lo adaptó a un motor que había construido, ocho años más tarde Maybach de Deutz inventó su propio tipo de carburador con rociador, siendo el modelo base para los carburadores subsecuentes.

Para el año de 1912 se habían realizado las primeras pruebas de las bombas a inyección de gasolina, tomando como ejemplo las bombas de aceite de engrase. Veinte años más tarde, las pruebas del sistema de inyección a gasolina fueron realizadas en motores de aviación, pero fue en 1937 cuando ya se las aplicaron a los aviones. En 1945 se aplicó éste sistema por primera vez en vehículos a motor.

### **Justificación**

Los automóviles, camiones, camionetas, autobuses, etc., en la actualidad son bienes muebles muy necesarios para el desarrollo de la vida de los seres humanos, ya que por medio de estos se puede dar la movilidad de personas, así como también la transportación de los diversos elementos para la satisfacción de las necesidades básicas de los seres humanos. Por otra parte, estos medios de movilidad, también son necesarios para el desarrollo económico de un país, puesto que son los encargados de la movilidad de cientos de productos para su adecuada distribución.

Es por esto, que es estrictamente necesario que dichos automotores se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento, y a su vez los sistemas de inyección de gasolina son los principales sistemas de revisión de los mismos, ya que se encargan de normar los niveles de regulación entre el aire y la gasolina; y la reducción de los niveles de gases contaminantes, siendo de vital importancia para la estabilidad del funcionamiento de los automotores.

### **Definición del Problema**

El problema se centra en fortalecer las capacidades y potenciar las habilidades y recursos que usan los profesionales en el área automotriz, esto se hace posible mediante la inclusión de nuevas tecnologías de diagnóstico y análisis para nuevos sistemas electrónicos automotrices.

## **OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

### **Objetivo General**

En el presente trabajo de investigación vamos a conocer el manejo y funcionamiento del laboratorio de diagnóstico electrónico, ésta proceso se le va a realizar mediante la investigación y práctica del análisis del sistema de inyección electrónico de los motores a gasolina. Ya que con el paso del tiempo dichos sistemas también han sufrido cambios y notorios avances a la par de la tecnología.

### **Objetivos Específicos**

- Conocer el funcionamiento del sistema de inyección electrónico del motor a gasolina.
- Analizar el funcionamiento del sistema de inyección electrónico de los motores a gasolina.

## MARCO TEÓRICO

### **Sensores:**

Los automóviles se mantienen bajo el funcionamiento correcto de diferentes sistemas, mismos que están compuestos de diferentes elementos. Entre estos elementos se encuentran los sensores, teniendo como función transformar toda señal que ésta reciba en voltaje, dicha señal puede ser: movimiento, presión, temperatura, o cualquier clase de energía que se produzca en el vehículo. De esta forma lo describe Gianfranco Ciani Carrera, en su trabajo titulado “Diseño e implementación de un banco de entrenamiento del sistema de inyección electrónica de un motor Grand Vitara J20A”, en el mismo que explica: “Una vez que ésta se genera, la señal es configurada mediante la ayuda del módulo de control electrónico (ECM) del vehículo; este aparato electrónico lee todas las señales de energía que le llegan como voltaje mediante interruptores, transformadores, generadores, resistores, etc., que pueden recibir algún movimiento mecánico o físico y producir señales digitales o analógicas.” (Ciani Carrera, 2015, pág. 9). Dentro de ésta variedad de sensores existen varios tipos, cuya aplicación dependerá de las condiciones de operación, así por ejemplo se pueden encontrar: termistores resistivos, potenciómetros, iónicos inductivos, de efecto Hall y ópticos.

**Sensor de temperatura de refrigerante del motor.-** Este tipo de sensor, según Ciani, explica que, “Este sensor conocido por sus siglas en inglés ECT (Engine Coolant Temperature), es de tipo termistor, es decir, varía su resistencia cuando se modifica la temperatura de operación; normalmente se encuentra ubicado en el colector de admisión.” (Ciani Carrera, 2015, pág. 13). Su función es modificar la temperatura del motor, misma que debe mantener un margen límite, además de estabilizar la resistencia del motor en la variación de la temperatura.

Por otra parte, este mismo sensor de temperatura “Se encarga de censar la temperatura del sistema de enfriamiento.” (Ciani Carrera, 2015). Para que el sensor cumpla con este procedimiento depende de la calidad del refrigerante, ya que envía señales a la computadora del automóvil para determinar la presencia de una falencia en el mismo, así como también se encarga de la modificación del encendido del motor para que la función que desempeña el carburador sea la adecuada.



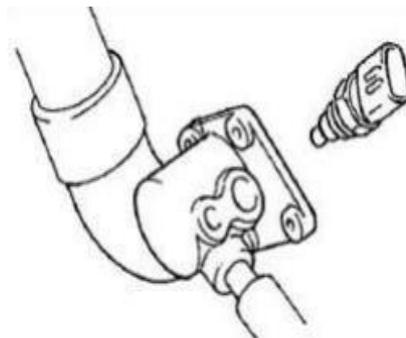
*Figura 1* Sensor de temperatura (Ciani Carrera, 2015).

Según Ciani, el sensor de temperatura está ubicado en el conducto posterior de ingreso de agua al motor y consta con dos pines principales para su funcionamiento.

1. Terminal de voltaje de salida.
2. Terminal a tierra.

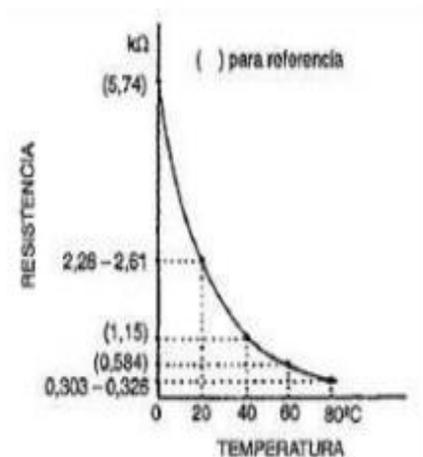


*Figura 2* Pines de conexión del sensor de temperatura



*Figura 3* Ubicación del sensor de temperatura.

En este mismo aspecto, Ciani expresa que dicho sensor varía su resistencia según la temperatura de trabajo que presenta el motor. (Ciani Carrera, 2015).



*Figura 4* Curva del sensor de temperatura. (Ciani Carrera, 2015).

**Sensor de temperatura del aire de entrada.-** como su nombre lo indica, es el encargado de medir la temperatura del aire, conocido también como IAT por sus siglas en inglés, gracias a Hugo Correa González en su trabajo titulado “Diseño de un simulador de señales básicas para un sistema de inyección electrónica de gasolina”, se conoce que “éste sensor se encuentra situado en la toma de aire del motor, cerca del filtro, debido a que la densidad del aire varía con la temperatura, el sensor ayuda a calcular la dosificación correcta de combustible para conseguir una mezcla estequiométrica.” (Correa González, 2013, pág. 7). Se encarga principalmente de cumplir la función de termistor, ya que tiene un conector externo de dos pines, el primero es de alimentación de 5V, mientras que el otro es el emisor de la señal para la UCE. A medida que temperatura cambia, la resistencia va aumentando o disminuyendo el voltaje a la salida del pin de señal, valores que posteriormente interpretará la unidad de control.



**Figura 5** Sensor de temperatura de aire. (Correa González, 2013)

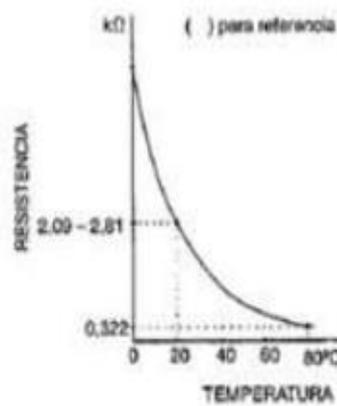
Este sensor consta de dos pines principales para su funcionamiento:

1. Terminal a tierra.
2. Terminal de voltaje de salida tierra.



**Figura 6** Pin conexión sensor de temperatura de aire. (Ciani Carrera, 2015)

La resistencia de este sensor varía por la temperatura del aire ingresado al depurador donde se encuentra ubicado.



**Figura 7** Curva del sensor de temperatura de aire. (Ciani Carrera, 2015)

**Termistores (PTC/NTC).** - Éstos tienen como función controlar la variación de la resistividad de la temperatura. Para Motorlan “Un termistor es un sensor resistivo de temperatura. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura.” (Motorland, 2017). Este término proviene de las siglas en inglés Thermally Sensitive Resistor. Existen dos tipos de termistores:

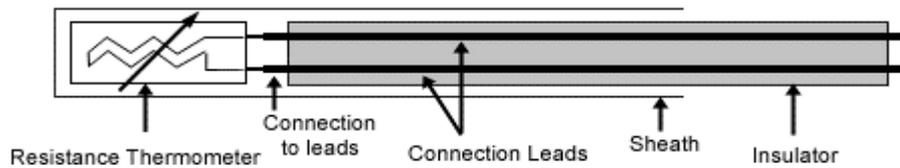
- **NTC** (Negative Temperature Coefficient) –Coeficiente de Temperatura Negativo.
- **PTC** (Positive Temperature Coefficient) –Coeficiente de Temperatura Positivo.

Son elementos PTC los que la resistencia aumenta cuando aumenta la temperatura y elementos NTC los que la resistencia disminuye cuando aumenta la temperatura. (Motorland, 2017)

Según lo manifiesta Motorland en su artículo “Sondas térmicas en motores eléctricos: PTC, NTC, TRD... ¿Qué las diferencia?”. A este respecto explica: Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia de un semiconductor con la temperatura, debido a la variación de la concentración de portadores. Para los termistores NTC, al aumentar la temperatura, aumentará también la concentración de portadores, por lo que la resistencia será menor, de ahí que el coeficiente sea negativo. Para los termistores PTC, en el caso de un semiconductor con un dopado muy intenso, éste adquirirá propiedades metálicas, tomando un coeficiente positivo en un margen de temperatura limitado. Usualmente, los termistores se fabrican a partir de óxidos semiconductores, tales como el óxido férrico, el óxido de níquel, o el óxido de cobalto. (Motorland, 2017)

Sin embargo, para Motorland (Motorland, 2017), a diferencia de los sensores “RTD” (del inglés: resistance temperature detector, es un detector de temperatura resistivo o

“termoresistencia”) que veremos a continuación, la variación de la resistencia con la temperatura es no lineal. Para un termistor NTC, la característica es hiperbólica. Para pequeños incrementos de temperatura, se darán grandes incrementos de resistencia. (Motorland, 2017).

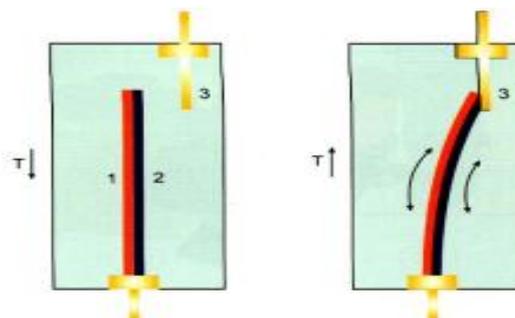


**Figura 8** Sensor de temperatura. (Motorland, 2017)

**Sensor Bimetal.** - Por otra parte, otros de los sensores necesarios para el sistema de inyección a gasolina, es el Sensor Bimetal, se lo utiliza para activar los ventiladores de refrigeración. Según lo explica Juan Luna “Cuando se calienta un material (en especial un metal) se produce una dilatación en su tamaño. Este efecto es muy bien conocido en ingeniería y viene descrito por la siguiente ecuación” (Luna Pezantes, 2017):

$$LF = Li \times CD \times (TF - Ti)$$

De la misma forma, Luna explica lo que significa ésta ecuación y manifiesta que: “En la ecuación LF es la longitud final del elemento, Li es la longitud inicial, TF es la temperatura final. Ti es la temperatura inicial, siendo, por tanto (TF — Ti) el incremento (o decremento) de temperatura. La longitud final obtenida está en la misma unidad en que se ha expresado la longitud inicial y las temperaturas se deben expresar en la misma unidad: grados Kelvin o grados centígrados.” (Luna Pezantes, 2017, pág. 15).

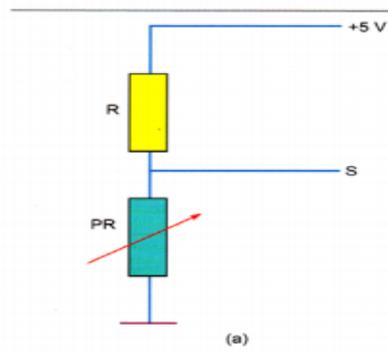


**Figura 9** Constitución interna de un bimetal: 1 y 2 son las dos láminas de metales diferentes y 3 es el contacto de salida. (Luna Pezantes, 2017).

**Sensores de Presión.** - el objetivo de los sensores o transductores de presión es lograr la transformación de una masa física en una eléctrica, es decir, se transforma en voltaje la presión ejercida de manera equivalente. Existen varios sensores de presión:

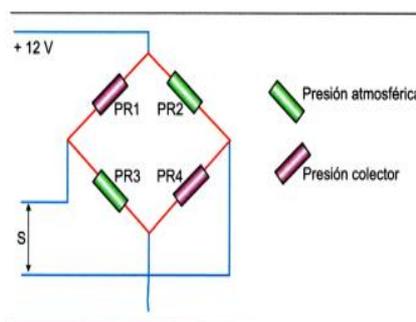
- **Piezoeléctrico.** - cuando el cristal piezoeléctrico se deforma por la presión que ha sido ejercida, este sensor se encarga de medir dicha presión.

Los automóviles, en el caso de los sensores de presión que se encuentran compuestos por piezoresistencias, típicamente presentan dos tipos de circuitos eléctricos: divisor de tensión y puente de Wheatstone. En el primer caso, la descripción grafica de este sistema se describe a continuación:



**Figura 10** Esquema eléctrico de una piezoresistencia (PR). (Luna Pezantes, 2017).

- Mientras que el circuito de Wheatstone consiste en colocar cuatro resistencias (en este caso piezoresistencias), según la disposición mostrada en la Figura 11.



*Figura 11* Esquema eléctrico de un puente de Wheatstone formado por cuatro piezorresistencias (PR).  
(Luna Pezantes, 2017)

Al utilizar los circuitos antes mencionados, se busca obtener como resultado que la medida de presión del automóvil sea diferencial, en otras palabras, enviar la diferencia de la presión de un lugar a otro. Según lo manifiesta Luna en su trabajo, expresa que: “concretamente una aplicación muy utilizada por muchos fabricantes es el llamado sensor MAP (Manifold Air Pressure) o medidor de presión de aire del colector, que suministra una tensión proporcional a la diferencia de presión entre el colector y el aire ambiente.” (Luna Pezantes, 2017, pág. 17).

**Manómetro.** - este sensor se encarga de medir una presión estática o a su vez la diferencia de presión que se genera cuando existe desplazamiento de fluido dentro de un campo gravitacional.



*Figura 12* Manómetro digital de presión. (Omega)

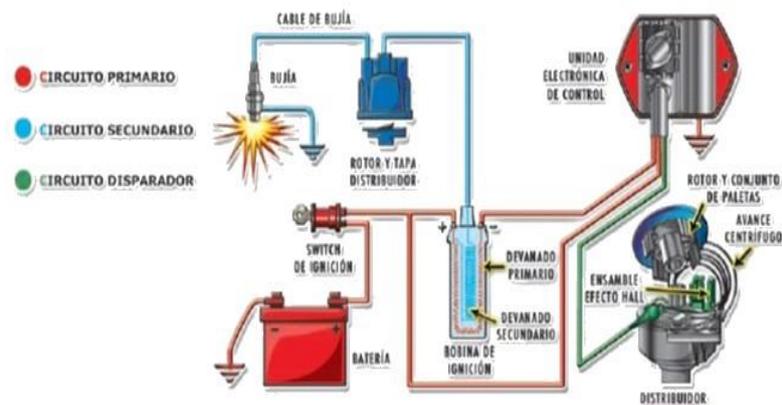
**Sensores Electromagnéticos.** - Este tipo de sensores se basan principalmente en el funcionamiento del electromagnetismo, para esta descripción los autores (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011) del Proyecto de Motores titulado Sensores y actuadores en motores, a este respecto, explican que “Este tipo de sensores basan su funcionamiento en el fenómeno electromagnético, es decir, la relación que existe entre el magnetismo y la electricidad. Cuando una bobina es sometida a la variación de un campo magnético, se produce en ella una corriente eléctrica alterna producida por efecto de la inducción magnética.” (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011) Según los autores

antes mencionados, manifiestan que este tipo de sensores presenta una calificación que se describen a continuación:

- Sensores por efecto Hall.
- Sensores por conductividad eléctrica
- Sensores Reed
- Sensores fotoeléctricos
- Sensores piezoeléctricos
- Sensores por ultrasonido
- Sensores por radiofrecuencia

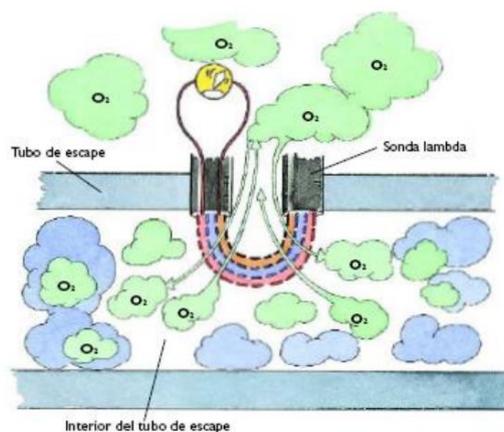
Para comprender la función de cada uno de éstos, se describen a continuación:

**Sensor por Efecto Hall.-** según lo que explican los autores del Proyecto de Motores, manifiestan que “Se basan en el denominado efecto Hall que se produce cuando un cierto tipo de semiconductor al ser recorrido por una corriente y sometido a un campo magnético, genera en sus extremos una diferencia de potencial.” (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011). El trabajo del sensor bajo el efecto Hall, genera una acción magnética que influye en el funcionamiento, las mismas que al recibir una carga eléctrica origina una diferencia en las cargas y la tensión del sensor generando así un campo magnético que posibilita una respuesta rápida y cuadrada perfectamente en el funcionamiento del sensor.

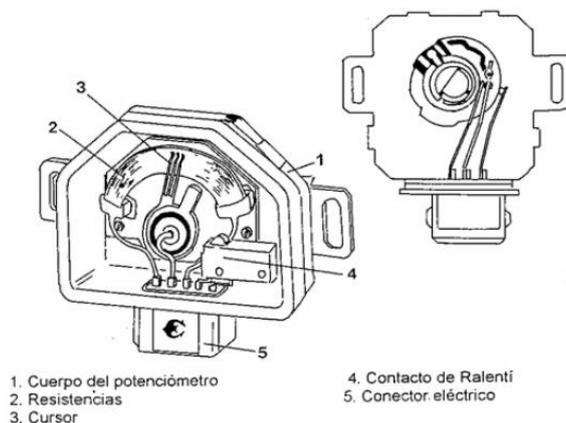


*Figura 13 Efecto Hall. (E-auto.com).*

**Sensor por Conductividad Eléctrica.** - Este sensor trabaja bajo la conductividad, en palabras de los autores Guarella & otros, del Proyecto de Motores, explican que “La conductividad define la facilidad con que la que circula la corriente por una sustancia cuando se halla sometida a determinadas condiciones físicas. Esta depende del número de electrones libres, y en los metales en función inversa de la temperatura. A temperaturas próximas al cero absoluto la conductividad alcanza valores casi infinitos (resistencia nula) para algunos metales, fenómeno que se conoce con el nombre de superconductividad.” (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011). Dentro del funcionamiento de este sensor se encuentran diferentes aplicaciones en las que trabaja, siendo estas, la Sonda Lambda y Potenciómetro de la mariposa.



*Figura 14 Funcionamiento de la sonda Lambda. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011).*



*Figura 15 Potenciómetro de mariposa. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011).*

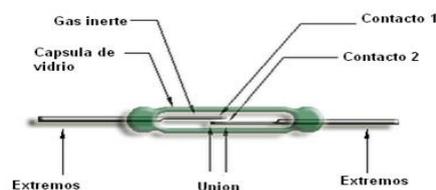
**Sensores Termoeléctricos.** - como su nombre lo indica, son elementos que trabajan bajo la temperatura que dilata a los cuerpos, mientras que en los casos de los metales estos sensores modifican su resistencia eléctrica, “Esta característica es el fundamento de las termo resistencias: sensores cuya variación de resistencia guarda proporción con la temperatura a la que están sometidas. Algunos compuestos se fabrican especialmente para conseguir un coeficiente de temperatura negativo o positivo, dando origen a las resistencias tipo PTC o NTC.



*Figura 16 Sensor de Temperatura. (Centro Zaragoza 2006).*

**Sensor Reed.** - según lo menciona Luna, el sensor Reed es un interruptor que se cierra en presencia de un campo magnético. Así lo explica en su trabajo de titulación, donde manifiesta que “Para que ello ocurra es necesario que el interruptor esté fabricado con un material ferromagnético, es decir con un material que se magnetice cuando se encuentre inmerso en un campo magnético. Generalmente los sensores Reed se encuentran

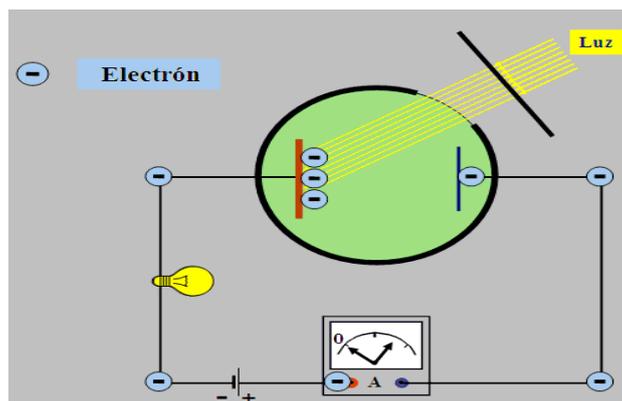
protegidos en el interior de una cápsula de vidrio (1) u otro material protector para evitar su oxidación.” (Luna Pezantes, 2017).



*Figura 17 Esquema de funcionamiento de un sensor Reed.*

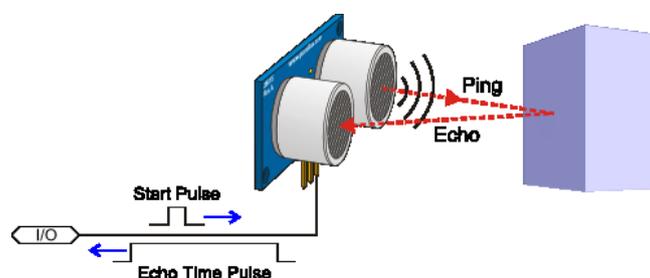
**Sensores Fotoeléctricos.** - es aquel elemento sensible a diversas formas de radiación luminosa, entre ellas, la infrarroja, ultravioleta, visible, etc. Estos sensores cumplen la función de transformar la energía luminosa en energía eléctrica, y efectúan una determinada transformación, así lo explican Guarella & otros, los mismos que a este respecto manifiestan que hay sensores que transforman la energía luminosa que reciben en energía eléctrica, como las células solares, cuyo funcionamiento se basa en el hecho de que cuando incide luz sobre un material semiconductor, algunos electrones reciben la energía suficiente para escapar de la órbita que ocupaban en el átomo, transformándose en electrones libres capaces de crear una corriente eléctrica.

Hay otros sensores que reaccionan de modo diferente a la exposición luminosa, ya que se produce una disminución de su resistencia eléctrica, como es el caso de las fotorresistencias. Otro elemento sensible a la luz solar lo constituye el fotodiodo; se trata de un semiconductor que en ausencia de luz deja pasar una reducida corriente. A medida que aumenta la radiación solar, crece el flujo de corriente y cuanto más intensa es la radiación mayor el flujo de corriente. Hay fotodiodos sensibles a otro espectro de la luz como son los infrarrojos o ultravioleta. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011)



**Figura 18** Esquema de funcionamiento de un sensor fotoeléctrico. (Guarella, Heredia, Rodríguez, & Bagato, 2011).

**Sensor por Ultrasonido.-** también conocidos como medios ultrasónicos, son utilizados en los automóviles para determinar las distancias en las que se pueden encontrar posibles obstáculos, así lo determinan Cristian Gallo y Javier Escola, en su trabajo titulado Diseño e Implementación del Sistema de Control de Distancia de Seguridad para Conducción de Vehículos en Carretera, en el cual se explica que los sensores ultrasónicos se utilizan para averiguar las distancias a que se encuentran posibles obstáculos y para vigilar un espacio; están integrados en los parachoques de vehículos para facilitar entrada y salida de aparcamientos y las maniobras de estacionamiento. El gran ángulo de abertura que se obtiene con el empleo de varios sensores (cuatro en la parte trasera y de cuatro a seis en la parte delantera) permite determinar con ayuda de la "triangulación" la distancia y el ángulo en relación con un obstáculo. El alcance de detección de un sistema de tal clase cubre una distancia de aprox. 0,25 a 1,5 m. (Gallo & Escola, 2011).

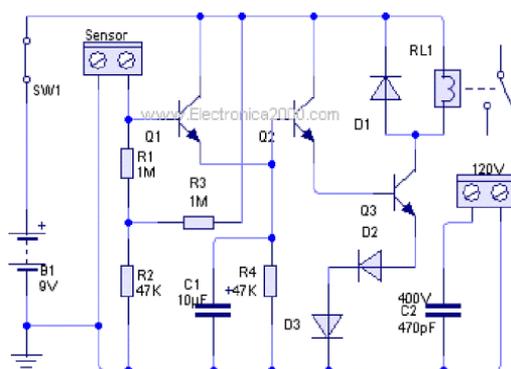


**Figura 19** Esquema de funcionamiento de un sensor ultrasónico. (Gallo & Escola, 2011).

**Sensor Capacitivo. -** Este sensor, como su nombre lo señala, es el sensor que se utiliza para la generación de microestructuras que se realizan en base a la micromecánica. Según

Álvaro González, en su trabajo de Sensores en los sistemas de seguridad del automóvil, describe a los sensores capacitivos como:

Su designación viene del proceso que se emplea para su fabricación. La micromecánica de superficie se caracteriza por generar microestructuras a partir de una sucesión de deposición y grabado de capas estructurales sobre un substrato. Esta es la principal diferencia con el micromaquinado, donde se crean las microestructuras por grabado selectivo dentro del substrato. Este tipo de microsensor de aceleración tiene una amplia gama de aplicaciones. Es por ello que dependiendo de su función el diseño varía para adecuarse a un determinado rango de medida, que se puede comprender desde 1g hasta 400g. (González, 2019)



*Figura 20* Esquema de funcionamiento de un sensor ultrasónico. (González, 2019)

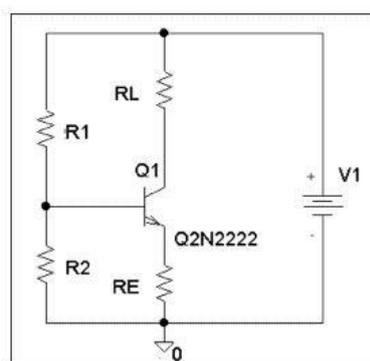
**Sensor de Posición.** - como su nombre lo indica, hace referencia a las posiciones donde se encuentran localizados dichos sensores: dentro de éste existen diferentes posiciones, así se encuentran los sensores de posición de la mariposa de aceleración, el sensor de posición del cigüeñal, sensor de posición del árbol de levas, entre otros. Su función principal es complementar el trabajo de los otros elementos para que el automotor funcione de forma adecuada. (Mejía & Armijos, 2015).



*Figura 21* Sensor de posición del Árbol de Levas. (Mejía & Armijos, 2015).

**Divisor de Tensión.-** en éste se presentan dos elementos: el divisor de tensión y el divisor de corriente, los dos utilizados en los circuitos eléctricos de un aparato, y que su función principal es repartir la tensión de una fuente entre dos o más, a este respecto, los autores de los Divisores de Tensión y Corriente manifiestan que: “Un divisor de tensión, es una configuración de circuito que reparte la tensión de una fuente entre dos o más impedancias conectadas en serie, en el caso de la presente práctica experimental dicho divisor es llamado divisor resistivo, es decir, aquel que se compone de resistencias como impedancias. En la figura 21 se muestra un esquema de un divisor resistivo.” (Velasco, Soler, & Botina, 2010). Estos mismos autores señalan que para calcular el voltaje en la resistencia  $R$ , se hace uso de la siguiente ecuación:

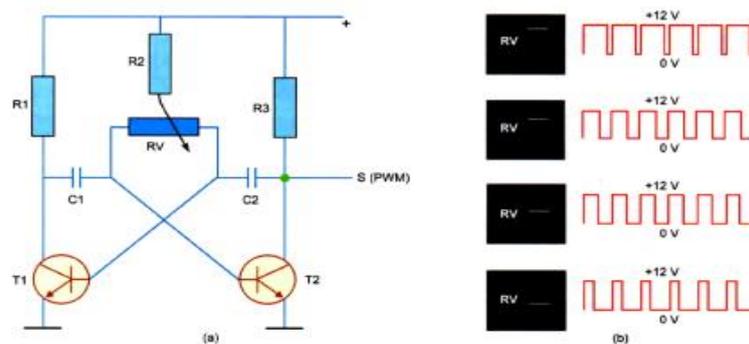
$$V_R = V_{in} \frac{R}{R_0 + R} \quad (1) \quad (\text{Velasco, Soler, \& Botina, 2010}).$$



*Figura 22* Divisor de tensión. (Velasco, Soler, & Botina, 2010).

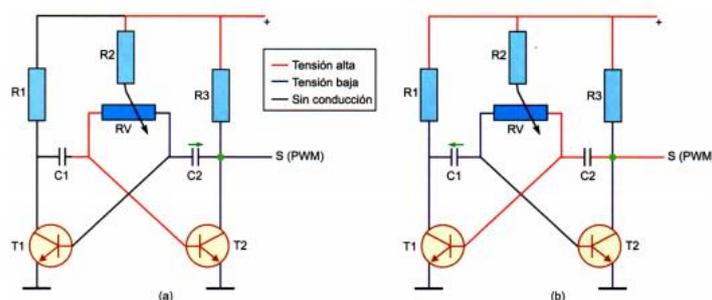
**Sensor PWM.** - uno de los principales sensores en el funcionamiento del automóvil es el sensor de modulación de ancho de pulso, también conocido como PWM (Pulse With Modulation) por sus siglas en inglés. Para Luna, este sensor “consiste en un circuito

electrónico que incluye una resistencia variable y que proporciona una señal de dos valores (binaria) cuya anchura varía con la posición de la resistencia variable (Figura 23.a). El sensor PWM es la evolución digital del divisor de tensión.” (Luna Pezantes, 2017).



**Figura 23** (a) Circuito electrónico de un sensor PWM. (b) Señales obtenidas al modificar la posición de RV (Luna Pezantes, 2017).

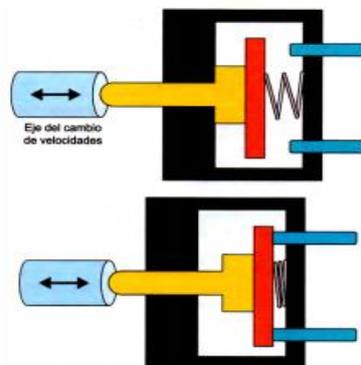
Así mismo, Luna describe el circuito electrónico del sensor PWM, el mismo que “mantiene una gran simetría en la disposición de sus componentes. Esta simetría le permite mantener dos estados estables por lo que también recibe el nombre de oscilador biestable. Cada uno de esos dos estados se corresponde con una tensión de salida en el punto S.” (Luna Pezantes, 2017)



**Figura 24** Las dos posibles situaciones del circuito electrónico del sensor PWM.

**Interruptor Automático.** - el interruptor automático es un dispositivo, que como su nombre lo indica trabaja automáticamente para determinar la función del mismo, a este respecto, Luna manifiesta que “el interruptor automático consiste en un sensor de posición que detecta el estado activado/desactivado de un sistema mecánico. Son interruptores o

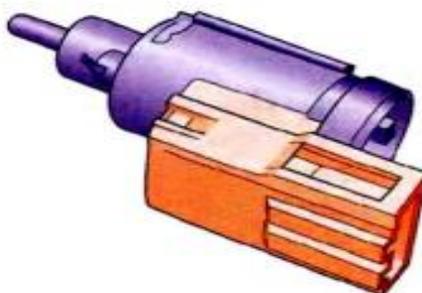
microinterruptores que se encuentran integrados (por lo general) en la mecánica del vehículo y no están activados directamente por el conductor.” (Luna Pezantes, 2017).



**Figura 25** Los interruptores automáticos están activados por elementos mecánicos. (Luna Pezantes, 2017).

En cuanto a este tema existe una clasificación ya que han sido muy utilizados y se siguen empleando de forma constante para control de múltiples sistemas:

- En el habitáculo, los sensores de puerta, el sensor de pedal de freno (Figura 25) y de pedal de embrague, los sensores de posición de la palanca de cambios (cambio automático), etc. (Luna Pezantes, 2017).
- El maletero y el capó del motor disponen de interruptores automáticos para controlar su cierre. (Luna Pezantes, 2017).
- En la caja de cambios automáticos, los sensores de marcha fijada (y marcha preparada en cajas de doble embrague), etc.
- En el ABS sensores de posición de las electroválvulas de mando hidráulico.



**Figura 26** Interruptor automático: el sensor de pedal de freno. (Luna Pezantes, 2017)  
www.core.ac.uk.

**Sensor de Oxígeno “O<sub>2</sub>”.** - se trata del sensor que se encarga de determinar la composición de los gases, para en lo posible, reducir la emisión de gases contaminantes. En el artículo Sensor de Oxígeno del Sistema de control de emisiones se explica: “El sensor de oxígeno determina la composición de los gases de escape, enviando una señal a la computadora para que realice los ajustes necesarios y se obtenga la relación óptima de aire-combustible.” (Sistema de control de emisiones).

Por otra parte, Juan Luna manifiesta que “Es un sensor de tipo iónico, es decir se basa en las propiedades de ionización de un gas, el cual puede conducir electricidad; se encuentra localizado en el primer tramo del escape y se encarga de monitorear la cantidad de oxígeno que sale de la combustión de los gases y, con esta señal enviada al módulo de control electrónico para realizar los ajustes necesarios para lograr la mezcla aire-combustible ideal.” (Luna Pezantes, 2017)



*Figura 27* Sensor de oxígeno. (Luna Pezantes, 2017).

Además de lo antes descrito, este sensor cuenta con cuatro pines adicionales para su mejor funcionamiento:

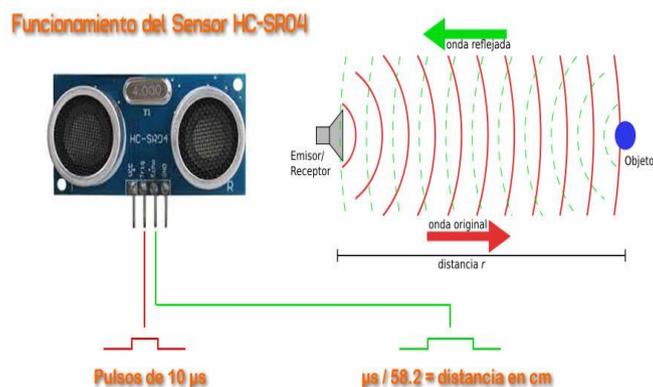
- Terminal a tierra.
- Terminal de alimentación.
- Terminal de alimentación calefactor.
- Terminal a tierra calefactor.



*Figura 28 Pines de conexión sensor de oxígeno (Luna Pezantes, 2017). www.core.ac.uk. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf>*

**Sensor de Distancia.** - también conocido como Sensor de retroceso, es uno de los sensores que en la actualidad están siendo muy utilizados, pues estos implementos de los automóviles facilitan el trabajo del estacionamiento o aparcamiento y así prevenir cualquier tipo de accidente. Según lo manifiesta “Los denominados sensores de aparcamiento en los coches son los sensores que han sido creados con el objetivo de ayudar a aparcar de la mejor forma la unidad sin la necesidad de efectuar tantos esfuerzos y maniobras, detectan los objetos magnéticos (imanes generalmente permanentes) que se utilizan para accionar el proceso de la conmutación.” (Bonilla, 2012).

En este mismo ámbito, Bonilla manifiesta que el sistema de este tipo de sensor está conformado por detectores de obstáculos externos, y a este respecto explica que “Este sistema está formado por unos sensores que en todo momento detectan los obstáculos que puede encontrar en la parte exterior y delantera de su vehículo que gradualmente con un sonido que pasa de grave a agudo y varía en constancia sonora va aumentando la repetición según nos aproximemos al obstáculo.” (Bonilla, 2012).



**Figura 29** Detector de distancia. (Bonilla, 2012).

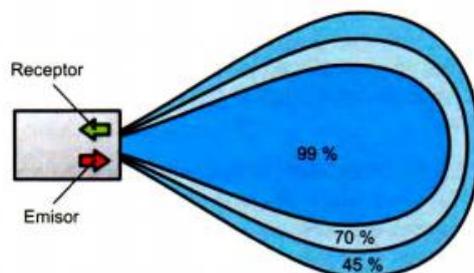
Los sensores ultrasónicos de distancia, son de gran ayuda para los conductores ya que estos, principalmente cumplen con la función de detectar los objetos externos, así lo expresa Bonilla, el mismo que expresa que: “Los sensores ultrasónicos tienen como función principal la detección de objetos a través de la emisión y reflexión de ondas acústicas, el sensor de aparcamiento es un sistema que te ayudará en las maniobras de aparcamiento de tu vehículo en el garaje.” (Bonilla, 2012).

En cuanto a los elementos de este sensor, Luna expresa que:

- El receptor es un pequeño micrófono con un circuito electrónico que está sintonizado a la misma frecuencia de los ultrasonidos.
- Un circuito electrónico mide el lapso de tiempo desde que el altavoz emite el paquete de ultrasonidos, hasta que se recibe la señal (reflejada en el obstáculo) en el micrófono.

Con estos elementos, y en base al trabajo conjunto de estos sensores se facilita las maniobras del conductor, Bonilla, explica que “La proximidad de tu vehículo durante la maniobra te la indica por diferentes estados de luz y por sonido, con estas ayudas visuales y acústicas aparcarás de la manera más cómoda, se puede instalar en la pared mediante tornillos fácilmente, el sensor es auto encendido al detectar el movimiento del vehículo y auto apagado para ahorro de energía.” (Bonilla, 2012)

**Sensor Volumétrico.** - cumplen con la función de “detectar intrusiones en el interior del habitáculo, y en ese caso activar la alarma. Se encuentran situados, por regla general, en las esquinas del compartimento y tienen un aspecto parecido al de pequeños micrófonos.” (Luna Pezantes, 2017) La funcionalidad de los sensores volumétricos, es en otras palabras, igual a los sensores de distancia pero con la salvedad de que se generan lóbulos más amplios, para cubrir el volumen interior del habitáculo. (Luna Pezantes, 2017).



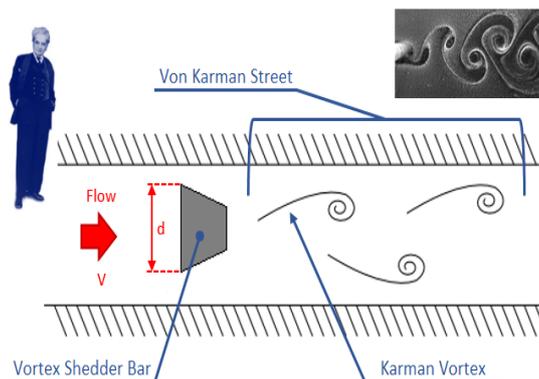
*Figura 30 Las zonas de detección de un sensor volumétrico. www.core.ac.uk. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf>*

**Sensor de efecto Karman.-** el sensor de efecto Karman, al igual que los otros sensores ya descritos anteriormente, cumple con una determinada función dentro del automotor, y, para Luna Pezantes, este sensor “es un sensor que mide el retraso que provocan las turbulencias del flujo de aire en el colector sobre un pulso de ultrasonidos.” (Luna Pezantes, 2017).

A su vez, para este sensor, según la revista digital Encendido-Electrónico, en su artículo denominado Sensores Maf- parte 4, manifiesta que:

El flujo de aire de admisión que reacciona contra el generador vórtex, crea un efecto de “estela” en el aire, que va corriente abajo del generador, muy similar a las ondas creadas en el agua luego de que un bote pasa cerca. Esta onda o estela, es lo que se conoce con el nombre de “Karman Vórtex”. Cuando vemos el agua oscilar, vemos que la estela tarda un poco de tiempo en estabilizarse y mientras tanto, hay un pequeño oleaje que “sube y baja”. Esas mismas oscilaciones que ocurren dentro de un generador vórtex,

pueden medirse en el aire que circula dentro del sensor. A ese “oleaje del aire” se le mide la “frecuencia” en la que los vórtices varían, en proporción con la velocidad del aire que está ingresando al motor: entre mayor sea la demanda de aire motor (carga), mayor será el caudal de aire ingresando y mayores serán los vórtices u “oleajes” que se formarán en el generador vórtex. (Encendido-Electrónico, 2015).

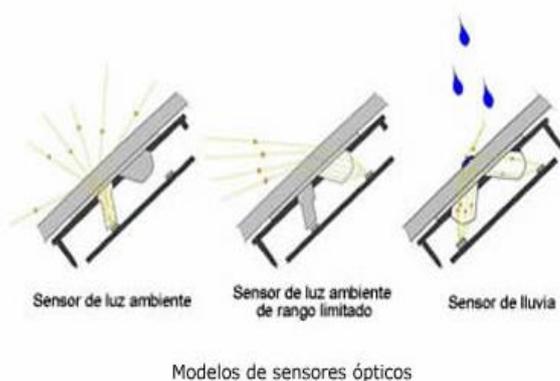


**Figura 31** Sensor efecto Karman.

**Sensor Óptico.** - son un tipo de sensores que se manejan bajo el efecto de la luminosidad, ya que al ser una especie de sensores automáticos estos captan la intensidad de la luz y dan inicio su trabajo. Existen diferentes funciones de este tipo de sensor, que, según la revista digital Aficionados a la mecánica, se encuentran las siguientes:

- Sensor óptico. - Los sensores ópticos más sencillos se utilizan para el mando de la limpieza automática del parabrisas o del cristal de dispersión de los faros y para encender las luces del automóvil cuando se reduce las condiciones lumínicas. (Aficionados a la mecánica, 2015).
- Sensor de lluvia. - El sensor de lluvia (figura inferior) detecta la presencia de gotas de agua sobre el parabrisas y hace posible el accionamiento automático del limpiaparabrisas. (Aficionados a la mecánica, 2015).
- Sensor de suciedad. - Este tipo de sensor (figura inferior) detecta el grado de suciedad de los cristales de dispersión de los faros, con el fin de iniciar su limpieza automática en caso necesario. La célula óptica de reflexión del sensor

se compone de una fuente luminosa (LED) y de un receptor de luz (fototransistor). (Aficionados a la mecánica, 2015).



**Figura 32** Modelos de sensores ópticos. <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores8.htm>

Por otra parte, si se da un vistazo a la historia de los automóviles se puede evidenciar que este uso ya se encuentra presente desde hace varias décadas atrás, y que aun en la actualidad se mantienen vigente debido a su gran utilidad, de esta forma lo asegura Luna Pezantes en su trabajo, en el mismo que manifiesta que:

En los encendidos para motores Otto se ha empleado como sensor de posición de cigüeñal y sensor de giro de motor.

En los vehículos que disponen de encendido y apagado automático de luces, se instalan como detectores de luminosidad exterior («electrónica analógica»). Para ajustar la luminosidad de elementos ópticos en el interior del vehículo (pantallas, displays, iluminación de interruptores, etc.) también se dispone de sensores de luminosidad interior.

En vehículos que disponen de puesta en marcha automática de limpiaparabrisas, los sensores de lluvia son sensores ópticos.

## DIAGNOSTICO

**Necesidades del Diagnóstico.** - todo tipo de máquinas, implementos mecánicos, e incluso los electrodomésticos necesitan de una revisión complementaria cada determinado tiempo, con el fin de asegurarse que todo se encuentra en buen estado para así mantener un correcto funcionamiento. En el caso de los automóviles dicha necesidad es más ineludible, ya que por medio de cada uno de sus sensores se desarrollan un sinnúmero de funciones importantes para su funcionamiento. El parque automotor requiere de una atención adecuada para que se mantenga en perfecto estado y funcionamiento, ya que al carecer de sus respectivos mantenimientos se pueden presentar diferentes tipos de averías en el automotor y por ende éste podría incluso dejar de funcionar.

Es importante mencionar que puede desarrollarse un mundo de averías dentro de un automóvil a su vez que a pesar de las revisiones que se hagan puede ser difícil la detección de todas y cada una de las fallas que tuviere ya que las instalaciones eléctricas que se realiza durante el ensamblaje de un vehículo dependen de sofisticados sistemas que implican principios básicos de la física, campos electromagnéticos, tuberías, entre otras, las mismas que forman o complementan un vehículo.

**Historia de las normativas.** - las normativas que se conocen en la actualidad sobre la emisión de gases, como todo en el mundo ha tenido su proceso evolutivo, esto debido a que las necesidades van cambiando de la mano con el tiempo. Esto a su vez debido a la importancia del cuidado del ambiente; es por esto que a continuación, se muestra un resumen breve resumen sobre lo que ha sido la historia evolutiva de los Sistemas de Inyección en los automotores:

Inicialmente se trabaja con el Sistema K-Jetronic, el mismo que era un sistema que funciona mecánicamente, en el cual el combustible se dosificaba de forma continua en función del aire aspirado por el motor. (Mundo del Motor).

Posteriormente se da inicio al Sistema KE-Jetronic, en el mismo que se trabaja de la siguiente forma: El KE-Jetronic es un sistema de inyección mecánico-electrónico basado en el K-Jetronic. Un sistema electrónico adicional, registra una serie de magnitudes de medición en el motor, y permite así la optimización de la inyección de combustible y de la mejor calidad de los gases de escape. (Mundo del Motor) Dentro de este sistema se presentan diferentes tipos, entre los cuales se encuentran: L-Jetronic, LE-Jetronic, LH-Jetronic, Mono-Jetronic, Motronic, Mono Motronic, Motronic ME con EGAS, Motronic MED – Inyección directa de Gasolina, Flex Fuel. (Mundo del Motor).

A continuación, se presenta el sistema Trifuel, el mismo que en el camino de la evolución se presente en tercer lugar, siendo este: El Trifuel Bosch, sistema digital multipunto de inyección electrónica, posibilita el uso de Gas Natural Comprimido (GNC), gasolina, alcohol o cualquier mezcla de estos dos últimos combustibles en el mismo vehículo. (Mundo del Motor).

**Conector OBD II:** por otra parte, ya pasando por el mundo de los sensores, son los conectores, los mismos que al igual que los anteriores cumplen con funciones importantes dentro del funcionamiento del automotor. Conector también conocido con el nombre de conector J1962.

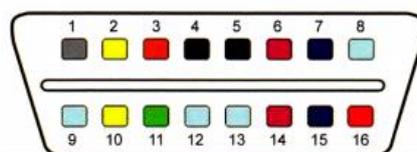
Como lo manifiesta la Revista Electrónica del automóvil, de José Maco, a este respecto explica que este conector presenta una función de diagnóstico de los diferentes errores que se puede presentar en el automóvil, por lo que lo describe de la siguiente forma:

El OBD II, como su nombre indica “On Board Diagnostic Second Generation”, es un sistema que permite diagnosticar los errores que se producen en el vehículo sin necesidad de desmontar partes para descubrir la procedencia de dicho error. Este sistema de codificación única se encuentra actualmente implantado en todos los turismos y vehículos industriales ligeros que se producen y a diferencia de otros sistemas desarrollados antes de 1996, este se caracteriza por ser un sistema estandarizado, que permite, de manera fácil, ver que errores se han producido en un vehículo cualquiera utilizando una única codificación y claro está, un conector estandarizado. (Maco, 2011).



*Figura 33* Posibilidades de localización del conector OBD-II en diferentes marcas y modelos.

Éste conector puede estar ubicado en diferentes zonas de la cabina del conductor, y de esta forma lo explica más ampliamente “El conector OBD-II siempre lo vamos a encontrar en el interior del habitáculo, en una zona próxima al puesto de conducción, fácilmente accesible y, para acceder a él, no hace falta el uso de herramientas (a lo sumo una pequeña palanca). Su ubicación, dependiendo de fabricantes, modelos y versiones, es tan amplia que resulta (casi) imposible realizar un listado exhaustivo, en la Ilustración 33, se muestra la ubicación más habitual.”



*Figura 34* Aspecto del conector de diagnosis estandarizado OBD-II (conector J1962). [www.core.ac.uk](http://www.core.ac.uk).  
Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf>

PIN	Características	Protocolo
1	Estandarizado, lo usa <i>General Motors</i> para la diagnosis de los sistemas GMLAN, SWC y CAN de un cable.	SAE J2411
2	Estandarizado: cable positivo de diagnosis de las normativas USA.	SAE J1850 PWM. SAE J1850 VPW
3	No estandarizado, usado por <i>FORD</i> como cable positivo (DCL+) antes de la normativa OBD-II.	
4	Estandarizado: negativo de chasis (-31).	
5	Estandarizado: negativo de electrónica (-31).	
6	Estandarizado: CAN High.	SAE J2284 ISO 15765-4 ISO 9141-2 ISO 14230-4
7	Estandarizado: línea de diagnosis K (véase el capítulo anterior).	
8	No estandarizado.	
9	No estandarizado.	
10	Estandarizado: cable negativo de diagnosis de una normativa USA.	Solo SAE J1850 PWM
11	No estandarizado: usado por <i>FORD</i> como cable negativo (DCL-) antes de la normativa OBD-II.	
12	No estandarizado.	
13	No estandarizado.	
14	Estandarizado: CAN Low.	SAE J2284 ISO 15765-4 ISO 9141-2 ISO 14230-4
15	Estandarizado: línea de diagnosis L.	
16	Estandarizado: Positivo directo de batería (+30).	

*Figura 35 Correspondencia de cada pm del conector OBD-II. www.core.ac.uk. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf>*

**Equipos de Diagnóstico.-** para realizar un adecuado diagnóstico del sistema de inyección del automotor, se requiere de un equipo apropiado para realizar el mismo, es por esto que “Desde la aparición de los primeros sistemas de auto- diagnóstico con códigos intermitentes los fabricantes empezaron a fabricar aparatos que incorporaban los conectores adecuados para conectarse fácilmente y además tenían memorizados los DTC, con lo que mostraban rápidamente la descripción de los problemas detectados por la electrónica del vehículo.” (Luna Pezantes, 2017)

En un principio, y por la reciente creación de los mismos eran demasiado costosos y muy difíciles de obtener, y, básicamente, los únicos propietarios eran los grandes empresarios automotrices, y por ende el costo de un análisis mecánico también era muy costoso, por lo que muy pocas personas estaban en la capacidad de brindar este mantenimiento a sus autos.

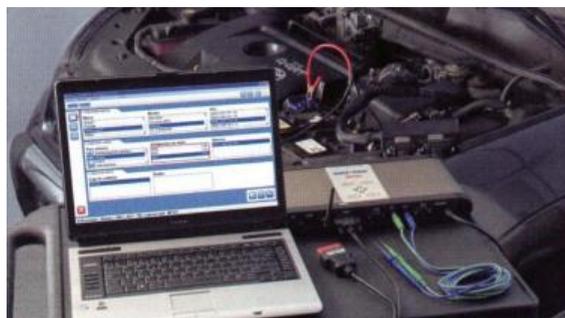
Transcurrido el tiempo, y con el avance tecnológico, se ha ido produciendo de forma más amplia los productos y equipos para la realización de los análisis adecuados del sistema de inyección, de forma que en la actualidad ya se encuentran al alcance de la gran mayoría de propietarios de autos a nivel mundial, los mismos que están siendo fabricados con

mayor tecnología para mayor facilidad del proceso analítico, que satisfagan las necesidades del auto y de los propietarios de los mismos.

En general, los aparatos de diagnóstico se pueden clasificar en 5 grandes tipos:

- Bancos de diagnóstico.
- La consola autónoma.
- El interfaz de PCILT.
- Terminales de bolsillo.
- Terminales conectados en red (On une).

**Interfaz PCILT.** - entre los equipos necesarios para realizar el proceso de diagnóstico y mantenimiento del auto se encuentra el Interfaz PCILT, el mismo que en palabras de Luna Pezantes es: “Un sistema utilizado por muchos fabricantes de hardware de diagnóstico es el de ofrecer solamente la interfaz (el dispositivo que se conecta entre un ordenador y el vehículo) y el usuario ha de tener un ordenador (es indistinto que sea de sobremesa o portátil) (ver Figura 8.15). De esta forma el precio del aparato de diagnóstico es más bajo. En caso de utilizar ordenador portátil (Laptop) es posible realizar pruebas en carretera.” (Luna Pezantes, 2017).



*Figura 36 Interfaz AUTOCOM ADP de MIAC conectada con ordenador portátil.*

**Terminales de Bolsillo.** - con el avance de la tecnología, se han facilitado varios procesos y necesidades de las personas para realizar adecuadamente los diagnósticos automotores, ya que en la actualidad se puede contar con implementos y herramientas necesarias para

los mismos en tamaños más manejables para los técnicos; así se puede encontrar con facilidad en la actualidad aparatos de bolsillo que desempeñan las mismas funciones que los de tamaño normal. Progresivamente este tipo de aparatos serán los más utilizados ya que debido a sus características más tecnológicas.



*Figura 37 Ejemplo de terminal de bolsillo: V-CHECKER.*

**Terminales Conectados en Red.** - éstos terminales son aparatos que deben ser utilizados con programas tecnológicos para que puedan ser conectados con las redes de internet y tener mayor facilidad de los procesos analíticos, según Luna Pezantes, estos “Consisten en una modalidad de conexión de diagnóstico donde el programa de diagnóstico y el banco de memoria de datos no está físicamente en el aparato de diagnóstico, sino que está todo almacenado en una página web (normalmente propiedad del fabricante y con acceso restringido) situada en cualquier parte del mundo.” (Luna Pezantes, 2017)

Esta modalidad se hace posible gracias al desarrollo de las TIC’s (Tecnologías de Información y Comunicación) que han desarrollado programas tecnológicos que hacen la misma labor física de un técnico, pero con la diferencia que la velocidad con la que se transfieren los datos que permite realizar todo el proceso sin que se detecten retrasos considerables.

**Métodos de diagnóstico.** - en cuanto a los métodos de diagnóstico, se pueden encontrar diferentes tipos, pero que su función básica es detectar las averías que se puedan presentar en los automotores con la experiencia, va acumulando técnicas, medidas, pruebas, etc.,

que le permiten reducir el tiempo de diagnóstico a la vez que le dicen estar seguro del resultado y minimiza los errores. (Luna Pezantes, 2017)

Por el contrario del trabajo físico de los técnicos especializados, que generalmente realizan cambio de piezas hasta encontrar cual es el problema que presenta el auto, los métodos modernos de análisis, detectan inmediatamente la falla y determinan cual es el proceso a seguir para solucionar el problema presentado.

Las técnicas de diagnóstico más utilizadas en la actualidad se detallan a continuación, en base al criterio otorgado por Luna Pezantes, el mismo que expresa que los métodos son:

**Métodos guiados:**

- Lectura de códigos de error (DTC).
- Manuales técnicos de reparación.
- Memorizadores de datos (Data loggers).
- Las circulares de averías.
- Métodos no guiados:
- Valores reales/actuación de elementos.
- Conexión en paralelo.
- Esquemas eléctricos.

**Métodos guiados.** - para los análisis del sistema de inyección, como ya se mencionó anteriormente se requieren de diferentes métodos, el primero es el Método guiado, que, como su nombre lo indica se lo realiza mediante “los que el técnico deposita su confianza en los fabricantes de automóviles y de aparatos de diagnóstico y sigue los pasos que se le indican hasta llegar al origen del problema.” (Luna Pezantes, 2017) Estos métodos de diagnóstico trabajan básicamente con el sistema eléctrico que tiene el auto, y que son en su mayoría pequeñas averías fáciles de solucionar. Generalmente los fabricantes de los

autos realizan enormes esfuerzos para que los autos mantengan las medidas de seguridad adecuadas y que faciliten el diagnóstico físico, en caso de presentar algún tipo de averías.

**Lectura de códigos de error (DCT).** - El segundo método para realizar el análisis del sistema, es uno de los más importantes, debido a que emplea métodos modernos más asertivos y concretos, “resulta el método más cómodo y rápido para el técnico de diagnóstico. Consiste en conectar un aparato de diagnóstico al vehículo, establecer la comunicación y acceder al apartado de «lectura de códigos de avería»” (Luna Pezantes, 2017). Es importante reseñar los siguientes puntos:

- Existe una lista estandarizada (SAE-ISO) de códigos de avería que tiene un formato alfanumérico. Estos códigos estandarizados constan de una letra seguida del número «0». La letra inicial es la abreviatura inglesa del sistema que contiene la avería y los cuatro números que van a continuación concretan la avería de que se trata. Las letras iniciales del código significan:
- P = powertrain, corresponde a todos los códigos de avería de los sistemas de tracción como son el/los motor/es, la caja de cambios y el diferencial.
- B = body (traducido por carrocería), hace referencia a los sistemas de seguridad y confort: airbags, sistemas de puerta, climatizador,
- C = chassis, aglutina todos los códigos de avería de los sistemas que interactúan con el chasis del vehículo: frenos, suspensiones, control de estabilidad,
- U = network, que incluye todos los códigos de avería propios de las redes de comunicaciones del vehículo. (Luna Pezantes, 2017).

DTC	Explicación de la avería
P0111	Señal de avería de temperatura de aire aspirado.
P0135	Calefacción sondas lambda delante del catalizador.
P0141	Calefacción sondas lambda detrás del catalizador.
P0301	Detección de fallos de encendido, cilindro 1.
P0340	Señal transmisor del árbol de levas de escape.
P0505	Activación ajuste de ralentí, bobina de apertura.
P0604	Defecto en UCE, memoria RAM interna.

*Figura 38* Ejemplo de códigos de avería normalizados SAE/ISO. [www.core.ac.uk](http://www.core.ac.uk).

Generalmente, los fabricantes de los autos, tratan de incluir sus propios códigos en manuales de instrucciones de uso de los mismos, esto para facilitar el trabajo y la comprensión de los encargados de los mantenimientos de los autos.

DTC	CODE TEXT
P1111	Engine Coolant Temperature Sensor Radiator Outlet Low Input.
P1112	Engine Coolant Temperature Sensor Radiator Outlet High Input.
P1121	Pedal Position Sensor 1 Range/Performance Problem.
P1120	Pedal Position Sensor Circuit.
P1122	Pedal Position Sensor 1 Low Input.

*Figura 39* Ejemplo de códigos de avería propios del fabricante (BMW). [www.core.ac.uk](http://www.core.ac.uk).

Entre los códigos que se presentan en los manuales se encuentran tanto los códigos, así como también la explicación del mismo, esto se lo hace para una mayor facilidad del trabajo de análisis del sistema en caso de presentarse alguna falla. A continuación, se mencionan dos ejemplos que facilita Luna Pezantes:

Si un código de avería hace referencia a un elemento concreto, por ejemplo, sensor de temperatura, hemos de tener en cuenta que la avería puede estar en el propio sensor, en el conector del sensor, en el cableado o en el conector de la UCE. Es muy importante para un técnico realizar todas las pruebas pertinentes antes de proceder a la sustitución.

Hay fabricantes que, cada vez que se produce una avería, establecen un código denominado «Readiness» que consiste en un segundo registro de averías que no se borra al borrar los DTC. De esta forma si se han eliminado los códigos DTC o se ha desconectado la batería o se ha realizado cualquier otra intervención sin reparar correctamente la avería, en el campo de datos Readiness queda la constancia de esas intervenciones. En estos casos, cuando se ha eliminado correctamente una avería se debe actualizar el Readiness del sistema.

## RECURSOS

Con la finalidad de llevar a cabo el proyecto de manera eficiente y organizada, se desarrolla este capítulo el mismo que permitirá analizar la optimización de los recursos utilizados tales como: tecnológicos, humanos y materiales que son aspectos fundamentales para la ejecución e incidencia del proyecto.

**Recursos humanos.** - éstos harán referencia a toda la mano de obra que se requiere desde la creación y desarrollo de los diferentes sensores e instrumentos, así como del personal capacitado para poder dar con el fallo y arreglo de cualquiera de éstos sensores y demás que se presenten dentro de un automotor y así lograr funcionamiento del mismo.

**Recursos tecnológicos.** - para el cumplimiento de las metas propuestas, fue imprescindible el uso de materiales y equipos tecnológicos tales como: multímetro automotriz, osciloscopio, cámara fotográfica, internet, computador, libros, etc., que permitieron facilitar las tareas de investigación y desarrollo del presente proyecto.

## **CRONOGRAMA**

En la semana del 17 al 21 de febrero se dio inicio al trabajo de investigación, empezando por la definición del problema, sus antecedentes y los diferentes conceptos de los sensores a hablar en el tema.

Durante la primera semana y última semana de febrero también se realizó la visita de diferentes talleres de amigos que poseen el servicio con varios de los instrumentos descritos a lo largo del trabajo, éstos son ATM talleres.

Así mismo continuando con la investigación de los términos se pudo dar un avance más refinado durante la semana del 2 al 7 de abril.

## **CONCLUSIONES**

La tecnología automotriz se encuentra en continuo desarrollo y los distintos sistemas del automóvil no son la excepción, ya que, constantemente han estado cambiando desde su implementación hasta la actualidad; por tal motivo, los ingenieros y técnicos que laboran en el área automotriz deben contar con un procedimiento específico para diagnosticar fallas en los sistemas electrónicos del vehículo.

El uso del osciloscopio en el diagnóstico de problemas de fallo en los sensores que se presentan en el automóvil es un procedimiento básico en la actualidad, por eso es fundamental el conocer el manejo de este equipo para poder realizar un diagnóstico rápido y efectivo.

Se puede concluir además que es necesario conocer los parámetros de cada uno de los sensores para determinar su estado, ya que con la ayuda del osciloscopio se puede verificar a través de gráficos, las formas de ondas de cada uno de los sensores y su relación voltaje-tiempo.

En el campo automotriz se puede notar un gran avance en la tecnología en cuanto al funcionamiento de un vehículo, por lo cual es indispensable estar siempre actualizados en cuanto a métodos para conseguir un diagnóstico rápido, preciso y lograr llegar a dar una solución.

En el mundo automotriz se encuentran hoy en día muchos equipos especializados, los cuales facilitan la labor al momento de hacer un diagnóstico en el vehículo, algunos equipos suelen ser más costosos que otros, pero aún siguen siendo igual de necesarios, por lo que un taller debe conseguir la manera de adquirirlos y de aprender a utilizarlos para el trabajo del día a día.

## BIBLIOGRAFÍA

Auto Crash. (2015). Evolución de los sistemas de inyección de combustible. *Auto Crash*.

Bonilla, J. (08 de 2012). *www.repositorio.espe.edu.ec*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/5766/T-ESPEL-0948.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ciani Carrera, G. (02 de 2015). *www.user/pc/downloads*. Obtenido de [file:///C:/Users/pc/Downloads/UNIVERSIDAD%20INTERNACIONAL%20DE%20ECUADOR%20FACULTAD%20DE%20INGENIER%20C3%28DA%20AUTOMOTRIZ%20TEMA\\_.pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/UNIVERSIDAD%20INTERNACIONAL%20DE%20ECUADOR%20FACULTAD%20DE%20INGENIER%20C3%28DA%20AUTOMOTRIZ%20TEMA_.pdf)

Correa González, H. (2013). *www.dsapace.uazuay.edu.ec*. Obtenido de <file:///C:/Users/pc/Downloads/09674.pdf>

E-auto.com. (s.f.). *www.google.com*. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=imagenes+de+esquema+de+funcionamiento+efecto+hall+del+auto&tbm=isch&ved=2ahUKEwje8\\_zmjYboAhWGB1MKHYVJACgQ2-cCegQIABAA&oq=imagenes+de+esquema+de+funcionamiento+efecto+hall+del+auto&gs\\_l=img.3...48455.56235..57141...3.0..0.27](https://www.google.com/search?q=imagenes+de+esquema+de+funcionamiento+efecto+hall+del+auto&tbm=isch&ved=2ahUKEwje8_zmjYboAhWGB1MKHYVJACgQ2-cCegQIABAA&oq=imagenes+de+esquema+de+funcionamiento+efecto+hall+del+auto&gs_l=img.3...48455.56235..57141...3.0..0.27)

FAE. (2017). *www.fae.es*. Obtenido de <http://www.fae.es/es/productos/manocontacto>

Fernández, E. (07 de 2018). *www.riunet.upv.es*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/111211/Fern%C3%A1ndez%20-%20Estudio%20de%20sensores%20piezoel%C3%A9ctricos%20en%20aplicaciones%20de%20medici%C3%B3n%20de%20fuerza.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Gallo, C., & Escola, J. (01 de 2011). *www.repositorio.espe.edu.ec*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3808/1/T-ESPEL-0788.pdf>

González, Á. (07 de 2019). *www.uvadoc.uva.es*. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37809/TFG-I-1286.pdf?sequence=1>

Guarella, J., Heredia, J. P., Rodríguez, L., & Bagato, I. (28 de 09 de 2011). *www.cattedraisdefe.upm.es*. Obtenido de <file:///C:/Users/pc/Downloads/APUNTE%20SENSORES%20Y%20ACTUADORES.pdf>

Luna Pezantes, J. A. (18 de 05 de 2017). *www.core.ac.uk*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/160259984.pdf>

MecatrónicaLATAM, Sensor de Presión. (2 de Noviembre de 2020). <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-presion/>

Mejía, A., & Armijos, F. (01 de 2015). *www.dspace.ups.edu.ec*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7537/1/UPS-CT004468.pdf>

Motorland. (23 de 03 de 2017). *www.motorland.es*. Obtenido de <https://www.motorlan.es/es/sondas-termicas-motores-electricos-ptc-ntc-rtd-las-diferencia/>

OR, Juan. (2 de Noviembre de 2020). Referencia APA sin fecha. Historia y Evolución de la Inyección Electrónica. Obtenido de [https://www.academia.edu/33406439/HISTORIA\\_Y\\_EVOLUCI%C3%93N\\_DE\\_LA\\_INYECCI%C3%93N\\_ELECTRONICA](https://www.academia.edu/33406439/HISTORIA_Y_EVOLUCI%C3%93N_DE_LA_INYECCI%C3%93N_ELECTRONICA)

Sistema de control de emisiones. (s.f.). [www.conevyt.org.mx](http://www.conevyt.org.mx). Obtenido de [https://www.conevyt.org.mx/educchamba/guias\\_emprendizaje/sensor5.pdf](https://www.conevyt.org.mx/educchamba/guias_emprendizaje/sensor5.pdf)

Torres Arredondo, A. (09 de 07 de 2009). [www.autotecnico-online.com](http://www.autotecnico-online.com). Obtenido de <https://autotecnico-online.com/indice-general/pruebas-cuando-no-enciende-1>

Velasco, A., Soler, J., & Botina, O. (2010). [www.repositorio.uide.edu.ec](http://www.repositorio.uide.edu.ec). Obtenido de [http://www.fisica.ru/2017/dfmg/teacher/archivos/Divisor\\_de\\_Tension\\_y\\_Corriente.pdf](http://www.fisica.ru/2017/dfmg/teacher/archivos/Divisor_de_Tension_y_Corriente.pdf)