



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio Politécnico**

**Adaptación de Dispositivo Electromotivo en un  
Vehículo “Fiat Mille”**

**Salazar Ayala Alex Daniel**

**Sánchez Sánchez Diego Martin**

Tesis de grado presentada como requisito para obtener el título de electromecánica  
automotriz

Quito

Enero 9- 2012

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio Politécnico**

**HOJA DE APROBACION DE TESIS**

**Adaptación de Dispositivo Electromotivo en un  
Vehículo “Fiat Mille”**

**Salazar Ayala Alex Daniel**

**Sánchez Sánchez Diego Martín**

Eddy Villalobos, Ing.  
**Director de Tesis**

.....

Gonzalo Tayupanta, MSc.  
**Miembro del Comité de Tesis**

.....

Santiago Gangotena González, Ph. D.  
**Decano del Colegio de Ciencias e Ingeniería**

.....

Cumbaya, Enero 2013

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política. Así mismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

-----

Salazar Ayala Alex Daniel

171836293-0

Enerodel 2013

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política. Así mismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

-----

Sánchez Sánchez Diego Martín

171837792-0

Enero del 2013

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo debemos agradecer a Dios por brindarnos la sabiduría y la inteligencia para poder haber concluido esta etapa tan importante de nuestras vidas sin ningún inconveniente grave.

Deseamos manifestar nuestra gratitud inmensa a nuestros Padres los cuales nos brindaron su apoyo incondicional tanto en lo emocional como en lo económico. Ellos nos han ayudado a forjarnos como personas de bien con valores importantes como el respeto, la honestidad y trabajo duro.

No queremos olvidarnos de extender nuestro agradecimiento a todos los profesores de la Universidad San Francisco de Quito. Ellos que día a día durante estos cuatro largos años aportaron a nuestro conocimiento con el material educativo y sus propias experiencias, les brindamos este pequeño pero meritorio reconocimiento por formarnos de la mejor manera como profesionales y personas de bien.

## **RESUMEN**

A través de la culminación de este proyecto hemos aplicado conocimientos adquiridos en el área mecánica en estos cuatro años, complementándola con la práctica e investigación para adaptar un “electromotivo” o “fuerza electromotriz” a un auto “Fiat Mille” con motor de cuatro tiempos, esperamos que este proyecto sirva a nuevas generaciones de la Universidad San Francisco para su aprendizaje dentro de esta buena institución. Con la adaptación de este componente hemos podido comprender el cuidado que se debe tener al adaptar una nueva pieza al vehículo y las complicaciones que esta puede tener si no está bien colocada. En este trabajo podremos observar un desarrollo en el tiempo de los sistemas de encendido y como este dispositivo “electromotivo” sirve para mejorarlos.

## **ABSTRACT**

Through this project we have applied knowledge acquired in the mechanical area, complementing with practice and research to assemble and make operational a motorcycle with four stroke engine to be donated to the workshop of the University San Francisco for the career of electromechanical automotive to help future generations of students in their learning and professional development. With the development of this project, we have been able to understand the integral functioning of a motorcycle with all systems that make part of it, expanding in this way our knowledge in the area of mechanics. We have also made a bibliographical research to demonstrate how the physical material for teaching purposes substantially improves learning.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Resumen</b>	<b>VII</b>
<b>Abstract</b>	<b>VIII</b>
<b>Tabla de Contenido</b>	<b>IX</b>
<b>Objetivo Principal</b>	<b>XV</b>
<b>Objetivos Específicos</b>	<b>XVI</b>
<b>Introducción</b>	<b>XVII</b>
<b>Capítulo 1. Investigaciones Previas</b>	
1. Historia y Evolución Sistemas de Encendido	1
1.1 Encendido Convencional (Por Ruptor)	1
1.1.1 Resistencia Previa	2
1.1.2 Variador de Avance Centrifugo	3
1.1.3 Variador de Avance Por Vacío	4
1.2 Encendido Electrónico por Descarga de Condensador	6
1.3 Encendido Electrónico Sin Contacto	7
1.4 Encendido Electrónico Integral	9
1.5 Sistema de Encendido DIS (Direct Ignition System)	13
1.6 Sistema COP (Coil-Over-Plug)	14
<b>Capítulo 2. Especificaciones técnicas</b>	
2.1. Especificaciones técnicas detalladas	16

	x
2.1.1. Rueda Dentada	16
2.1.2 Bobinas	16
2.1.3 Sensor de Posición Cigüeñal	17
2.1.4. Modulo de Control Salto de Chispa	17
2.1.5 Cables y Bujías	18
2.2 Funcionamiento Técnico	19
2.3 Presupuesto	20
2.3.1. Detalles de Costos	20
<b>Capítulo 3. Material Físico como Historia, Partes del Sistema de Encendido</b>	
3.1. Marco teórico	21
3.1.1 Batería	22
3.1.1.1 Proceso de Carga de una Batería	22
3.1.1.2 Prueba del Estado de Carga	23
3.1.1.3 Prueba de Carga de la Batería	23
3.1.1.4 Método de Descarga	24
3.1.1.5 Proceso de Descarga	24
3.1.2 Interruptor de Arranque y Encendido	24
3.1.3 Bobina	25
3.1.4 Distribuidor	26
3.1.5 Bujías	27

3.1.5.1 Bujías Calientes	28
3.1.5.2 Bujías Frías	28
3.1.5.3 Arco de Corriente	28
3.1.6 Cables de Bujías	30
<b>Capítulo 4. Preparativos previos</b>	
4.1. Herramientas Necesarias	31
4.2. Diagnóstico del Automóvil	32
4.2.1. Funcionamiento General	32
4.2.2. Funcionamiento del Sistema Encendido	33
4.2.3. Otras Pruebas	33
4.2.4 Normativas Corpaire	35
4.3 Comprobación del Dispositivo Electromotive	37
<b>Capítulo 5. Montaje del Dispositivo</b>	
5.1. Análisis	38
5.2. Desarmado	39
5.3. Modificaciones	39
5.4. Instalación	41
5.5 Pruebas Realizadas	45
Conclusiones	48
Recomendaciones	49
Bibliografía	50

**LISTA DE FIGURAS**

<b>ESQUEMA 1.....</b>	<b>1</b>
<b>FIGURA 1.....</b>	<b>4</b>
<b>FIGURA 2.....</b>	<b>5</b>
<b>ESQUEMA 2.....</b>	<b>7</b>
<b>ESQUEMA 3.....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 3.....</b>	<b>10</b>
<b>ESQUEMA 4.....</b>	<b>12</b>
<b>ESQUEMA 5.....</b>	<b>12</b>
<b>ESQUEMA 6.....</b>	<b>13</b>
<b>ESQUEMA 7.....</b>	<b>15</b>
<b>TABLA 1.....</b>	<b>15</b>
<b>FOTO 1.....</b>	<b>16</b>
<b>FOTO 2.....</b>	<b>17</b>
<b>FOTO 3.....</b>	<b>17</b>
<b>FOTO 4.....</b>	<b>18</b>
<b>FOTO 5.....</b>	<b>18</b>
<b>FOTO 6.....</b>	<b>19</b>
<b>TABLA 2.....</b>	<b>20</b>
<b>TABLA 3.....</b>	<b>20</b>

<b>FIGURA 4.....</b>	<b>22</b>
<b>FIGURA 5.....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 6.....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 7.....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 8.....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 9.....</b>	<b>26</b>
<b>FIGURA 10.....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 11.....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 12.....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 13.....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 14.....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 15.....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 16.....</b>	<b>32</b>
<b>FOTO 7.....</b>	<b>32</b>
<b>FOTO 8.....</b>	<b>33</b>
<b>FOTO 9.....</b>	<b>33</b>
<b>TABLA 4.....</b>	<b>34</b>
<b>FOTO 10.....</b>	<b>34</b>
<b>FOTO 11.....</b>	<b>38</b>
<b>FOTO 12.....</b>	<b>38</b>
<b>FOTO 13.....</b>	<b>39</b>

<b>FOTO 14.....</b>	<b>40</b>
<b>FOTO 15.....</b>	<b>40</b>
<b>FOTO 16.....</b>	<b>41</b>
<b>FOTO 17.....</b>	<b>41</b>
<b>FOTO 18.....</b>	<b>42</b>
<b>FOTO 19.....</b>	<b>42</b>
<b>FOTO 20.....</b>	<b>43</b>
<b>FOTO 21.....</b>	<b>43</b>
<b>FOTO 22.....</b>	<b>44</b>
<b>FOTO 23.....</b>	<b>45</b>
<b>TABLA 5.....</b>	<b>45</b>
<b>TABLA 6.....</b>	<b>46</b>
<b>TABLA 7.....</b>	<b>46</b>

## **OBJETIVO PRINCIPAL**

El objetivo del presente proyecto es realizar una modificación al sistema de encendido o salto de chispa en un vehículo, el cual lo realizaremos con base a estudios, análisis y criterios mecánicos.

Este proyecto se basará en una serie de modificaciones tanto mecánicas como eléctricas para poder adaptar el nuevo dispositivo al vehículo y el mismo empiece a funcionar, debido a esto se aplicará conocimientos de mecánica y electricidad obtenidos durante estos cuatro años de estudio en la Universidad San Francisco de Quito.

Realizaremos la adaptación de las partes poniendo plenamente operativo el nuevo sistema de salto de chispa, revisando que todos sus dispositivos mecánicos y eléctricos trabajen de correcta forma para que no perjudiquen el correcto funcionamiento del vehículo modificado.

## OBJETIVO ESPECIFICOS

- Conocer un tipo de modificación que se puede dar a un sistema de encendido con distribuidor.
- Realizar un análisis de como debe ir situado y que lugar el nuevo dispositivo para su correcto funcionamiento.
- Realizar una evaluación previa del vehículo para comprobar su funcionamiento inicial.
- Realizar un presupuesto claro de todos los gastos que requiera el presente proyecto, a partir del cual se iniciará con el mismo
- Comprender el funcionamiento de un sistema de encendido y que comprobaciones se puede realizar en el mismo.
- Realizar modificaciones tanto en el vehículo como en el dispositivo electromotivo para una correcta instalación.
- Una vez instalado el nuevo dispositivo someter a pruebas para comprobar su correcto funcionamiento.

## INTRODUCCIÓN

Al pasar el tiempo el sistema de encendido y el sistema de alimentación de combustible, son los sistemas que más han experimentado cambios de diseño desde la aplicación de la electrónica como herramienta de control.

Es indudable mencionar que todos los sistemas de encendido en el automóvil cumplen o trabajan con el mismo principio básico de cambiar la corriente de bajo voltaje del circuito primario, en corriente de alto voltaje en el circuito secundario, para que de esta manera exista salto de chispa en cada bujía del motor.

Los sistemas electrónicos permiten controlar la operación del motor con mayor exactitud y facilidad que lo hacían los dispositivos electromecánicos.

Con la incorporación de la inyección electrónica de combustible hoy es muy común encontrar sistemas de inyección y encendido integrados, donde un microprocesador gobierne el encendido y la inyección, utilizando señales de los mismos captadores para determinar el momento de encendido, su avance, el inicio y duración de la inyección. Con los sistemas de encendido sin distribuidor (DIS), carente de partes móviles se ha logrado mayor eficiencia en la combustión del motor aumentando la potencia y reduciendo las emisiones en los gases de escape.

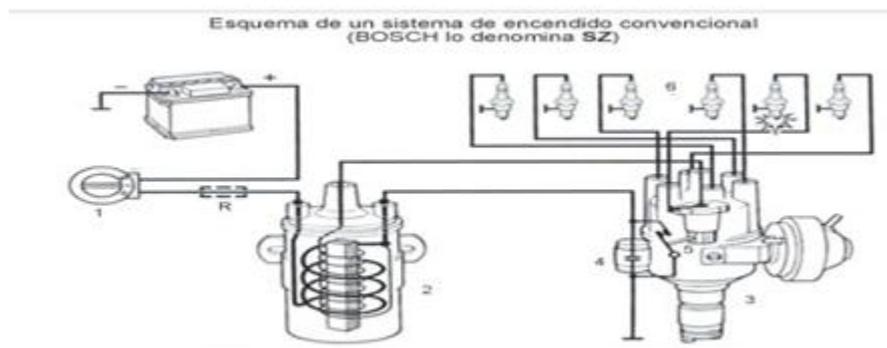
El avance tecnológico en los automóviles en lo concerniente a las aplicaciones eléctricas y electrónicas ha creado la necesidad de contar con técnicos automotrices en el área de sistemas de la electricidad y electrónica aplicadas en los modernos automóviles.

## CAPITULO I

### 1. HISTORIA Y EVOLUCION SISTEMAS DE ENCENDIDO:

#### 1.1 ENCENDIDO CONVENCIONAL (POR RUPTOR).

Encendido convencional (por ruptor). Este sistema es el más sencillo de los sistemas de encendido por bobina, en él, se cumplen todas las funciones que se le soliciten a estos dispositivos. El sistema es capaz de generar 20.000 chispas por minuto, es decir, alimentar un motor de cuatro tiempos a 10.000 rpm; aunque para motores de 6-12 cilindros ocasiona más problemas. Está compuesto por los siguientes elementos: Bobina de encendido, Resistencia previa, Ruptor, Condensador, Distribuidor de encendido, Variador de avance centrifugo, Variador de avance de vacío, Bujías, Cables de Alta Tensión.



1 Esquema de un sistema de encendido convencional

#### Funcionamiento

Una vez que giramos la llave de contacto a posición de contacto el circuito primario es alimentado por la tensión de batería (12v DC), el circuito primario esta formado por el arrollamiento primario de la bobina de encendido y los contactos del ruptor que cierran el circuito a masa. Con los contactos del ruptor cerrados la corriente eléctrica fluye a masa a través del arrollamiento primario de la bobina. De esta forma se crea en la bobina un campo magnético en el que se acumula la energía de encendido. Cuando se abren los contactos del ruptor la corriente de carga se deriva hacia el condensador que esta conectado en paralelo con los contactos del ruptor. El condensador se cargará absorbiendo una parte de la corriente eléctrica hasta que los contactos del ruptor estén lo suficientemente separados evitando que salte un arco eléctrico que haría perder parte de la tensión que se acumulaba en el arrollamiento

primario de la bobina. La colocación del condensador hace que la tensión generada en el circuito primario de un sistema de encendido puede alcanzar momentáneamente algunos centenares de voltios.

Debido a que la relación entre el número de espiras del bobinado primario y secundario es de 100/1 aproximadamente se obtienen tensiones entre los electrodos de las bujías entre 10 y 15000 Voltios.

Una vez que tenemos la alta tensión en el secundario de la bobina esta es enviada al distribuidor a través del cable de alta tensión que une la bobina y el distribuidor. Una vez que tenemos la alta tensión en el distribuidor pasa al rotor que gira en su interior y que distribuye la alta tensión a cada una de las bujías

### **1.1.1 RESISTENCIA PREVIA.**

#### **- NECESIDAD:**

A partir del encendido transistorizado los elementos electrónicos ya no necesitan las intensidades que se usaban antes. Hay que reducir la intensidad que circula y para ellos se usan resistencias.

#### **- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:**

Por la ley de Ohm  $V = I \cdot R \quad \square \quad I = VR$

Por lo tanto si queremos reducir la intensidad pero sin variar el voltaje basta con aumentar la resistencia en el circuito.

#### **- COMPOSICIÓN:**

Es sencillamente una resistencia de un valor calculado según la necesidad de los componentes que formen el sistema de encendido.

#### **- FUNCIONAMIENTO:**

Por la ley de Ohm ya explicada reduce la intensidad que circula por cableado.

#### **- MANTENIMIENTO Y COMPROBACIONES:**

No tiene, basta comprobar con un polímetro que la resistencia es correcta.

### 1.1.2 VARIADOR DE AVANCE CENTRÍFUGO.

#### - NECESIDAD:

Para comprender la necesidad de los avances, tanto de este como el avance por vacío hay que hacer notar lo siguiente:

La ignición de la mezcla en el cilindro a partir de la chispa en la bujía es un proceso químico que requiere un tiempo para producirse, además la onda expansiva se desplaza a una velocidad concreta de unos 340 m/s, en concreto se estima que la combustión tarda en producirse unos dos milisegundos. Por lo tanto si la chispa saltase en el punto muerto superior, momento de la máxima compresión, la combustión ocurriría 2 milisegundos después y es este tiempo el pistón ya habría bajado un poco por lo que no se aprovecha al máximo la explosión.

Por lo tanto la chispa debe saltar un poco antes (avance del encendido) para que la combustión se produzca en el momento óptimo y se pueda aprovechar toda la fuerza, el momento elegido estará unos grados antes del P.M.S. (Punto Muerto Superior) y depende de cada motor o marca, y estos son los grados de avance que se ponen en el montaje. Hasta aquí el concepto de necesidad de un avance en el encendido.

Pero este avance en grados provoca que la chispa se produzca un tiempo (T) antes del P.M.S. y ese tiempo (T) es el que tarda el motor en recorrer esos grados, pero resulta que cuanto más rápido gire el motor, a más revoluciones, tardará menos en recorrer esos grados, por ejemplo a 500 R.P.M. puede tardar 2 milisegundos en recorrer 5° pero a 5.000 R.P.M. tardará mucho menos por ejemplo 0,1 milisegundos en recorrer esos mismos 5°, con lo que la chispa, a 500 R.P.M. tiene tiempo de encender la mezcla justo en el P.M.S.(0°), pero a 5.000 R.P.M. la mezcla se encenderá pasados varios grados del P.M.S. porque en esos 2 milisegundos recorrió mucho más de los 5° de avance.

Necesitamos por tanto un mecanismo que aumente los grados de avance del encendido a medida que aumentan las revoluciones del motor.

### - COMPOSICIÓN:

Sobre el eje se colocan dos masas, una en cada lado, de manera que cuando estas se desplacen por acción de la Fuerza centrífuga muevan la leva desplazándola. Para sujetar estas masas usamos unos muelles de igual constante elástica, o incluso de dos distintas para que actúen en dos fases.

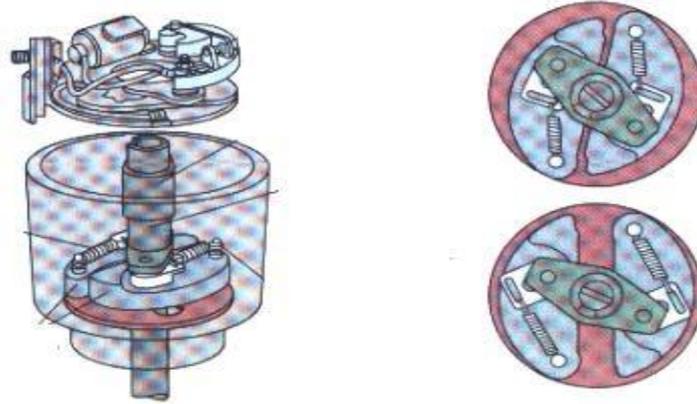


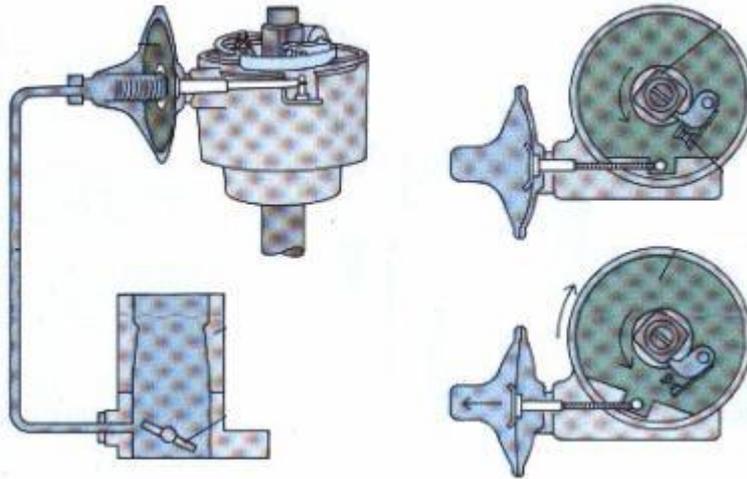
Figura 1 Variador de Avance Centrifugo

### 1.1. 3 VARIADOR DE AVANCE POR VACÍO.

#### - NECESIDAD:

Ya conocemos por el punto anterior la necesidad de un avance del encendido en ciertas situaciones, pues bien, la otra situación para tener en cuenta es la carga del motor, pues de ello depende el comportamiento de la mezcla en los cilindros. Esto es porque la velocidad de propagación de la inflamación es tanto mayor cuanto más comprimida se encuentra ésta; es decir, que si el vehículo marcha con la mariposa abierta del todo y el llenado de los cilindros es completo, el avance al encendido deberá ser menor que si se marcha a medios gases, con la mariposa medio cerrada, que impide un llenado total.

De modo que para una misma velocidad del motor, el avance será mayor para la marcha a medios gases, y menor si el acelerador está pisado a fondo.



**Figura 2 Variador de Avance por Vacío**

#### **- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO:**

Para conocer la carga del motor nos basta con saber la presión que existe en el colector de admisión, si conectamos un tubo desde el colector a una cámara cerrada por una membrana, esta membrana se desplazará según la presión de la admisión, de este modo conectamos un mecanismo a esa membrana y podremos actuar en función de la carga del motor.

#### **- COMPOSICIÓN:**

Tenemos un tubo conectado a la admisión que llega a una cámara en el distribuidor. Esa cámara es hermética y está cerrada en un extremo por una membrana flexible. Esa membrana que por el otro lado está a la presión atmosférica, se conecta con una varilla que se desplaza con ella y que actúa moviendo la leva para adelantar el encendido. Además incluimos un resorte que empuja a esta y en el que podemos poner golillas para regularlo.

#### **-FUNCIONAMIENTO:**

Cuando la mariposa se encuentra muy cerrada y el llenado de los cilindros no es bueno, se produce en la admisión un gran vacío, este vacío se transmite a través del tubo a la cámara hermética moviendo la membrana, y por lo tanto desplaza el eje unido a ella que a su vez mueve la leva provocando un avance en el encendido.

### **- MANTENIMIENTO Y COMPROBACIONES:**

El tubo no debe tener grietas que permitan la entrada de aire y lo mismo la cámara, en especial la membrana que no debe estar deteriorada. Si el muelle no aprieta lo suficiente pueden añadirse golillas en algunos modelos o en otros se aprieta un tornillo.

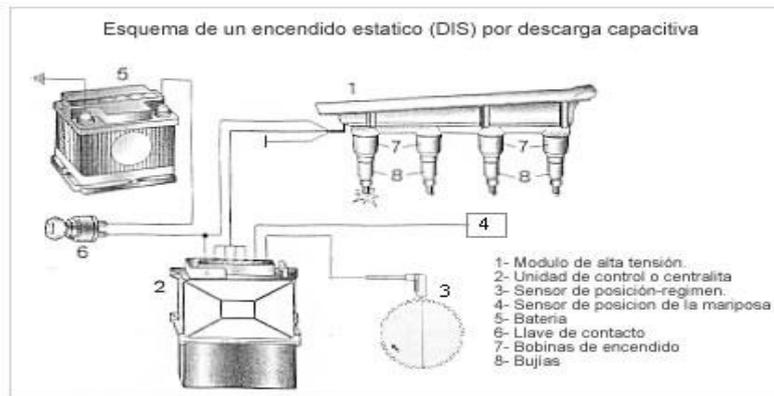
## **1.2 ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR DESCARGA DE CONDENSADOR.**

Este sistema llamado también "encendido por tiristor" funciona de una manera distinta a todos los sistemas de encendido (encendido por bobina). **“Su funcionamiento se basa en cargar un condensador con energía eléctrica para luego descargarlo provocando en este momento la alta tensión que hace saltar la chispa en las bujías”** (Cesar Julio, 2009; Electricidad Básica, Electrónica y Mecánica aplicada a tu Automóvil).

Las ventajas esenciales del encendido por descarga del condensador son las siguientes:

- Alta tensión más elevada y constante en una gama de regímenes de funcionamiento más amplia. Energía máxima en todos los regímenes.
- Crecimiento de la tensión extremadamente rápida.

Como desventaja la duración de las chispas son muy inferiores, del orden de 0,1 ó 0,2 mseg, demasiado breves para su utilización en vehículos utilitarios. Este tipo de encendido se aplica en aquellos vehículos que funcionan a un alto número de revoluciones como coches de altas prestaciones o de competición, no es adecuado para los demás vehículos ya que tiene fallos de encendido a bajas revoluciones.



## 2 Esquema de un encendido estático por descarga capacitiva

### Funcionamiento

El sistema funciona bajo el principio de la descarga capacitiva obteniéndose tiempos de carga mucho más cortos y también tiempos de duración de la chispa más reducidos, generando un funcionamiento del motor menos satisfactorio a bajo y medio régimen observándose en la composición de los gases de la postcombustión. Con el encendido electrónico por descarga de condensador la apertura de los electrodos de bujía se realiza alrededor de 1,5 mm, muy grande si lo comparamos con un encendido inductivo; de esta manera se intenta paliar los problemas de una descarga de tensión muy corta con una chispa más larga.

### 1.3 EL ENCENDIDO ELECTRÓNICO SIN CONTACTO ES TAMBIÉN LLAMADO "ENCENDIDO TRANSISTORIZADO"

El encendido electrónico sin contactos también llamado “encendido transistorizado”. “Un encendido electrónico esta compuesto básicamente por una etapa de potencia con transistor de conmutación y un circuito electrónico formador y amplificador de impulsos alojados en la centralita de encendido, al que se conecta un generador de impulsos situado dentro del distribuidor de encendido” (Contreras, K. 2008. Sistemas de Encendido y Sus Diversas Clases). El interruptor o platino en el distribuidor es sustituido por un dispositivo estático (generador de impulsos), es decir sin partes mecánicas sujetas a desgaste. El elemento sensor detecta el movimiento del eje del distribuidor generando una señal eléctrica, la cual es producida por el transmisor de impulsos de encendido, capaz de ser utilizada posteriormente para comandar el

transistor que pilota el primario de la bobina. Las otras funciones del encendido quedan inmóviles conservando la bobina, el distribuidor con su sistema de avance centrífugo y sus correcciones por depresión.

En el encendido electrónico o llamado también transistorizado ha sido utilizado mayoritariamente por los constructores de automóviles debido a su sencillez, prestaciones y fiabilidad. Este tipo de encendido se llama comúnmente "breakerless" utilizando una palabra inglesa que significa sin ruptor.

Teniendo en cuenta el tipo de captador o sensor utilizado en el distribuidor se pueden diferenciar dos tipos de encendido electrónico:

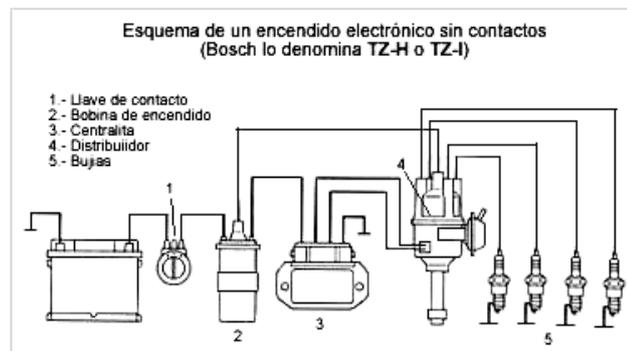
### **Encendido electrónico con generador de impulsos de inducción. BOSCH lo denomina TZ-I.**

Es uno de los más utilizados en los sistemas de encendido. Está instalado en la cabeza del distribuidor sustituyendo al ruptor, la señal eléctrica que genera se envía a la unidad electrónica que gestiona el corte de la corriente del bobinado primario de la bobina para generar la alta tensión que se envía a las bujías. El generador de impulsos esta constituido por una rueda de aspas llamada rotor, de acero magnético, que produce durante su rotación una variación del flujo magnético del imán permanente que induce de esta forma una tensión en la bobina que se hace llegar a la unidad electrónica. La rueda tiene tantas aspas como cilindros tiene el motor y a medida que se acerca cada una de ellas a la bobina de inducción, la tensión va subiendo cada vez con más rapidez hasta alcanzar su valor máximo cuando la bobina y el aspa se encuentren frente a frente (+V). Al alejarse el aspa siguiendo el giro, la tensión cambia muy rápidamente y alcanza su valor negativo máximo (-V). En este cambio de tensión se produce el encendido y el impulso así originado en el distribuidor se hace llegar a la unidad electrónica. Cuando las aspas de la rueda no están enfrentadas a la bobina de inducción no se produce el encendido

### **Encendido electrónico con generador Hall. BOSCH lo denomina TZ-H.**

Se basa en crear una barrera magnética para interrumpirla periódicamente, esto genera una señal eléctrica que se envía a la centralita electrónica que determina el punto de encendido. Este generador esta constituido por una parte fija que se compone de un

circuito integrado Hall y un imán permanente con piezas conductoras. La parte móvil del generador esta formada por un tambor obturador, que tiene una serie de pantallas tantas como cilindros tenga el motor. Cuando una de las pantallas del obturador se sitúa en el entrehierro de la barrera magnética, desvía el campo magnético impidiendo que pase el campo magnético al circuito integrado. Cuando la pantalla del tambor obturador abandona el entrehierro, el campo magnético es detectado otra vez por el circuito integrado. Justo en este momento tiene lugar el encendido. La anchura de las pantallas determina el tiempo de conducción de la bobina.



### 3 Esquema de un encendido electrónico sin contactos

## 1.4 ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL.

Básicamente se trata de ir eliminando cualquier sistema mecánico debido a su falta de prestaciones y desventajas, por lo que será la electrónica quien se encargue ahora de dos sistemas en el distribuidor. “Esta vez desaparecen los elementos de corrección del avance del punto de encendido y también el generador de impulsos, a los que se sustituye por componentes electrónicos. El distribuidor en este tipo de encendido se limita a distribuir, como su propio nombre indica, la alta tensión procedente de la bobina a cada una de las bujías” (Contreras, K. 2008. Sistemas de Encendido y Sus Diversas Clases). En este tipo de encendido tenemos:

- Un sensor de rpm del motor que sustituye al "regulador centrífugo" del distribuidor.

- Un sensor de presión que mide la presión de carga del motor y sustituye al "regulador de vacío" del distribuidor.

Las ventajas de este sistema de encendido son:

- Posibilidad de adecuar mejor la regulación del encendido a las variadas e individuales exigencias planteadas al motor.
- Posibilidad de incluir parámetros de control adicionales (por ejemplo: la temperatura del motor).
- Buen comportamiento del arranque, mejor marcha en ralentí y menor consumo de combustible.
- Recogida de una mayor cantidad de datos de funcionamiento.
- Viabilidad de la regulación antidetonante.

La superioridad de este encendido se aprecia claramente observando la cartografía de encendido donde se aprecia los ángulos de encendido para cada una de las situaciones de funcionamiento de un motor (arranque, aceleración, retención, ralentí y etc.). El ángulo de encendido para un determinado punto de funcionamiento se elige teniendo en cuenta diversos factores como el consumo de combustible, par motor, gases de escape distancia al límite de detonación, temperatura del motor, aptitud funcional, etc. Por todo lo expuesto hasta ahora se entiende que la cartografía de encendido de un sistema de encendido electrónico integral es mucho más compleja que la cartografía de encendido electrónico sin contactos que utiliza "regulador centrífugo" y de "vacío" en el distribuidor.

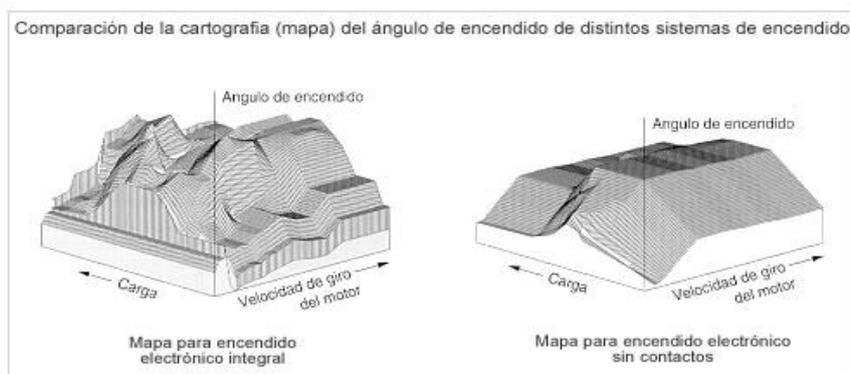


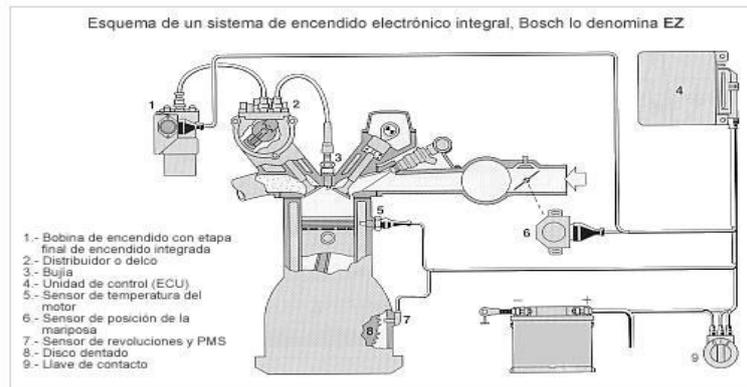
Figura 3 Comparación Cartografía de ángulo

Si además hubiese que representar la influencia de la temperatura, que normalmente no es lineal, u otra función de corrección, sería necesaria para la descripción del ángulo de encendido de un "encendido electrónico integral" una cartografía tetra dimensional imposible de ilustrar.

## **Funcionamiento**

La señal entregada por el sensor de vacío se utiliza para el encendido como señal de carga del motor. Mediante esta señal y la de rpm del motor se establece un campo característico de ángulo de encendido tridimensional que permite en cada punto de velocidad de giro y de carga (plano horizontal) programar el ángulo de encendido más favorable para los gases de escape y el consumo de combustible (en el plano vertical). En el conjunto de la cartografía de encendido existen, según las necesidades, aproximadamente de 1000 a 4000 ángulos de encendido individuales. Con la mariposa de gases cerrada, se elige la curva característica especial ralentí/empuje. Para velocidades de giro del motor inferior a las de ralentí nominal, se puede ajustar el ángulo de encendido en sentido de "avance", para lograr una estabilización de marcha en ralentí mediante una elevación en el par motor. En marcha por inercia (cuesta abajo) están programados ángulos de encendido adecuados a los gases de escape y comportamiento de marcha. A plena carga, se elige la línea de plena carga. Aquí, el mejor valor de encendido se programa teniendo en cuenta el límite de detonación.

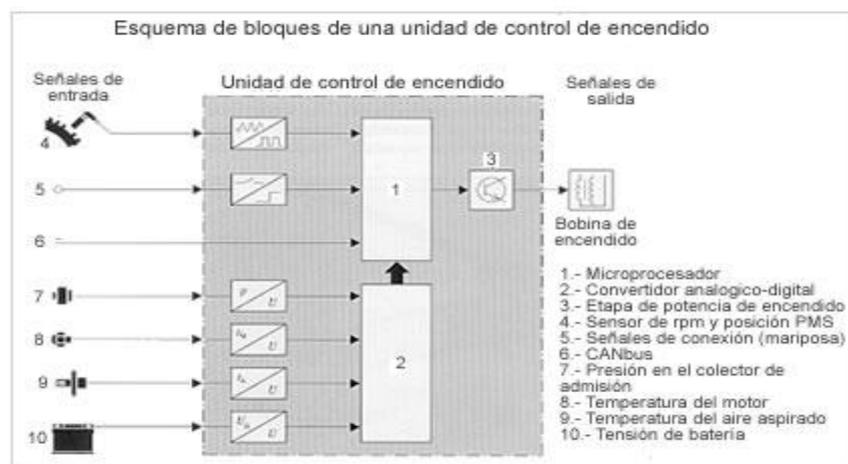
Para el proceso de arranque se pueden programar, en determinados sistemas, un desarrollo del ángulo de encendido en función de la velocidad de giro y la temperatura del motor, con independencia del campo característico del ángulo de encendido. De este modo se puede lograr un mayor par motor en el arranque.



#### 4 Esquema de un sistema de encendido electrónico integral

### Bosch lo denomina de esta manera debido a su Unidad de control EZ.

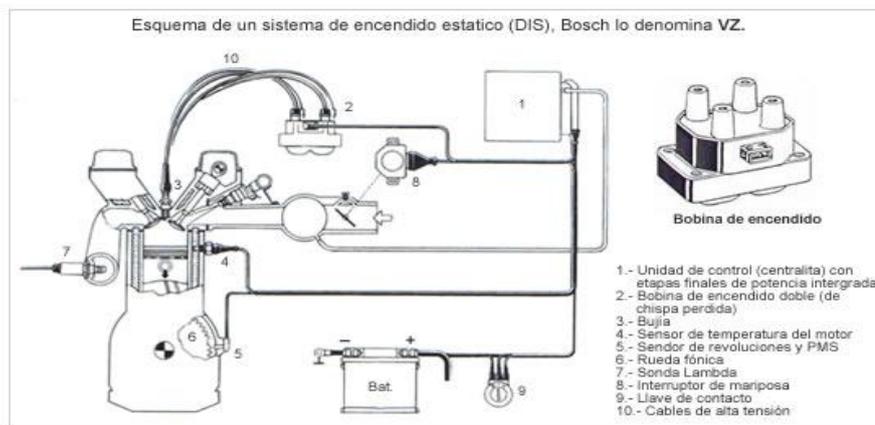
Tal como muestra el esquema de bloques, el elemento principal de la unidad de control para encendido electrónico es un microprocesador. Este contiene todos los datos, incluido el campo característico (cartografía de encendido), así como los programas para la captación de las magnitudes de entrada y el cálculo de las magnitudes de salida. Dado que los sensores suministran señales eléctricas que no son identificadas por el microprocesador se necesitan de unos dispositivos que transformen dichas señales en otras que puedan ser interpretadas por el microprocesador. Estos dispositivos son unos circuitos formadores que transforman las señales de los sensores en señales digitales definidas. Los sensores, por ejemplo: el de temperatura y presión suministran una señal analógica. Esta señal es transformada en un convertidor analógico-digital y conducida al microprocesador en forma digital.



#### 5 Esquema de bloques de una unidad de control de encendido

## 1.5 EL SISTEMA DE ENCENDIDO DIS (DIRECT IGNITION SYSTEM)

“El sistema de encendido DIS (Direct Ignition System) también llamado: sistema de encendido sin distribuidor (Distributorless Ignition System), se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor” (Cesar, J. 2009; Electricidad Básica, Electrónica y Mecánica aplicada a tu Automóvil), con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías. Como la electrónica avanza, se ha ido sustituyendo todos los elementos mecánicos con las consecuentes ventajas: Se gana más tiempo en la generación de la chispa por lo que al ser mejor tenemos menos problemas a altas revoluciones. Se elimina las interfaces del distribuidor y así acercamos las bobinas a las bujías pudiendo en algunos casos incluso eliminar los cables de alta tensión. Ahora podemos jugar con mayor precisión con el avance del encendido, ganando más potencia y fiabilidad.



### 6 Esquema de un sistema de encendido estático (DIS)

Bosch lo denomina así debido a que esta comandado por una etapa de potencia, tiene un control de la etapa de potencia mediante generadores inductivos o Hall. Posee una regulación electrónica del ángulo de encendido y su distribución estática de la alta tensión mediante bobinas de encendido doble.

### Funcionamiento

Al cerrar el circuito primario, circula corriente por la bobina del primario desde el borne positivo al negativo a través del dispositivo de apertura y cierre del circuito. Mientras circula corriente por el primario la energía se acumula en forma magnética. En

el momento de apertura del circuito deja de circular corriente por el primario pero la energía magnética se transfiere a la bobina del secundario donde buscará salir para cerrar el circuito, y como la bobina del secundario es de muchas espiras y por tanto la relación de transformación elevada saldrá una tensión de varios kilovoltios (miles de voltios). La alta tensión tenderá a saltar con mucha tensión en el cilindro donde haya mucha presión de gases: el cilindro en compresión, mientras que necesitará solo unos centenares de voltios en el cilindro que hace depresión, es decir el que está en escape. De este modo el sistema "sabe" donde se requiere la alta tensión que prenda la mezcla. Durante el ciclo siguiente, cuando los cilindros cambien de estado la alta tensión saltará de nuevo en el cilindro que se halle en compresión (Blasco Vicente, S/F).

A este sistema de encendido se le denomina también de "chispa perdida" debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, por ejemplo, en un motor de 4 cilindros saltaría la chispa en el cilindro N° 1 y 4 a la vez ó N° 2 y 3 a la vez. En un motor de 6 cilindros la chispa saltaría en los cilindros N° 1 y 4, 2 y 5 o 3 y 6. Al producirse la chispa en dos cilindros a la vez, solo una de las chispas será aprovechada para provocar la combustión de la mezcla y será la que coincide con el cilindro que esta en la carrera de final de "compresión", mientras que la otra chispa no se aprovecha debido a que se produce en el cilindro que se encuentra en la carrera de final de "escape".

## **1.6 Sistema COP (Coil-Over-Plug)**

Con este tipo de sistema logramos mejores emisiones de escape, consumo de gasolina menor y un alto rendimiento. Esto se debe a que la bobina se acerca más a la bujía, se lo desarrollo de modo que la combustión pudiera controlarse cilindro por cilindro.

“La configuración más sencilla de este tipo de bobinas es en la cual tiene dos pines de conexión, es este caso tenemos un transformador sencillo, en donde se tiene un devanado primario y uno secundario alrededor de un núcleo de hierro. La configuración eléctrica de este tipo de bobinas permite un arreglo en el cual se cuenta con un positivo de contacto, una activación por masa desde el PCM (Power Control Module), y una salida de alta tensión hacia la respectiva bujía”(Augeri Fernando,2010).

“En la configuración de encendido COP, cada cilindro tiene una bobina de encendido montada directamente sobre la bujía en la tapa de la culata. Un supresor/conector corto conecta la bobina a la bujía. Se utilizan diferentes métodos para la activación principal. Algunos fabricantes de vehículos utilizan una combinación de bobina y módulo, lo que significa que cada bobina tiene su propio circuito de control, activado por el PCM (Power Control Module). Otros utilizan módulos de montaje remoto para la activación de las bobinas” (Delphi, Consejos Técnicos).



7 Esquema Sistema Monobobina

## CAPITULO II

### 2. ESPECIFICACIONES TECNICAS

El dispositivo Electromotive tiene una serie de componentes los cuales se deben ir adaptando al vehículo para que este logre tener un correcto funcionamiento. En la siguiente tabla se detalla los componentes y la cantidad de componentes que son parte del sistema:

<b>Rueda Dentada</b>	<b>1</b>
<b>Bobinas</b>	<b>2</b>
<b>Sensor de Posición Cigüeñal</b>	<b>1</b>
<b>Modulo de Control Salto de Chispa</b>	<b>1</b>
<b>Cables y Bujías</b>	<b>4</b>

Tabla 1 Especificaciones Técnicas

## **2.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DETALLADAS**

### **2.1.1 RUEDA DENTADA**

Es una rueda metálica ubicada conjuntamente a la polea del cigüeñal, la cual se encargará de generar la señal al sensor de posición del cigüeñal o CKP ubicado en el chasis del vehículo, esta señal se dirigirá al módulo de control de salto de chispa que es el encargado de hacer que las bobinas generen la chispa en cada una de las bujías del motor. Para ubicar la rueda dentada de forma correcta se debe contar once dientes en sentido horario, tomando referencia desde el destaje que posee y ubicando el primer cilindro en el punto muerto superior.



**Foto 1 Rueda Dentada**

### **2.1.2 BOBINAS**

Estas bobinas, por lo general, se mantienen entregando chispa, obedeciendo al módulo de control de salto de chispa, el cual recibe una señal por parte del sensor de posición del cigüeñal. Es importante tener en cuenta que las bobinas deben ir fijas en el vehículo, las conexiones tanto de los cables de bujía de bobina como la conexión con el módulo de control de salto de chispa deben ser los correctos, debido a que si no tienen un buen aislante o los cables están en mal estado, el sistema perderá la chispa fuera del sistema y de esta manera se tendrá fallas en el funcionamiento del mismo.



Foto 2 Bobinas

### 2.1.3 SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL

Este sensor, está ubicado cerca del cigüeñal y detecta la rotación del mismo, debido al campo magnético que genera con la rueda dentada acoplada al cigüeñal, la señal es enviada al módulo de control de salto de chispa mediante el sensor. Aquí se administra el corte de corriente, para de esta manera conjuntamente con las bobinas generar el salto de chispa de alto voltaje.



Foto 3 Sensor de Posición de Cigüeñal

### 2.1.4 MODULO DE CONTROL DE SALTO DE CHISPA

La función primaria es controlar el salto de chispa en el tiempo adecuado para cada uno de los cilindros del vehículo, la diferencia, se encuentra en el programa

instalado dentro de él, la chispa es entregada en forma constante y este módulo es el encargado de distribuir la señal de salto de chispa hacia las bobinas para que estas generen el alto voltaje para continuar con el funcionamiento, es importante saber que este módulo consta de cuatro reguladores de salto de chispa que estos se deben regular de acuerdo a las RPM (revoluciones por minuto) del vehículo para determinar el grado en el cual se genera el salto de chispa .



**Foto 4 Módulo Control Salto de Chispa**

## **2.1.5 CABLES Y BUJIAS**

Una vez enviada la señal de el módulo hacia las bobinas, los cables de bujía son los encargados de transmitir el voltaje para que las bujías generen la chispa en el interior del cilindro y de esta manera tener una buena combustión, es importante que los cables de bujía estén en el mejor estado ya que si se tiene un cable en mal estado se tendrá perdida del voltaje y no se generará las chispas en las bujías.



**Foto 5 Retiro de Cables y Bujías**

## 2.2 FUNCIONAMIENTO TÉCNICO DEL DISPOSITIVO ELECTROMOTIVE

Este dispositivo básicamente esta compuesto por una serie de elementos entre los que está una rueda dentada, un sensor de posición del cigüeñal, un conjunto de bobinas, cables de bujías y bujías.



Foto 6 Elementos

La función principal de este dispositivo es enviar una señal análoga a través de su sensor de posición del cigüeñal y rueda dentada. El sensor debe ir ubicado a una distancia de 0.20 mm de la rueda dentada para lograr esto se debe adaptar la rueda dentada en la misma polea del cigüeñal teniendo en cuenta que no altere su funcionamiento motivo por el cual es necesario balancear la polea del cigüeñal con la rueda dentada. Es necesario ajustar muy bien tanto la rueda dentada en el cigüeñal, como las bases con el sensor al chasis debido a que si cualquiera de los dos sufre algún movimiento o desajuste la señal que se envíe será incorrecta y alterará el salto de chispa.

Una vez que se tiene la señal adecuada y esta es enviada al módulo de control de salto de chispa, el módulo de salto de chispa consta de cuatro reguladores en los cuales de acuerdo a las RPM (revoluciones por minuto) del vehículo se regula el grado en el cual va a saltar la chispa, como lo detallar en el siguiente tabla:

Regulador N°	RPM	Grado de salto de chispa
1	0-850 RPM	10°
2	850- 1500 RPM	20°
3	1500- 3500 RPM	26°
4	Off	Corte

**Tabla 2 Reguladores de Chispa en Grados y RPM**

Luego de realizar el ajuste del salto de chispa el módulo de control envía una señal a las bobinas para que estas generen el alto voltaje y envíen a través de los cables de alta tensión para que entre los electrodos las bujías se produzca la chispa y de esta manera tener la combustión de la mezcla aire-combustible que se encuentra dentro del cilindro.

## 2.3 PRESUPUESTO

El presupuesto utilizado fue considerado para los dos integrantes del proyecto, en el cual se acordó la división de todos los gastos para cada uno. En el siguiente cuadro podremos ver una descripción de los costos que se tuvo en el proyecto final.

### 2.2.1 DETALLES DE COSTOS

Detalle del Producto	Precio en Dólares
Dispositivo Electromotivo y sus componentes	<b>\$800,00</b>
Modificaciones en Torno	<b>\$30,00</b>
Base Sensor	<b>\$20,00</b>
Base de Bobinas	<b>\$30,00</b>
Cables de Bujías	<b>\$80,00</b>
Total	<b>\$960,00</b>

**Tabla 3 Presupuesto**

## **CAPITULO III**

### **3. MATERIAL FISICO COMO HISTORIA, PARTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO**

#### **3.1 MARCO TEÓRICO**

El circuito de encendido utilizado en los motores de gasolina, es el encargado de hacer saltar una chispa eléctrica en el interior de los cilindros, para provocar la combustión de la mezcla aire-gasolina en el momento oportuno. La encargada de generar una alta tensión para provocar la chispa eléctrica es "la bobina". La bobina es un transformador que convierte la tensión de batería 12 V. en una alta tensión del orden de 12.000 a 15.000. Una vez generada esta alta tensión necesitamos un elemento que la distribuya a cada uno de los cilindros en el momento oportuno, teniendo en cuenta que los motores poli cilíndricos trabajan en un ciclo de funcionamiento con un orden de explosiones determinado para cada cilindro (ejemplo: motor de 4 cilindros orden de encendido: 1-3-4-2). El elemento que se encarga de distribuir la alta tensión es el "distribuidor o delco". La alta tensión para provocar la chispa eléctrica en el interior de cada uno de los cilindros necesita de un elemento que es "la bujía", hay tantas bujías como numero de cilindros tiene el motor

El sistema de encendido se encarga primordialmente de aportar la energía que necesita el motor de combustión para mantener los ciclos que describe por sí mismo. Los motores de combustión describen ciclos de cuatro fases: admisión, compresión, combustión y escape; pero dicho motor únicamente entrega energía en la fase de combustión, por lo que necesita energía para el resto. Será el sistema de encendido quien se encargue de dichas fases, aportando esta energía mediante un motor eléctrico que mueve al cigüeñal o eje del motor. Además el sistema de encendido tiene otra función que es la de almacenar y generar esta energía eléctrica, mediante los acumuladores (baterías) y el alternador. Después de realizar las fases correspondientes debe producir el encendido del combustible, como el caso del motor Otto, que produce chispas en la cámara de combustión.

### 3.1.1 BATERÍA

El desarrollo del motor eléctrico originó la idea de realizar este trabajo a través de un motor eléctrico que moviese el motor hasta que este arrancara y se moviese por sí solo. Actualmente la necesidad de la batería va mucho más allá del mero arranque, siendo un elemento fundamental para el correcto funcionamiento y confort del vehículo. Las baterías actuales son acumuladores eléctricos basados en principios químicos.

Tenemos una placa (electrodo positivo) de Bióxido de Plomo ( $PbO_2$ ) y otra placa (electrodo negativo) de Plomo ( $Pb$ ). Las batería de automóvil de 12 V están formadas por 6 vasos, con un electrodo positivo de  $PbO_2$  y otro negativo de  $Pb$ , de ahí viene el nombre de batería, pues es una serie de acumuladores puestos en batería.

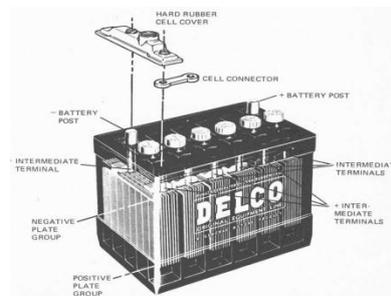


Figura 4 Batería

#### 3.1.1.1 PROCESO DE CARGA DE UNA BATERIA

La carga de una batería consiste en aplicarle una corriente eléctrica desde una fuente de corriente directa (CD).

Al hacerlo por el fenómeno de electrólisis, el ácido sulfúrico se descompone en iones. Uno es el ION sulfato ( $SO_4$ ) que tiene carga negativa, el otro es el ION hidrógeno ( $H_2$ ) con carga positiva. Gracias a este fenómeno, cada celda se carga con 2.2 V para un total de 13.2 V por batería de 6 celdas.



**Figura 5 Carga de Batería**

### 3.1.1.2 PRUEBA DEL ESTADO DE CARGA

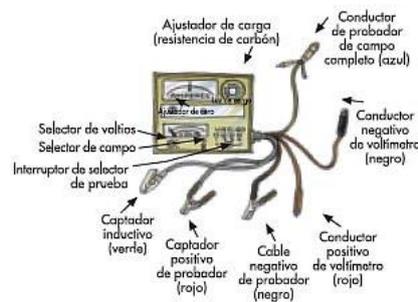
#### **Voltaje a circuito abierto:**

Se utiliza un voltímetro digital, conectado a los dos bornes de la batería. La carga de la superficie de la batería debe ser removida antes de poder hacer medidas exactas de voltaje. Para ello se procede así:

Encienda las luces altas durante 10 segundos, apáguelas y deje que el vehículo descansa por 2 minutos. Desconecte el cable negativo de la batería y con el voltímetro mida su voltaje; debe estar entre 12.6 y 13.2 voltios; si el resultado es menor, proceda a cargar la batería.

### 3.1.1.3 PRUEBA DE CARGA DE LA BATERÍA

Esta prueba evalúa la habilidad de la batería para operar el motor de arranque y otras cargas eléctricas pesadas. Requiere de un probador de carga especial. Todos los probadores de carga extraen corriente, mientras miden su nivel de voltaje.



**Figura 6 Prueba de Carga de Batería**

El nivel de voltaje de una batería buena, permanecerá relativamente estable bajo la carga, pero una batería defectuosa, mostrará una pérdida rápida de energía.

### **3.1.1.4 METODO DE DESCARGA**

Proceso mediante el cual, la batería genera corriente eléctrica causada por una reacción química, reduciendo su energía potencial. La corriente entregada por la batería en una fase de descarga, está íntimamente relacionada con el tiempo de duración de la descarga, es decir que a mayor energía extraída a una batería, el tiempo de duración de la descarga, es menor.

Un ejemplo de esto, es al encender el automotor, puesto que el motor de arranque necesita grandes cantidades de corriente, para iniciar el movimiento en el motor de combustión interna.

### **3.1.1.5 PROCESO DE DESCARGA**

Al pasar corriente, el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) reacciona con las placas, formándose: (+): Sulfato de plomo ( $PbSO_4$ ) liberando oxígeno e hidrógeno, recibiendo electrones del circuito exterior. (-): el plomo reacciona con el ácido formando sulfato de plomo, liberando hidrógeno y cediendo electrones al circuito exterior hidrógeno y oxígeno se combinan formando agua.

Cuando termina de descargarse la batería: la materia activa está formada casi en su totalidad por sulfato de plomo. ( $PbSO_4$ ). El electrolito baja su densidad hasta  $1.10 \text{ kg/dm}^3$ .

## **3.1.2 INTERRUPTOR DE ARRANQUE Y ENCENDIDO**

Puesto que no es más que un interruptor se basa en que por un circuito abierto no circula corriente. Básicamente lo podemos considerar como un interruptor pero que en su evolución ha sido integrado en el conjunto situado en la llave de contacto o mandado desde este por un relé. Esto es debido a que este circuito es fundamental para el funcionamiento del motor por lo que tiene gran importancia para evitar que pueda ser arrancado por otras personas.

El sistema por llave de contacto es un interruptor movido por una cerradura con llave, que además permite en una segunda posición el accionamiento del relé del motor

de arranque. Básicamente tiene las posiciones de: no contacto con la llave quitada, contacto, con la llave girada y contacto más relé de arranque en la siguiente posición.



Figura 7 Interruptor de Arranque

### 3.1.3 BOBINA

La bobina es un elemento que ocasiona pocos problemas y en caso de que falle se puede reemplazar por otra (no tiene reparación). La bobina de encendido no es más que un transformador eléctrico que transforma la tensión de batería en un impulso de alta tensión que hace saltar la chispa entre los electrodos de la bujía. La bobina esta compuesta por un núcleo de hierro en forma de barra, constituido por laminas de chapa metálica, sobre el cual esta enrollado el bobinado secundario, formado por gran cantidad de espiras de hilo fino de cobre (entre 15.000 y 30.000) debidamente aisladas entre sí y el núcleo. Encima de este arrollamiento va enrollado el bobinado primario, formado por algunos centenares de espiras de hilo grueso, aisladas entre sí y del secundario. La relación entre el número de espiras de ambos arrollamiento (primario y secundario) esta comprendida entre 60 y 150.

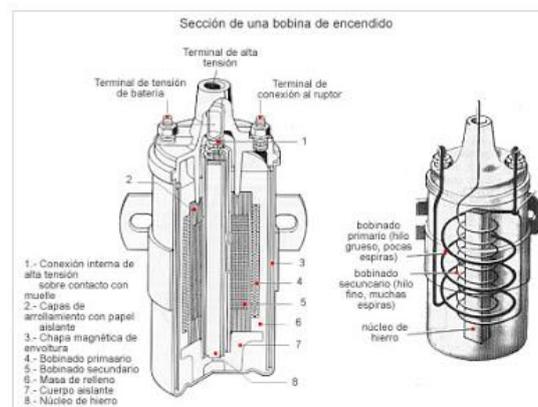
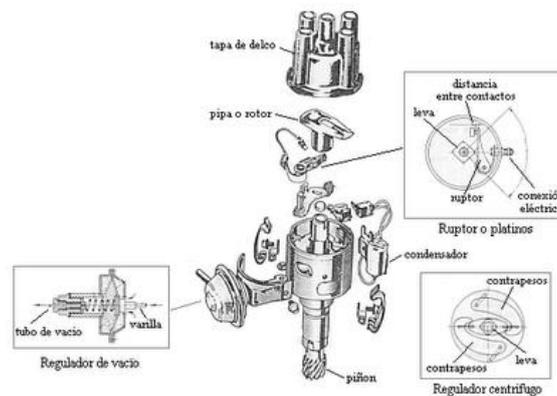


Figura 8 Bobina

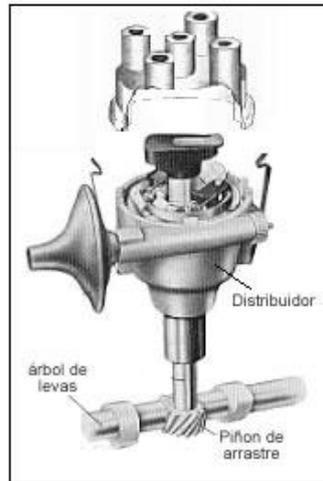
### 3.1.4 DISTRIBUIDOR

El distribuidor también llamado delco ha evolucionado a la vez que lo hacían los sistemas de encendido llegando a desaparecer actualmente en los últimos sistemas de encendido. En los sistemas de encendido por ruptor, es el elemento más complejo y que más funciones cumple, por que además de distribuir la alta tensión como su propio nombre indica, controla el corte de corriente del primario de la bobina por medio del ruptor generándose así la alta tensión. También cumple la misión de adelantar o retrasar el punto de encendido en los cilindros por medio de un "regulador centrífugo" que actúa en función del número de revoluciones del motor y un "regulador de vacío" que actúa combinado con el regulador centrífugo según sea la carga del motor (según este más o menos pisado el pedal del acelerador).



**Figura 9 Partes Distribuidor**

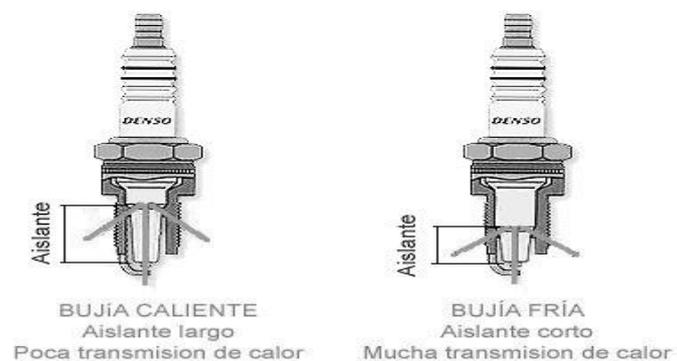
El distribuidor o delco es accionado por el árbol de levas girando el mismo número de vueltas que este y la mitad que el cigüeñal. La forma de accionamiento del distribuidor no siempre es el mismo, en unos el accionamiento es por medio de una transmisión piñon-piñon, quedando el distribuidor en posición vertical con respecto al árbol de levas. En otros el distribuidor es accionado directamente por el árbol de levas sin ningún tipo de transmisión, quedando el distribuidor en posición horizontal (figura No. 5)



**Figura 10 Posicionamiento Distribuidor**

### 3.1.5 BUJÍAS

La bujía es el elemento que produce el encendido de la mezcla de combustible y aire en los cilindros, mediante una chispa, en un motor de combustión interna de encendido provocado, tanto alternativo de ciclo Otto como Wankel. Su correcto funcionamiento es crucial para el buen desarrollo del proceso de combustión/expansión del ciclo Otto ya sea de 2 tiempos (2T) como de cuatro (4T) y pertenece al sistema de encendido del motor.



**Figura 11 Bujías**

### **3.1.5.1 Bujías calientes**

Se conoce como bujías calientes, ha aquellas que tienen la punta del aislador muy larga, y el recorrido del calor no es directo, la punta quema los depósitos que se forman al manejar a baja velocidad. Las bujías calientes conducen el calor con lentitud y se mantienen calientes. Cuando las bujías están demasiado calientes, se ponen al rojo e inflaman la mezcla de aire gasolina antes de tiempo, produciendo cascabeleo. El automóvil que solo hace recorridos cortos en la ciudad, necesita bujías más calientes para quemar los depósitos de carbón.

### **3.1.5.2 Bujías frías**

Tienen la punta del aislador corta, y el recorrido del calor es muy directo, se usan para manejo a alta velocidad con el fin de evitar el cascabeleo. Las bujías frías conducen el calor con rapidez y se mantienen más frías. Cuando las bujías están demasiado frías no queman los depósitos de carbón que se forman en los electrodos. El vehículo que trabaja a alta velocidad, o en carretera, necesita bujías más frías para evitar sobrecalentamiento.

### **3.1.5.3 Arco de corriente**

Aquí es importante, tomar nota de lo siguiente: Se conoce como arco de corriente, a la chispa que se forma, al brincar la corriente desde el electrodo central al electrodo lateral. Por ejemplo en la bujía de abertura normal el arco de corriente brinca un espacio de hasta 0.035 pulg. mientras que, en una bujía de abertura grande la corriente puede brincar hasta 0.080 pulg. Es importante recordar, que para lograr arco de corriente grande, se requiere un sistema de encendido, que incluyan bobinas de alto voltaje.

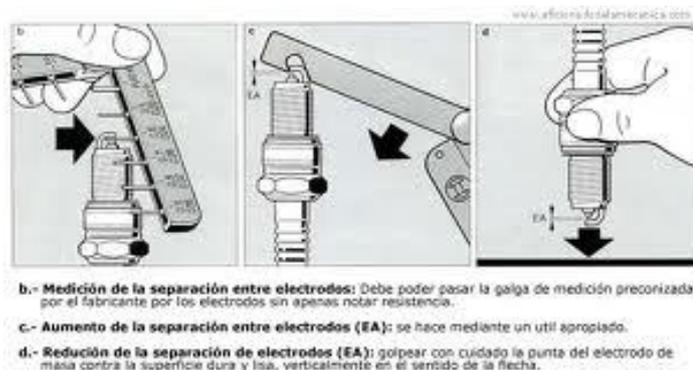


Figura 12 Calibración de Bujías

En la siguiente figura podemos apreciar como se identifica el tipo de bujía que se esta utilizando mediante el código que esta compuesto de 7 dígitos, donde el cuarto dígito determina la distancia en la que se debe ubicar de acuerdo a la longitud de su rosca con respecto a la distancia de chispa.



Figura 13 Distancia entre Rosca y Chispa

### Longitud de rosca inadecuada

La longitud de la rosca de la bujía debe corresponder a la longitud de la rosca de la culata.

Si la rosca es larga, la bujía se introducirá en exceso en la cámara de combustión, y sus consecuencias son:

- Posibles daños en el pistón.

- Imposibilidad de desenroscar la bujía por coquización de los hilos de rosca.
- Sobre calentamiento de la bujía.

Si la rosca es demasiado corta, la bujía no se introducirá lo suficiente en la cámara de combustión y sus consecuencias:

- Inflamación deficiente de la mezcla.
- La bujía no alcanza la temperatura de autolimpieza.
- Se coquizan los hilos de rosca inferiores de la culata.

### Longitud de Electrodo

La distancia entre los electrodos de una bujía influye, entre otros factores, en la tensión de encendido. Una separación demasiado pequeña implica una tensión baja. Esto puede acarrear problemas debido a una transmisión insuficiente de energía a la mezcla con la consiguiente dificultad para inflamarla.

Por el contrario, una separación demasiado grande conlleva una elevada tensión de encendido, lo cual supone una reducción de la reserva de tensión, con el peligro de que haya más fallos en el encendido. El valor de separación exacto lo determina el fabricante del motor. Normalmente oscila entre 0,7 y 1,1 mm.

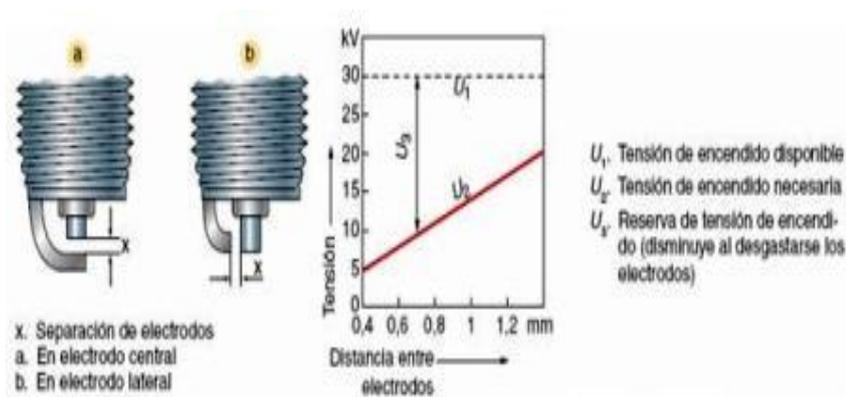


Figura 14 Distancia entre electrodos y tensión de chispa

### 3.1.6 CABLES DE BUJÍA

Los cables de bujías son llamados cables de alta tensión o cables de ignición secundarios, están diseñados para conducir el alto voltaje producido por la bobina que varía de entre 12.000 voltios/pie. Hay varios tipos de cables de bujía, por diseños,

colores formas, tamaños pero todos tienen la misma función que es la de energizar la bujía para producir la chispa de ignición. Los cables para bujías están compuestos de una fibra impregnada de grafito entretejida, que forma el núcleo del cable, se encuentra rodeada de aislante y esta cubierta por una trenza de vidrio y algodón, algunos cables tienen un forro de cloro sulfuro de polietileno ( HYPALON) sobre la trenza y los cables de alta temperatura, cuentan con un forro de silicón, en los extremos de los cables cuentan con un aparte metálica cubiertas por un capuchón aislante esto para evitar se formen arcos voltaicos al final de cada cable

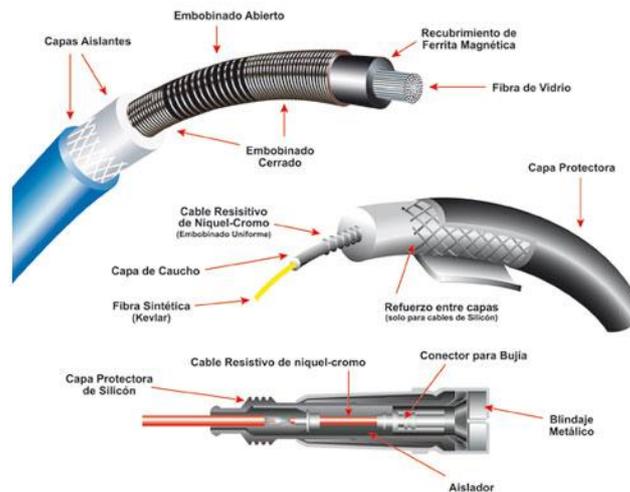


Figura 15 Cables de Bujías

## CAPITULO IV

### 4. PREPARATIVOS PREVIOS

Para poder iniciar nuestro proyecto lo principal fue conseguir el automóvil, por lo que se tuvo que comprar en la ciudad de Ambato y traerlo a la ciudad de Quito. Lo siguiente fue acceder a un taller donde nos brindaran las herramientas necesarias y a la vez estar en un taller nos brindaba la seguridad para realizar el trabajo sin preocupaciones.

#### 4.1 HERRAMIENTAS NECESARIAS

- Juego de rachas
- Juego de llaves
- Playos
- Desarmadores

- Gata
- Torno
- Taladro y Broca

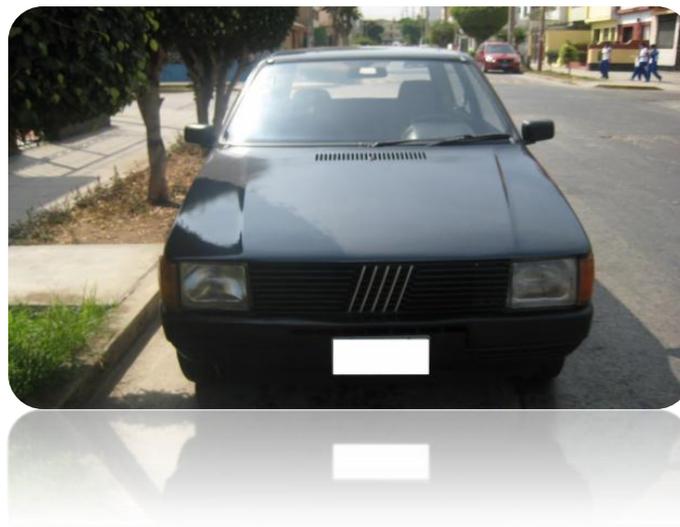


**Figura 16 Herramientas Utilizadas**

## **4.2 DIAGNOSTICO DEL AUTOMOVIL**

### **4.2.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL**

Se realizó una verificación del funcionamiento del vehículo, llevándolo a pruebas de ruta por calles cercanas al taller. Pudimos comprobar que el vehículo con su sistema de encendido propio cumplió sin ninguna dificultad pruebas de velocidad, de compresión en los cilindros, voltaje y demostrando un correcto funcionamiento de su sistema de encendido.



**Foto 7 Fiat Mille Pruebas**



**Foto 8 Buen Funcionamiento Alta Velocidad**

#### **4.2.2 FUNCIONAMIENTO SISTEMA DE ENCENDIDO**

Al revisar el sistema de encendido, se obtuvo resultados normales los cuales nos demostraron el funcionamiento adecuado para el tipo de sistema de encendido de fábrica del vehículo, de sus partes como la bobina, la centralita o distribuidor y sus bujías. Las pruebas a las cuales fueron sometidas fueron prueba de voltaje, amperaje de la bobina de encendido, salto de chispa.



**Foto 9 Funcionamiento Sistema Encendido**

#### **4.2.3 OTRAS PRUEBAS**

Una de las más particulares pruebas a las que fue sometido el vehículo fue la de compresión de sus cilindros, hubo un promedio de 120 PSI a 125 PSI indicando con esto el correcto funcionamiento de cada uno de los cilindros.

CILINDRO 1	120 PSI
CILINDRO 2	122 PSI
CILINDRO 3	125 PSI
CILINDRO 4	120 PSI

**Tabla 4 Medición de Compresión**

Al realizar las pruebas de compresión en cada uno de los cilindros obtuvimos resultados similares con lo cual se determinó un correcto funcionamiento de cada uno de ellos, en el primer y cuarto cilindro se tuvo una compresión de 120 PSI, en el segundo cilindro se obtuvo un promedio de 122 PSI y en el tercer cilindro se marcó una compresión de 125 PSI.



**Foto 10 Medición Compresión**

Otra prueba realizada fue la de emisión de gases contaminante, como el auto había sido ya matriculado, la prueba marcó el nivel óptimo en este tipo de vehículos. Nosotros esperamos que con la implementación de este nuevo dispositivo la contaminación de este vehículo se vea reducida.

MEDIDA	VALOR	UNIDAD
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) RALENTI	361.00	ppm
O2 EN BAJAS	0.61	%
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) 2500 RPM	497.00	ppm
MONOXIDO DE CARBONO (CO) 2500 RPM	3.97	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) RALENTI	2.56	%
O2 EN ALTAS RPM	0.68	%

#### 4.2.4 NORMATIVAS DE CORPAIRE EN EL ECUADOR

El auto en el cual estamos realizando nuestro proyecto fue revisado bajo la normativa que únicamente se aplica en la ciudad de Quito, a través de la Corporación para el Mejoramiento del Aire-COPAI, el detalle de parte que tiene que ver con las emisiones de los gases de escape de los vehículos, es el siguiente:

##### PARA VEHICULOS CON MOTOR A GASOLINA

##### HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS A RALENTI

DESCRIPCIÓN UMBRAL*	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL	UNIDAD
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	1	$160 \leq x < 180$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	2	$180 \leq x < 200$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	3	$x \geq 200$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x < 160$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq X \leq 1999$	1	$650 \leq x < 700$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq X \leq 1999$	2	$700 \leq x < 750$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq X \leq 1999$	3	$x \geq 750$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq X \leq 1999$	0	$0 \leq x < 650$	(ppm)

DESCRIPCIÓN UMBRAL*	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL	UNIDAD
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	1	$1000 \leq x < 1200$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	2	$1200 \leq x < 1300$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	3	$x \geq 1300$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x < 1000$	(ppm)

## HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS A 2500 RPM

DESCRIPCIÓN UMBRAL*	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL	UNIDAD
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	1	$160 \leq x < 180$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	2	$180 \leq x < 200$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	3	$x \geq 200$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x < 160$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	1	$650 \leq x < 700$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	2	$700 \leq x < 750$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	3	$x \geq 750$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	0	$0 \leq x < 650$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	1	$1000 \leq x < 1200$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	2	$1200 \leq x < 1300$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	3	$x \geq 1300$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x < 1000$	(ppm)

## MONOXIDO DE CARBONO A RALENTI

DESCRIPCIÓN UMBRAL*	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL	UNIDAD
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	1	$0.6\% \leq x < 0.8\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	2	$0.8\% \leq x < 1\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	3	$x \geq 1\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x < 0.6\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	1	$3.5\% \leq x < 4\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	2	$4\% \leq x < 4.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	3	$x \geq 4.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	0	$0 \leq x < 3.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \leq 1989$	1	$6\% \leq x < 6.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \leq 1989$	2	$6.5\% \leq x < 7\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \leq 1989$	3	$x \geq 7\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x < 6\%$	%

## MONOXIDO DE CARBONO A 2500 RPM

DESCRIPCIÓN UMBRAL*	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL	UNIDAD
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$x \geq 2000$	2	$0.8\% \leq x < 1\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$x \geq 2000$	3	$x \geq 1\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x < 0.6\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	1	$3.5\% \leq x < 4\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	2	$4\% \leq x < 4.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	3	$x \geq 4.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	0	$0 \leq x < 3.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$x \leq 1989$	1	$6\% \leq x < 6.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$x \leq 1989$	2	$6.5\% \leq x < 7\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$x \leq 1989$	3	$x \geq 7\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x < 6\%$	%

### 4.3 COMPROBACION DE DISPOSITIVO ELECTROMOTIVE

La prueba consistió en realizar una conexión desde la batería hacia las bobinas para tener corriente en ellas. El segundo paso fue conectar el sensor CKP y la rueda dentada para tener la emisión de señal, el sensor se sujetó firmemente en una mesa y la rueda dentada la hicimos girar con la ayuda de un taladro.

Y por último conectamos cables de bujías para poder verificar el salto de chispa.



Foto 11 Dispositivo Electromotive

## CAPITULO V

### 5. MONTAJE DEL DISPOSITIVO

#### 5.1 ANALISIS

Realizamos un correcto análisis de donde debíamos realizar las adaptaciones en el vehículo, tomando en cuenta la distancia tanto de los cables de bujía como el cable para el sensor de posición del cigüeñal para tener alcance a todos los dispositivos eléctricos del sistema. Realizando análisis y pruebas para la correcta ubicación del disco dentado se realizan guías para su correcta ubicación junto a la polea del cigüeñal. Tuvimos que calcular la distancia entre la polea del cigüeñal con el disco dentado y la carrocería del vehículo para colocar una base sujetadora del sensor. Por otro lado tuvimos que verificar donde podríamos colocar la bobinas que remplazaran al distribuidor.



**Foto 12 Análisis y Medición de distancia para base del sensor**

## 5.2 DESARMADO

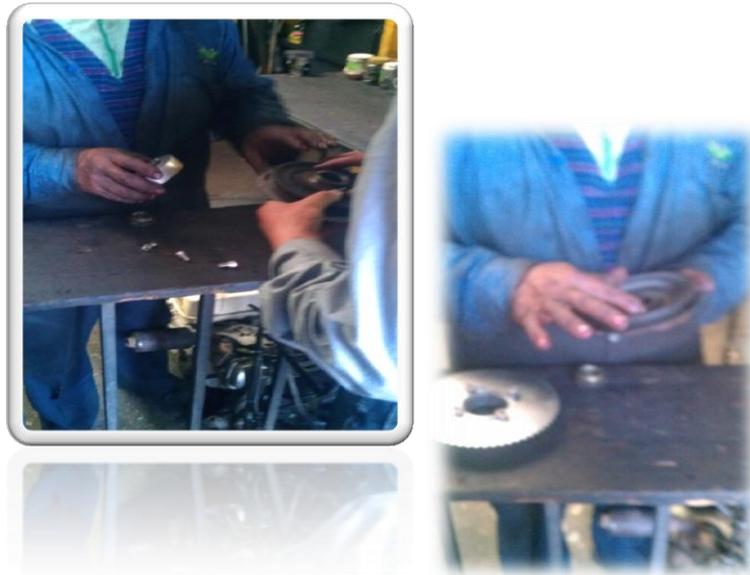
Iniciamos por levantar un poco el vehículo con la ayuda de una gata hidráulica, con el objetivo de sacar la llanta para de esta manera retirar los protectores interiores del guardafango del vehículo, de esta manera se procede a verificar el lugar en el cual se va a ubicar la polea dentada que va junto al cigüeñal. Después de realizar las respectivas mediciones retiramos los protectores de la correa dentada de la distribución, se procede a retirar la polea dentada para tener una mejor accesibilidad a la polea del cigüeñal.



Foto 13 Desmontaje Protector y Extracción de Todas las Partes

## 5.3 MODIFICACIONES

Una vez obtenido la posición adecuada para la colocación de la polea dentada, nos dirigimos a un torno cercano del taller en cual se procedió a realizar dos perforaciones tanto en la polea del cigüeñal como en la rueda dentada, a su vez se realizó el balanceo de la rueda dentada junto con la polea del cigüeñal para tener un correcto giro al momento de su funcionamiento.



**Foto 14 Perforación y Balanceo**

Para continuar con la implementación de las partes del dispositivo se procede a construir una base sujetadora para la colocación adecuada del sensor de posición del cigüeñal. La base consta de una perforación alargada en el plano la cual ayudará a posicionar de la manera adecuada la altura a la que debe ir el sensor.



**Foto 15 Construcción de la base regulable**

Esta base va sujeta a un bloque pequeño de aluminio que nos servirá para posicionarla con la carrocería del vehículo y de esta manera no tenga ningún movimiento que altera en el funcionamiento del sensor.



Foto 16 Base Aluminio Sujetadora Chasis-Base Regulable

## 5.4 INSTALACIÓN

Finalizando las modificaciones para la colocación de las partes del dispositivo en el automóvil, iniciamos con la instalación de las partes modificadas. Se coloca y ajusta la polea del cigüeñal al torque de 60 lb/pie. La rueda dentada se une a la polea del cigüeñal por medio de dos pernos y es ajustada al torque necesario. Esta rueda dentada debe ir con un adelanto al encendido de once dientes en sentido horario a partir del destaje en la misma.

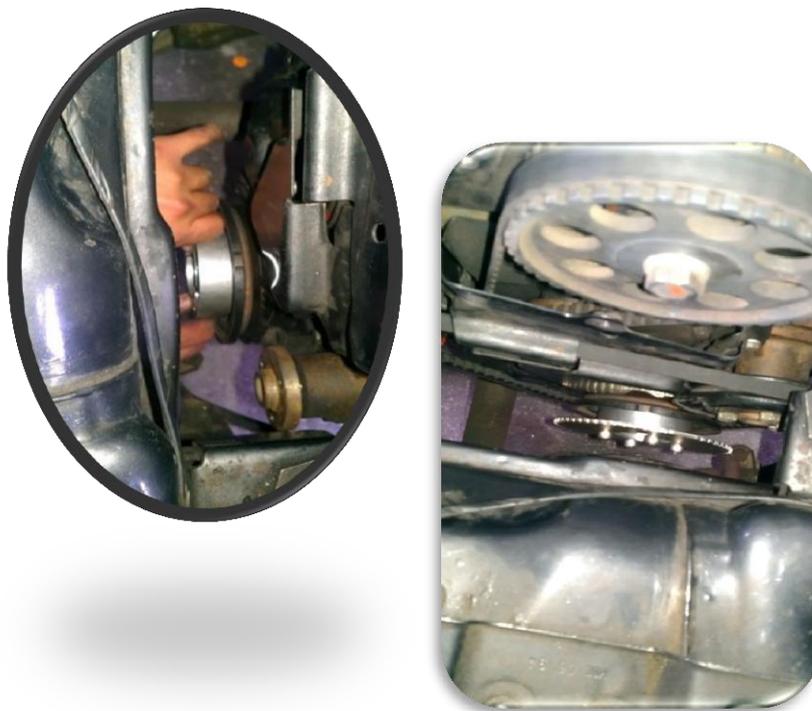


Foto 17 Colocación rueda dentada

Continuando con la instalación del dispositivo, realizamos la colocación de las bases sujetoras del sensor, ajustándolas de manera que cuando el vehículo este en movimiento estas no se desplacen y sufran errores en la emisión de señales.



**Foto 18 Colocación bases sujetoras con sensor**

La instalación de las bobinas las realizamos en la parte superior izquierda del vehículo, junto a la batería, debido a que el espacio físico que se tiene en ese lugar es el adecuado. Para sujetar las bobinas realizamos tres perforaciones en el chasis del auto, con lo cual logramos fijarlas firmemente.



**Foto 19 Instalación de Bobinas**

El siguiente paso a seguir fue realizar las respectivas conexiones de los diferentes dispositivos del sistema ya descrito. Primero conectamos el sensor de posición del cigüeñal (CKP) al módulo de control de salto de chispa.



**Foto 20 Instalación Sensor CKP y Rueda Dentada**

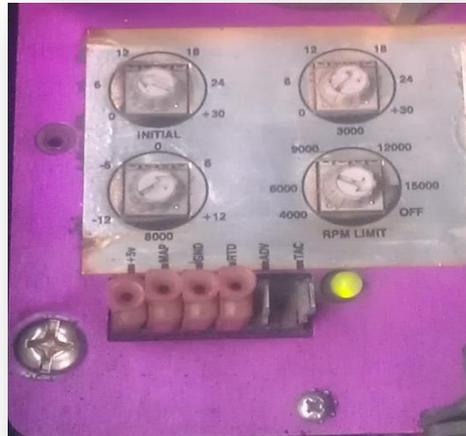
Segundo se realizó la instalación de los cables de bujías desde las bobinas hasta las bujías, la conexión se realiza de acuerdo al orden de salto de chispa del vehículo.

Tercero se procede a realizar la conexión del sistema de alimentación del electromotivo, en la cual se conectó el cable negativo hacia la carrocería y el cable positivo se conectó a los cables provenientes del I del interruptor de encendido.



**Foto 21 Conexión Cables de Alimentación**

Para regular los grados en los cuales debe saltar la chispa de encendido en cada bujía se tiene en el módulo de control con cuatro perillas las cuales nos permiten modificar los grados en los cuales debe saltar la chispa de acuerdo a las RPM del vehículo.



**Foto 22 Perillas Reguladoras de Grados**

Una vez realizado todas las conexiones en el dispositivo y las bujías se procede a verificar la distancia que existe entre el sensor de posición del cigüeñal (CKP) y la rueda dentada.

Al finalizar la revisión técnica se procede a dar un arranque de prueba en el vehículo con lo cual se obtiene resultados positivos al mantenerse el vehículo encendido en ralentí a las 800 RPM.



Foto 23 Instalación Completa

## 5.5 PRUEBAS REALIZADAS

Una vez realizada la instalación del nuevo sistema de encendido electromotivo se procedió a realizar las pruebas correspondientes para verificar las mejoras obtenidas con este sistema, a continuación se detalla los resultados obtenidos:

### Prueba de Gases

Según las normativas de la CORPAIRE el vehículo dependiendo del año de fabricación debe marcar los siguientes datos.

MEDIDA	VALOR NORMATIVA	UNIDAD
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) RALENTI	$0 \leq x < 650$	ppm
O2 EN BAJAS		%
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) 2500 RPM	$0 \leq x < 650$	ppm
MONOXIDO DE CARBONO (CO) 2500 RPM	$0 \leq x < 3.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) RALENTI	$0 \leq x < 3.5\%$	%
O2 EN ALTAS RPM		%

Tabla 5 Régimen de Nivel de Gases Corpaire

El auto con su sistema de encendido original (con distribuidor) al someterlo a las pruebas de la CORPAIRE nos indica los siguientes resultados. Con la novedad en que el índice de monóxido de carbono a 2500 RPM tiene una falla y marca fuera del promedio aceptado.

MEDIDA	VALOR CON DISTRIBUIDOR	UNIDAD
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) RALENTI	361.00	ppm
O2 EN BAJAS	0.61	%
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) 2500 RPM	497.00	ppm
MONOXIDO DE CARBONO (CO) 2500 RPM	3.97	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) RALENTI	2.56	%
O2 EN ALTAS RPM	0.68	%

**Tabla 6 Régimen de Nivel de Gases con Distribuidor**

Para finalizar con las pruebas de gases de escape del vehículo, lo sometimos a pruebas con el nuevo dispositivo instalado “ELECTROMOTIVE” en el cual obtuvimos ciertas mejoras en los valores que se debía marcar.

MEDIDA	VALOR CON ELECTROMOTIVE	UNIDAD
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) RALENTI	354.00	ppm
O2 EN BAJAS	0.59	%
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) 2500 RPM	495.00	ppm
MONOXIDO DE CARBONO (CO) 2500 RPM	3.5	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) RALENTI	2.54	%
O2 EN ALTAS RPM	0.66	%

**Tabla 7 Régimen de Nivel de Gases con Electromotive**

En la tabla superior podemos observar las nuevas medidas de emisiones de gases de escape teniendo una reducción de 7 ppm (partículas por millón) en hidrocarburos no combustionados en ralentí y una disminución de 2 ppm en hidrocarburos no combustionados a 2500 RPM, otra de las mejoras obtenidas es la disminución de monóxido de carbono en ralentí de un 0,02 por ciento y el monóxido de carbono a 2500 RPM tuvo una reducción de 0,47 por ciento. Por ultimo pudimos observar una disminución de O<sub>2</sub> en bajas y en altas de 0,02 por ciento en ambos casos. Con esto

pudimos comprobar que el automóvil tiene una mejor funcionalidad con el nuevo dispositivo ELECTROMOTIVE el cual fue instalado en este proyecto.

**Prueba de Ruta:**

<b>PRUEBA DE RUTA</b>		
<b>DISTANCIA</b>	<b>KM/H</b>	<b>TIEMPO</b>
500 m	90	42 s
500 m	90	37 s

En esta prueba de ruta se comprobó el rendimiento del vehículo con los diferentes dispositivos de encendido que fueron el distribuidor y el dispositivo ELECTROMOTIVE. Primero se realizó la prueba de velocidad con el distribuidor en una ruta de 500 metros en el sector del valle en la cual se alcanzó la velocidad de 90 kilómetros por hora en un tiempo de 42 segundos. La segunda prueba la realizamos con el dispositivo ELECTROMOTIVE donde fue evidente un aumento de potencia debido a que en los 500 metros de la prueba se logró llegar a los 90 kilómetros por hora en 37 segundos. Con esto logramos verificar el correcto funcionamiento del nuevo dispositivo instalado en el vehículo y comprobar las mejoras que este ofrece.

## CONCLUSIONES:

- Con el pasar de los años y los avances tecnológicos en la industria automotriz, los sistemas de encendido han ido evolucionando de una manera acelerada.
- Con la presente investigación se logró obtener como resultado la Instalación y Operación de un Dispositivo ELECTROMOTIVE que permite controlar el salto de chispa de acuerdo a las RPM del vehículo.
- Este sistema utiliza un Módulo de Control de Salto de Chispa lo que permite el ajuste de los grados de salto de chispa.
- El dispositivo ELECTROMOTIVE elimina el uso del distribuidor y permite un mayor control sobre la generación de la chispa, las interferencias eléctricas del distribuidor son eliminadas, existe un margen mayor para el control del encendido.
- La importancia del dispositivo ELECTROMOTIVE radica en que ésta no tiene contactos, la corriente que se traslada hacia las bujías es continua libre de interrupción, generando una chispa adecuada en la bujía ayudando a mejorar la combustión en cada cilindro.
- Para hacer las adaptaciones en el vehículo fue importante realizar varios análisis de donde podría ir situado cada uno de los elementos del dispositivo y las complicaciones que cada uno de ellos presento.

**RECOMENDACIONES:**

- La importancia del sistema de encendido en el vehículo es trascendental para el funcionamiento del mismo, es por esto que se debe tener muy en cuenta que todas las conexiones estén realizadas de la mejor manera y los materiales sean de óptima calidad.
- Es importante tener en cuenta la distancia que existe entre la rueda dentada y el sensor de posición del cigüeñal (CKP), debido a que una mala posición influenciaría en la emisión de la señal de salto de chispa.
- Es necesario tomar en cuenta para la colocación del sensor de posición del cigüeñal (CKP), que el primer cilindro se encuentre en el punto muerto superior (PMS) y recorrer la rueda dentada desde el destaje once dientes hacia la derecha en sentido horario para su adecuado funcionamiento.
- Para conectar este tipo de dispositivo se debe tomar en cuenta que la longitud de todos los cables ya sean de bobinas, de alimentación del sistema o del sensor sea la correcta para no tener inconvenientes en su instalación.
- Al momento de trabajar con los cables de bujías, se debe tomar en cuenta el uso de los cables de bujías adecuados para evitar pérdida de salto de chispa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Augeri Fernando (2010), Cise Electronica, Bobinas COP.
- Blasco Vicente (S/F). Manuales e-auto. Sistema de encendido DIS.
- Contreras Khristian (2008), Mantenimiento Eléctrico Automotriz, Sistema de encendido y sus Diversas Clases.
- Cesar Julio (2009) ElectriAuto: Electricidad Básica, Electrónica y Mecánica aplicada a tu Automóvil.
- Delphi (S/F). Módulos y Bobinas de Encendido. Consejos Técnicos
- Gilardi, J. (1995). Diagnostico de Fallas en motores de Combustión. Peru. Editorial IICA.
- Hermogenes, G. (2005). Sistemas de Encendido. Editorial CEAC.
- Pardiñas, J. (2007) Sistemas Auxiliares del Motor. España. Editorial Editex S.A.
- Parera Albert, M. (2001). Encendido Electrónico. Editorial BOIXAREU.

## NETGRAFIA:

- Artículo en Línea. Obtenido el 12 de Diciembre del 2012

Disponible en:

<http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/173-bobinas-cop-coil-on-plug.html>

- Manual en Línea. Obtenido el 23 de Diciembre del 2012

Disponible en:

[http://e-auto.com.mx/manual\\_detalle.php?manual\\_id=214](http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=214)

- Artículo en Línea. Obtenido el 09 de Diciembre del 2012

Disponible en:

<http://mecatronica18099007.blogspot.com/2008/05/sistema-de-encendido-y-sus-diversas.html>

- Artículo en línea. Obtenido el 12 de diciembre de 2012

Disponible en:

<http://www.electriauto.com/electricidad/sistemas-de-encendido/sistema-de-encendido-dis/>

- Artículo en Línea. Obtenido el 09 de Diciembre del 2012

Disponible en:

<http://am-es.delphi.com/news-spotlight/tech-tips/ignition-electronic/>

- Libro en Línea. Obtenido el 27 de Diciembre del 2012

Disponible en:

<http://www.amazon.com/Sistemas-Encendido-Spanish-Edition-Hermogenes/dp/8432915742>

- Libro en Línea. Obtenido el 28 de Diciembre del 2012

Disponible en:

[http://books.google.com.ec/books?id=GSHBHjUhNNEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=GSHBHjUhNNEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)