

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO VIDA NUEVA



**Construcción e implementación de un módulo didáctico del sistema de encendido sin
distribuidor tipo COP como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico**

Vida Nueva

Presentado por:

Pérez Campos Josselyn Alejandra

Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Tutor:

Ing. Pucuji Pillajo Diego Roberto

Agosto 2022

Quito – Ecuador

**Tecnología Superior en Mecánica Automotriz
Certificación del Tutor**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: Construcción e implementación de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo COP como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva en la ciudad de Quito, presentado por la ciudadana Pérez Campos Josselyn Alejandra, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, en el mes de abril del 2022.

Tutor: Ing. Pucuji Pillajo Diego Roberto

C.I.:

ISTVN

Tecnología en Mecánica Automotriz
Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban este Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema:
Construcción e implementación de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo COP como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva en la ciudad de Quito, de la estudiante: Pérez Campos Josselyn Alejandra, facultado en la Carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Para constancia firman:

ING.**DOCENTE ISTVN**

ING.**DOCENTE ISTVN**

ING.**DOCENTE ISTVN**

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Pérez Campos Josselyn Alejandra portadora de la cédula de ciudadanía 1752214658, facultada de la carrera Tecnología Mecánica Automotriz, autor de esta obra certifico y proveo al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema Construcción e implementación de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo COP como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución-No Comercial-Sin Derivadas.

En la ciudad de Quito, en el mes de julio del 2022.

Pérez Campos Josselyn Alejandra

C.I.: 1752214658

Dedicatoria

A mis padres Jaime y
Cristina, por ser el pilar fundamental en mi vida,
por su apoyo incondicional a lo largo de este
tiempo; por su compañía, cariño y consejos. Su
ejemplo de responsabilidad y honradez siempre
estarán guardados en mi corazón.

Agradecimiento

El más sincero agradecimiento a mis padres, familia que siempre me apoyaron para llegar a cumplir con este sueño que es de ser una mujer de bien, y los compañeros que de una u otra manera siempre estaban en los momentos difíciles de mi vida estudiantil. Además, agradezco a los ingenieros que me brindaron sus conocimientos y sus consejos para ser un profesional de éxito.

Índice de Contenidos

Resumen.....	14
Abstract.....	15
Introducción.....	16
Antecedentes.....	18
Ley de Ohm.....	18
Magnetismo.....	19
Electrónica de Control.....	19
Justificación.....	20
Objetivos.....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos.....	21
Capítulo I.....	22
Marco Teórico.....	22
Evolución de los Sistemas de Encendido.....	22
Sistema de Encendido COP.....	25
Componentes del Sistema de Encendido COP.....	26
Batería o Acumulador Automotriz.....	27
Conmutador de Encendido.....	27
Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP).....	28
Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP).....	30

Módulo de Control del Vehículo (ECU).....	31
Bobinas Independientes Tipo COP	32
Tipo de Bobinas Independientes	33
Bujías	37
Funcionamiento del Sistema COP	38
Arduino	39
Capítulo II.....	41
Metodología y Desarrollo del Proyecto	41
Metodología	41
Selección del Área o Ámbito de Estudio	41
Desarrollo del Proyecto.....	42
Módulo Sistema COP.....	42
Modo de Funcionamiento	42
Materiales.....	42
Conexiones Eléctricas de los Componentes:	45
Configuración Arduino	46
Construcción de la Estructura del Módulo Didáctico	48
Estructura del Módulo.....	48
Instalación de los Elementos en el Módulo Didáctico	49
Capítulo III.....	52
Propuesta.....	52

Funcionamiento de Módulo Didáctico.....	58
Encuestas.....	59
Análisis de Resultados	63
Conclusiones	64
Recomendaciones	65
Referencias Bibliográficas	66
Anexos	70

Índice de Figuras

Figura 1 Sistema de encendido convencional.....	22
Figura 2 Sistema de encendido transistorizado con contactos.....	23
Figura 3 Sistema de encendido transistorizado sin contactos.....	23
Figura 4 Sistema de encendido DIS.....	24
Figura 5 Sistema de encendido COP.....	25
Figura 6 Conexión de bobinas del sistema de encendido COP.....	26
Figura 7 Batería o acumulador automotriz.....	27
Figura 8 Conmutador de encendido automotriz.....	28
Figura 9 Sensor CKP.....	29
Figura 10 Ubicación sensor CKP.....	29
Figura 11 Sensor de posición del árbol de levas.....	30
Figura 12 Ubicación del sensor de árbol de levas.....	31
Figura 13 Unidad de control del vehículo.....	32
Figura 14 Bobina independiente.....	33
Figura 15 Funcionamiento de una bobina de dos cables.....	33
Figura 16 Funcionamiento de una bobina de tres cables.....	34

Figura 17 Funcionamiento de una bobina de cuatro cables.....	34
Figura 18 Funcionamiento de bobinas en sistema de encendido COP.....	35
Figura 19 Bobinas defectuosas.	36
Figura 20 Bujía estructura y funcionamiento.....	38
Figura 21 Sistema de encendido COP.	39
Figura 22 Placa Arduino.	39
Figura 23 Funcionamiento de placa Arduino.....	40
Figura 24 Bobina tipo COP.....	42
Figura 25 Bujía BKR5E.....	43
Figura 26 Arduino uno.....	43
Figura 27 Cables macho hembra.....	44
Figura 28 Conmutador de encendido.....	44
Figura 29 Conexión de terminales de bobina.	45
Figura 30 Conexión de terminales de bobina.	45
Figura 31 Pruebas de funcionamiento en bujías.	46
Figura 32 Construcción de la base.....	48
Figura 33 Gráfica del módulo.....	49

	12
Figura 34 Instalación de bobinas.	50
Figura 35 Bananas hembra de medición y luz led de comprobación.	50
Figura 36 KOEO KOER contacto y encendido.	51
Figura 37 Potenciómetro de velocidad.	51
Figura 38 Estructura terminada Sistema COP.	53
Figura 39 Puntos de medición de señales, positivo y masa.	54
Figura 40 Puntos de conexiones para terminales de bobinas.	54
Figura 41 Alimentación de 12 v para el sistema de potencia de las bobinas.	55
Figura 42 Regulador de RPM.	55
Figura 43 Posiciones de encendido del vehículo.	56
Figura 44 Gráfica de la ECM del vehículo.	56
Figura 45 Bobinas independientes tipo COP.	57
Figura 46 Pregunta N° 1.	59
Figura 47 Pregunta N° 2.	60
Figura 48 Pregunta N° 3.	60
Figura 49 Pregunta N° 4.	61
Figura 50 Pregunta N° 5.	61

Figura 51 Pregunta N° 6. 62

Figura 52 Sistema de encendido tipo COP diagrama. 70

Resumen

Los sistemas de inyección directa de combustible y también motores de reciente desarrollo, están incorporando bobinas especialmente diseñadas para aumentar la energía de la chispa y extender su duración. En este proyecto se muestra el diseño la construcción de un banco didáctico de sistemas de encendido COP “Coil On Plug” el cual responde a la necesidad de vincular la teoría con la práctica y pretende mejorar el aprendizaje de los estudiantes de mecánica automotriz del Instituto Tecnológico Vida Nueva. En primera instancia, se realizó un estudio bibliográfico investigativo con el fin de conocer el tema y contar con una visión amplia más profunda sobre las características avances y elementos de los sistemas de encendido COP, su evolución y transformación, se utilizó la metodología cualitativa exploratoria determinando factores que deben cubrirse con la construcción del módulo para la institución.

Se identificó la existencia de estos elementos en el mercado para elegir los elementos adecuados y comerciales para la construcción del módulo didáctico; con lo cual se diseñó y formo, el tamaño la distribución de elementos, tomando en cuenta las características de cada sistema, se armó el equipo para simular el funcionamiento de los sistemas de encendido COP. La configuración de bobinas cuenta con un transformador en donde se tiene un devanado primario y uno secundario alrededor de un núcleo de hierro, lo cual permite elevar el voltaje necesario para el salto de la chispa en los cilindros del motor.

Palabras Clave: Sistemas de inyección directa, Banco didáctico, Sistemas de encendido COP, Evolución y transformación, Bobinas independiente

Abstract

Direct fuel injection systems, as well as newly developed engines, are incorporating specially designed coils to increase spark energy and extend spark life. This project shows the design of the construction of a didactic bench of COP "Coil On Plug" ignition systems, which responds to the need of linking theory with practice and aims to improve the learning of automotive mechanics students of the Instituto Tecnológico Vida Nueva. In the first instance, an investigative bibliographic study was carried out in order to know the subject and to have a broader and deeper vision of the characteristics, advances and elements of the COP ignition systems, their evolution and transformation. The exploratory qualitative methodology was used to determine the factors that should be covered with the construction of the module for the institution.

The existence of these elements in the market was identified in order to choose the adequate and commercial elements for the construction of the didactic module; with which the size and distribution of elements was designed and formed, taking into account the characteristics of each system, the equipment was assembled to simulate the operation of the COP ignition systems. The coil configuration has a transformer with a primary winding and a secondary winding around an iron core, which allows to increase the voltage necessary for the spark jump in the engine cylinders.

Keywords: Direct injection systems, Didactic bench, COP ignition systems, Evolution and transformation, Independent coils.

Introducción

Dentro del vehículo lo primordial es una buena combustión en el motor por lo que esto es la clave para un mejor rendimiento del mismo, esta combustión está controlada por el sistema de inyección electrónica del automotor siendo este el encargado de entregar una mezcla estequiométrica al motor, mientras que el sistema de encendido es el que se encarga de generar la chispa dentro del motor con la finalidad de generar una adecuada combustión. (Garcia, 2015)

En el sistema de encendido las bobinas son las encargadas de generar la alta tensión que es enviada a las bujías para de esta manera generar la chispa necesaria para una correcta combustión. Cuando la bobina de encendido no está trabajando correctamente la mezcla de aire-combustible no se inflama, generando una pérdida de energía y de rendimiento del motor, además al no ser combustionada esta mezcla se genera la salida de hidrocarburos directo al medioambiente generando contaminación ambiental.

En este Proyecto de Aplicación Práctica se construyó un módulo didáctico del sistema de encendido tipo COP, con él se desarrollan prácticas en cuanto al funcionamiento, mediciones y prácticas del sistema de encendido COP, así como la medición del socket de las bobinas, para las comprobaciones correspondientes que se pueden suscitar en el vehículo en las posiciones KOEO y KOER.

Con este Proyecto de Aplicación Práctica se logra fortalecer el conocimiento en los estudiantes a través de la comprensión del funcionamiento de todos y cada uno de los elementos que son pertenecientes a este sistema por lo cual este módulo didáctico será un aporte para el estudio y prácticas para los estudiantes de Tecnología Automotriz.

El proyecto se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Marco teórico: En este se encuentra la argumentación bibliográfica necesaria para la base del presente proyecto, así como la evolución del sistema de encendido desde el convencional hasta el electrónico sin distribuidor COP. De igual manera el funcionamiento y tipos de cada uno de los componentes que conforman este sistema.

Metodología y desarrollo del proyecto: En este capítulo se muestra la metodología utilizada teniendo en cuenta el desarrollo de la electrónica en el área automotriz, mismo que ha sido fundamental para el continuo avance tecnológico de los diferentes tipos de sistemas de encendido automotrices y en especial lo importante que es un módulo didáctico para el proceso de aprendizaje.

Propuesta: A continuación, se describe la propuesta implementada, el diseño y desarrollo del módulo didáctico, dada la complejidad de dichos sistemas en el reconocimiento, diagnóstico, funcionamiento y manejo del encendido electrónico, con esto se pretende facilitar el aprendizaje de los futuros tecnólogos automotrices para que de esta manera tengan una formación académica sólida y precisa que les ayudará en su vida profesional.

Antecedentes

Los motores de combustión interna han estado en un cambio constante con lo que siempre han ido teniendo mejoras en la electrónica del vehículo, situación que ha dado paso a los sistemas de encendido electrónico cuya finalidad es incrementar la potencia del vehículo, disminución de desgaste mecánico y la emisión de gases contaminantes.

En la actualidad se han elaborado proyectos en relación a bancos de prueba del funcionamiento de las bobinas convencionales, tipo DIS y tipo COP. En una de ellas señala que “Al desarrollar el proyecto se pudo observar que todas las bobinas de encendido trabajan con el mismo principio de funcionamiento; por lo que, se logró estimular a más de un tipo de bobina con una señal similar, logrando que trabajen con normalidad.” (Ochoa, 2016). Es por esto que se analizó el realizar la programación de similares características de la señal necesaria para las bobinas de encendido, con la finalidad de visualizar de manera real como se da el salto de la chispa en las bujías de este sistema.

A continuación, las teorías principales para el funcionamiento electrónico en el vehículo;

Ley de Ohm

La ley de Ohm es una de las teorías primordiales dentro de esta investigación ya que:

Siempre que dos cuerpos con distintas cargas están conectados, hay circulación de electrones desde el cuerpo con carga más negativa al de carga más positiva, hasta que el cuerpo se neutraliza eléctricamente. Para cargar eléctricamente un cuerpo es necesario producir un exceso o un defecto de electrones. La energía necesaria para cargar este cuerpo la llamamos fuerza electromotriz (FEM). Con ella conseguimos que el cuerpo adquiera una energía o potencial eléctrico. Si este cuerpo se compara con otro de carga diferente se tendrán diferentes energías o

potenciales eléctricos. Existe entre ambos, por lo tanto, una diferencia de potencial (DDP). (SENAFAD, 2017)

Magnetismo

El flujo de un campo eléctrico a través de una superficie que rodee a una carga neta es proporcional a esta carga. El número de líneas de campo eléctrico que salen dependen únicamente de la carga neta únicamente dentro de la superficie. Por lo que el campo magnético cambia ya que este no tiene puntos de inicio ni un punto final por lo cual el flujo magnético neto del magnetismo es cero, su magnitud y la dirección de la fuerza depende de la velocidad de la partícula, magnitud y dirección del campo magnético. (Serway, 2015)

Electrónica de Control

La electrónica de control se basa en el control de uno o varios elementos mismos que con la ayuda de los elementos de entrada hace que las funciones sean más precisas en los momentos programados. Por lo que predecir la respuesta del sistema y seleccionar la acción de control ayudara a escoger y crear un sistema óptimo para el funcionamiento de control requerido. (Gomáris, Domingo Biel , & Reyes, 2018)

Justificación

La presente investigación al tener por objetivo primordial es la construcción de un módulo didáctico del sistema de encendido COP para mejorar el proceso de aprendizaje es fundamental la realización de prácticas, la visualización de los elementos reales y lograr comprender como se da el proceso de encendido. Esto ayuda en gran medida a incrementar y reforzar el conocimiento que fue obtenido únicamente por libros, y/o explicaciones teóricas.

De igual manera éste tiene relación directa con la sociedad educativa de la carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, ya que es de uso didáctico al que tendrán acceso todos los estudiantes durante la asignatura de electrónica del automóvil, siendo esta la razón primordial por la que el módulo didáctico se encontrara en óptimas condiciones y con elementos adecuados para el buen funcionamiento del mismo.

El medio didáctico es uno de los recursos de apoyo para organizar las situaciones de enseñanza. Por tanto, los medios didácticos son soportes que almacenan y difunden contenidos, influyen, condicionan y predeterminan el lenguaje de los mensajes y, consecuentemente, la misma información contenida. En este sentido, la utilización de los nuevos medios tecnológicos tiene una influencia tal que, en ocasiones, modifica hasta el mismo lenguaje o su percepción afectiva y motivadora para el educando. (Federación de enseñanza de CC.OO, 2017)

Objetivos

Objetivo General

Implementar un módulo del sistema de encendido COP a los recursos didácticos del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz.

Objetivos Específicos

- Investigar acerca de los componentes y su funcionamiento del sistema de encendido tipo COP.
- Realizar la simulación de la programación lógica del funcionamiento del módulo de control (ECU) esto con la ayuda de Arduino uno.
- Identificar el impacto del módulo didáctico dentro del proceso de aprendizaje en los estudiantes de mecánica automotriz.

Capítulo I

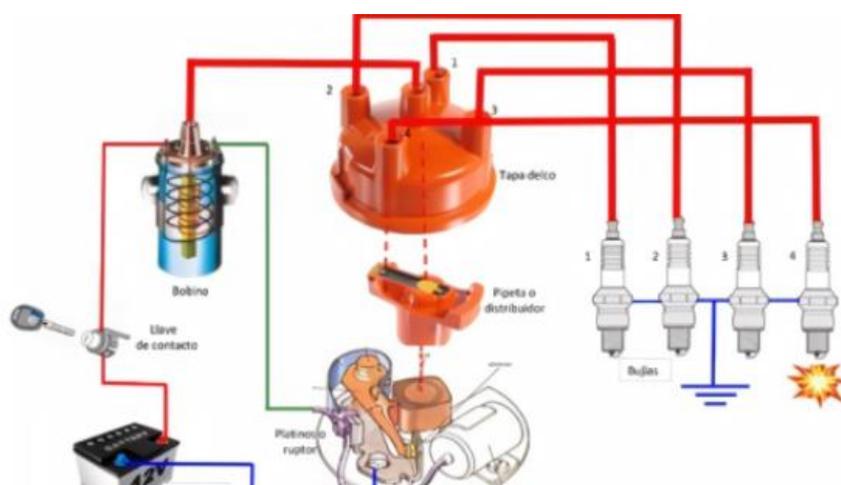
Marco Teórico

Evolución de los Sistemas de Encendido

El primer sistema de encendido electromecánico convencional se encuentra compuesto por la batería, el conmutador de encendido, bobina, ruptor, condensador, distribuidor, bujías. Donde el principal componente es el ruptor ya que este en su parte interna se da accionamiento y/o contacto de los platinos, y esto provoca la autoinducción de la bobina y así generar la alta tensión. (Sanchez, 2013).

Figura 1

Sistema de encendido convencional.

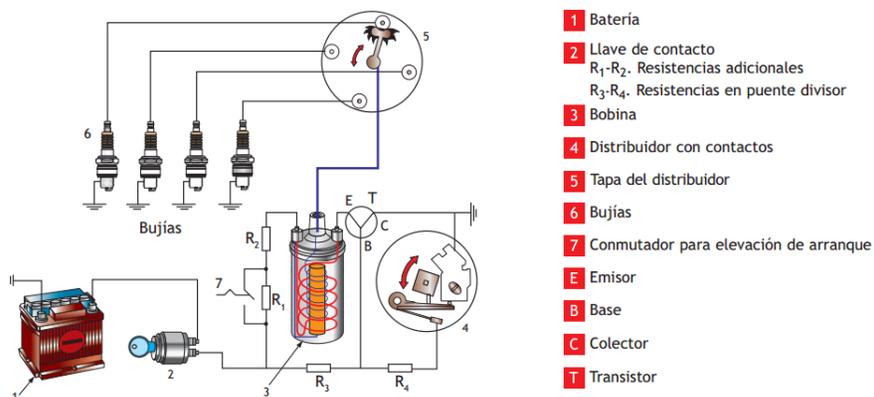


Nota. Tomado de tipos de aceite para motor por Admin, 2020.

El siguiente sistema de encendido transistorizado con contactos, en este sistema tiene los mismos componentes del sistema de encendido convencional, solo que a diferencia del anterior sistema los contactos o platinos maneja la bobina a través de transistores, entre los más utilizados son los Darlington, ya que son utilizados como amplificadores de corriente. (Sanchez, 2013).

Figura 2

Sistema de encendido transistorizado con contactos.

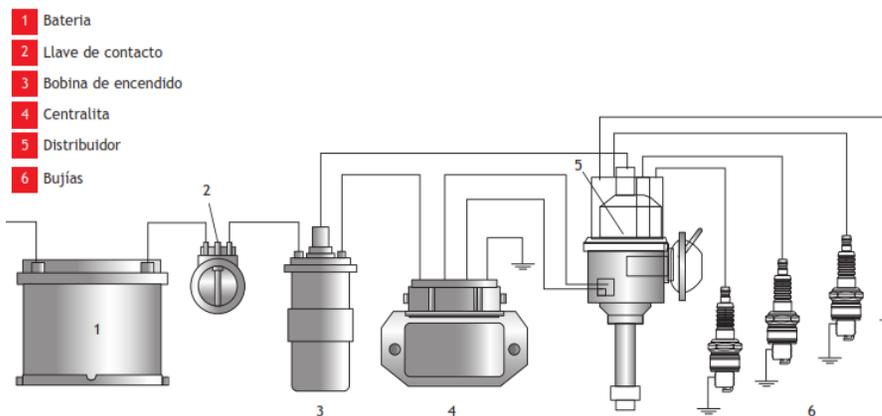


Nota. Tomado de foro coches por Charly, 2015.

El sistema de encendido transistorizado sin contactos o con ayuda electrónica ha sido el avance ya que se reemplaza el ruptor por un generador de pulsos y se eliminó el uso del condensador. Y con esto se eliminó la parte mecánica mismo que estaba en constante riesgo de sufrir fatiga de material. (Sanchez, 2013).

Figura 3

Sistema de encendido transistorizado sin contactos.

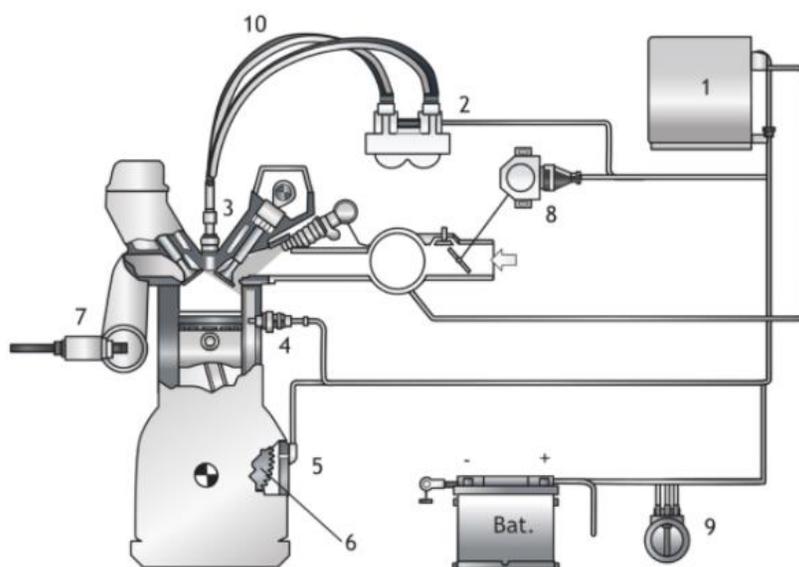


Nota. Tomado de sistemas auxiliares del motor por Sanchez, 2013.

El sistema de encendido totalmente electrónico DIS, este sistema de ignición directa doble es la primera en dejar de usar el distribuidor de alta tensión, y se usa netamente en todo su sistema únicamente lo electrónico. Y en su accionamiento es necesario la señal que emite el sensor CKP. (Sanchez, 2013).

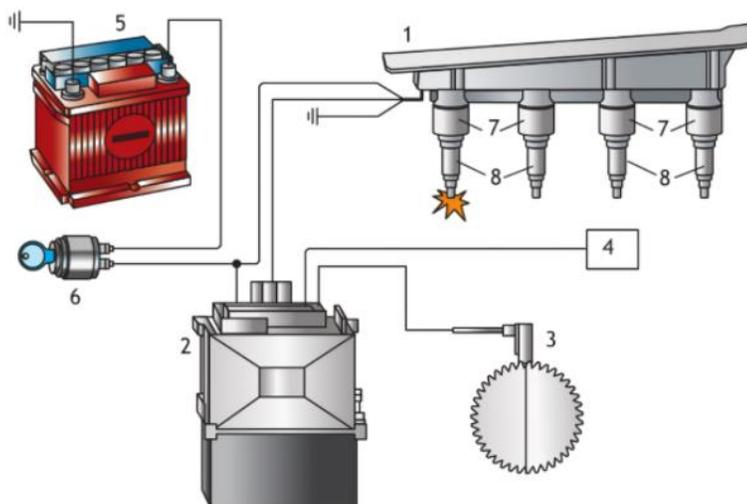
Figura 4

Sistema de encendido DIS.



Nota. Tomado de auto y técnica por Federico, 2018.

El último sistema de encendido se trata de bobinas independientes e individuales para cada bujía. Este sistema de es el tipo COP. En este sistema no se utiliza el distribuidor y en su lugar se utiliza la central electrónica del motor o ECU del vehículo. De igual forma para cada bobina se adopta un módulo de potencia.

Figura 5*Sistema de encendido COP.*

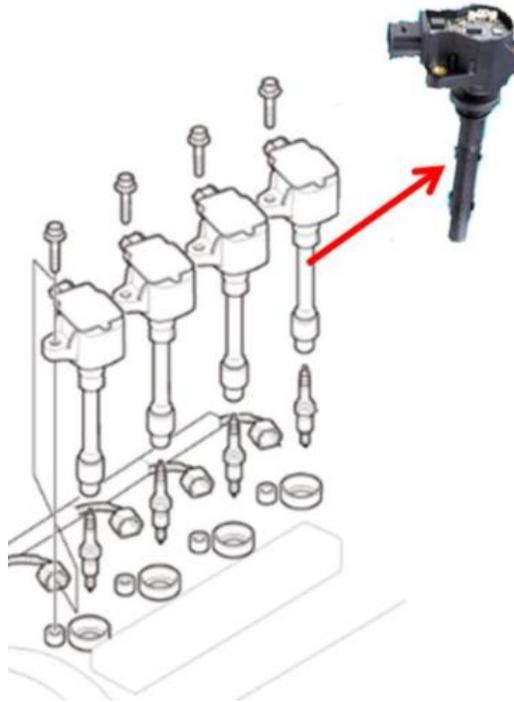
Nota. Tomado de sistemas auxiliares del motor por Sánchez, 2013.

Sistema de Encendido COP

El sistema de encendido COP por sus siglas en inglés “coil on plug”, denominado como sistema de encendido con bobinas individuales. En este sistema su principal finalidad es mejorar la eficiencia de los motores de combustión interna, de igual manera disminuye el consumo de combustible y la emisión de los gases. Además, en este sistema se eliminan por completo las pérdidas de tensión que se daban en los cables de alta tensión. (Pamio I. , 2016).

Figura 6

Conexión de bobinas del sistema de encendido COP.



Nota. Tomado de inyección electrónica automotriz, 2016.

Componentes del Sistema de Encendido COP

Este sistema cuenta principalmente con los siguientes componentes;

- Batería 12v.
- Conmutador de encendido.
- Sensor de posición del cigüeñal (CKP).
- Sensor de posición del árbol de levas (CMP).
- Módulo de control del vehículo (ECU).
- Bobinas independientes.
- Bujías.

Batería o Acumulador Automotriz.

El acumulador automotriz o batería es un dispositivo electroquímico que transforma energía química en energía eléctrica y viceversa. La batería es capaz de almacenar energía eléctrica para el uso cuando sea necesario para el automotor, por lo que el proceso de transformación es reversible, lo que significa que la batería puede ser cargada y descargada varias centenas de veces en función al trabajo desempeñado. (Bosch, 2017).

Figura 7

Batería o acumulador automotriz.



Nota. Tomado de Bosh online por Bosh, 2020.

Conmutador de Encendido

La función primordial de los conmutadores de encendido es hacer que la corriente eléctrica se cambie a otro conductor para conectar un sistema o un circuito distinto. En el vehículo automotriz el conmutador tiene tres funciones denominadas OFF (vehículo apagado), ON (vehículo enciendo únicamente sus accesorios), y START (vehículo con motor encendido). (Telecomunicaciones, 2021).

Figura 8

Conmutador de encendido automotriz.



Nota. Tomado de autopartes por Chevrolet, s.f.

Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP)

El sensor de posición del cigüeñal es un dispositivo mismo que tiene una bobina enrollada a su alrededor que genera una señal de bajo voltaje. El dispositivo transmite datos en forma de una señal electrónica sobre la posición del cigüeñal a la ECU cuando ocurren ciertas funciones. El sensor del cigüeñal genera datos que miden la velocidad del motor a medida que pasa por el sensor y en relación con las RPM del motor. (Cortez, 2021).

Figura 9

Sensor CKP.



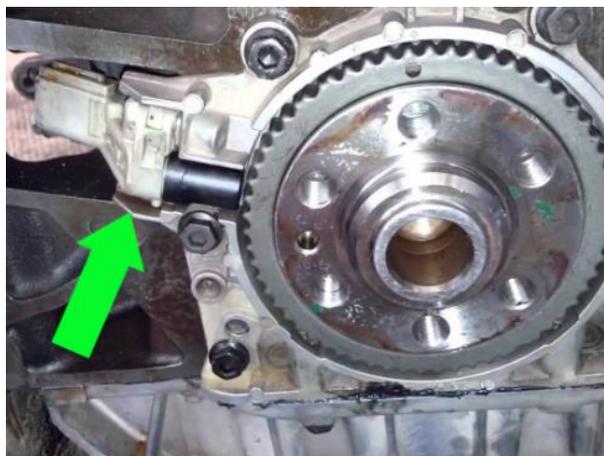
Nota. Tomado de autopartes por Chevrolet, s.f.

Ubicación.

El sensor de posición del cigüeñal se encuentra ubicado debajo del motor entre el motor y la transmisión del mismo. (Cortez, 2021).

Figura 10

Ubicación sensor CKP.



Nota. Tomado de auto técnico online por Torres, 2021.

Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)

El sensor CMP con sus siglas en inglés Camshaft Position Sensor o sensor de posición de árbol de levas es un dispositivo eléctrico de detección, mismo que permite leer las ranuras que se encuentran en el engranaje del eje de levas. (CarlosG, 2021).

Figura 11

Sensor de posición del árbol de levas.



Nota. Tomado de GPS total por CarlosG, 2021.

Ubicación.

Se encuentra en el extremo izquierdo o derecho de la cabeza del motor, en el árbol de levas, esta posición le ayuda en determinar específicamente la secuencia de inyección adecuada. (CarlosG, 2021).

Figura 12

Ubicación del sensor de árbol de levas.



Nota. Tomado de petroheald por Valladares, 2020.

Módulo de Control del Vehículo (ECU)

La ECU es un ordenador a bordo, mismo que se compone de hardware y software. El hardware es una placa de circuito impreso a prueba de manipulaciones protegida en todos los lados por una cubierta resistente, el hardware lleva un software preprogramado que determina los parámetros aceptables para el buen funcionamiento y emite comandos basados en los datos de entrada que recibe de los sensores.

De igual manera la ECU supervisa todos los aspectos eléctricos de un vehículo, pero se centran específicamente en el rendimiento del motor, asegurándose de que el aire, el combustible y la chispa estén en la proporción y el tiempo correcto. (Duarte, 2018).

Figura 13

Unidad de control del vehículo.



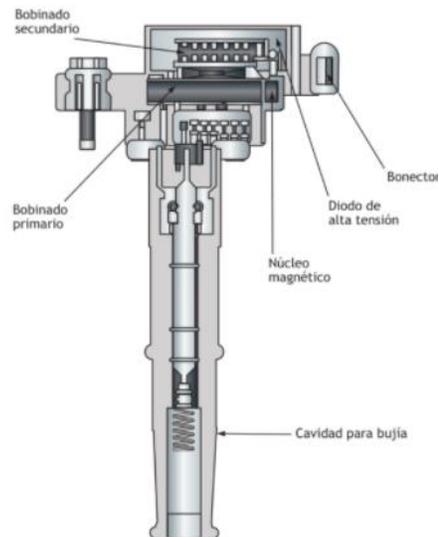
Nota. Tomado de tecno car digital por Tecnocar, s.f.

Bobinas Independientes Tipo COP

En este tipo de encendido se omite el uso de cables de alta tensión situado entre la bobina y la bujía, es por esto que en el sistema de encendido COP cada bujía tiene una bobina y estas van juntas. (Augeri).

Figura 14

Bobina independiente.



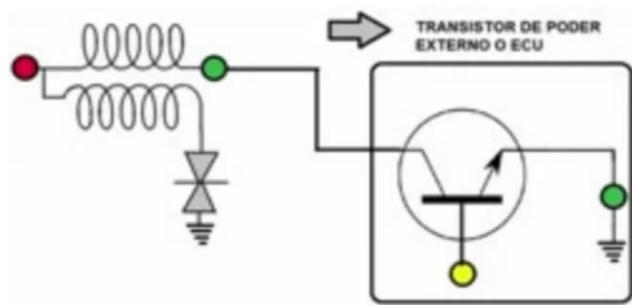
Nota. Tomado de blog auto por Admin, 2020.

Tipo de Bobinas Independientes

Existen tres tipos de bobinas independientes, mismas que varían por sus terminales y conexiones eléctricas.

Figura 15

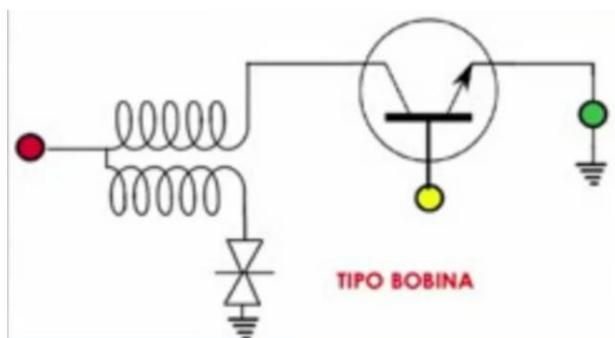
Funcionamiento de una bobina de dos cables.



Nota. Tomado de slideshare por Molina, s.f.

Figura 16

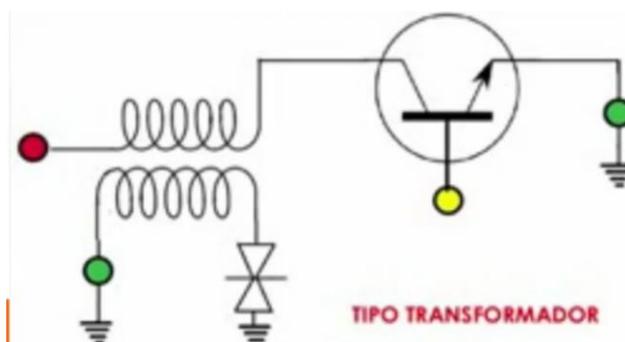
Funcionamiento de una bobina de tres cables.



Nota. Tomado de slideshare por Molina, s.f.

Figura 17

Funcionamiento de una bobina de cuatro cables.



Nota. Tomado de slideshare por Molina, s.f.

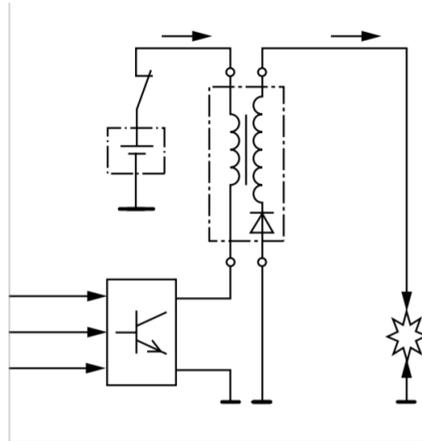
Funcionamiento.

El funcionamiento es similar al sistema de encendido DIS o de Chispa Perdida, el circuito primario se encuentra colocado a positivo de batería a través de un switch o relé adicional el sistema COP necesita la señal de la posición del cigüeñal y del árbol de levas, mismas que se emite hacia la ECU como referencia de la posición del pistón y así determinar el cilindro 1 en

tiempo de compresión. Cuando es detectada esta señal, la ECU envía la señal a la bobina y ahí determina el momento exacto del salto de chispa. (Pamio F. , 2016).

Figura 18

Funcionamiento de bobinas en sistema de encendido COP.



Nota. Tomado de monografías por Booster, 2021.

Síntomas de Bobinas Defectuosas.

- Códigos de falla en cilindro específico que hacen que la luz indicadora del motor (Check Engine Light) se encienda en el tablero.
- Puede que uno o varios de los siguientes códigos estén presentes: P0300, P0301, P0302, P0303, P0304, P0305, P0306, P0307, P0308.
- Consumo excesivo de gasolina.
- Falta de fuerza al acelerar el carro.

Figura 19

Bobinas defectuosas.



Nota. Tomado de auto técnico online por Torres, 2021.

Comprobaciones.

Antes se debe verificar que los conectores no se encuentren partidos, doblados o con averías en general.

- Si el probador de chispa dispara la chispa en todas las bobinas de encendido, esto indica que la causa de la falla en algún cilindro específico no se debe a una bobina de encendido fallando. (Torres, 2021).
- Si el probador de chispa dispara chispa en algunas, pero no en todas las bobinas de encendido, esto indica que las que no dispararon chispa probablemente están fallando. (Torres, 2021).
- Si el probador de chispa no dispara chispa en ninguna de las bobinas de encendido. Esto indica que probablemente el sensor de la posición del cigüeñal, o un fusible, o un relé está fallando, ya que es casi imposible que todas las bobinas de encendido independientes COP se encuentren fallando exactamente al mismo tiempo. (Torres, 2021).

- Si el multímetro no registra 10 a 12 Voltios (o la lámpara de prueba no se enciende), entonces la bobina de encendido no está siendo alimentada con 12 Voltios, se debe verificar que todas las conexiones estén correctas y se debe realizar la prueba de nuevo. (Torres, 2021).

Bujías

Las bujías son las encargadas de suministrar la chispa de encendido para que se inflame el carburante dentro de la cámara de combustión. De igual para que la bujía cumpla con esto no debe ceder a los niveles de presión, para impedir que pasen los gases del interior del cilindro al exterior. (Rodes, 2019).

Deben soportar los hidrocarburos y ácidos propios de la combustión manteniendo el aislamiento eléctrico debido a su resistencia térmica, mecánica y eléctrica. De igual manera es necesario que mantengan una temperatura estable durante su funcionamiento, entre los 500°C y los 900°C, adecuando su graduación térmica a la necesidad del momento. (Rodes, 2019).

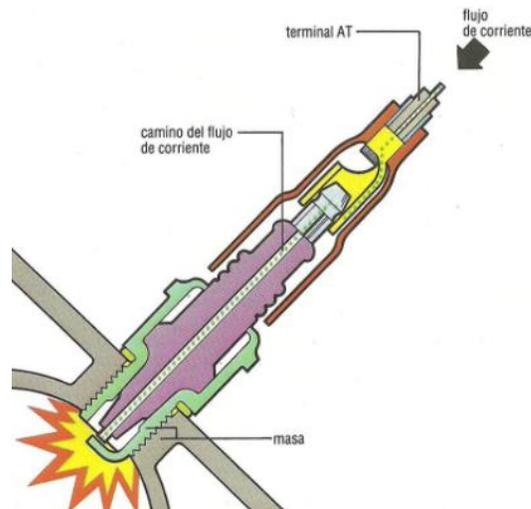
Funcionamiento.

Cuando las bujías reciben el voltaje suficiente de la bobina de encendido, las bujías son capaces de proporcionar un arco de corriente óptimo entre los electrodos, de esta manera se provoca la chispa con intensidad y duración suficiente para inflamar la mezcla aire y combustible dentro de los cilindros.

Si no llega a la temperatura adecuada, no se quema bien la mezcla y el hollín termina por obstruir la bujía impidiendo que salte la chispa. Mientras que, si se calienta demasiado, podría producirse autoignición antes de que se genere la chispa y acabar por fundir los elementos de la bujía y/o dañar los cilindros del motor. (Rodes, 2019).

Figura 20

Bujía estructura y funcionamiento.



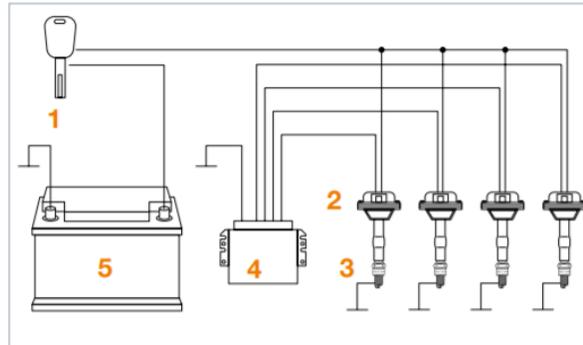
Nota. Tomado de tuningpedia por TPT, 2014.

Funcionamiento del Sistema COP

El sistema de encendido COP de bobinas independientes, la función primordial de este es el lograr que el vehículo automotor logre movilizarse y desempeñar su potencia y eficiencia en medida de condiciones requeridas. Por lo que dentro de este sistema se usa las bobinas independientes para crear el salto de chispa en cada bujía, de igual manera en este sistema se elimina por completo los contactos mecánicos y los cables de alta tensión. Mientras que el control es únicamente electrónico gracias a la información que envían los sensores CKP y CMP a la ECU, misma que se encarga de alertar a las bobinas y encender la chispa. (Valladares, 2020).

Figura 21

Sistema de encendido COP.



Nota. Tomado de monografías por Booster, 2021.

Arduino

Es una plataforma de creación de electrónica de código abierto el cual está basado en hardware y software libre, este tiene una placa con todos los elementos necesarios para conectar periféricos a las entradas y salidas de un microcontrolador, y que puede ser programada tanto en Windows como macOS y GNU/Linux. (Fernandez, 2020).

Figura 22

Placa Arduino.



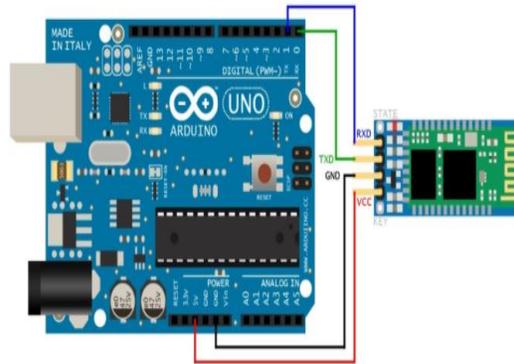
Nota. Tomado de xacata por Fernández, 2020.

Funcionamiento.

Arduino está conformado por los microcontroladores son circuitos integrados en los que se graba instrucciones, las cuales se escribe con el lenguaje de programación en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa. El microcontrolador de Arduino posee una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos. (Fernandez, 2020).

Figura 23

Funcionamiento de placa Arduino.



Nota. Tomado de xacata por Fernández, 2020.

Capítulo II

Metodología y Desarrollo del Proyecto

Metodología

La investigación se basa en una metodología experimental con un enfoque cuantitativo, ya que tiene como objetivo la construcción de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo COP para los estudiantes de tercer nivel de la carrera de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. Para de esta manera determinar los efectos del proyecto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, se realizó una clase demostrativa donde se explicó el funcionamiento del sistema y sus componentes, lo cual se finalizó con una encuesta de preguntas cerradas, estos resultados fueron analizados con graficas para determinar la importancia del módulo para los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Este módulo didáctico se realizó en base a los componentes y funcionamiento de un vehículo con un sistema de encendido sin distribuidor tipo COP. De igual manera este se dividió en dos secciones, una sección fue el hardware y la otra sección fue el software. En el hardware están los mecanismos, sensores, actuadores y puntos de mediciones ubicados en una estructura modular mismos que son capaces de funcionar de acuerdo a comandos deseados. Mientras que el software es el encargado del funcionamiento lógico, secuencial y constante ya que este es el que emite la orden para que los actuadores y/o bobinas desarrollen su trabajo en base al funcionamiento real de estos componentes en el vehículo.

Selección del Área o Ámbito de Estudio

El presente proyecto será realizado y presentado a estudiantes a partir de los 17 años de edad, mismos que son pertenecientes actualmente a estudiantes de mecánica automotriz del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva.

Desarrollo del Proyecto

Módulo Sistema COP

Para este sistema de Bobinas Independientes, se considera el modo de Operación (Dos sensores) y el modo de trabajo (180 grados), que son fundamentales para la programación y el modo de operación del sistema, un sensor de efecto Hall, la captación de señal se da en rueda dentada del cigüeñal del vehículo.

Modo de Funcionamiento

El sistema de encendido sin distribuidor tipo COP en un vehículo de 4 cilindros activa a cada una de las bujías a través de la bobina independiente siguiendo el orden de encendido establecido 1-3-4-2.

Materiales

Para el presente proyecto de aplicación práctica se utilizaron los siguientes componentes:

Figura 24

Bobina tipo COP.



Figura 25

Bujía BKR5E.



Figura 26

Arduino uno.



Nota. Tomado de e-elektronic por Admin, 2018.

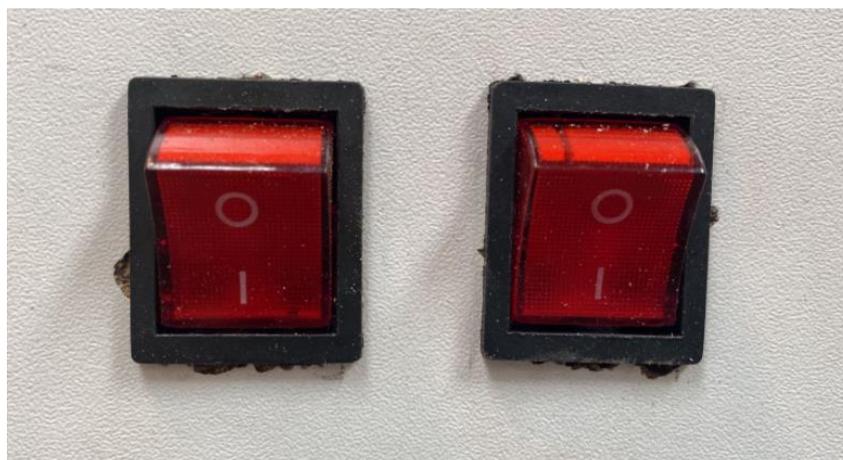
Figura 27

Cables macho hembra.



Figura 28

Conmutador de encendido.



Conexiones Eléctricas de los Componentes:

Figura 29

Conexión de terminales de bobina.



Figura 30

Conexión de terminales de bobina.

MITSUBISHI		GC4562 // NEW //	FEATURES / CARACTERÍSTICAS: 3 PIN / WITH IGNITION MODULE
REPLACES / REEMPLAZA:			
Mitsubishi / Suzuki: 33400-65J0, H6T11371;			
Regitar: RUF562			
APPLICATION / APLICACIÓN:			
SUZUKI: Grand Vitara 2006>2008 / SX4 2007>2009			



Figura 31

Pruebas de funcionamiento en bujías.

**Configuración Arduino**

```
int L = 2;
```

```
int SENSOR = 8;
```

```
int L2 = 3;
```

```
int SENSOR2 = 9;
```

```
int L3 = 4;
```

```
int SENSOR3 = 10;
```

```
int L4 = 5;
```

```
int SENSOR4 = 11;
```

```
void setup() {
```

```
  pinMode(L, OUTPUT);
```

```
pinMode(SENSOR, INPUT);  
digitalWrite(L, LOW);  
pinMode(L2, OUTPUT);  
pinMode(SENSOR2, INPUT);  
digitalWrite(L2, LOW);  
pinMode(L3, OUTPUT);  
pinMode(SENSOR3, INPUT);  
digitalWrite(L3, LOW);  
pinMode(L4, OUTPUT);  
pinMode(SENSOR4, INPUT);  
digitalWrite(L4, LOW);  
  
}  
  
void loop () {  
  while(digitalRead(SENSOR)==LOW);  
  digitalWrite(L, HIGH);  
  while(digitalRead(SENSOR)==HIGH);  
  digitalWrite(L, LOW);  
  while(digitalRead(SENSOR2)==LOW);  
  digitalWrite(L2, HIGH);  
  while(digitalRead(SENSOR2)==HIGH);  
  digitalWrite(L2, LOW);
```

```
while(digitalRead(SENSOR3)==LOW);  
digitalWrite(L3, HIGH);  
while(digitalRead(SENSOR3)==HIGH);  
digitalWrite(L3, LOW);  
while(digitalRead(SENSOR4)==LOW);  
digitalWrite(L4, HIGH);  
while(digitalRead(SENSOR4)==HIGH);  
digitalWrite(L4, LOW);  
  
}
```

Construcción de la Estructura del Módulo Didáctico

Estructura del Módulo

El módulo será fabricado de madera, utilizando tabla triplex de 9 [mm] de espesor, las dimensiones que se determinó para integrar a los elementos que lo componen.

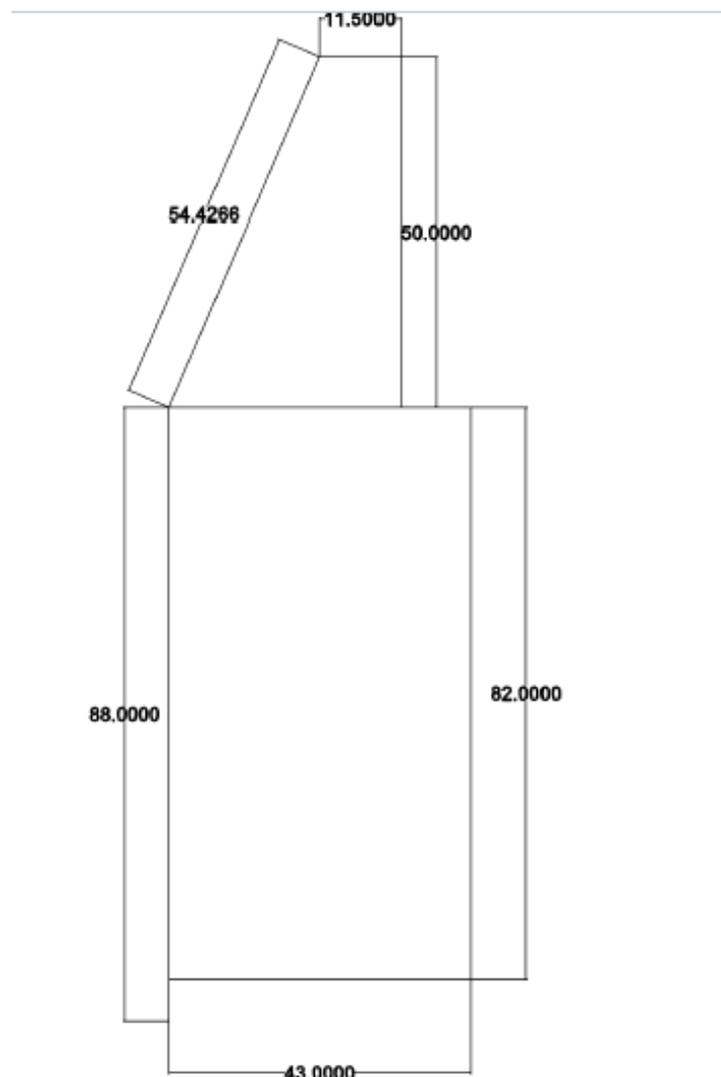
Figura 32

Construcción de la base



Figura 33

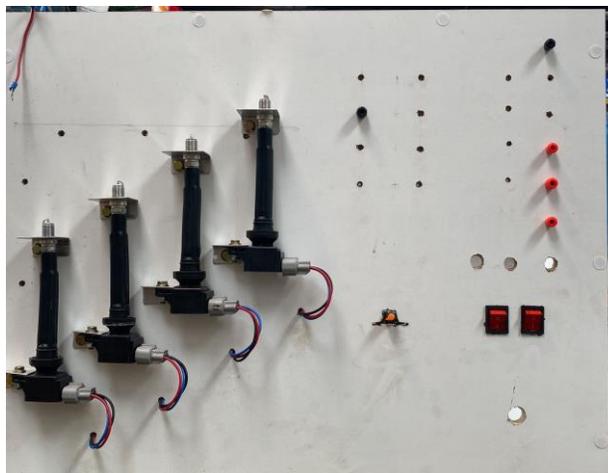
Gráfica del módulo.

**Instalación de los Elementos en el Módulo Didáctico**

Para este módulo se usaron 4 bobinas independientes

Figura 34

Instalación de bobinas.

**Figura 35**

Bananas hembra de medición y luz led de comprobación.

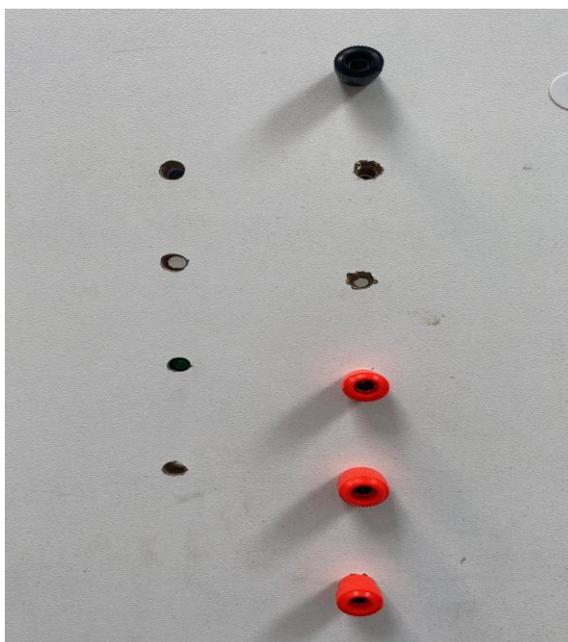


Figura 36

KOEO KOER contacto y encendido.

**Figura 37**

Potenciómetro de velocidad.



Capítulo III

Propuesta

El sistema de encendido COP tiene una bobina por cilindro montada directamente en la respectiva bujía, es decir, sin cable de alta tensión, por lo que el circuito secundario está conectado a esta bujía. Gracias al módulo didáctico el Sistema sin distribuidor tipo COP está compuesto por:

- 4 bobinas independientes tipo lápiz
- 4 bujías BKR5E
- 1 Arduino uno
- 1 placa con 4 relé para Arduino
- 1 placa protoboard
- 1 motoreductor
- 1 regulador del motoreductor
- 2 switch ON/OFF
- 3 metros de cable #16
- 2 metro de cable # 14
- 2 metros de cable # 18
- 20 socket de bananas hembra
- 14 socket de banas machos
- 4 led
- 1 ángulo de aluminio 30 cm.
- 2 tomacorrientes
- 1 conector para 5V

- 1 conector para 12 V
- 4 sensores SE022 Efecto hall para Arduino.
- 8 pernos de ¼ x 1 pulgadas
- 2 metros de cable gemelo #14
- 1 enchufe para 110v
- 25 terminales eléctricos
- 4 resistencias 1K
- 1 cubículo modular de 70 cm x 50 cm de madera aglomerada.

Figura 38

Estructura terminada Sistema COP.

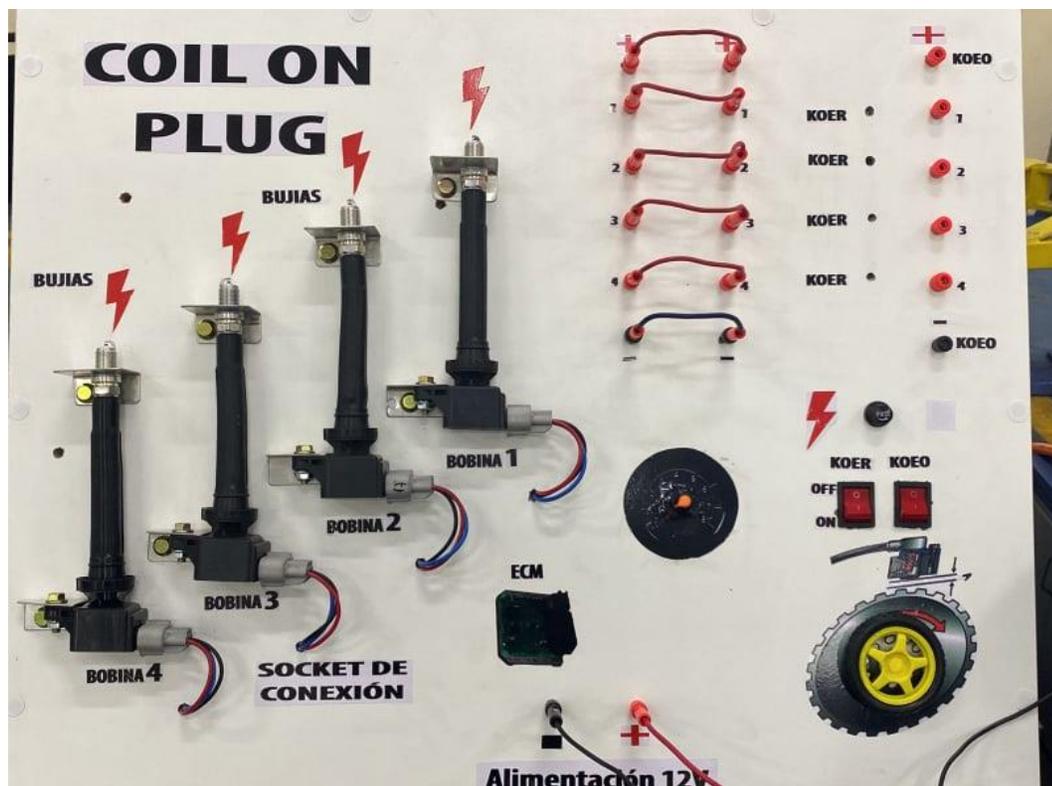
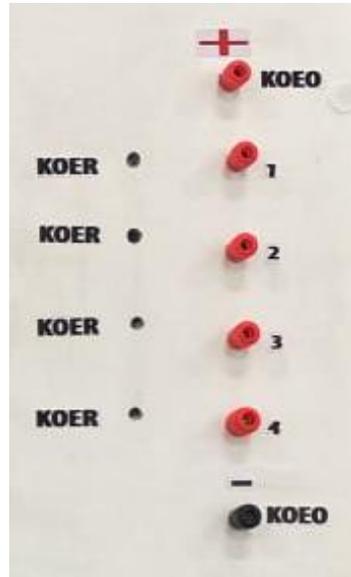


Figura 39

Puntos de medición de señales, positivo y masa.

**Figura 40**

Puntos de conexiones para terminales de bobinas.

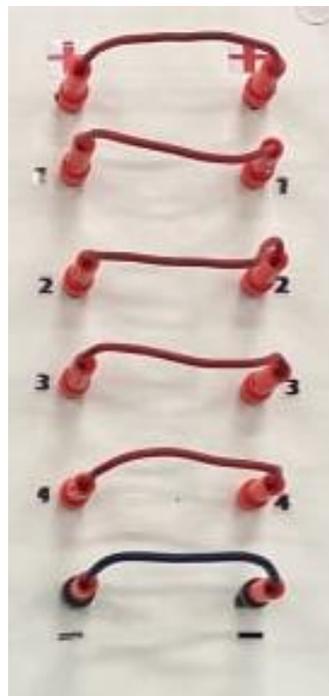


Figura 41

Alimentación de 12 v para el sistema de potencia de las bobinas.

**Figura 42**

Regulador de RPM.



Figura 43

Posiciones de encendido del vehículo.

**Figura 44**

Gráfica de la ECM del vehículo.



Figura 45

Bobinas independientes tipo COP.



Funcionamiento de Módulo Didáctico

El módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo COP tiene la finalidad de indicar el funcionamiento de las bobinas tipo lápiz de acuerdo al orden de encendido. Es por esto que incorpora puertos de conexión directa a los terminales del socket de las bobinas para que cuando uno de estos sea desconectado el sistema deje de funcionar en caso de que se desconecte la alimentación.

Mientras que si se trata de una señal únicamente esta bobina dejara de dar su salto de chispa. De igual manera en este módulo se logrará realizar las mediciones de los sockets en posiciones KOEO y KOER sin necesidad de desconectar los sockets y pinchar los cables de estos. Esto se realizó ya que cuando se inicia el proceso de aprendizaje se cometen errores al utilizar los instrumentos de medición como el identificar los mismos.

Encuestas

Figura 46

Pregunta N° 1.

El módulo didáctico posee todos los componentes de un sistema de encendido tipo COP ? [Copiar](#)

9 respuestas

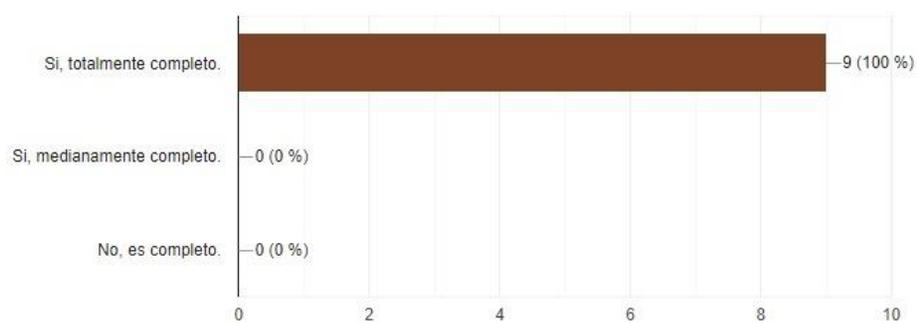
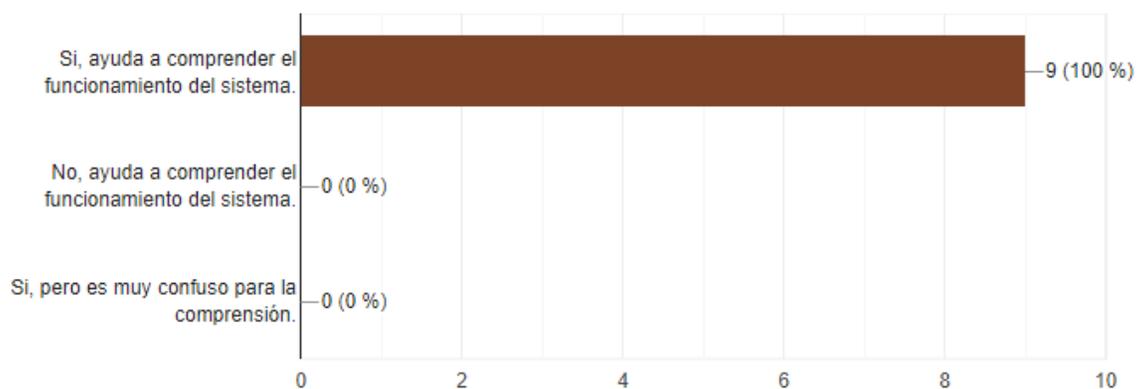


Figura 47*Pregunta N° 2.*

¿Este módulo de encendido ayuda al mejor entendimiento sobre el funcionamiento del sistema?

9 respuestas

**Figura 48***Pregunta N° 3.*

¿El módulo didáctico tiene diferentes conexiones eléctricas y electrónicas que ayudan al entendimiento y comprensión del funcionamiento del sistema?

 Copiar

9 respuestas

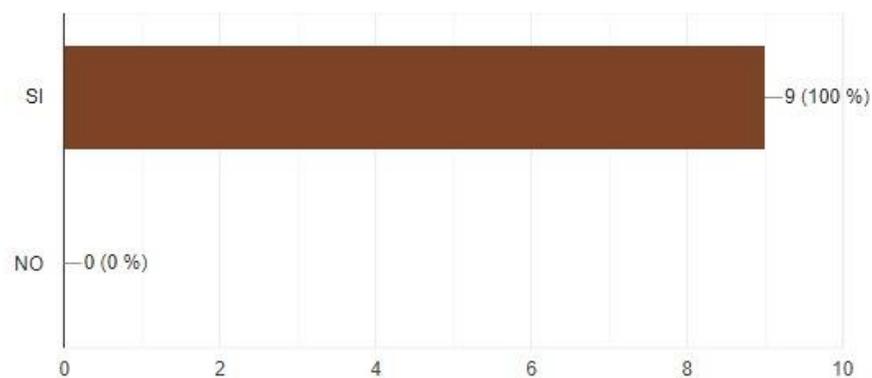
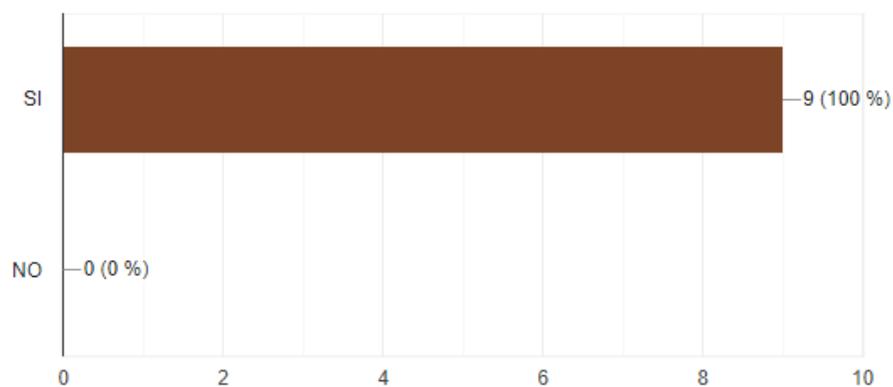


Figura 49*Pregunta N° 4.*

¿El módulo es un buen instrumento didáctico que ayuda en el proceso de enseñanza y aprendizaje?

9 respuestas

**Figura 50***Pregunta N° 5.*

¿El módulo didáctico es comprensible y necesario antes de realizar las mediciones correspondientes en un vehículo?

 Copiar

9 respuestas

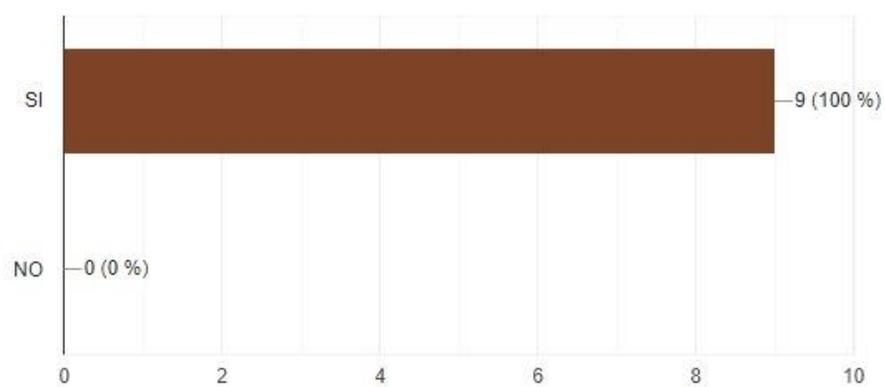
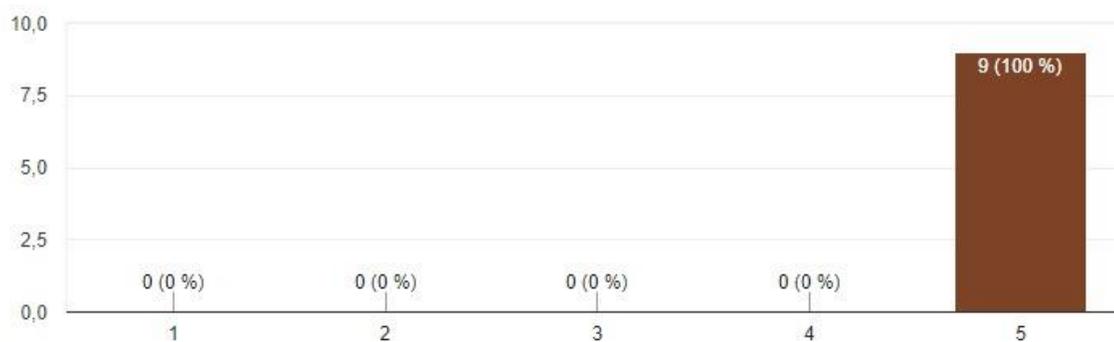


Figura 51*Pregunta N° 6.*

Valore la experiencia que obtuvo con el módulo de encendido tipo COP. Siendo 1 malo y 5 excelente.

 Copiar

9 respuestas



Análisis de Resultados

Una vez analizados los resultados obtenidos se identificó la gran importancia e influencia que tiene el módulo didáctico elaborado para llevar acabo un buen proceso de aprendizaje, ya que para las actividades dentro del taller este módulo es ideal para que los estudiantes identifiquen las bobinas reales y el modo de funcionamiento destrezas que en un futuro se desarrollara en el vehículo.

Conclusiones

Se realizó la construcción de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo COP para su implementación a los recursos didácticos del Instituto Superior Tecnológico “Vida Nueva”, mismo que cuenta con todos los elementos de óptima calidad.

La finalidad de este módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo COP es que todos los estudiantes logren visualizar e identificar los componentes, analizar el funcionamiento de las bobinas tipo COP, realizar prácticas de mediciones en funciones KOER y KOEO.

Se analizó e identificó los componentes del sistema de encendido tipo COP y su funcionamiento, con esto se realizó la simulación lógica del módulo de control ECU en Arduino uno del accionamiento, para las bobinas independientes.

La principal ventaja de este módulo didáctico es que crea un conocimiento previo mucho más amplio y confiable del funcionamiento, lo que, combinado con su facilidad de uso, logra solidificar de mejor manera el conocimiento en los estudiantes, para de esta manera una vez que visualicen los elementos en el automotor sea mucho más rápido y con cierta experiencia en el sistema.

Recomendaciones

La tierra común, masa o el negativo debe estar conectada al mismo sistema de alimentación de 12v, ya que caso contrario se terminaría dañando la fuente de alimentación principal y el módulo buscara una tierra de manera inminente.

Para comprobar y confirmar que está ingresando corriente al positivo de las bobinas de encendido COP, el valor del voltaje de medición debe ser igual al valor de voltaje de la fuente.

Nunca acercarse o sujetar componentes metálicos a los terminales de las bujías ya que podrían buscar tierra y es mejor evitar por cuestiones de seguridad.

Es recomendable que este módulo didáctico del sistema de encendido COP sea utilizado y analizado siempre bajo la supervisión del docente y antes del aprendizaje en este, se tomen todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos.

Referencias Bibliográficas

- Admin. (26 de Octubre de 2020). *Tipos de aceite para motor*. Obtenido de <https://tiposdeaceiteparamotor.top/componentes-del-sistema-de-encendido-convencional/>
- Augeri, F. (s.f.). *Cise electrónica*. Obtenido de <http://cise.com/portal/notas-tecnicas/item/173-bobinas-cop-coil-on-plug.html>
- Autodoadmin. (2021 de Enero de 2020). *Autodo*. Obtenido de <https://autodo.com.ar/diccionario-autodo-bobina-de-encendido/>
- Booster, B. (12 de Marzo de 2021). *Monografias plus*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos77/encendido-electronico-distribuidor-sin-distribuidor/encendido-electronico-distribuidor-sin-distribuidor2>
- Bosch. (2020). *Bosch*. Obtenido de <https://aa.mam.resource-server.bosch.tech/prod/146/1468340/2/1468340.jpg>
- Bosch, R. (2017). *Bosch*. Obtenido de Bosch: https://www.superprofesionalesbosch.com/plataforma/pluginfile.php/25778/mod_resource/content/6/Bater%C3%ADas_fuente%20de%20Asia.pdf
- Burbano, P. (13 de Mayo de 2013). *Didactica.com*. Recuperado el 11 de Marzo de 2014, de <http://www.didactica.com/recursos/reciclaje>
- Burbano, P. (2014). *Proyectos*. Quito: Vida Nueva .
- CarlosG, J. (01 de Agosto de 2021). *Gps total*. Obtenido de <https://gpstotal.org/es/sensor-automotriz/de-posicion-arbol-levas-cmp>
- Charly. (28 de Noviembre de 2015). *Forocoches.com*. Obtenido de <https://www.fcoches.com/foro/showthread.php?t=3964221&page=4>

Chevrolet. (s.f.). *Chevyz28*. Obtenido de

<http://www.autoparteschevyz28.com/tienda/chevrolet/conmutador-de-encendido-para-chevrolet-astra/>

Cortez, F. (17 de Julio de 2021). *Myobdscan*. Obtenido de [https://myobdscan.net/sensor-](https://myobdscan.net/sensor-deposicion-del-ciguenal-defectuoso-sintomas-causas-y-solucion-de-problemas#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20sensor%20de%20posici%C3%B3n%20del%20cig%C3%BCe%C3%B1al,del%20cig%C3%BCe%C3%B1al%20al%20ECM%20cuando%20ocurren%20cier)

[deposicion-del-ciguenal-defectuoso-sintomas-causas-y-solucion-de-](https://myobdscan.net/sensor-deposicion-del-ciguenal-defectuoso-sintomas-causas-y-solucion-de-problemas#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20sensor%20de%20posici%C3%B3n%20del%20cig%C3%BCe%C3%B1al,del%20cig%C3%BCe%C3%B1al%20al%20ECM%20cuando%20ocurren%20cier)

[problemas#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20sensor%20de%20posici%C3%B3n%20del%20cig%C3%BCe%C3%B1al,del%20cig%C3%BCe%C3%B1al%20al%20ECM%20cuando%20ocurren%20cier](https://myobdscan.net/sensor-deposicion-del-ciguenal-defectuoso-sintomas-causas-y-solucion-de-problemas#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20sensor%20de%20posici%C3%B3n%20del%20cig%C3%BCe%C3%B1al,del%20cig%C3%BCe%C3%B1al%20al%20ECM%20cuando%20ocurren%20cier)

Duarte, J. (01 de Diciembre de 2018). *Mundo del motor*. Obtenido de

[https://www.mundodelmotor.net/ecm-módulo-de-control-](https://www.mundodelmotor.net/ecm-módulo-de-control-electronico/#:~:text=El%20ECM%20%28m%C3%B3dulo%20de%20control%20electr%C3%B3nico%29%20en%20un,de%20forma%20err%C3%A1tica%2C%20si%20es%20que%20lo%20hace.)

[electronico/#:~:text=El%20ECM%20%28m%C3%B3dulo%20de%20control%20electr%C3%B3nico%29%20en%20un,de%20forma%20err%C3%A1tica%2C%20si%20es%20que%20lo%20hace.](https://www.mundodelmotor.net/ecm-módulo-de-control-electronico/#:~:text=El%20ECM%20%28m%C3%B3dulo%20de%20control%20electr%C3%B3nico%29%20en%20un,de%20forma%20err%C3%A1tica%2C%20si%20es%20que%20lo%20hace.)

Federacion de enseñanza de CC.OO. (24 de Diciembre de 2017). *Temas para la educación*.

Obtenido de Temas para la educación: <https://feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd5407.pdf>

Federico. (30 de Octubre de 2018). *Auto y técnica*. Obtenido de

<https://autoytecnica.com/encendido-totalmente-electronico-dis-estatico/>

Fernandez, Y. (3 de Agosto de 2020). *Xataka*. Obtenido de [https://www.xataka.com/basics/que-](https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno)

[arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno](https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno)

Gomáris, S., Domingo Biel, J. M., & Reyes, M. (2018). *Teoría de control diseño electrónico*.

Barcelona: EDICIONS UPC.

- Inyeccionelectronica. (Agosto de 2016). *Inyeccionelectronicagratis*. Obtenido de <https://inyeccionelectronicomotores.pot.com/2016/08/bobina-de-encendido-cop-multichispa.html>
- Okdiario. (06 de Mayo de 2019). *Okdiario.com*. Obtenido de <https://okdiario.com/ciencia/que-campo-magnetico-2611513>
- Pamio, F. (5 de Agosto de 2016). *Taga*. Obtenido de https://www.taga.net/+autos_motos/bobinas-de-encendido-cop_522
- Pamio, I. (Agosto de 2016). *Aprende gratis online*. Obtenido de <https://inyeccionelectronicomotores.blogspot.com/2016/08/bobina-de-encendido-cop-multichispa.html#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20es%20el%20sistema%20de%20encendido%20COP%3F%20El,circuito%20de%20disparo%20lo%20har%C3%A1%20en%20m%C3%BAltiples%20etapas>.
- Peña, E. H., & Candelario Luna, A. M. (22 de Abril de 2018). *ChipSets*. Obtenido de <https://arquitecturadecomputadoras.blogspot.com/2018/>
- Potal Academico del CCH. (1 de Marzo de 2021). *Potal Academico del CCH*. Obtenido de <https://portalacademico.cch.unam.mx/cibernetica1/implementacion-de-circuitos-logicos/ley-de-ohm>
- Rodes. (21 de Noviembre de 2019). *Rodes*. Obtenido de Rodes: <https://www.rodes.com/mecanica/que-son-las-bujias-y-como-funcionan/>
- Sanchez, E. (2013). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: Macmillian Iberia S.A.
- SENAFAD. (2017). *Instalaciones eléctricas la ley de ohm*. Bogota: Gerardo Mantilla Q.
- Serway, R. A. (2015). *Electricidad y magnetismo*. Virginia: McGraw-Hill.
- Tecnocar. (s.f.). *Tecnocar*. Obtenido de <http://tecnocardigital.com/informacion.php?id=17>

Telecomunicaciones. (4 de Agosto de 2021). *Telecomunicaciones*. Obtenido de

<https://www.b3telecomunicaciones.com/blog/articles/que-es-un-conmutador>

Torres, A. (16 de Abril de 2021). *Autotecnico*. Obtenido de [https://autotecnico-](https://autotecnico-online.com/indice-general/sensores-de-posicion-1)

[online.com/indice-general/sensores-de-posicion-1](https://autotecnico-online.com/indice-general/sensores-de-posicion-1)

TPT. (30 de Abril de 2014). *Tpt team*. Obtenido de TPT team:

<https://www.tuningpedia.org/mecanica/todo-sobre-las-bujias-y-el-encendido>

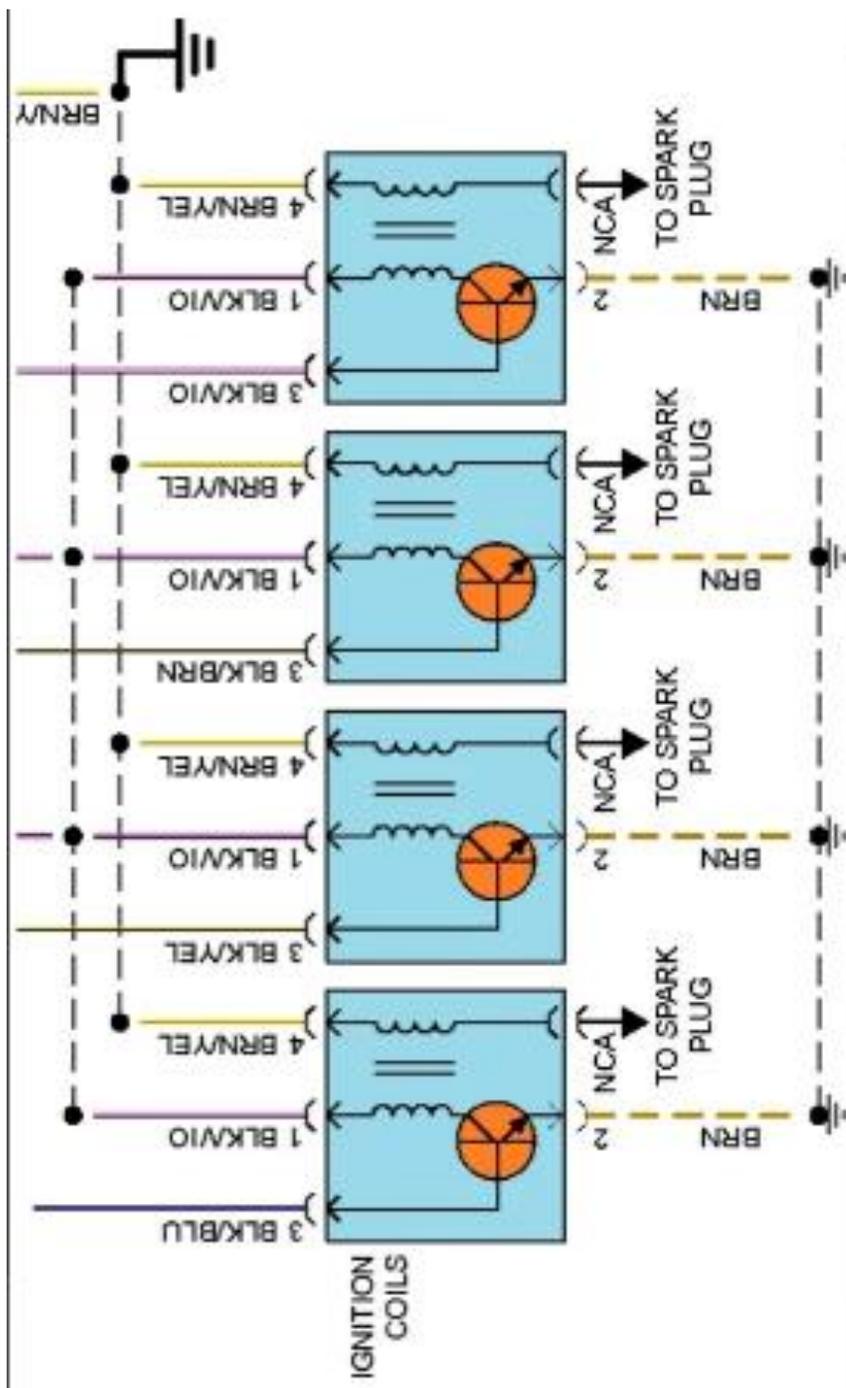
Valladares, C. (28 de Abril de 2020). *Petrolheadgarage*. Obtenido de

<https://petrolheadgarage.com/cursos-automocion/sensor-de-posicion-del-arbol-de-levas-cmps/>

Anexos

Figura 52

Sistema de encendido tipo COP diagrama.



Nota. Tomado de Manual de Volkswagen Golf, por Volkswagen, 2001.