

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE
ENCENDIDO ÓPTICO PARA LA SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO, FALLAS Y

DIAGNÓSTICO

PRESENTADO POR

GUANULEMA CABEZAS MARCO ANDRES

TUTOR

ING. GUACHAMIN BONILLA CRISTIAN SANTIAGO MG.

FECHA

AGOSTO 2023

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Diseño y construcción de un módulo de sistema electrónico de encendido óptico para la simulación de funcionamiento fallas y diagnóstico”, presentado por el ciudadano Guanulema Cabezas Marco Andrés, 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, del mes de agosto de 2023

Tutor: Ing. Guachamin Bonilla Cristian Santiago Mg.

C.I.: 1718905647

Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Diseño y construcción de un módulo de sistema electrónico de encendido óptico para la simulación de funcionamiento fallas y diagnóstico”, presentado por el ciudadano Guanulema Cabezas Marco Andrés, facultado en la carrera Tecnología Superior en Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Para constancia firman:

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Guanulema Cabezas Marco Andrés portador de la cédula de ciudadanía 1726428335, facultado en la carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, autor de esta obra, certifico y proveo al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Diseño y construcción de un módulo de sistema electrónico de encendido óptico para la simulación de funcionamiento fallas y diagnóstico”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-No Comercial- Sin Derivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de agosto de 2023

Guanulema Cabezas Marco Andrés

C.I.: 1726428335

Dedicatoria

A mis padres Fabián y Marlene, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo, a ellos dedico el presente trabajo, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida. Lo que ha contribuido a la consecución de este logro, espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

A mi hermana por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias, y a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas

Finalmente, quiero dedicar este trabajo de titulación a todos mis amigos, apoyarme cuando más lo necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindando cada día, de verdad mil gracias siempre los llevo en mi corazón.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: Fabian y Marlene por ser los principales promotores de nuestras expectativas. Por los consejos valores y principios que se han inculcado.

Agradezco a nuestro docente del Tecnológico Universitario Vida Nueva, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la prelación de nuestra profesión de manera especial, al Ing. Cristian Guachamin Mg. tutor de mi proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Tabla de Contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Antecedentes	11
Justificación	12
Objetivos	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
Marco teórico	14
Sistema de Encendido Óptico.	14
Partes del Sistema de Encendido Óptico.	17
Características del Encendido Óptico.	18
Metodología y Desarrollo del Proyecto.	20
Selección del Área o Ámbito de Estudió	20
Módulo del Sistema de Encendido Óptico	21
Modo de Funcionamiento	21
Materiales	21
Distribuidor óptico	22
Motor eléctrico	22
Cables de Bujías	23
Transformador de 110 a 12 v de 20 amperios	23
Relé Automotriz	24

Switch de Encendido Automotriz	24
Fusibles Automotrices	25
Pedal de Accionamiento	25
Tacómetro de rpm	26
Creación de Estructura del Sistema Electrónico de Encendido Óptico	26
Plano de la Estructura del Sistema de Encendido Óptico	27
Perspectiva Lateral del Plano del Sistema Electrónico	27
Conexiones Eléctricas de los Componentes.	28
Distribuidor óptico	28
Bobina de encendido	29
Módulo de encendido	29
Funcionamiento de Distribuidor y Bujías	30
Desarrollo del Módulo	30
Construcción de la Estructura del Módulo Didáctico	31
Estructura del Módulo	31
Base del Módulo de Sistema de Encendido Óptico	32
Proceso de la Base del Sistema	32
Elaboración de la Estructura	33
Proceso de Suelta en la Estructura	33
Proceso de Pintado de la Base del Módulo	34
Implementación del Sistema Electrónico	34
Adaptaciones de Conexiones Eléctricas	35
Instalación de los Elementos en el Módulo Didáctico	35

	7
Bobina de Encendido Óptico	35
Partes que Componen el Distribuidor de Sensor Óptico	36
Implementación del Módulo de Encendido Casero	37
Conexión de las Bujías	37
Conexión del Motor de 12v	38
Adaptaciones de los Relés y Fusibles al Sistema de Encendido	38
Propuesta	39
Distribuidor Óptico	40
Señales Emitidas por el Distribuidor	41
Bujías del Sistema de Encendido Óptico	42
Bobina del sistema de encendido óptico	43
Motor Eléctrico	44
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Referencias	48
Anexos	50

Resumen

El sistema electrónico de encendido óptico está complementado de un generador de señales, un sensor óptico también dispone de un sistema con distribuidor que es equipado con un diodo emisor de luz y un diodo detector de luz que recepta la luz que emite el led, el sistema tiene un módulo de encendido y una bobina la cuales proporcionan las señales que harán funcionar a nuestro sistema. Para esto se procedió hacer un estudio mediante consultas investigativas acerca de nuestro sistema de encendido óptico con el fin de conocer el tema más a profundidad para poder conocer dichas características avances y elementos de nuestro sistema de encendido electrónico.

En este proyecto se muestra la construcción de un módulo didáctico de un sistema electrónico de encendido óptico, el cual responde a la necesidad de vincular a la teoría práctica, de manera que tenga una forma más didáctica de aprendizaje los estudiantes del área de mecánica automotriz del Tecnológico Universitario Vida Nueva. En primera instancia se identificó el vehículo del cual se adquirió el sistema de nuestro módulo didáctico, se identificó los componentes que son parte del sistema para poder simular el diagnóstico y fallas respectivas de nuestro sistema, con ello se procedió hacer los cortes de nuestra estructura para proceder a colocar nuestros elementos.

Se identificó las fallas del simulador de módulo en el cual se va a diagnosticar problemas eléctricos en bujías, módulo, distribuidor, fallas comunes, la cual se logra diagnosticar en nuestro proyecto gracias a la interacción de nuestro módulo de Encendido Óptico.

Palabras clave: DISTRIBUIDOR ÓPTICO, DIODO, TRANSISTOR, MÓDULO DE ENCENDIDO, CAPTADOR ÓPTICO.

Abstract

The electronic system of optical ignition is complemented by a signal generator, an optical sensor also uses a system with a distributor which is equipped with a light emitting diode and a light detector diode, the last one receives the light emitted by the led, the system has an ignition module and a coil which provide the signals that will make the system work. In order to achieve the mentioned results, a study was put in place, through research enquiries about our system of optical ignition and in order to get a deeper knowledge of the features, advances and elements of our electronic ignition system.

This project displays the construction of a didactic module of an electronic system of optical ignition, which responds to the necessity of linking the theory to the practice, so that it has a more didactic way of learning for the students of automotive mechanics area of the Tecnológico Universitario Vida Nueva. First of all, the vehicle was identified and our didactic module was acquired, in order to simulate the diagnostic and malfunctions of our system, the components that are part of the system were identified, by doing so, we proceeded to make the cuts of our structure to position our elements.

The module simulator malfunctions were identified, where it is going to be diagnosed the electric issues in plugs, module, distributor, common failures which were diagnosed in our project due to the interaction of our optical ignition module.

Keywords: OPTICAL DISTRIBUTOR, DIODE, TRANSISTOR, IGNITION
MODULE, OPTICAL SENSOR.

Introducción

Una buena combustión en el interior del motor de un vehículo es la clave para su mejor rendimiento, esta combustión está regulada por el sistema de inyección y encendido electrónico. Mientras que el sistema de inyección es responsable de la mezcla estequiométrica en el motor, el sistema de encendido es el encargado de producir la chispa dentro del motor y, por lo tanto, de originar una combustión adecuada.

Los sistemas de encendido controlados electrónicamente utilizados en los vehículos están diseñados para proporcionar tecnología de punta controlada electrónicamente para responder a diversos entornos externos de manera más eficiente que los sistemas de encendido convencionales. Esto da como resultado menos emisiones de escape, menos consumo de combustible, más voltaje de encendido, menos espacio en la unidad de transmisión y menos compartimiento del motor.

Un estudio realizado por un alemán en el 2022 dice que “A principios de los años 70, el sistema de encendido electrónico inicia la eliminación del sistema de encendido convencional. El siguiente gran cambio dentro de la evolución del sistema de encendido fue la desaparición del distribuidor. El objetivo era mejorar el rendimiento. De esta forma, en lugar de una única bobina, se monta una bobina por cada bujía o una bobina por cada dos bujías”.

Con la presente investigación se aspira pretender la implementación de un “Módulo del sistema electrónico de encendido óptico para la simulación de funcionamiento, fallas y diagnóstico”, que permitirá a nuestros estudiantes e institución del área automotriz fortalecer sus habilidades y aprendizaje como futuros tecnólogos en mecánica automotriz. Su particular función y construcción permite a los participantes interactuar con esta herramienta práctica en cuanto a diagnóstico y principio de funcionamiento de dicho sistema mencionado.

Antecedentes

Es importante mencionar los avances tecnológicos en el sector automotriz y la exigencia en la mejora de la calidad de un buen servicio electrónico para los automóviles el cual ha ido superando escalones progresivamente. Dentro de este proyecto se diseñó didácticamente un módulo del sistema electrónico de encendido óptico para la simulación de funcionamiento, fallas y diagnóstico, con el objetivo de reforzar las habilidades como estudiantes de mecánica automotriz.

El módulo diseñado incorpora un sin número de componentes mecánicos y electrónicos que permiten realizar análisis de fallas y diagnóstico del sistema electrónico de encendido óptico. Mediante este módulo los participantes pueden simular el funcionamiento del sistema con el objetivo de realizar pruebas en tiempo real, lo cual permite al técnico diferenciar el fallo de dichos elementos por cambios que se presenten en el funcionamiento de este, como la velocidad o temperatura de la operación.

Un estudio realizado por Schoner en el 2003 dice que “Durante los últimos años gran parte de las innovaciones incorporadas a los vehículos automotores están relacionadas con la electrónica. Y la tendencia es que estas proyecciones continúen ya que la tecnología electrónica provee el medio más eficiente y, en algunos casos, el único disponible para el logro de las mejoras funcionales que se planea incorporar a los vehículos en el futuro cercano”.

Una de las ventajas principales de este módulo es que permite realizar pruebas eléctricas de los componentes del mismo y, de esta forma, así poder orientar al técnico a un mejor desempeño, en cuanto al diagnóstico de fallas, dentro de este sistema se analiza que el objetivo de nuestro proyecto es el diseño y construir un módulo del sistema electrónico de encendido óptico para la simulación de funcionamiento, fallas y diagnóstico.

Justificación

Los avances en los sistemas que integra un vehículo que se observan en el campo automotriz, gran parte de esto son tecnologías del área electrónica lo que permite un mejor desempeño y funcionamiento de dichos sistemas que un vehículo comprende.

En la actualidad es complejo el diagnóstico de los sistemas de encendido electrónico de varios modelos de vehículos, por ello es necesario que los próximos técnicos y para el caso tecnólogos automotrices adquieran y mejoren sus habilidades y competencias en forma general, con la ayuda de equipos didácticos como es el caso de un módulo electrónico del sistema de encendido óptico para interpretar nuevos conceptos sobre esta tecnología.

(Crouse W. H., 2005) “Los controles electrónicos en los modernos vehículos automóviles también son dispositivos de alta velocidad. Por ejemplo, en muchos coches los instantes de producción de chispa se controlan por medios electrónicos. Varios elementos sensores informan continuamente las condiciones de trabajo del motor a la unidad de control electrónico. Muchos coches tienen ahora sistema de control electrónico de la alimentación y también de la emisión de gases.”

(Denton, 2020) “Actualmente el encendido electrónico se ha instalado en casi todos los vehículos de encendido de chispa. Esto se debe a que el sistema mecánico convencional tiene algunas desventajas importantes.”

El diseño y construcción de un módulo del sistema electrónico de encendido óptico para la simulación de funcionamiento, fallas y diagnóstico, da expectativa para que los estudiantes y autoridades de la institución interactúen en sus laboratorios y por ende refleje un adelanto científico tanto para la institución, así como el aprendizaje de los estudiantes.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar y construir un módulo del sistema electrónico de encendido óptico mediante la utilización de herramientas automotrices para verificar fallas y comprobaciones del sistema electrónico para un correcto diagnóstico de las señales emitidas por el sistema.

Objetivos Específicos

- Construir un módulo de sistema electrónico de encendido óptico con los componentes adquiridos del sistema de dicho vehículo para diagnosticar su funcionamiento.
- Diseñar la verificación de códigos de fallas en el sistema de encendido óptico, para la simulación de funcionamiento y obtención de valores de las posibles fallas del sistema.
- Aplicar pruebas de funcionamiento dentro del todo el sistema para la obtención de un correcto análisis de pruebas dentro del sistema de encendido.

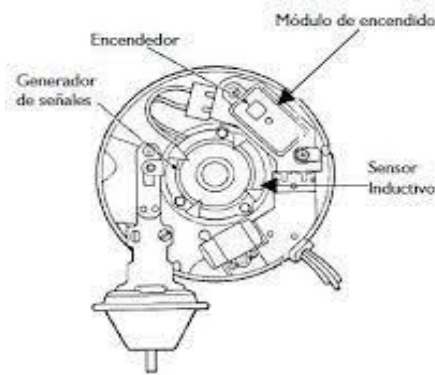
Marco teórico

Sistema de Encendido Óptico

(Crouse, 2005)“Un fotodiodo o distribuidor óptico utiliza un rayo de luz para controlar el circuito primario. Óptico significa perteneciente o que utiliza la presencia o ausencia de luz para comunicar un voltaje aplicado conectándolo y desconectándolo. En el distribuidor como podemos observar en la figura 1, un diodo emisor de luz (LED) proporciona un rayo de luz.”

Figura 1

Distribuidor de encendido óptico



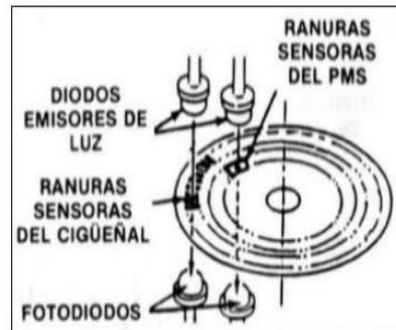
Nota. El gráfico representa la estructura interna de un distribuidor de encendido óptico. Tomado de (Sapiensman, 2022)

Dos LED y dos fotodiodos están montados en lados opuestos de un disco perforado que gira con el eje de distribución.

Si se mueve el orificio y se coloca debajo del LED, el haz de luz llegará al fotodiodo. Este se activa y permanece así hasta que el disco giratorio bloquea el haz. Entonces el fotodiodo como se puede observar en la figura 2 se apaga. Esto genera un voltaje de CA de encendido y apagado en el fotodiodo.

Figura 2

Componentes del sensor óptico



Nota. El gráfico representa los fotodiodos que se encuentran dentro de un distribuidor de sensor óptico. Tomado de (Crouse, 2005)

Un circuito integrado en la unidad de sensor de luz del distribuidor convierte el voltaje en pulsos de encendido/apagado y proporciona señales de velocidad del motor y posición del cigüeñal directamente a la computadora del motor.

No se utiliza un módulo de encendido separado. La computadora del motor utiliza esta señal para controlar la inyección de combustible, el tiempo de encendido y la velocidad de ralentí como podemos observar en la figura 3. El dispositivo de sincronización del distribuidor es un disco delgado con dos pares de ranuras.

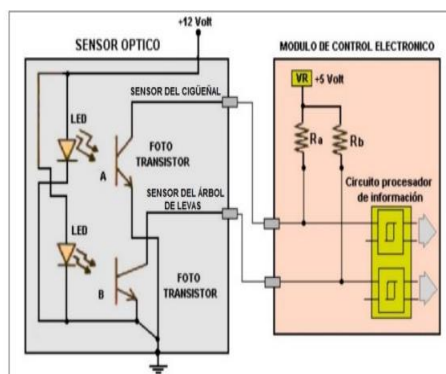
Cada conjunto de ranuras produce una señal de voltaje a uno de los fotodiodos. Las ranuras exteriores o ranuras de alta velocidad de datos aparecen cada dos grados de rotación del cigüeñal. Señalización y sincronización del encendido a velocidades del motor de hasta 1200 rpm.

El conjunto de ranuras de datos internos o de baja velocidad tiene tantas ranuras como cilindros hay en el motor. Esta señal indica la posición del punto muerto superior de cada pistón

y activa la inyección de combustible. Esta señal también se utiliza para la sincronización del encendido a velocidades del motor superiores a 1200 rpm.

Figura 3

Manejo de señales del captador óptico



Nota. El gráfico representa los circuitos de un sensor óptico y un módulo de control electrónico de un distribuidor de encendido óptico. Tomado de (López Martínez, 2007)

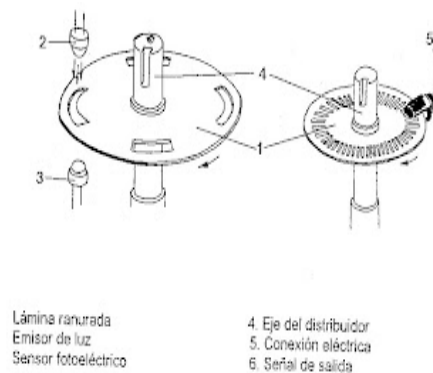
Como cualquier distribuidor, el rotor y la tapa del distribuidor transmiten vibraciones de alto voltaje desde la bobina de encendido hasta los cables de las bujías. La carcasa del distribuidor debajo del rotor tiene una cubierta que protege la unidad detectora de daños por alto voltaje y protege la óptica de la contaminación. Algunos motores en V tienen un distribuidor de luz montado directamente en la parte delantera del árbol de levas.

(López Martínez, 2007)“Este tipo de encendido es considerado uno de los sistemas de precisión mayormente usados en los vehículos de origen japonés y coreano durante la década de los noventa y principios del nuevo milenio ya que utiliza medios electrónicos de captación del cigüeñal y del árbol de levas del motor, los mismo que están gobernados por una central electrónica como las que se ha podido apreciar con anterioridad.”

El anillo giratorio está montado en el eje del distribuidor o árbol de levas. Incluye ranuras calibradas para un tiempo de encendido preciso. Las señales de alto rendimiento o de un grado (1°) son generadas por 360 ranuras espaciadas uniformemente en el tocadiscos. Esta señal se utiliza para determinar la velocidad del motor (RPM) y la información de sincronización. La señal de baja potencia o $120^\circ/180^\circ$ se utiliza para detectar la posición del cigüeñal. Estas letras están separadas 90° para motores de 3 cilindros y 60° para motores de 6 cilindros. Una de las ranuras de señal de $120^\circ/180^\circ$ es más ancha que las otras, por lo que la computadora del sistema de encendido sabe dónde está el cilindro n.º 1 como se observa en la figura 4.

Figura 4

Lámina ranurada del sensor óptico



Nota. El gráfico representa la lámina ranura que se encuentra en la estructura interna de un distribuidor de encendido óptico. Tomado de (Gehovanny, 2009)

Partes del Sistema de Encendido Óptico

Los elementos principales del sistema de encendido óptico se describen de la siguiente manera:

- **Circuito Primario.**

1. Generador de señales por efecto óptico.
2. Unidad de control electrónico.

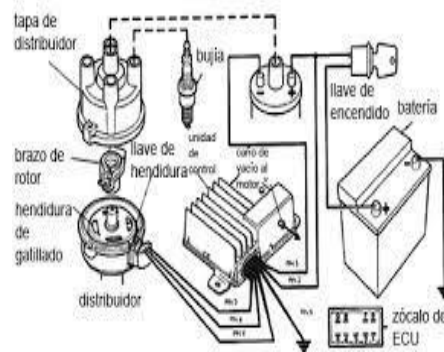
3. Bobina de encendido.

▪ **Circuito Secundario.**

1. Distribuidor de alto voltaje.
2. Cables de alta tensión.
3. Bujías.

Figura 5

Sistema de encendido óptico



Nota. El gráfico representa todos los elementos que constituyen un sistema de distribuidor de encendido óptico. Tomado de (Sapiensman, 2022)

Características del Encendido Óptico

Entre las ventajas de los sistemas de encendido óptico, se pueden señalar las siguientes.

- Se mejora el flujo de corriente ya que la electrónica de potencia maneja voltajes más altos en comparación con el punto de encendido.
- El circuito primario se rompe mejor a cualquier velocidad. El uso de una placa de circuito no solo reduce el alto voltaje de salida al evitar una interrupción eficiente, sino que también crea un arco que quema la placa de circuito con el tiempo.
- El desequilibrio del tiempo de encendido ocurre cuando el punto de fricción bloquea el desgaste y el cierre. Además, el tiempo de reapertura más largo permite que la

chispa salte más tarde. El encendido óptico no tiene piezas de fricción que sean propensas al desgaste.

- El gatillo es electrónico y no hay rebote en la punta, por lo que funciona mejor a altas revoluciones.

Metodología y Desarrollo del Proyecto

(Sánchez, 2012) El método usado para la investigación se encamina mediante tres etapas como la exploratoria, descriptiva y experimental. Tal como se evidencia, en la investigación exploratoria muestra aspectos relacionados con un problema particular, evento o situación poco conocida. En la investigación descriptiva se profundiza un poco más y se logra caracterizar la situación u objeto de estudio.

(News, 2015, Apr 24) El sistema de encendido, que se utiliza en todas las aplicaciones de transporte, forma un componente integral para proporcionar la potencia de arranque a los componentes electrónicos y mecánicos utilizados en estas aplicaciones.

Este módulo didáctico se realizó en base a los componentes y funcionamiento de un vehículo con sistema de encendido óptico. De igual manera este se dividió en dos secciones, una sección fue la conexión del sistema, y la otra del funcionamiento del sistema. En las conexiones están los mecanismos relés, fusibles, leds, interruptores ubicados en la estructura mismos que son capaces de funcionar de acuerdo a comandos deseados. Mientras que el módulo de encendido es el que emite la señal al distribuidor comandado por la bobina de encendido el cual producirán la chispa donde se desarrolla el trabajo en base funcionamiento real de estos componentes en el módulo didáctico.

Selección del Área o Ámbito de Estudio

El presente proyecto es realizado y presentado a los estudiantes de la carrera de mecánica automotriz y autoridades del Instituto Tecnológico Universitario Vida Nueva.

En la presente investigación el tipo de vehículo que adquirí para mi sistema es un Chevrolet Spark, motor de 1.0L, 63 HP de potencia, 3 cilindros, relación de compresión 9.3, tiempo de encendido 1-3-2 en línea, se detalla en la tabla 1

Tabla 1

Datos específicos de la marca del vehículo

Marca	Chevrolet
Modelo	Spark
Año	2004
Sistema de encendido	Óptico
Voltaje de batería	12 v

Nota. En esta tabla se puede apreciar los datos técnicos de la marca de vehículo de la cual se realizó la adquisición para el sistema.

Módulo del Sistema de Encendido Óptico

Para este sistema el sensor óptico consta de un aro relector y dos diodos led, el emisor de luz y el otro receptor llamado foto resistivo, la misma que emite una señal, la cual es procesada por una tarjeta electrónica la cual es utilizada para que al final del proceso gobierne la corriente del circuito primario de la bobina. Chevrolet Spark de tres cilindros con orden de encendido.

Modo de Funcionamiento

El distribuidor óptico utiliza un rayo de luz para controlar el circuito primario, dos leds y dos fotodiodos se montan en lados opuestos de un disco ranurado que gira con la flecha del distribuidor. El rayo de luz llega al fotodiodo, y este se activa y se mantiene así hasta que el disco en rotación bloquea al rayo de luz.

Materiales

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

Distribuidor Óptico

Este distribuidor cuenta con un sistema equipado con un diodo emisor de luz led un diodo detector de luz como receptor de la luz que emite el led.

Figura 6

Distribuidor sensor óptico



Nota. En la figura se puede observar el distribuidor de encendido óptico.

Motor eléctrico

Este motor cuenta con una velocidad de 6000 rpm la cual es la encargada de accionar la función del distribuidor para que produzca el funcionamiento del sistema.

Figura 7

Motor eléctrico



Nota. En la figura se puede observar un motor DC 12 voltios.

Cables de Bujías

Se puede decir que los cables de bujía forman gran parte de nuestro sistema de encendido de los automóviles, la función que cumple es la de unir a las bobinas con las bujías para enviar la corriente necesaria para el salto de chispa.

Figura 8

Cables de bujías



Nota. En la figura se puede observar los cables de bujías del respectivo sistema.

Transformador de 110 a 12 v de 20 amperios

Este dispositivo sirve para transformar la tensión de una corriente eléctrica alterna sin modificar su potencia, para que se mantenga sus 12 voltios constantes.

Figura 9

Transformador



Nota. En la figura se puede observar un transformador de 110 a 12 v de 20 amperios.

Relé Automotriz

Interruptor eléctrico que permite dejar pasar y también a la vez dejar pasar la corriente eléctrica dentro un circuito eléctrico, cuando se encuentra cerrado, la corriente eléctrica puede pasar, y cuando se abre dicha corriente es interrumpida.

Figura 10

Relés



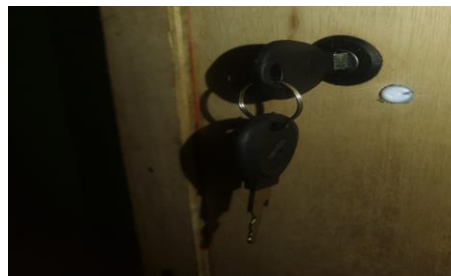
Nota. En la figura se puede observar los relés que permitirán que pasar y detener la corriente del módulo.

Switch de Encendido Automotriz

El interruptor electrónico controla los dispositivos abriendo y cerrando el paso de corriente en el circuito, la resistencia es poca o nula y su caída de voltaje mínima e inclusive no medible a través de ellos.

Figura 11

Switch



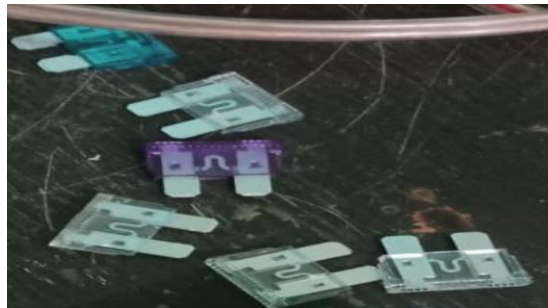
Nota. En la figura se puede observar las llaves las cuales dará accionamiento al sistema.

Fusibles Automotrices

Pequeños componentes que protegen a los sistemas electrónicos del coche, los fusibles se clasifican en función de los amperios que pueden soportar. Es posible identificarse por el color y por su número.

Figura 12

Fusibles



Nota. En la figura se puede observar los fusibles de capacidad de 50 k

Pedal de Accionamiento

Este mecanismo nos proporciona realizar la función de un pedal de un vehículo mientras se oprime se acciona el motor generando velocidad al motor para que dé accionamiento al distribuidor y pueda generar su correcto funcionamiento.

Figura 13

Pedal de accionamiento



Nota. En la figura se observa el pedal con el cual accionamos la aceleración del motor.

Tacómetro de rpm

Este elemento permite visualizar la velocidad o rpm del motor adaptado al sistema de encendido electrónico y observar a qué velocidad está trabajando el sistema.

Figura 14

Tacómetro de rpm



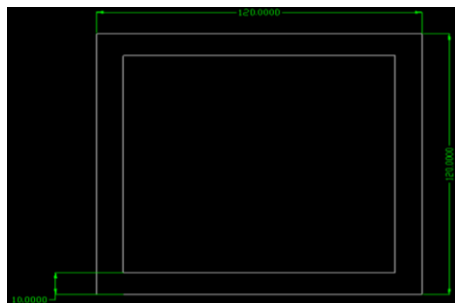
Nota. En esta figura podemos observar un tacómetro de rpm.

Creación de Estructura del Sistema Electrónico de Encendido Óptico

Se pudo elaborar esta estructura mediante el uso de la aplicación del autocad, con la que se fue desarrollando las bases con sus medidas detalladas en la figura 15.

Figura 15

Gráfica de la base de la estructura



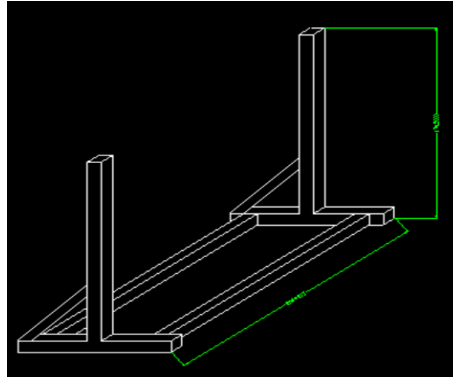
Nota. En la figura se puede observar el plano realizado en autocad de la estructura.

Plano de la Estructura del Sistema de Encendido Óptico

Se desarrolló mediante la aplicación de autocad, para con sus medidas aplicadas en el mismo para poder hacer el respectivo módulo con lo cual se detalla en la figura 16.

Figura 16

Estructura del módulo



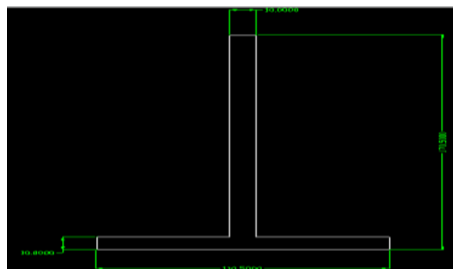
Nota. En la figura se muestra elaborada la estructura con sus medidas con el programa Inventor.

Perspectiva Lateral del Plano del Sistema Electrónico

Utilizando las herramientas de autocad se obtuvo la vista lateral del módulo de encendido óptico por lo cual se realizó con las medidas las cuales están plantadas en la figura 17.

Figura 17

Planos del módulo terminado



Nota. En la figura se puede observar los planos de la estructura con sus respectivas medidas, elaborado con el programa Inventor.

Conexiones Eléctricas de los Componentes

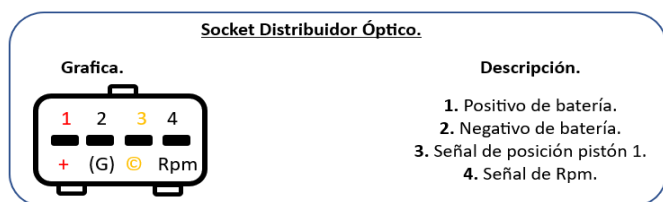
En este módulo sistema de encendido óptico se obtiene varias conexiones eléctricas las cuales se van a realizar las respectivas verificaciones tanto de positivos, negativos, señal, masa de cada uno de los elementos que se va a detallar a continuación:

Distribuidor óptico

Se analiza aquí los pines del socket del distribuidor donde se constata cual es positivo, negativo, señal de rpm, señal de chispa para su correcto funcionamiento electrónico.

Figura 18

Conexión del Socket del Distribuidor Óptico.



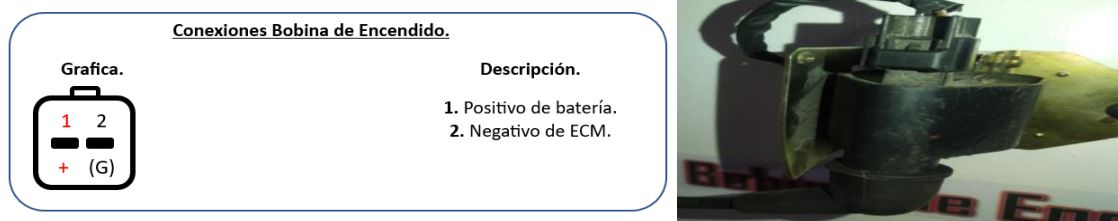
Nota. El gráfico representa la conexión eléctrica del distribuidor óptico del proyecto con su respectiva numeración de cada señal.

Bobina de encendido

Se analiza los pines de la bobina para poder verificar cual es positivo a batería y negativo de módulo para realizar el correcto funcionamiento detallando su conexión eléctrica.

Figura 19

Conexión de la bobina de encendido



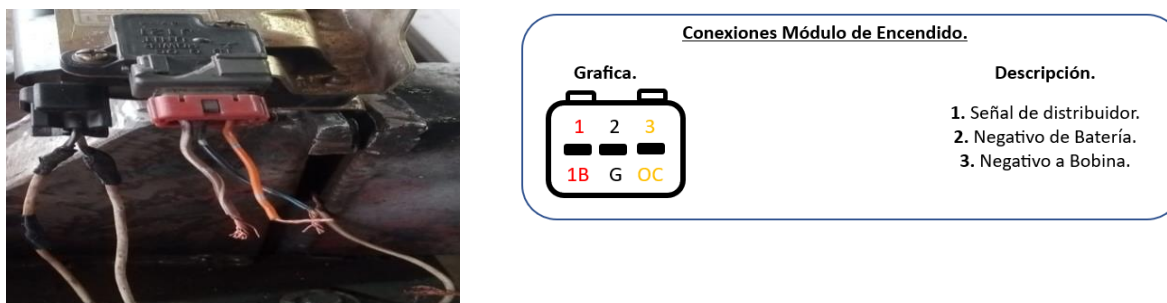
Nota. El gráfico representa la conexión de la bobina de encendido del sistema eléctrico del sistema.

Módulo de encendido

Se puede apreciar la conexión del modulo de encendido indicando los pines en la descripción para en caso de cualquier fallo poder realizar el correcto diagnóstico y poder solucionar el problema.

Figura 20

Conexión del módulo de encendido



Nota. El gráfico representa la conexión del módulo de encendido el cual dará simulación necesaria para la verificación de datos del sistema.

Funcionamiento de Distribuidor y Bujías

Se puede decir que el proceso que se obtiene es que el distribuidor recibe el movimiento en este caso sería el giro del motor para la cual es de repartir a cada una de las bujías en la secuencia y en el momento preciso.

Figura 21

Conexiones de bujías y distribuidor



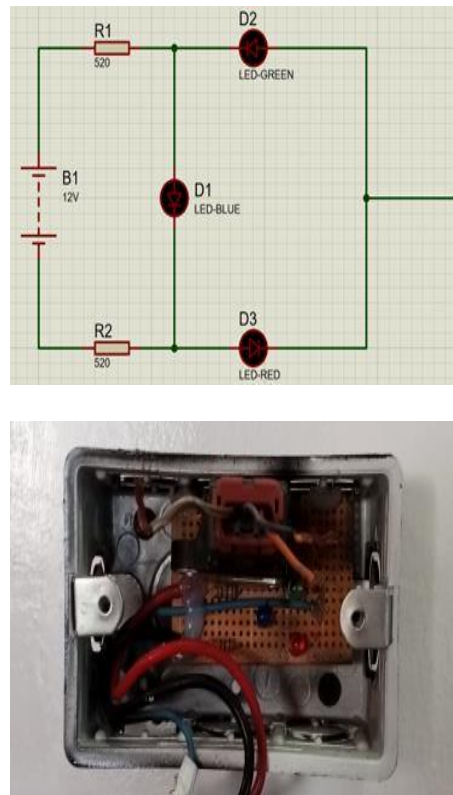
Nota. El gráfico representa la conexión del distribuidor hacia las bujías para el producto de la chispa y verificar su voltaje.

Desarrollo del Módulo

Se desarrolló mediante una punta lógica casera como puede observar en la figura 22, la cual ayuda a formar parte del módulo que será adquirido al sistema, para ello procedí a hacer conexiones con una placa de circuitos y el simulador eléctrico crocodile.

Figura 22

Conexión punta lógica



Nota. El gráfico representa la conexión de la punta lógica la cual es adaptada al módulo para la simulación del sistema de encendido óptico.

Construcción de la Estructura del Módulo Didáctico

Estructura del Módulo

El módulo será creado de madera, utilizando tabla triplex de 10 mm de espesor, las dimensiones que se determinó para integrar a los elementos que lo componen, acompañado de una estructura de metal para sostener el módulo.

Base del Módulo de Sistema de Encendido Óptico

Se realizó midiendo la tabla tríplex la cual servirá para el módulo, se adquirió un marco para darle una mejor forma a la base, procedí a cortar según las medidas obtenidas para tener un mejor corte.

Figura 23

Construcción de la base del módulo



Nota. En la figura se puede observar los cortes para la base de tabla del módulo didáctico.

Proceso de la Base del Sistema

Procedí a realizar mediciones para poder hacer cortes perfectos con la ayuda de la amoladora, fue cortada la base para poder unirse con la estructura realizando así la estructura base del módulo de encendido como se observa en la figura 24.

Figura 24

Proceso de corte de la base del módulo



Nota. En la figura se puede observar los cortes realizados para la base.

Elaboración de la Estructura

En este paso como se puede observar en la figura 25, coloqué la base a la estructura, para ello se realizó puntadas de suelda en ambas partes de la base para que puede tener un mejor soporte, se adjuntó dos barras laterales para un mejor soporte en la estructura.

Figura 25

Construcción de la estructura



Nota. En la figura se puede observar la estructura donde fue montada la base del módulo.

Proceso de Suelda en la Estructura

Con la ayuda de la manipulación de la suelda como se observa en la figura 26, realice pequeñas puntadas de suelda en todas las esquinas y ángulos de la estructura para que tenga un mejor soporte, con las medidas de seguridad pertinentes.

Figura 26

Soldando las partes de la estructura del módulo



Nota. En la figura se puede observar soldando los ángulos de la estructura.

Proceso de Pintado de la Base del Módulo

Con la ayuda de pintura de esmalte se pintó la base y el marco como se puede observar en la figura 27, para esto se necesitó papel periódico para que no se adhiriera pintura en partes que no corresponden.

Figura 27

Fondo la base del módulo



Nota. En la figura se puede observar los bordes de la tabla siendo pintado.

Implementación del Sistema Electrónico

Como se observa en la figura 28, se colocó todos los componentes del sistema que será implementado en el módulo en el cual se realizó distintos procesos de adaptación en la tabla para poder colocar los diferentes elementos del sistema, conectando cada elemento del sistema de encendido.

Figura 28

Colocación de los componentes del sistema de encendido óptico



Nota: Se distribuye en la base los elementos que componen el módulo del sistema electrónico.

Adaptaciones de Conexiones Eléctricas

Se investigó la parte eléctrica del sistema y mediante diagramas, se procedió a realizar la obtención de las conexiones las cuales mediante la guía del diagrama de conexión se pudo adaptar en todo el sistema como se puede observar en la figura 29.

Figura 29

Conexiones del sistema de encendido



Nota: Se procedió a hacer la instalación de las conexiones eléctricas del sistema mediante diagramas de investigación.

Instalación de los Elementos en el Módulo Didáctico

Para poder realizar el correcto funcionamiento del sistema de encendido óptico, se obtuvo elementos los cuales se detallan a continuación:

Bobina de Encendido Óptico

Las conexiones de la bobina tienen un positivo que son 12 v, un negativo que es comandado por el módulo de encendido y tiene un conector principal que es el que da la chispa a las bujías del sistema de encendido.

Figura 30

Bobina



Nota. En la figura se la bobina de encendido.

Partes que Componen el Distribuidor de Sensor Óptico

Este distribuidor tiene diferencias muy marcadas con los distribuidores del sistema inductivo y hall, ya que la mayoría no utiliza avances mecánicos para la chispa de encendido, tiene un elemento que es una cubierta metálica supresora para proteger la tarjeta electrónica.

Figura 31

Distribuidor



Nota. En la figura se puede observar el distribuidor.

Implementación del Módulo de Encendido Casero

Tiene como conexiones una punta lógica la cual tiene: leds, resistencias, un positivo y negativo con ello procedo a que cumpla la función que estaría realizando un módulo de encendido normal, que será comandado por la bobina y el distribuidor como se muestra en la figura 30.

Figura 32

Módulo de encendido



Nota. En la figura se puede observar el módulo casero realizado con una punta lógica

Conexión de las Bujías

Para la conexión de nuestras bujías se implementó una base la cual sería fundamental para que emita la masa necesaria para que produzca la chispa, su funcionamiento de temperatura es entre los 500°C y los 900°C adecuando su graduación térmica a la necesidad del momento.

Figura 33

Adaptación de bujías



Nota. En la figura se puede observar las bujías, su base hace que produzca la masa necesaria para las bujías.

Conexión del Motor de 12v

Este motor está complementado por un negativo y un positivo el cual será controlado por un potenciómetro que regula la velocidad a la que trabaja el distribuidor para que pueda simular la chispa de encendido del sistema de encendido óptico.

Figura 34

Motor



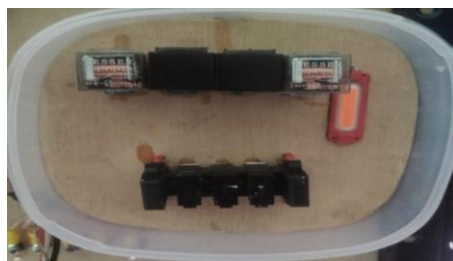
Nota. En la figura se puede observar el motor 12v.

Adaptaciones de los Relés y Fusibles al Sistema de Encendido

Se adaptó relés de 5 terminales de posición al sistema, con el fin de provocar fallas en los elementos, ya que para realizar las pruebas de diagnóstico se puede provocar códigos de error al sistema de encendido, y los fusibles permitirán interrumpir la corriente que resulta excesiva.

Figura 35

Relés y fusibles adaptados



Nota. En la figura se puede observar los relés y fusibles en serie los cuales son los que contralarán todo el sistema.

Propuesta

El sistema de encendido óptico tiene un distribuidor el cual envía corriente eléctrica de alto voltaje a la bobina directamente hace que eleve el voltaje normal para lograr la chispa en las bujías ya que su funcionamiento es crucial para el encendido del vehículo. Gracias al módulo didáctico del sistema de encendido óptico está compuesto por:

Tabla 6

Listado de materiales para la realización y elaboración de nuestro sistema de encendido óptico

Materiales	Cantidad
Bobina	1
Distribuidor	1
Batería	1
Módulo de encendido	1
Swich de encendido	1
Relés	4
Porta Relés	4
Cables de Bujías	3
Bujías	3
Interruptores	2
Cable Gemelo Automotriz	20 cm
Pintura	2 litros
Sprite	4
Masquen	1
Clavos para madera	40

Brujita	1
Silicona	3
Leds	1
Fusibles	4

Nota. En este cuadro se observa los materiales a usar para la construcción del módulo de sistema de encendido óptico.

Figura 36

Modulo del sistema de encendido óptico



Nota. En la figura se puede observar todo el módulo de encendido finalizado realizando sus respectivas conexiones eléctricas y verificando su respectivo funcionamiento.

Distribuidor Óptico

Este sistema cuenta con emisores de luz y fotodiodos que son sensores incorporados, posee 360 ranuras, un módulo que va adaptado al distribuidor está conformado con pines: positivo, negativo, y dos de señal, las señales que genera el sensor óptico es una secuencia de pulsos cuadrados que varían de 0 a 5 voltios, produce giro de 90° se deben considerar las características y especificaciones de las señales emitidas detalladas en la tabla 2.

Tabla 2

Valores de las señales emitidas por el distribuidor

Señales	Valores
1 señal (-) o tierra	0 v
2 señal (+)	12 v
3 señal alimentación 360°	0-5 v
4 señal alimentación 90°	0-5 v

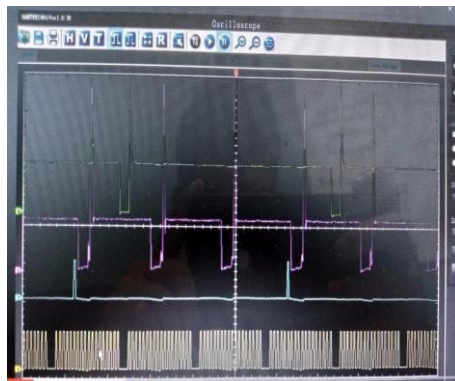
Nota. En esta tabla se observa los valores que se obtendrá haciendo la comprobación con los pines del distribuidor para poder obtener un correcto funcionamiento.

Señales Emitidas por el Distribuidor

Podemos observar las señales que envía mediante los pulsos el color amarillo es el que envía los pulsos emitidos del cigüeñal, color azul envía la señal del árbol de levas, color morado señal emitida de la bobina de encendido, color verde los pulsos de los inyectores.

Figura 37

Señales del distribuidor



Nota. En la figura se muestran las señales emitidas por el distribuidor en funcionamiento.

Bujías del Sistema de Encendido Óptico

Se analizó pruebas para verificar que nuestra bujía se encuentre en buen estado en caso que nuestro sistema de encendido óptico no produzca las chipas para eso se considera verificar si se encuentra defectuosa para ello se verifica los datos en la tabla 3.

Tabla 3

Comprobación de estado de las bujías

Descripción	Valor	Diagnostico
Terminal de la bujía- electrodo central	3 mil – 7500 ohmios	Si se pasa o sube de esos valores cambiar la bujía
Resistencia	4.47 mΩ	Si sube de 7.500 mΩ cambio de bujía
Sin Continuidad	1	Sin sonido
Entre la rosca y el cuerpo metálico	0.00	No hay numeración y con sonido se encuentra en perfecto estado.

Nota. En la tabla se muestra los datos específicos de las bujías para tomar en cuenta cuando se encuentran en un buen estado o ya sea que toque cambiar para que tenga un efectivo rendimiento el sistema de encendido.

Figura 38

Bujías del sistema de encendido



Nota. En la figura se puede observar las bujías del sistema.

Bobina del sistema de encendido óptico

Se denomina transformador eléctrico o grupo de encendido, son componentes sometidos a tensiones eléctricas elevadas, se componen de bobinado primario corresponde a unas 200 vueltas y el secundario 20.000 vueltas, un núcleo de hierro se detalla en la tabla 4.

Tabla 4

Datos específicos de nuestra bobina de encendido

Especificaciones	Características
Corriente primaria	6 a 20 A
Tiempo de carga	1-5 a 4-0 ms
Tensión secundaria	25 a 45 kV
Duración de chispa	1.3 a 2.0 ms
Corriente de la chispa	80 a 115 mA
Bobinado primario	03 a 0.6 ohmios
Bobinado secundario	5 a 20 kilo ohmios

Nota. En esta tabla se identifica los datos técnicos de la bobina de encendido ya que indica los valores los cuales tendrá el sistema de encendido.

Figura 39

Bobina sistema de encendido



Nota. En la figura se puede observar la bobina de encendido la cual producirá la corriente para lograr obtener la chispa.

Motor Eléctrico

Cumple el funcionamiento de generar la chispa necesaria para poder realizar el funcionamiento correcto del sistema de encendido óptico para lo cual cuenta con una entrada positivo y negativo adaptado con un potenciómetro de velocidades para que pueda ir a una velocidad regable la cual permitirá observar el proceso de la chispa de encendido.

Tabla 5

Detalles de los datos específicos del motor

Especificaciones	Valores
Voltaje	110 voltios
Energía	100 watts
Relación de transmisión	6000 rpm 50/60 Hz
Torque	18 kg.cm

Nota. Esta tabla se observa los datos del motor adaptado al módulo de encendido electrónico de sistema óptico.

Conclusiones

Se analizó que la construcción del módulo de encendido óptico se basa en el sistema de encendido de un Chevrolet Spark Año 2004 3 cilindros motor 0.8 c/c el cual tiene este sistema para el estudio realizado.

Se concluyó que al ejecutar las pruebas de funcionamiento se observó cómo emitía el distribuidor la señal hacia el módulo de encendido y el mismo la señal hacia la bobina para las bujías, para lo se realizó las respectivas comprobaciones y se verifica que el sistema funciona correctamente.

Se concluyó que el diagnóstico ejecutado al módulo de encendido, emitía las señales correspondientes, dónde se observara las señales emitidas necesarias hacia el distribuidor para producir la chispa.

Se analizó que dentro del sistema se comprobó el accionar de las fallas comunes, las cuales pueden ser detectadas con la ayuda de instrumentos de medición automotriz y con el manual del fabricante de dicha marca o vehículo.

Recomendaciones

Se recomienda hacer un análisis a profundidad del sistema de encendido óptico para conocer sobre el tema a detalle, ya que también podemos tener un distribuidor óptico con dos diodos led y dos captadores en el sistema.

En la actualidad encontramos sistemas más avanzados, pero podemos hacer una innovación mediante el estudio y él conociendo una adaptación de este sistema.

Se recomendaría dar a conocer con más detalle este sistema a los estudiantes, ya que como es un sistema electrónico no existe gran información de ello.

Se recomienda hacer la creación o simulación de módulos de este sistema, el cual ayudaría mucho en el estudio de nuestra carrera, ya que se podrían hacer implementaciones de este.

Se recomienda crear un análisis de todos los sistemas de encendido electrónico para verificar su funcionamiento y hacer pruebas para la realización de un sistema nuevo adaptado al mismo.

Referencias

- Aleman, S. (01 de 08 de 2022). *Servicio Aleman* . Obtenido de Servicio Aleman :
<https://www.servicioaleman.es/articulo/general/evolucion-sistema-encendido-magneto-electronica/20220801105122001845.html>
- Andrade, L. (2022). *Lubri-Press*. Obtenido de Lubri-Press: <https://lubri-press.com/evolucion-del-sistema-de-encendido-automotriz/>
- Crouse. (2005). *Puesta a punto y rendimiento del motor*. Mexico D.F: Alfaomega.
- Crouse, W. H. (20 de Junio de 2005). *Equipo electrico y electronico del automovil*. Barcelona-España: 6° edición. Obtenido de Blog Mecanicos:
http://www.blogmecanicos.com/2019/06/evolucion-del-sistema-de-encendido_20.html
- Denton, T. (2020). *Sistemas eléctrico y electrónico del automóvil: Tecnología automotriz: mantenimiento y reparación de vehiculos*. Mexico: Marcombo.
- Eina, G. (20 de 08 de 2019). *El blog del taller de reparacion del automovil* . Obtenido de
<http://www.blogmecanicos.com/2019/08/comprobaciones-del-sistema-de-encendido.html>
- Facilelectro. (14 de 11 de 2018). *Electronica y Tutoriales* . Obtenido de
<https://www.facilelectro.es/cargadores-de-baterias-de-litio-que-son/>
- Gehovanny. (30 de Octubre de 2009). *Sistema de Encendido Óptico*. Obtenido de Osorio:
<http://osorioa.blogspot.com/2009/10/sistemas-de-encendido-optico.html>
- López Martínez, J. (2007). *El Medio Ambinete y el Automovil*. Madrir: CIE INVERSIONES EDITORIALES DOSSAT 2000.
- News, I. A. (2015, Apr 24). Global Automotive Ignition System. *Ignition Switch, Spark Plug, Glow Plug, Ignition Coil, Ignition Control Module, Crankshaft, Camshaft Position*

Sensor, <https://www.proquest.com/magazines/global-automotive-ignition-system-switch-spark/docview/1676111913/se-2>.

Sapiensman. (26 de 9 de 2022). *Sapiensman*. Obtenido de Sapiensman:

http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/electricidad_del_automotor10.php

Schoner, H. (04 de 10 de 2003). *Mecatronica Automotriz*. Obtenido de Mecatronica Automotriz

: https://www.researchgate.net/publication/223820620_Automotive_Mechatronics

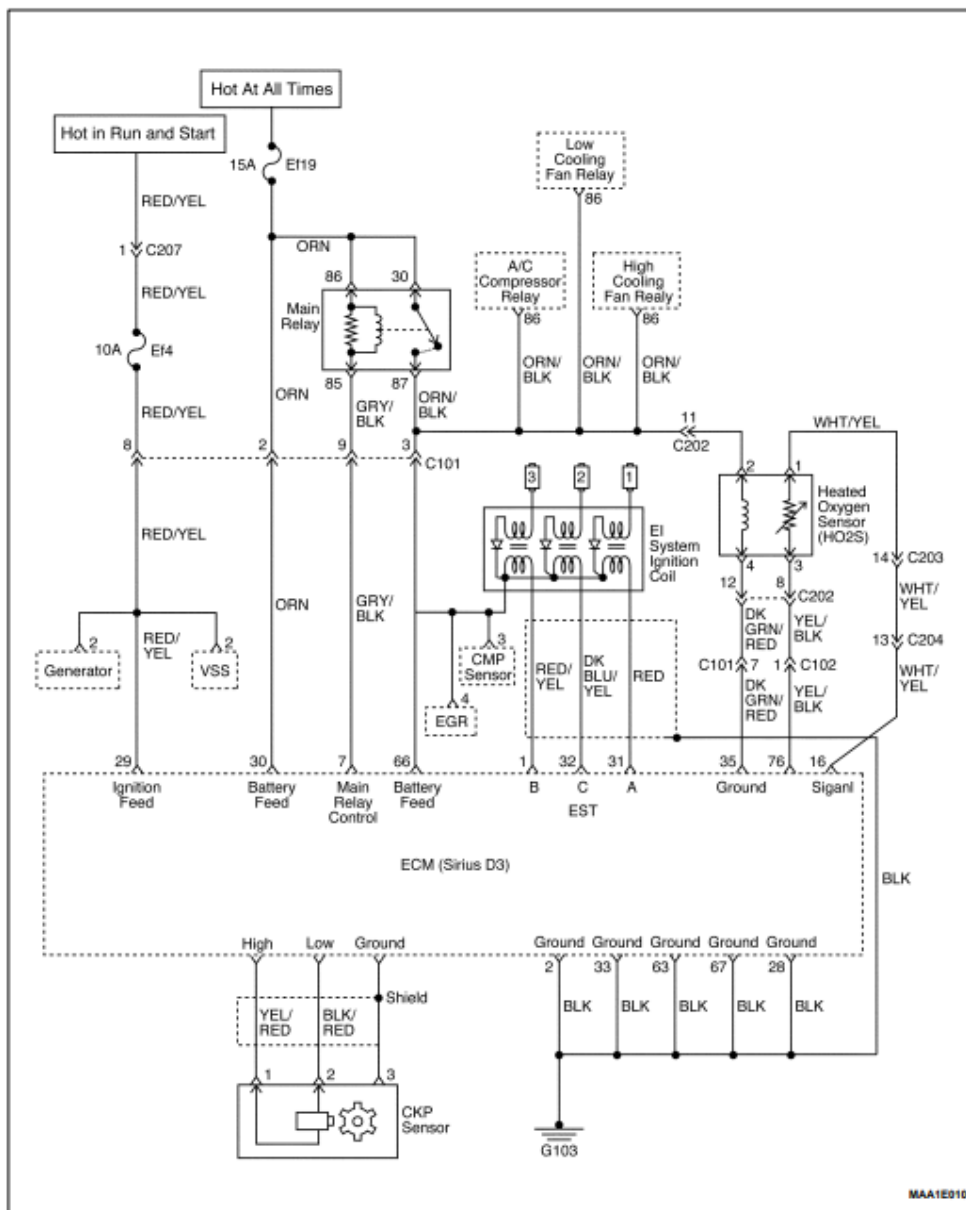
Yumpu. (s.f.). *Como funcionan los sistemas de encendido electronico*.

Anexos

Anexo 1

Circuito del Sistema de Ignición

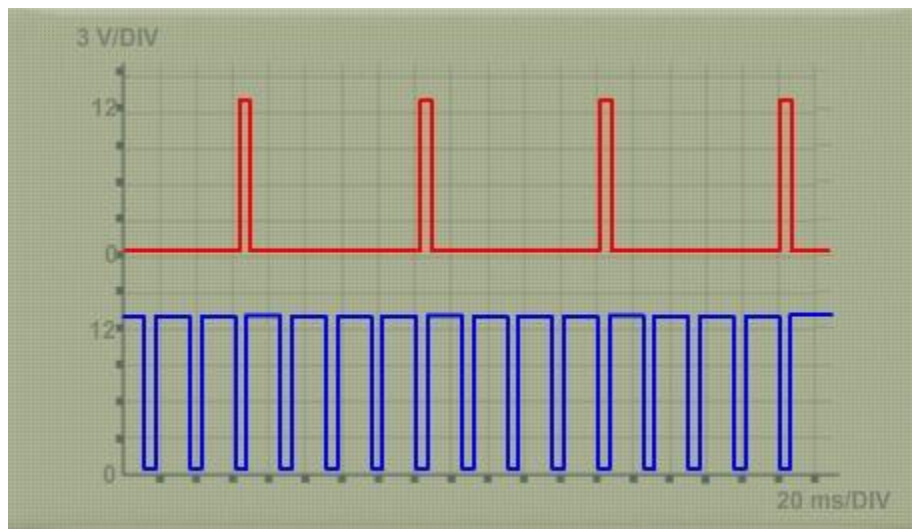
IGNITION SYSTEM CIRCUIT – EURO III



Nota. En la figura se puede observar todo el diagrama del sistema eléctrico del módulo didáctico.

Anexo 2

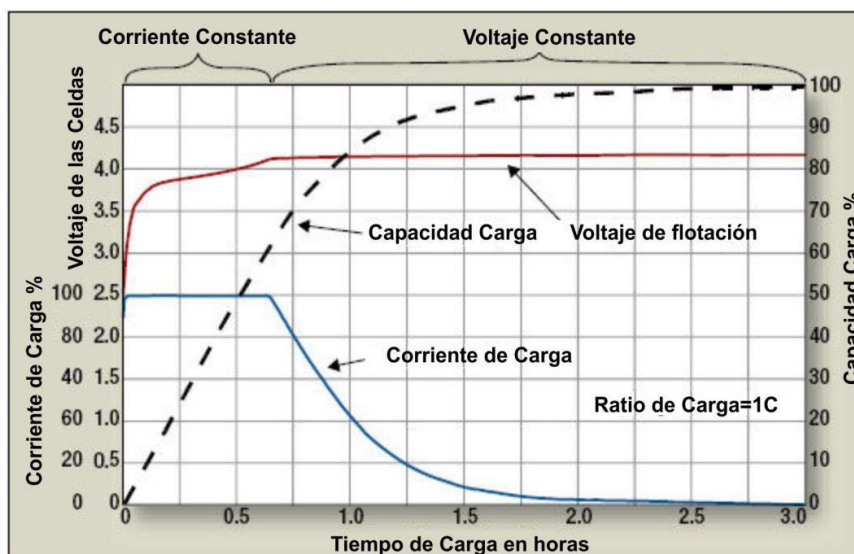
Diagrama de las señales de la bobina de encendido



Nota. En la figura se observa las señales emitidas por la bobina de encendido tanto la señal de activación y señal de confirmación. (Eina, 2019)

Anexo 3

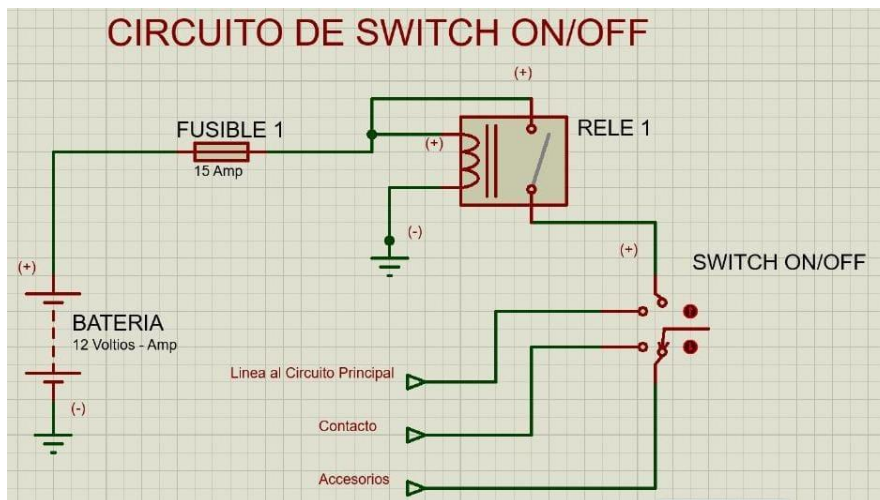
Carga y descarga de una batería de iones de litio



Nota. La corriente constante, el perfil de carga de voltaje constante para una batería de iones de litio depende de la corriente de recarga. (Facilelectro, 2018)

Anexo 4

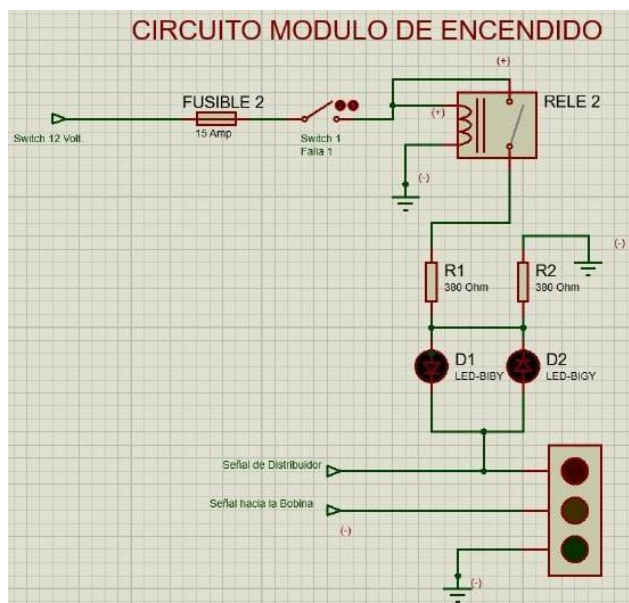
Circuito de switch ON/OFF



Nota. En la figura se observa el circuito de encendido y apagado del sistema para su correcta funcionalidad y encender cada elemento del mismo.

Anexo 5

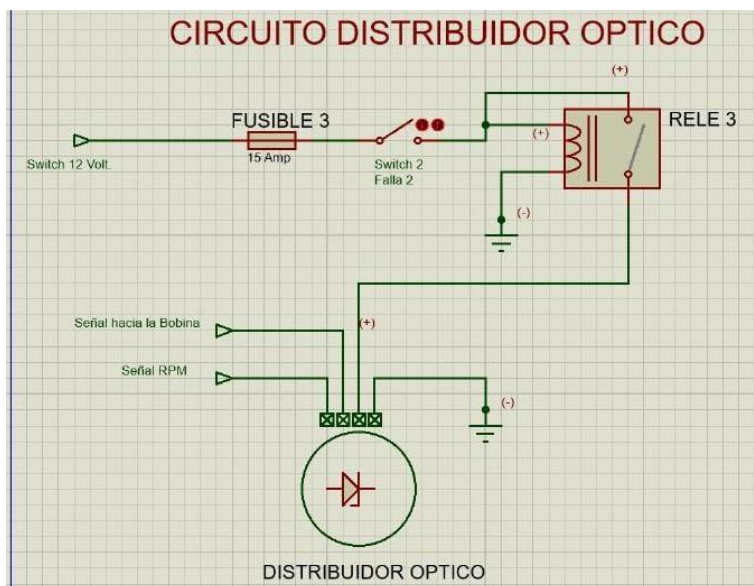
Circuito módulo de encendido



Nota. En la figura se podrá observar el diagrama del módulo de encendido para su correcta conexión dentro del sistema y proceda a trabajar correctamente.

Anexo 6

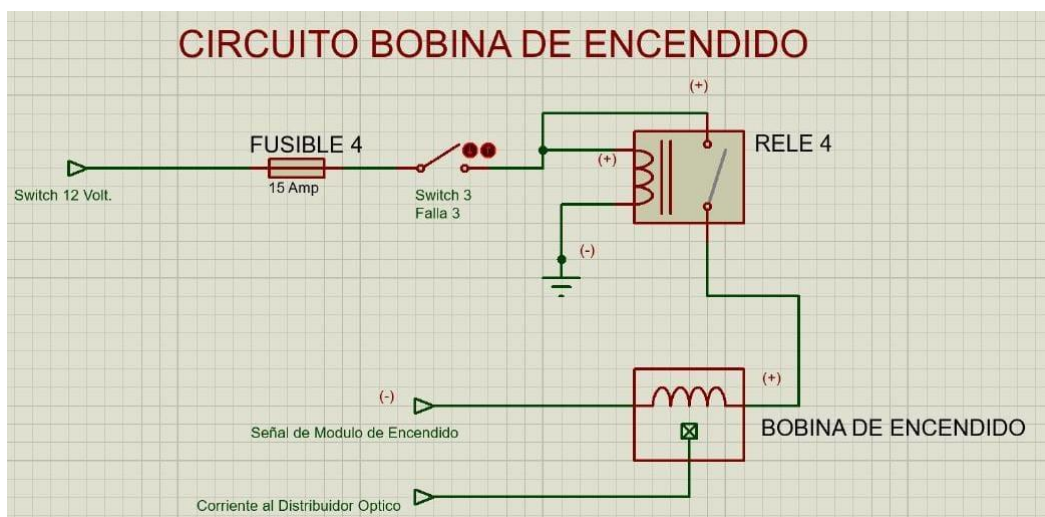
Circuito de bobina de encendido



Nota. En esta figura se observa el circuito de distribuidor óptico donde se analiza la conexión realizada en el sistema de encendido óptico.

Anexo 7

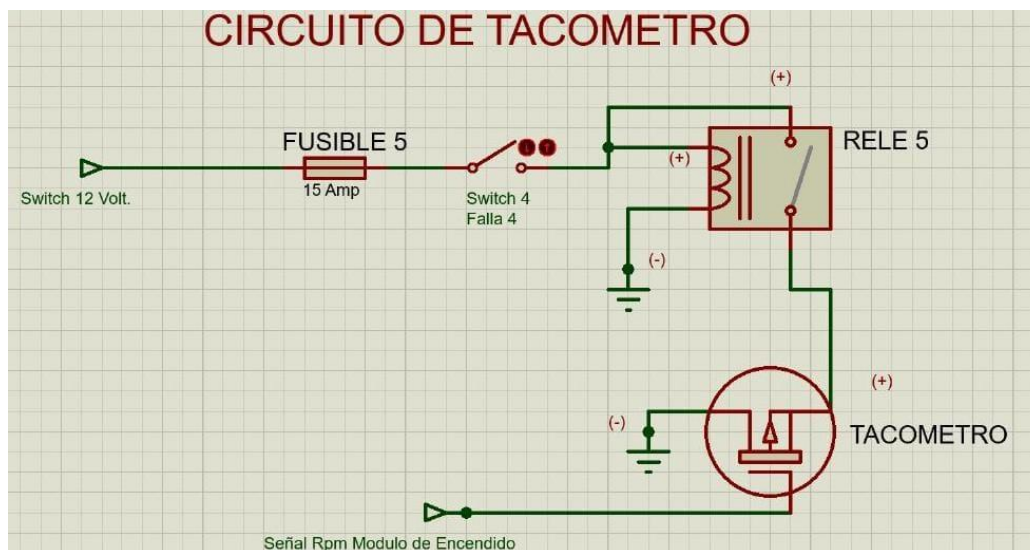
Circuito bobina de encendido



Nota. En esta figura se ve el circuito realizado de la bobina de encendido la que es encargada de provocar la chispa del sistema.

Anexo 8

Circuito de tacómetro



Nota. En esta figura se observa el circuito realizado del tacómetro el que indicara los rpm del motor para saber a qué revoluciones está trabajando.

Anexo 9

Manual de funcionamiento

Manual de funcionamiento, fallas y diagnóstico

El módulo del sistema de encendido óptico funciona o tiene las características de un transformador de 110 a 12 v que alimenta a todo el sistema, el mismo que esta contralado con un switch ON/OFF para todo el funcionamiento que al momento de activarlo se acción los relés y fusibles que son el sistema de protección o seguridad del sistema de encendido óptico.

	Falla 1	Descripción	Diagnóstico
Switch 1	Bobina de encendido	F1 desactivación de bobina de encendido, cortando el paso de	Posee dos pines: Pin1: negativo-batería

		corriente hacia el módulo y distribuidor.	Pin2: positivo-hacia el módulo
Falla 2		Descripción	Diagnóstico
Switch 2	Distribuidor de encendido óptico	F2 Distribuidor de encendido óptico desactivación o corte de paso hacia el módulo y bobina de encendido.	Posee 4 pines Pin1: señal de rpm-toca metro Pin2: señal chispa-hacia el módulo. Pin3: Positivo Pin4: Negativo
Falla 3		Descripción	Diagnóstico
Switch 3	Módulo de encendido	F3 Corte del paso de señal hacia el distribuidor y bobina de encendido produciendo fallo al salto de chispa del sistema.	Posee 4 pines: Pin1: Positivo-Punta lógica Pin2: Negativo-punta lógica. Pin3: Señal de distribuidor Pin4: Señal de bobina
Fallo 4		Descripción	Diagnóstico

Switch		F4 Desactivación del indicador de	Pin1: masa
4	Tacómetro	señal revoluciones del motor.	Pin2: señal de rpm

Nota. En esta tabla se detalla paso a paso el manual de funcionamiento del sistema de encendido óptico para detallar las fallas producidas y diagnóstico.