

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO VIDA NUEVA



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

Vida Nueva

Presentado por:

Pérez Molina Jaime Roberto

Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Tutor:

Ing. Pucuji Pillajo Diego Roberto

Julio 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 DIS como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva en la ciudad de Quito, presentado por el ciudadano Pérez Molina Jaime Roberto 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 de 2022.

Tutor: Ing. Pucuji Pillajo Diego Roberto

C.I.:

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 DIS como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva en la ciudad de Quito, del estudiante: Pérez Molina Jaime Roberto 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 Molina Jaime Roberto portador de la cédula de ciudadanía 1715032411, facultado de la carrera Tecnología Superior en 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 DIS como recurso de aprendizaje para los estudiantes de Mecánica Automotriz, 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 Molina Jaime Roberto

C.I.: 1715032411

Dedicatoria

Este Proyecto de Aplicación Práctica tiene como dedicatoria al esfuerzo en conjunto con mi esposa por ser el motor en este proyecto, entregarme su sabiduría, su tiempo en todas las decisiones tomadas. A mi hija Josselyn, fiel compañera de estudio que con perseverancia y destreza siempre salimos adelante sin importar las circunstancias. También les dedico a Evelyn Gabriela y Roberto Carlos mis hijos por darme este tiempo y enseñarles que con esfuerzo y superación pueden alcanzar todas sus metas, y agradezco infinitamente a mis instructores por compartirme sus conocimientos y poder formarme correctamente en esta etapa profesional.

Agradecimiento

La vida tiene muchos momentos y en este el aprendizaje es aquel que nunca termina, es por esto que agradezco a Dios por la vida, por permitirme culminar una etapa de mi carrera, a mi familia por el apoyo y su eterna comprensión, a todos mis compañeros que siempre prestan su ayuda incondicional y a los docentes quienes me ayudaron en esta etapa profesional con sus conocimientos adquiridos.

Índice de Contenidos

Resumen.....	14
Abstract.....	15
Introducción	16
Antecedentes	18
La Ley de Ohm	18
Magnetismo.....	19
Electrónica de Control	19
Justificación	21
Objetivos.....	22
Objetivo General.....	22
Objetivos Específicos.....	22
Capítulo I	23
Marco Teórico.....	23
Sistema de Encendido Automotriz.....	23
Sistema de Encendido Sin Distribuidor	23
Sistema de Encendido DIS.....	23
Componentes.....	24
Batería	25

Bujía	25
Estados de la Bujía.....	26
Electrodo Central Fundido.....	28
Unidad de Control.....	29
Bobinas.....	30
Sensor Posición del Cigüeñal CKP.....	31
Tipos de Sensores.....	33
Sensor de Efecto Hall	33
Sensor de Efecto Óptico	33
Sensor de Efecto Magnético	33
Comprobación Sensor CKP	33
Cables de Alta o de Bujías	34
Ventajas y Desventajas de los Sistemas de Encendido DIS	36
Funcionamiento del Sistema de Encendido Sin Distribuidor	37
Prueba del Sistema de Encendido Sin Distribuidor (DIS)	39
Arduino	41
Capítulo II.....	44
Metodología y Desarrollo del Proyecto	44
Metodología	44
Desarrollo del Proyecto.....	46

Módulo Sistema DIS	46
Materiales	46
Conexiones del Sistema DIS	50
Configuración Arduino:	56
Construcción de la Estructura del Módulo Didáctico	57
Estructura del Módulo	57
Instalación de los Elementos en el Módulo Didáctico	59
Capítulo III	61
Propuesta	61
Construcción de la Estructura del Módulo Didáctico	62
Estructura del Módulo	62
Funcionamiento del Módulo Didáctico	68
Encuestas	69
Análisis de Resultado	72
Conclusiones	73
Recomendaciones	74
Referencias Bibliográficas	75
Anexos	79

Índice de Tablas

Tabla 1 Descripción de ley de ohm.....	19
--	----

Índice de Figuras

Figura 1 Diagrama de programación	20
Figura 2 Diagrama de sistema de encendido DIS.....	24
Figura 3 Batería Bosch.....	25
Figura 4 Bujía de encendido.	26
Figura 5 Bujía normal.	27
Figura 6 Bujía con hollín.	27
Figura 7 Bujía con electrodo central fundido.	28
Figura 8 Bujía pie del aislador fracturado.....	29
Figura 9 Unidad central electrónica.....	29
Figura 10 Bobina doble.....	30
Figura 11 Funcionamiento de la bobina doble DIS.	31
Figura 12 Sensor CKP.	32
Figura 13 Cables de alta tensión.	34
Figura 14 Terminales de la bobina.....	37

	11
Figura 15 Árbol de levas.....	38
Figura 16 Señales del sensor CMP.	38
Figura 17 Salto de la chispa.....	39
Figura 18 Sensor del cigüeñal.....	40
Figura 19 Sensor MAP.....	41
Figura 20 Placa Arduino.	42
Figura 21 Componentes Arduino.....	43
Figura 22 Bobina tipo DIS.....	46
Figura 23 Bujías 2828 BPR5EY.....	47
Figura 24 Cables de alta tensión.	47
Figura 25 Arduino uno.....	48
Figura 26 Cables macho hembra.....	48
Figura 27 Conmutador de encendido.....	49
Figura 28 Conexión de bobina con bujías.....	49
Figura 29 KAPTOR BOX - Esquema Eléctrico 1/4.	50
Figura 30 KAPTOR BOX - Esquema Eléctrico 2/4.	51
Figura 31 KAPTOR BOX - Esquema Eléctrico 3/4.	52

Figura 32 KAPTOR BOX - Esquema Eléctrico 4/4.	53
Figura 33 Conexión de terminales de bobina.	54
Figura 34 Conexión de terminales de bobina diagrama.....	54
Figura 35 Pruebas de funcionamiento con señal de Arduino.	55
Figura 36 Pruebas de funcionamiento en bujías.	55
Figura 37 Potenciómetro de velocidad.	56
Figura 38 Construcción de base.	58
Figura 39 Gráfica de estructura lateral del módulo.	59
Figura 40 Instalación de elementos en módulo.....	60
Figura 41 Estructura terminada Sistema DIS.....	63
Figura 42 Puntos de medición de señales, positivo y masa.	64
Figura 43 Puntos de conexiones para terminales de bobinas.....	64
Figura 44 Alimentación de 12 v para el sistema de potencia de las bobinas.....	65
Figura 45 Regulador de RPM.	65
Figura 46 Posiciones de encendido del vehículo.	66
Figura 47 Gráfica de la ECM del vehículo.	66
Figura 48 Bobina tipo DIS.....	67

Figura 49 Pregunta N 1.....	69
Figura 50 Pregunta N 2.....	69
Figura 51 Pregunta N 3.....	70
Figura 52 Pregunta N 4.....	70
Figura 53 Pregunta N 5.....	71
Figura 54 Avance del Sistema DIS.....	79

Resumen

Este Proyecto de Aplicación Práctica tiene como finalidad construir e implementar un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo DIS como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. El sistema de encendido DIS (Direct Ignition System) también denominado como sistema de encendido sin distribuidor, se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor, con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías. La variedad de sistemas de encendido conjuntamente con la alimentación de combustible son los sistemas que han experimentado más cambios de diseño desde la aplicación de la electrónica como herramienta de control. Estos sistemas de encendido trabajan bajo el mismo principio, cambiar la corriente de bajo voltaje, en corriente de alto voltaje para encender las bujías.

Para este Proyecto de Aplicación Práctica, se eligió un tipo de enfoque cualitativo, ya que el objeto primordial es incrementar y reforzar el conocimiento que obtienen los estudiantes en clases para que en un futuro estos sean profesionales más capacitados para solucionar y eliminar problemas relacionados a los sistemas de encendido DIS en motores de combustión interna.

Palabras Clave: Módulo didáctico, Sistema de encendido tipo DIS, Eliminar los elementos mecánicos, Cambios de diseño, Sincronización del encendido.

Abstract

The purpose of this Practical Application Project is to build and implement a didactic module of the DIS type distributorless ignition system as a learning resource for the Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. The DIS (Direct Ignition System) ignition system, also known as distributorless ignition system, differs from the traditional ignition system by eliminating the distributor, thus eliminating the mechanical elements, which are always prone to wear and breakdowns. The variety of ignition systems together with the fuel supply are the systems that have undergone the most design changes since the application of electronics as a control tool. These ignition systems work on the same principle, changing the low voltage current into high voltage current to ignite the spark plugs.

For this Practical Application Project, a qualitative approach was chosen, since the main objective is to increase and reinforce the knowledge obtained by the students in classes so that in the future they will be better trained professionals to solve and eliminate problems related to DIS ignition systems in internal combustion engines.

Keywords: Didactic module, DIS type ignition system, Eliminate mechanical elements, Design changes, Ignition synchronization.

Introducción

En los sistemas de encendido electrónicamente controlados, que se aplican en los autos están diseñados para suministrar tecnología de punta con el fin de responder a las diferentes circunstancias externas más eficientemente que los sistemas mecánicos convencionales. Por tal razón, menos emisiones de gases contaminantes, significaría una reducción en el consumo del combustible, y el aumento de la tensión de encendido en las bobinas. (Francisco, 2018)

En la actualidad las bobinas están cada vez más sometidas a exigencias en eficiencia, diseño y garantía, sin embargo, la función de los motores de encendido por chispa sigue cumpliendo una misma función, ya que la mezcla de aire-combustible se debe encender en el momento adecuado, y con la energía de encendido óptima para que se produzca una combustión completa. (Global Aftermarket)

El problema que se resuelve con el presente Proyecto de Aplicación Práctica es la falta de un módulo didáctico del sistema de encendido tipo DIS mismo que permite, demostrar el funcionamiento de las bobinas, sus mediciones en distintas funciones como KOEO y KOER a los estudiantes y personal del área automotriz (mecánicos y técnicos), de forma más eficiente y con esto poder fortalecer las habilidades de nuestros futuros técnicos.

Además, el presente Proyecto de Aplicación Práctica brinda la facilidad tanto a los estudiantes como a los docentes de visualizar la bobina, los componentes electrónicos de los sistemas de encendido con más facilidad y eficiencia. (Autolab, 2021).

Es de suma importancia mencionar que los avances tecnológicos en el área automotriz y la alta exigencia en la calidad de un buen servicio electrónico en el automóvil ha ido creciendo progresivamente sin detenerse, de tal manera que nos vemos en la necesidad de dar una respuesta a estas variables.

En el presente Proyecto de Aplicación Práctica se construyó un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo DIS en motores de combustión interna, con el objetivo de fortalecer los conocimientos al desarrollar prácticas en cuanto al funcionamiento, mediciones y prácticas, así como mediciones en socket de la bobina.

El proyecto se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Marco teórico: Aquí se realiza la argumentación teórica necesaria para entender el funcionamiento de los sistemas de encendido, empezando por el tipo convencional hasta llegar a los sistemas de encendido electrónico. Además, se desarrolla una breve explicación de la naturaleza de operación de los sensores y actuadores, sumado a su integración mediante la gestión electrónica del vehículo.

Metodología y desarrollo del proyecto: En esta parte se describe la metodología utilizada siendo esta cualitativa o cuantitativa, donde se expone el nivel o tipo de investigación, el área o ámbito de estudio, la población, procedimiento para la recolección de información y el desarrollo del proyecto.

Propuesta: En este capítulo se muestra la propuesta y el diseño utilizado para la elaboración, la construcción e implementación de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo DIS como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva.

Antecedentes

Desde años anteriores en los motores de combustión interna han sufrido cambios constantes, esto ha provocado que se realicen mejoras en la electrónica del vehículo, situación que ha dado paso al desarrollo de nuevos sistemas de encendido electrónico ya que el mundo automotriz se busca incrementar la potencia en el vehículo, repercutiendo de forma directa en la disminución de desgaste mecánico y emisión de gases contaminantes entre otros.

Se ha identificado que los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva están poco familiarizados sobre el sistema de encendido electrónico DIS y en este contexto es imprescindible que los estudiantes de la carrera de Tecnología Mecánica obtengan sólidos conocimientos en el funcionamiento del sistema de encendido electrónico DIS, tanto en teoría como en la práctica, es decir que, el estudiante se familiarice con el prototipo al interactuar con él, cabe recalcar que para esto nos basamos en la guías de electricidad y sus reglas como por ejemplo las detalladas a continuación;

La Ley de Ohm

La ley de OHM se utiliza para determinar la relación entre tensión, corriente y resistencia en un círculo eléctrico. Para los estudiantes de electrónica, la ley de OHM ($E= IR$) es tan fundamental como lo es la ecuación de la relatividad de Einstein ($E=MC^2$)

$$\mathbf{E= I \times R}$$

Cuando se enuncia en manera explícita, eso significa que:

Tensión = corriente x resistencia o

voltios= amperios x ohmios, o

$$\mathbf{V = A \times \Omega. (Fluke, 2021)}$$

Tabla 1

Descripción de ley de ohm.

CANTIDAD	SIMBOLO DE LEY DE OHM	UNIDAD DE MEDIDA (ABREVIATURA)	ROL EN LOS CIRCULOS
TENSION	E	VOLTIO (V)	Presión que desencadena el flujo de electrones.
CORRIENTE	I	AMPERIO (A)	Caudal de electrones
RESISTENCIA	R	OHMNIO (Ω)	Inhibidor de flujo

Nota. Esta tabla muestra la ley de OHM con su respectiva abreviatura indicando la función en los circuitos.

Magnetismo

El magnetismo es uno de los componentes de la radiación electromagnética, que se refiere a uno de los componentes de la radiación electromagnética que se manifiesta a través de fuerza de atracción o repulsión entre ciertos tipos de materiales y un campo de energía magnético.

Si bien, todas las sustancias son afectadas por el magnetismo, no todas las hacen de la misma manera. Algunos materiales como materiales ferromagnéticos como el Hierro, Níquel, Cobalto y sus aleaciones. Son especialmente propensos y por ende pueden constituir imanes. Algunos de ellos pueden ser de origen natural y otros de origen artificial, por ejemplo, como consecuencia de la acción de electricidad sobre ciertos materiales. (Leskow, 2021)

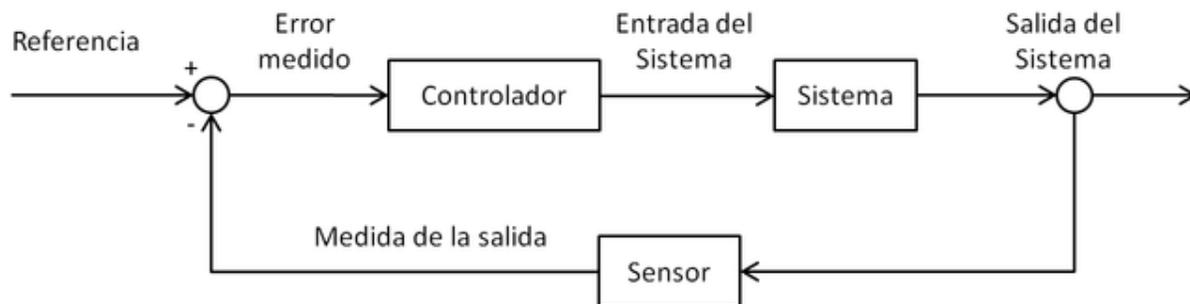
Electrónica de Control

Los sistemas de control son aquellos dedicados a obtener la salida deseada de un sistema o proceso. En un sistema general se tiene una serie de entradas (referencia) que proviene del

sistema a controlar, llamado planta, y se diseña un sistema para que, a partir de estas entradas, modifique ciertos parámetros en el sistema planta, con lo que las señales anteriores volverán a su estado normal ante cualquier variación.

Figura 1

Diagrama de programación



Nota. Tomado de helloauto por Admi, 2019.

Como por ejemplo la entrada del TV es una señal de difusión recibida por antena o por algún tipo de cable. Los circuitos de procesamiento de señal del interior del televisor extraen la información sobre el brillo, el color y el sonido de esta señal. Los dispositivos de salida son un tubo de rayos catódicos o monitor LCD que convierte las señales electrónicas en imágenes visibles en una pantalla y unos altavoces. (Electronicadecontrol, 2018).

Justificación

Como prioridad se debe mantener el constante estudio en las bases del aprendizaje, implementar y plantear a los estudiantes del Instituto Superior Vida Nueva, un método en la innovación y en la constante búsqueda de conocimientos que sería imprescindible para la implementación de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo DIS.

Como nos menciona el autor en la teoría de la educación “Si la educación es una actividad práctica donde lo que interesa es saber qué hacer y cómo hacerlo, y no una especulación que busque simplemente conocer cómo son las cosas, es preciso encontrar un tipo de teoría que proporcione unos principios normativos para la acción práctica” (Valdez, 2016)

Razón por la cual las prácticas y la integración del sistema DIS garantizaran un mejor método de aprendizaje para los beneficiarios directos que son los estudiantes y por ende este factor ayudara a conocer y abrir las puertas significativamente a nuevos proyectos, los cuales serán de gran utilidad para el alumnado y el personal docente.

La importancia del sistema DIS radica en que una fuente principal en las prácticas pre profesionales ya que las mismas beneficiarían las condiciones de estudio, no solo de los últimos niveles, acotando esto es primordial desde primeros niveles tener proyectos firmes y claros que beneficien y brinden un buen entendimiento al alumnado.

Estos modelos actualmente son utilizados por su gran relevancia ya que los mismos aportan conocimientos básicos que a lo largo de la carrera incluido con nuevos proyectos facilitara el buen entendimiento y es así donde los benefactores e innovadores será el alumnado.

Con lo que según el autor “los alumnos deben ser capaces de captar la atención y familiarizarse con el contenido mediante un poder de atracción caracterizado por las acciones, sensaciones, tacto, entre otros.” (Bartolomei, 2015). Con la integración del presente proyecto en

los talleres del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva será benefactor e innovador para alumnos nuevos y antiguos, es bueno tomar en consideración que no solo se piensa en la innovación, también en aspectos de mejor entendimiento ya que como se sabe de la mano de la práctica y la teoría se forja un buen profesional.

Objetivos

Objetivo General

Construir e implementar un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo DIS para utilizarlo como recurso de aprendizaje en la materia de electrónica del automóvil, en la carrera de Mecánica automotriz.

Objetivos Específicos

- Investigar acerca del funcionamiento y los componentes del sistema de encendido tipo DIS.
- Realizar la simulación de la programación lógica del funcionamiento del módulo de control con la ayuda de Arduino uno.
- Identificar los aspectos positivos de la influencia del módulo didáctico dentro del aprendizaje en los estudiantes de mecánica automotriz.

Capítulo I

Marco Teórico

Sistema de Encendido Automotriz

En los vehículos con motores de combustión interna se requiere del sistema que se encarga de generar la señal eléctrica (arco eléctrico en las bujías) responsable de la ignición de la mezcla aire-gasolina del automóvil. (Gutierrez, 2021).

Para la mezcla de aire y combustible óptima en todas las condiciones del funcionamiento del motor se debe cumplir con lo siguiente;

- La chispa debe ser potente para iniciar la combustión, ya que al producirse la chispa se inicia la explosión de la mezcla de manera progresiva y adecuada. (Tecnología del Automovil, 2021).
- Para el funcionamiento óptimo del sistema de encendido sin importar el régimen de revoluciones a las que esté funcionando el motor a bajas revoluciones mismo que debe existir una chispa con mayor duración y potencia, mientras que a altas revoluciones una chispa constante. (Tecnología del Automovil, 2021).

Sistema de Encendido Sin Distribuidor

El sistema de encendido sin distribuidor se caracteriza porque las chispas de la alta tensión son disipadas directamente desde las bobinas, misma que es controlada por la unidad de control del vehículo ECU, este sistema de encendido se clasifica en DIS y COP.

Sistema de Encendido DIS

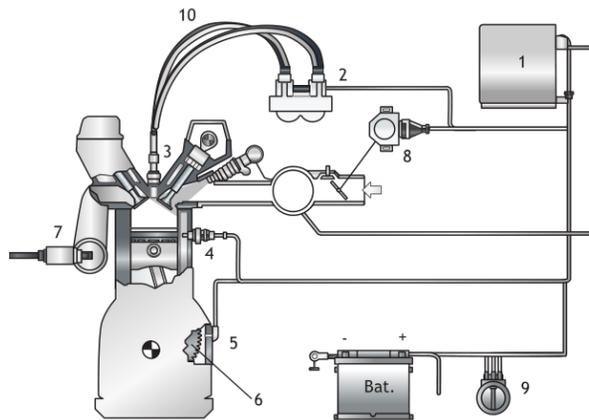
El sistema DIS “cuenta con un interruptor de encendido, una vez se activa, la corriente eléctrica circula desde la batería del vehículo hacia la unidad de control (...).

Posteriormente se aumenta el voltaje y este es enviado a las bujías de encendido para que el sistema de encendido DIS produzca la chispa”. (helloauto, 2019).

El sistema de encendido DIS (Direct Ignition System), se diferencia del sistema de encendido tradicional al suprimir el distribuidor, por consiguiente, este elimina los elementos mecánicos, mismos que están siempre propensos a sufrir desgastes y averías.

Figura 2

Diagrama de sistema de encendido DIS.



Nota. Tomado de Estructura y componentes del sistema de encendido DIS por Federico, 2018.

Componentes

En el sistema de encendido DIS se encuentran los siguientes componentes:

- Unidad de control.
- Bobina de encendido doble para cada par de bujías.
- Bujías.
- Sensor CKP.
- Llave de contacto.
- Cables de alta tensión.

- Batería 12 v.

Batería

La batería y/o acumulador automotriz es un dispositivo electroquímico que transforma energía química en energía eléctrica y viceversa. Una batería almacena energía eléctrica para el uso cuando es necesario, por lo que el proceso de transformación es reversible, lo que significa que la batería puede ser cargada y descargada varias centenas de veces. (Bosch, 2017).

Figura 3

Batería Bosch.



Nota. Tomado de Bosh online por Bosh, 2017

Bujía

Se encargan de suministrar la chispa de encendido para que se inflame el carburante dentro de la cámara de combustión, y debe resistir hasta temperaturas de 40,000 v. De igual manera se ocupan de aliviar el calor que se genera en la cámara de combustión hacia el sistema de refrigeración. (Rodes, 2019).

Figura 4

Bujía de encendido.



Nota. Tomado de Bosh online por Bosh, 2020.

Estados de la Bujía.

Normal: La bujía se considera en buen estado cuando;

- El pie del aislador presenta un color blanco-grisáceo / amarillo-grisáceo a marrón claro.
- El motor está en buenas condiciones. El grado térmico de la bujía está correcto.
- Los ajustes de la mezcla y del encendido están correctos, no hay fallas de encendido, en el arranque en frío funciona correctamente.
- No hay residuos de aditivos de combustible, ni de partículas de aceite del motor.

No hay sobrecarga térmica.

Figura 5

Bujía normal.



Nota. Tomado de Bosh online por Bosh, 2020.

Hollín: (Carbonización seca). El pie del aislador, los electrodos y la carcasa de la bujía están cubiertos por una capa mate de hollín negro aterciopelado (seco).

Efecto: Fallas de encendido, dificultad de arranque en frío.

Solución: Se debe ajustar el punto de encendido y la regulación de mezcla, verificar el filtro de aire, evitar recorridos cortos. En casos de carbonización severa, reemplazar las bujías de encendido y estar atento con relación al uso del grado térmico correcto y calibración de este.

(Bosch, 2020).

Figura 6

Bujía con hollín.



Nota. Tomado de Bosh online por Bosh, 2020.

Electrodo Central Fundido.

Efecto: Fallas de encendido, pérdida de potencia, eventuales daños al motor.

Soluciones: Verificar el motor, punto de encendido y regulación de mezcla. Reemplazar las bujías de encendido.

Figura 7

Bujía con electrodo central fundido.



Nota. Tomado de Bosh online por Bosh, 2020.

Pie del Aislador Fracturado. Los principales daños mecánicos se deben a impactos, caída o presión sobre el electrodo central en caso de manejo incorrecto. (Bosch, 2020).

Efecto: Fallas de encendido, la chispa salta entre puntos que no pueden ser alcanzados eficientemente por la mezcla, daños en componentes principales del motor.

Solución: Reemplazo de las bujías de encendido.

Figura 8

Bujía pie del aislador fracturado.



Nota. Tomado de Bosh online por Bosh, 2020.

Unidad de Control

La ECU (Unidad Central Electrónica) o el computador del vehículo, es la encargada de controlar, monitorear y ejecutar acciones en base elementos de ingreso que son los sensores a los actuadores o elementos de salida. Las unidades de control de motor pueden controlar la cantidad de combustible que es inyectado en cada cilindro en cada ciclo de motor, controlar el punto de ignición, el tiempo de apertura/cierre de las válvulas, el nivel de impulso mantenido por el turbocompresor, y control de otros periféricos dependiendo el vehículo. (Garcia, 2016).

Figura 9

Unidad central electrónica.



Nota. Tomado de Bosh online por Bosh, 2017.

Bobinas

La bobina de encendido es un transformador cuyo tipo es de inducción electromagnética que convierte el voltaje eléctrico bajo de la batería (12v), en voltaje alto para proporcionarlo a la bujía. Con este alto voltaje la bujía es capaz generar la chispa necesaria que enciende la mezcla de aire-combustible dentro de la cámara de combustión del motor. (Javired, 2021).

Figura 10

Bobina doble.



Nota. Tomado de FAE por Admi, 2017.

La bobina de encendido DIS está formada por tres partes, el circuito primario, el circuito secundario y el núcleo de hierro. Con lo que se crea un campo magnético alrededor del núcleo de hierro dulce, cuando una corriente eléctrica fluye a través del circuito primario o devanado.

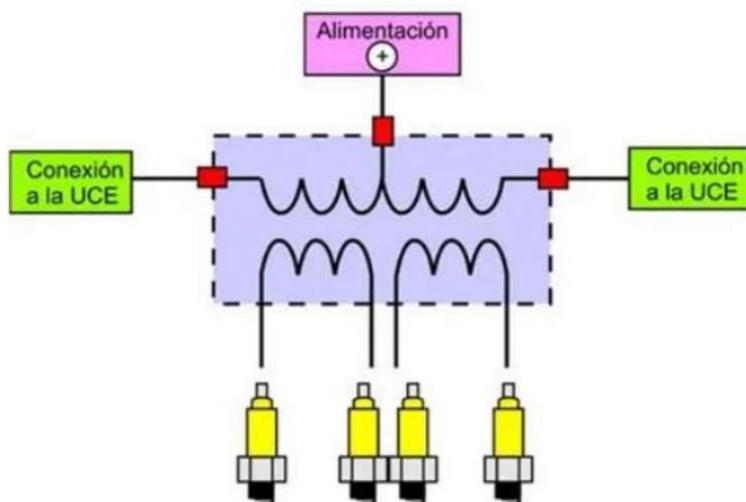
Cuando se interrumpe la corriente que fluye a través de unos pocos cientos de vueltas del devanado primario, el campo magnético resultante se colapsa en muchos miles de vueltas en el devanado secundario.

Al realizar el corte del campo magnético miles de veces, el devanado secundario multiplica o transforma el voltaje bajo de la batería en los voltajes mismo que es necesarios para

crear la chispa de encendido, de igual manera el voltaje de salida real varía dependiendo el vehículo. (Javired, 2021).

Figura 11

Funcionamiento de la bobina doble DIS.



Nota. Tomado de slideshare por Arias, 2016.

Sensor Posición del Cigüeñal CKP

El sensor de posición de cigüeñal uno de los más importante, este sensor es el encargado de informar a la computadora si el pistón se encuentra en el punto muerto superior, este CKP trabaja a la par con otros componentes del automóvil. (Mundo Carros, 2021).

Sensor CKP

Es un dispositivo que crea un campo magnético, por lo general fluye en sentido vertical creando un voltaje a partir de la ejecución del mismo y de la rueda con dientes perdidos (plato convertidor) la cual está conectada con el cigüeñal. El sensor va a reportar el número y las secuencias de las ranuras del plato convertidor detectando la velocidad del motor y la posición del cigüeñal que son sus principales funciones. (Mundo Carros, 2021).

Figura 12

Sensor CKP.



Nota. Tomado de sensor automotriz por Admin, 2021.

Funcionamiento del Sensor CKP

Crea un campo magnético a través del cual genera una corriente que se encarga de enviar señales que van de 0 a 5v informando a la computadora (ECU) la posición en la que se encuentran los pistones permitiéndole siempre saber en qué momento cuál de los cilindros se encuentra en el punto muerto superior a medida que estos hacen su trabajo en cada ciclo del motor. Estos deben estar sincronizados para poder generar la chispa de encendido a las bujías y el pulso de inyección. (Mundo Carros, 2021).

Ubicación

En los automóviles de distribuidor estos lo traen internamente. Se encuentra localizado en la parte inferior del bloque motor o (monoblock) en dirección de la cremallera.

Tipos de Sensores

Sensor de Efecto Hall:

El sensor se vale de este efecto para determinar la posición del cigüeñal por medio de corrientes o de campos magnéticos generando el voltaje necesario para llevar a la computadora (ECU) por lo general este se conforma de un imán y ajustador magnético.

Sensor de Efecto Óptico:

Está conformado de una foto transistor, de un diodo emisor de luz LED y una placa rotor. Cuando la placa rotor pasa por entre la foto transistor y el diodo emisor de luz LED las ranuras de la placa rotor intervienen continuamente la luz transmitida por el diodo a la foto transistor generando así un voltaje alterno que va de 0 a 5v el cual llega directamente a la computadora (ECU).

Sensor de Efecto Magnético:

Este trae internamente una bobina y también posee un imán, cada que un diente de la rueda perdida pasa por el imán la bobina crea un campo magnético el cual genera un voltaje recibiendo la computadora (ECU).

Comprobación Sensor CKP

Tener dos aspectos, primero un multímetro y el auto debe estar apagado con la llave en posición ON:

- Desconectar la bobina de encendido.
- Selecciona la opción Corriente Directa del multímetro.
- Coloca el cable de señal en el cable rojo del multímetro
- El cable negro se coloca en un punto de tierra.

- Usando una herramienta apropiada, puede ser un Dado o Matraca, podemos revolucionar el motor a mano.
- Si el sensor funciona correctamente el multímetro registrará pulsos de 5 a 0 Voltios. Estos los debes ver siempre que le des vuelta a la polea.
- Cuando chequeamos cable de alimentación debes obtener lecturas de 5 o de 8 Voltios.

Cables de Alta o de Bujías

Los cables de alta o de bujías son parte del sistema de encendido en los autos de motor a gasolina, su función es unir el distribuidor o las bobinas de encendido con las bujías y llevar la corriente que hace saltar la chispa para comenzar la combustión en los motores.

Figura 13

Cables de alta tensión.



Nota. Tomado de Scribbr por mundo Carros, 2021.

Propiedades de los Cables de Alta

La importancia de su función para nuestro vehículo, los cables de alta deben tener unas excelentes propiedades de aislamiento, deben poder resistir altas temperaturas y aguantar las vibraciones y las variaciones de la humedad.

Los cables de alta tienen que mantener sus propiedades incluso en condiciones extremas, no deben ser muy largos evitando dobleces y tienen que tener la misma longitud para poder mantener simétrico el sistema de alta tensión de forma que llegue igual a todos los cilindros. (Autolab, 2021).

Tipos de Cables de Alta

Existen tres tipos de cables de alta, se diferencian por el material conductor que usan y por el tipo de resistencia que necesitan para suprimir las interferencias.

Con resistencia antiparasitaria: Tiene un núcleo de cobre rodeado por un revestimiento de silicona que funciona como aislante eléctrico, soporta alrededor de 220° C, es resistente a la gasolina y al aceite.

Con resistencia de carbono: Su interior tiene una malla de fibra de vidrio impregnada de carbono, rodeado de dos capas de silicona y tejido de fibra de vidrio. Este material tarda más en agrietarse o quebrarse.

Con reactancia inductiva: También tiene un núcleo de fibra de vidrio que tiene una capa de silicona conductora y magnética rodeada por un alambre de acero inoxidable. En estos cables se crea un campo magnético intermitente, ya que la bobina almacena energía que después suelta y como resultado se neutraliza la tensión inductiva del cable, por eso a esta energía se le llama reactiva y a la resistencia inductiva se le denomina reactancia. (Autolab, 2021).

Ventajas y Desventajas de los Sistemas de Encendido DIS

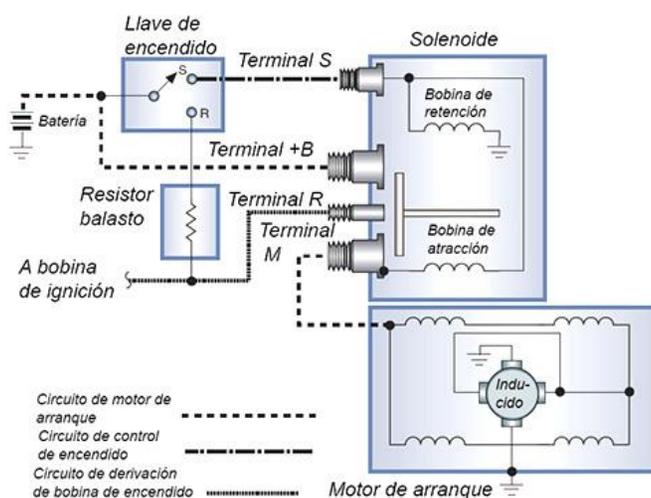
- Debido a que los sistemas DIS utilizan un mayor número de parámetros de entrada para controlar la duración de la chispa, la temporización y la temperatura, son mucho más precisos, especialmente a mayores velocidades del motor.
- Esto es extremadamente bueno si su quemador de tiras también es su conductor diario y/o si está trabajando con un presupuesto ajustado. No hay necesidad de esforzarse con herramientas y medidores para ajustar esto y aquello.
- Una vez más, el nivel de control que un sistema de encendido controlado por computadora pone a su alcance algo asombroso. Quitar el elemento de desgaste que es un distribuidor sólo hace que su encendido sea mucho más ajustable y adaptable. Con el tiempo, a medida que el desgaste se produce gradualmente, el equipo puede realizar pequeños ajustes para mantener el rendimiento en su punto de mira.
- Por el contrario, un poco más puede salir mal también. Con los puntos y los sistemas electrónicos más antiguos, si el tiempo de encendido se desajusta, la reparación es rápida y muy fácil. Los sistemas DIS le permiten conectar medidores y probadores.
- Descubrir por qué no llega ninguna chispa a las bujías implica hacer más pruebas y comprobaciones: cableado, paquetes de bobinas, conexiones, sensores, algunos de los cuales se pueden colocar detrás del motor, y mucho más. Una condición de no arranque puede tomarle horas para encontrarla, pero no es más que un conector con un cable suelto porque estamos hablando de voltajes y corrientes tan pequeñas.

Funcionamiento del Sistema de Encendido Sin Distribuidor

Cuando el interruptor de encendido es activado, la corriente de la batería fluye a través de los contactos hacia la unidad de control eléctrico (que sigue procesando los datos y calculando el tiempo) del vehículo que está conectado al módulo de encendido y al conjunto de bobinas (que hace y rompe el circuito). (Duarte, 2018).

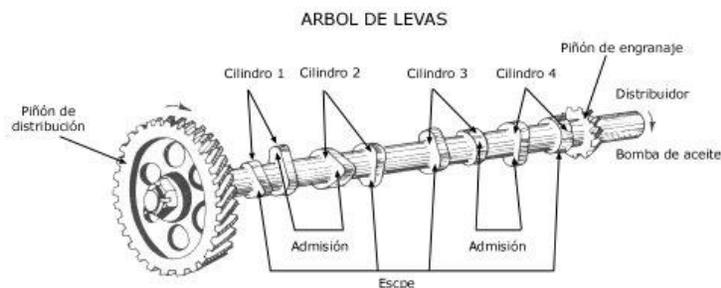
Figura 14

Terminales de la bobina.



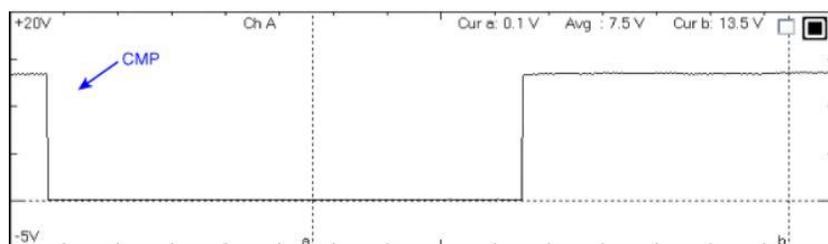
Nota. Tomado de sapiensman, s.f.

Las ruedas de disparo montadas en el árbol de levas y el cigüeñal tienen dientes igualmente espaciados con una separación, y los sensores de posición que consisten en la bobina magnética que genera constantemente campo magnético mientras el árbol de levas y el cigüeñal giran.

Figura 15*Árbol de levas.*

Nota. Tomado de almuro por Mecánica del automóvil, s.f.

Cuando estos orificios se sitúan delante de los sensores de posicionamiento, se produce una fluctuación del campo magnético y las señales de ambos sensores se envían al módulo de encendido, que a su vez detecta las señales y la corriente deja de fluir en el devanado primario de las bobinas y cuando estos huecos se alejan de los sensores, las señales de ambos sensores se envían al módulo de encendido, que enciende la corriente para que fluya en el devanado primario de las bobinas.

Figura 16*Señales del sensor CMP.*

Nota. Tomado de diagnositips por Gonzales, 2019.

Este proceso continuo de creación y ruptura de las señales genera un campo magnético en las bobinas que a su vez induce CEM en el devanado secundario de las bobinas y aumenta el voltaje hasta 70000 voltios.

Este alto voltaje se envía a las bujías de encendido y se produce la generación de chispas. La temporización de las bujías de encendido se controla mediante una unidad de control electrónica que procesa continuamente los datos recibidos del módulo de control del encendido.

Figura 17

Salto de la chispa.



Nota. Tomado de estable por Castellon, s.f.

Prueba del Sistema de Encendido Sin Distribuidor (DIS)

Los motores con inyección electrónica de combustible utilizan la señal del sensor de posición del cigüeñal para activar los inyectores. Por lo tanto, si no hay chispa ni actividad del inyector, es probable que el problema esté en el sensor del cigüeñal. Ninguna chispa en uno o dos cilindros que compartan una bobina le diría que probablemente ha fallado.

Figura 18

Sensor del cigüeñal.



Nota. Tomado de youtube por Elecktrofe2, 2014.

Las bobinas de los sistemas de encendido sin distribuidor (DIS) funcionan igual que las de los sistemas de encendido normales, por lo que las pruebas son esencialmente las mismas. Pero los síntomas de maniobrabilidad causados por una bobina débil o una bobina muerta limitarán a uno o dos cilindros en lugar de a todos los cilindros. (Duarte, 2018).

El bajo voltaje de salida del sensor MAP o un sensor de refrigerante que siempre lee en frío permitirá que la chispa avance más de lo normal. Esto, a su vez, puede causar problemas de detonación (chispazos) cuando el motor está bajo carga. Lo mismo puede ocurrir con un sensor de picado defectuoso o con una válvula de recirculación que no funciona.

Figura 19

Sensor MAP.



Nota. Tomado de youtube por Elecktrofe2, 2014.

Un alto voltaje de salida MAP o un sensor de posición del acelerador mal ajustado puede tener el efecto contrario. Esto causaría que el sistema de control de chispa retardará el tiempo más de lo normal. El retraso en el tiempo reducirá el rendimiento y la economía de combustible. (Duarte, 2018).

Arduino

Conlleva varios elementos necesarios para conectar periféricos a las entradas y salidas de un micro controlador, como nos menciona el autor Arduino es una plataforma de creación electrónica de código abierto. La cual permite desarrollar varios microordenadores en una sola placa. (Fernandez, 2020).

Figura 20

Placa Arduino.



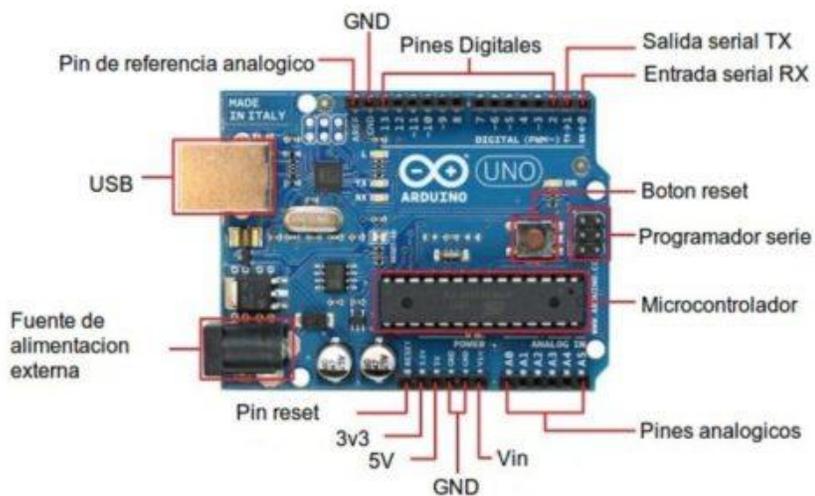
Nota. Tomado de xataka por Fernández, 2020.

Componentes del Arduino

- **Entradas:** Pines necesarios para realizar lecturas.
- **Salidas:** Su utilidad se basa en enviar señales.
- **Otros pines:** GND, 5V, 3.3V, REF, TX y RX, RESET, VIN e ICSP.
- **Alimentación:** El pin Vin sirve para alimentar la placa con una tensión de 7 a 12 voltios.
- **Comunicación:** la comunicación es basada en USB para cargar los programas, enviar o recibir datos.
- **Shields:** Placas mismas que se insertan sobre el Arduino.

Figura 21

Componentes Arduino.



Nota. Tomado de ingmecafenix por Admin, 2020.

Capítulo II

Metodología y Desarrollo del Proyecto

Metodología

Para este proyecto, se eligió un tipo de enfoque cuantitativo para desarrollar este proyecto, observando las funciones de las operaciones y los procesos, así como su desarrollo. Este se basa en la simulación electrónica y el diseño y programación de circuitos electrónicos, así como su correcta implementación y funcionamiento, con valoraciones válidas.

Considere también el enfoque utilizado, que se caracteriza por la aplicación de conocimientos adquiridos o predefinidos, ya que se valoran de manera estadística las respuestas de los estudiantes en cuanto a la buena influencia de este módulo en el proceso de aprendizaje.

La investigación se basa en una metodología experimental con un enfoque cuantitativo, ya que el objetivo es el diseño y construcción de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo DIS para los estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva. Para determinar los efectos positivos 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, con lo cual se finalizó con una encuesta de preguntas cerradas, estos resultados que se analizaron y se obtuvieron gráficas para la organización de datos y para establecer el impacto e importancia del módulo para los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Este módulo didáctico se realizó en base a los componentes, mismo que se dividió en dos secciones el hardware y el software. En el hardware está conformado por los elementos que conforman los mecanismos, sensores y actuadores que son el complemento de este módulo para que se pueda llevar a cabo, mientras que el software es el encargado del funcionamiento lógico

mismo que es el encargado en emitir la orden para que los actuadores. Es por esto que gracias a estas dos partes el módulo didáctico pudo desarrollar su trabajo de forma óptima.

Desarrollo del Proyecto

Módulo Sistema DIS

Para este sistema de Bobinas de activación doble, se consideran las siguientes características:

Modo de Operación: Un sensor

Modo de trabajo: 360 grados

Modo de Funcionamiento

Primera vuelta activación de bujías 1 y 4

Segunda vuelta activación de bujías 2 y 3

Sensor de Efecto Hall

Señal de emulación de la rueda dentada del cigüeñal del vehículo.

Materiales

Para el presente Proyecto de Aplicación Práctica se utilizaron los siguientes componentes:

Figura 22

Bobina tipo DIS.



Figura 23

Bujías 2828 BPR5EY.

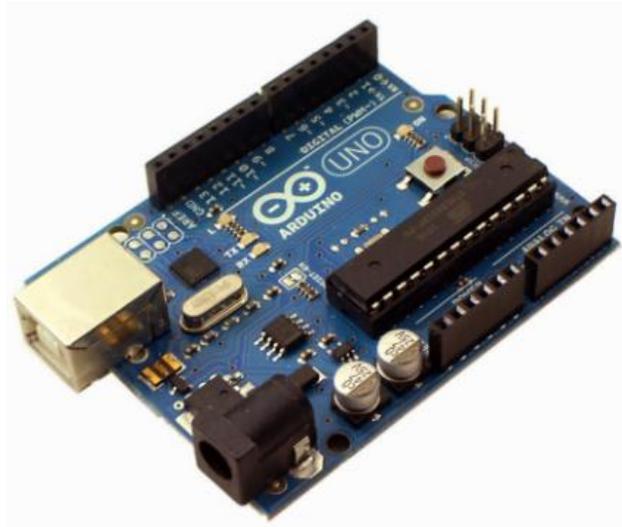
**Figura 24**

Cables de alta tensión.



Figura 25

Arduino uno.



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

Figura 26

Cables macho hembra.



Figura 27

Conmutador de encendido.

**Figura 28**

Conexión de bobina con bujías.



Conexiones del Sistema DIS

Figura 29

KAPTOR BOX - Esquema Eléctrico 1/4.

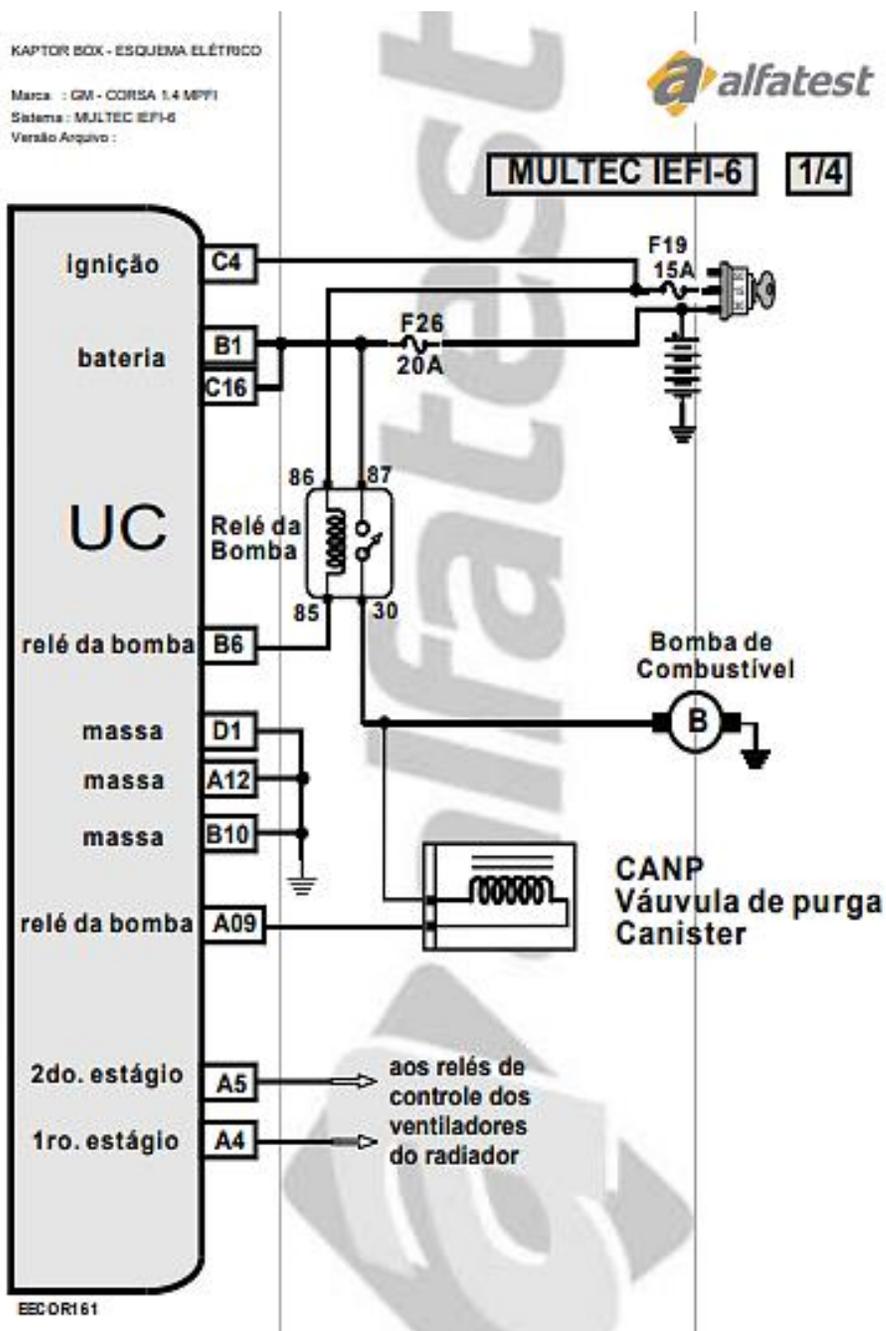


Figura 30

KAPTOR BOX - Esquema Eléctrico 2/4.

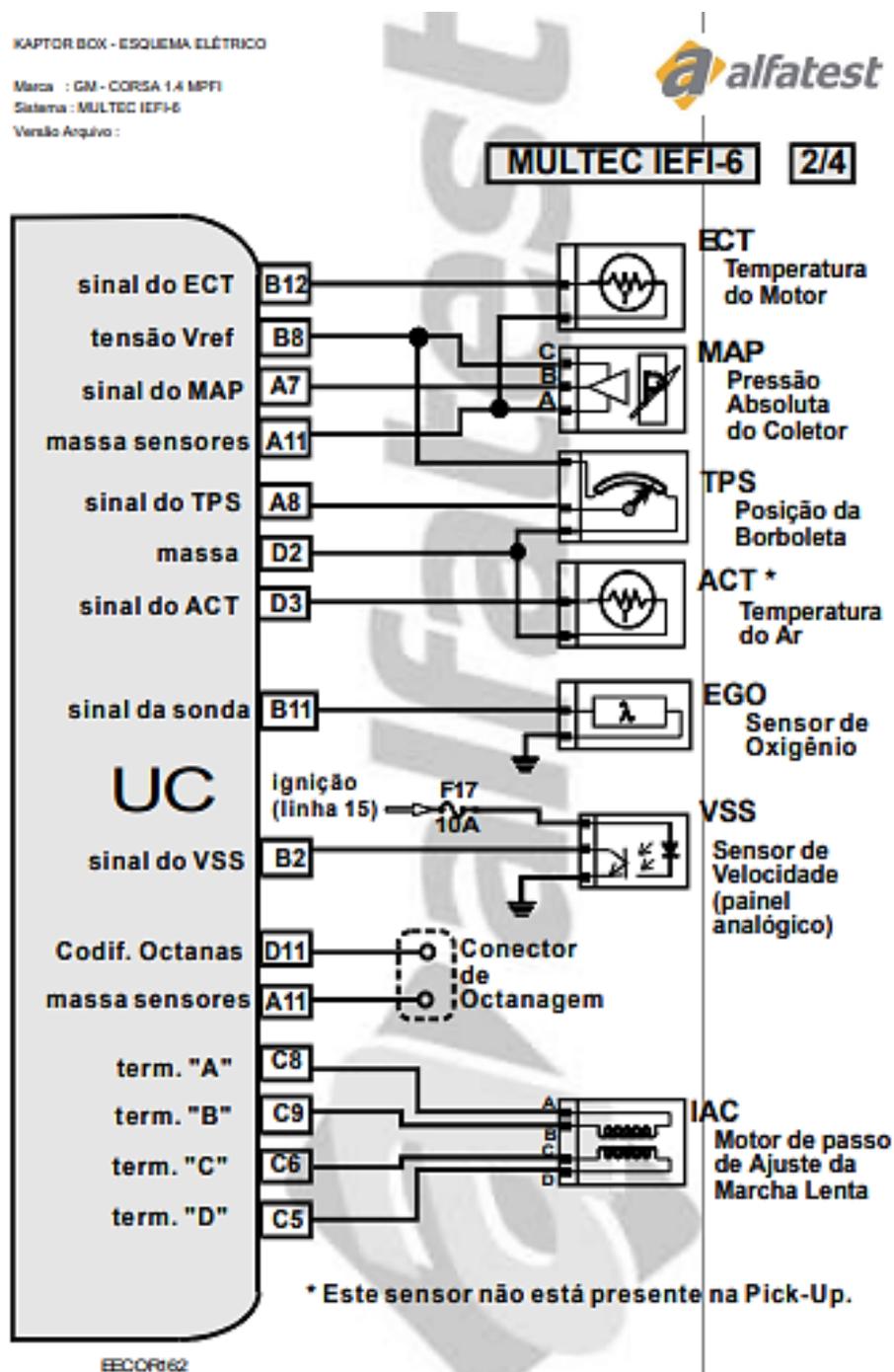


Figura 31

KAPTOR BOX - Esquema Eléctrico 3/4.

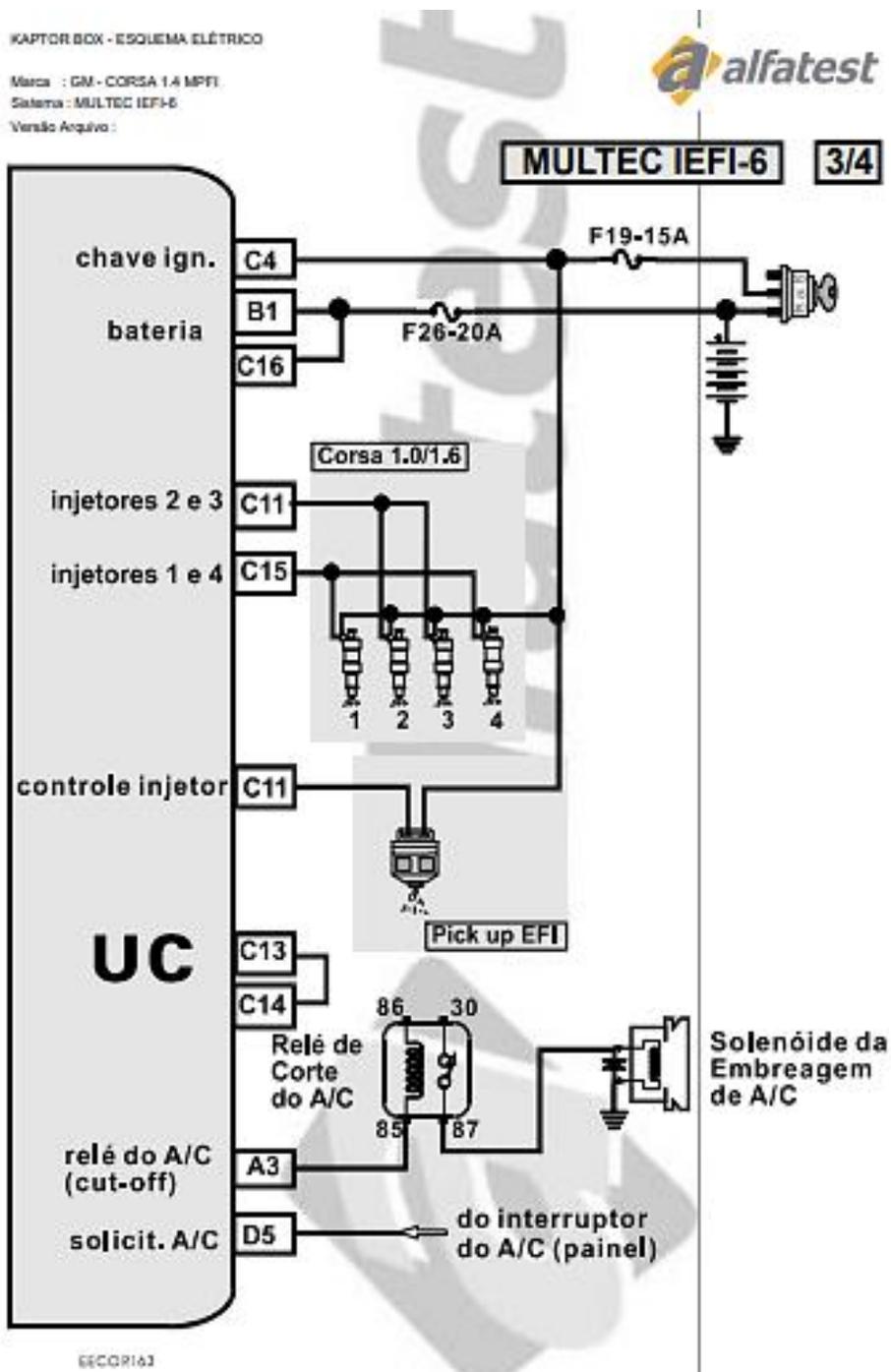


Figura 32

KAPTOR BOX - Esquema Eléctrico 4/4.

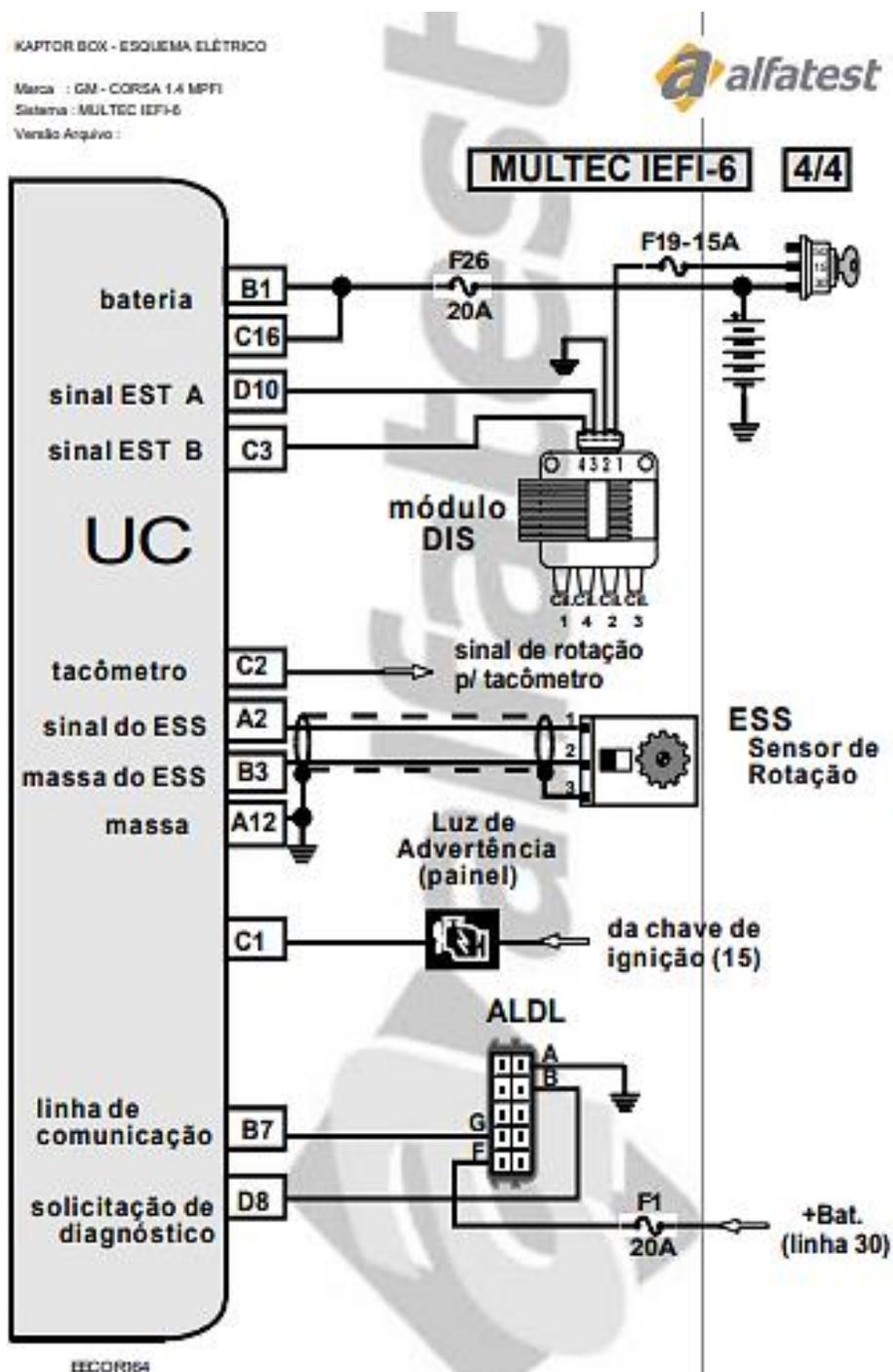


Figura 33

Conexión de terminales de bobina.

**Figura 34**

Conexión de terminales de bobina diagrama.

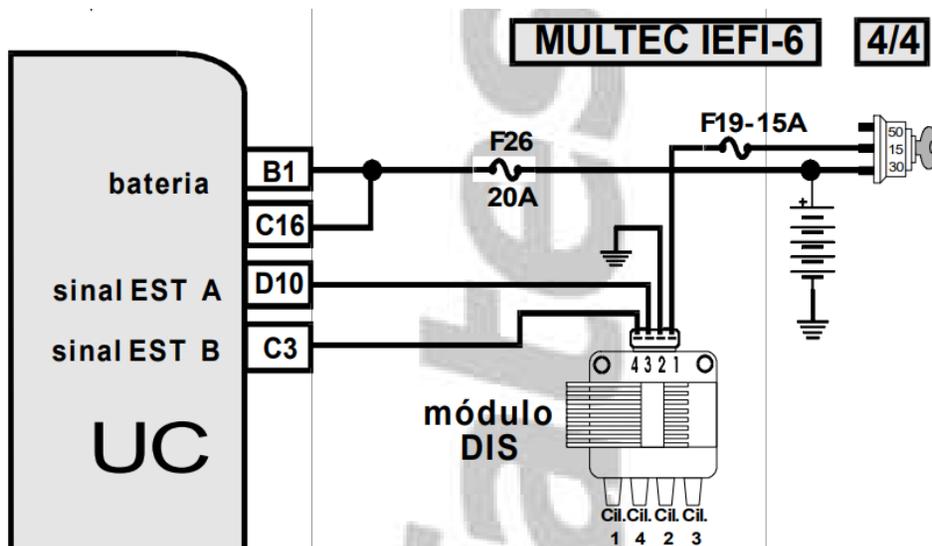


Figura 35

Pruebas de funcionamiento con señal de Arduino.

**Figura 36**

Pruebas de funcionamiento en bujías.

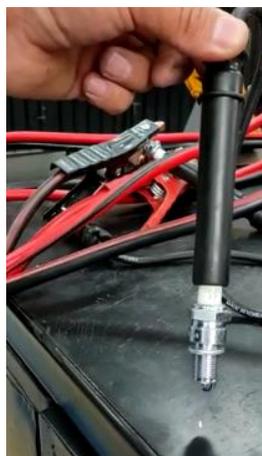


Figura 37

Potenciómetro de velocidad.

**Configuración Arduino:**

```
int L = 8;

int SENSOR = 7;

int L2 = 11;

int SENSOR2 = 12;

void setup() {

  pinMode(L, OUTPUT);

  pinMode(SENSOR, INPUT);

  digitalWrite(L, LOW);

  pinMode(L2, OUTPUT);

  pinMode(SENSOR2, INPUT);

  digitalWrite(L2, 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);  
}
```

Construcción de la Estructura del Módulo Didáctico

Estructura del Módulo

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

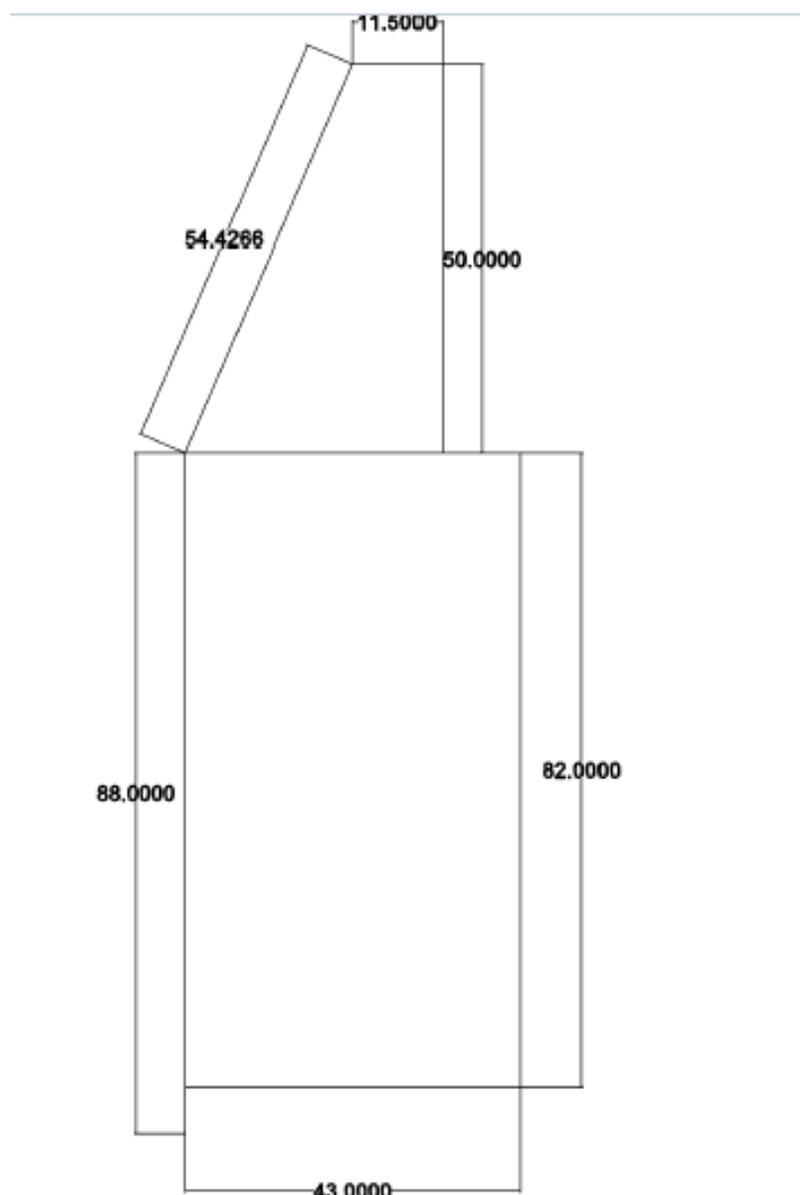
Figura 38

Construcción de base.



Figura 39

Gráfica de estructura lateral del módulo.

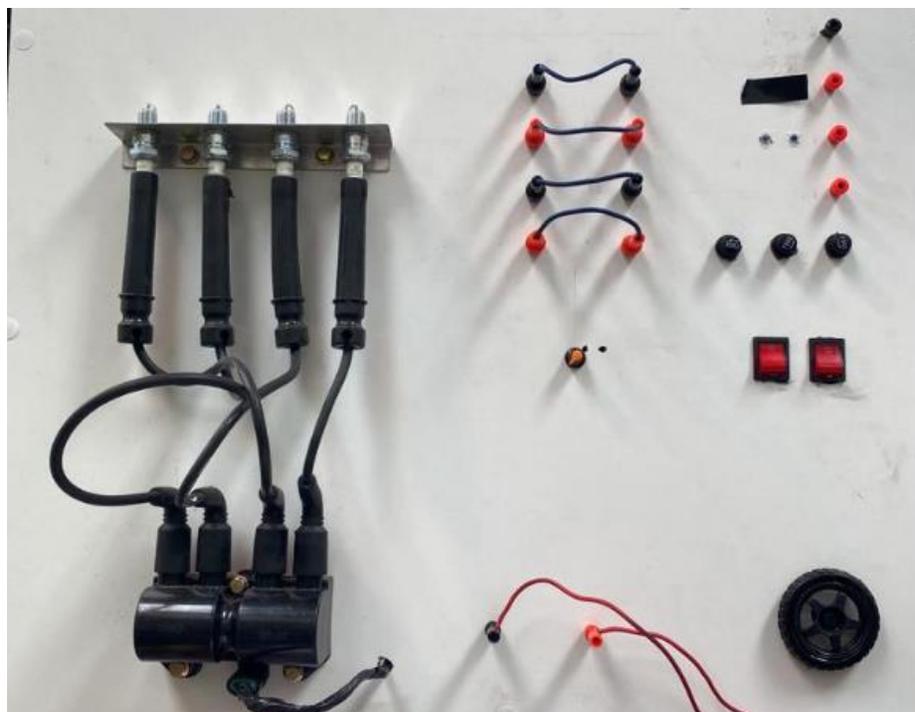


Instalación de los Elementos en el Módulo Didáctico

Para este módulo se utilizó 1 bobina tipo DIS

Figura 40

Instalación de elementos en módulo.



Capítulo III

Propuesta

Al construir el módulo del sistema de encendido electrónico DIS, se logra una estructura física que permite la integración de todos los componentes. redactarlos, presentarlos de manera ordenada y legible, facilitar la interacción con el usuario, es un complemento del proceso de enseñanza electrónica. Este módulo permitirá a los estudiantes aplicar y ampliar sus conocimientos sobre temas relacionados con los sistemas de encendido electrónico DIS, a su vez se puede medir las señales, el voltaje de alimentación y tierra. También el estudiante puede conectar los terminales de la bobina mientras atiende a clases y analiza. Algo muy importante es que se puede variar la aceleración como en el vehículo para que se pueda ver el salto de la chispa

La construcción de este módulo comenzará definiendo los elementos de su trabajo, que se enumeran a continuación.

Elementos del sistema de encendido electrónico DIS.

- 1 bobina corsa evolution 1.4
- 1 juego de cables de alta tensión para bujía
- 4 bujías BPR5EY
- 1 Arduino uno
- 1 relé doble para Arduino
- 1 placa protoboard
- 1 motoreductor
- 1 regulador del motoreductor
- 2 switch ON/OFF
- 2 metros de cable #16

- 1 metro de cable # 14
- 3 metros de cable # 18
- 14 socket de bananas hembra
- 10 socket de banas machos
- 3 fusileras
- 4 led
- 1 ángulo de aluminio 20 cm.
- 2 tomacorrientes
- 1 conector para 5V
- 1 conector para 12 V
- 2 sensores SE022 Efecto hall para Arduino.
- 6 pernos de ¼ x 2 pulgadas
- 2 metros de cable gemelo #16
- 1 enchufe para 110v
- 20 terminales eléctricos
- 2 resistencias 1K
- 1 cubículo modular de 70 cm x 50 cm de madera aglomerada.

Construcción de la Estructura del Módulo Didáctico

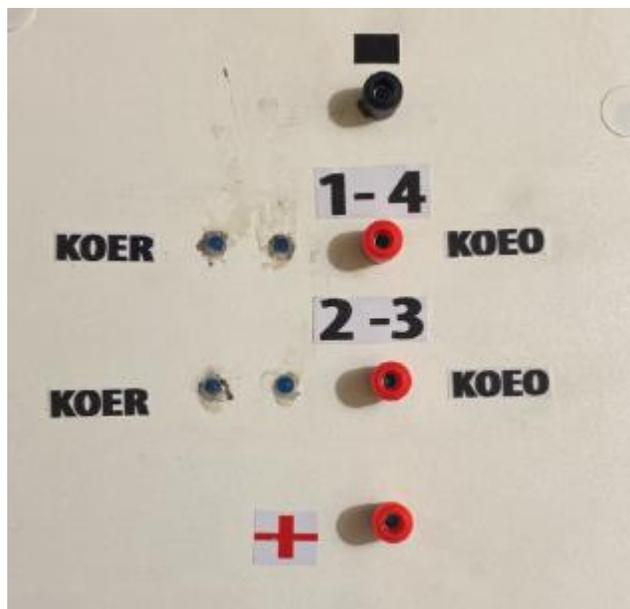
Estructura del Módulo

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 son las siguientes

- 48 cm Base.
- 49 cm Altura.

Figura 42

Puntos de medición de señales, positivo y masa.

**Figura 43**

Puntos de conexiones para terminales de bobinas.

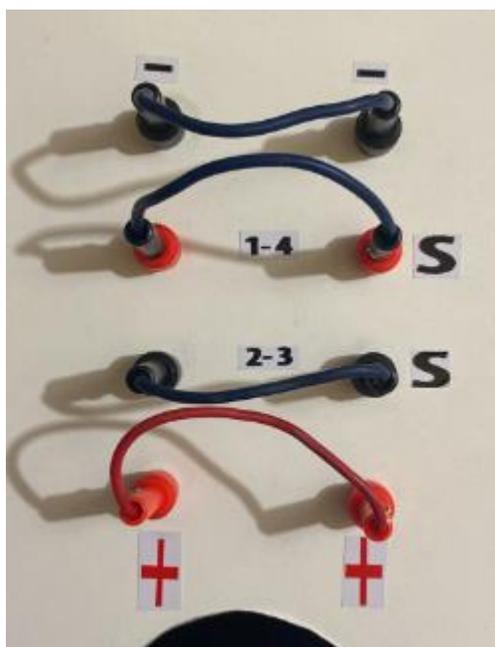


Figura 44

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

**Figura 45**

Regulador de RPM.



Figura 46

Posiciones de encendido del vehículo.

**Figura 47**

Gráfica de la ECM del vehículo.



Figura 48

Bobina tipo DIS.



Funcionamiento del Módulo Didáctico

El presente módulo didáctico en referencia al sistema de encendido sin distribuidor tipo DIS tiene la finalidad de indicar el funcionamiento de la bobina de acuerdo al orden de encendido pre establecido para un vehículo de 4 cilindros. Es por esto que el presente se incorpora puertos de conexión directa a los terminales del socket de la bobina para que cuando uno de estos sea desconectado el sistema deje de funcionar de igual manera en caso de que se desconecte la alimentación.

Mientras que si se trata de una señal únicamente dejara de dar su salto de chispa a las bujías correspondientes, ya sea a las bujías 1-4 y/o 2-3. 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 manera directa. Esto se realizó ya que cuando se inicia el proceso de aprendizaje se cometen errores al utilizar los instrumentos de medición y/o el identificar los mismos.

Encuestas

Figura 49

Pregunta N 1.

El módulo didáctico posee todos los componentes de un sistema de encendido tipo DIS ?

 Copiar

9 respuestas

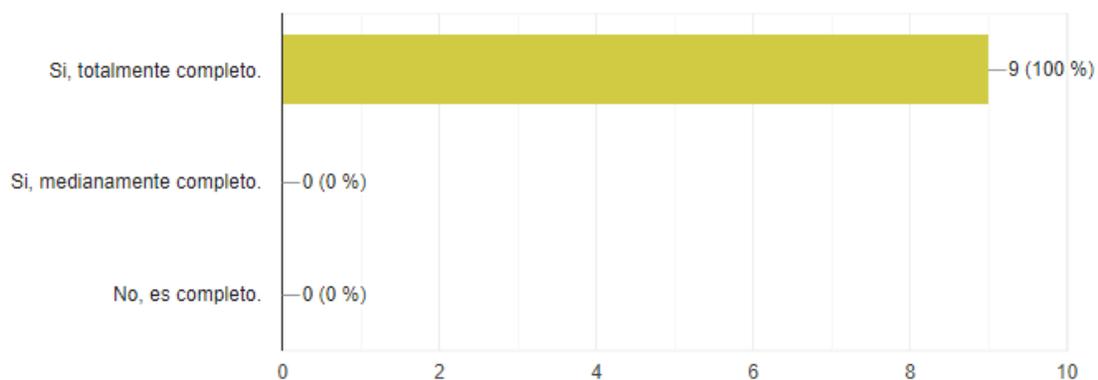


Figura 50

Pregunta N 2.

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

 Copiar

9 respuestas

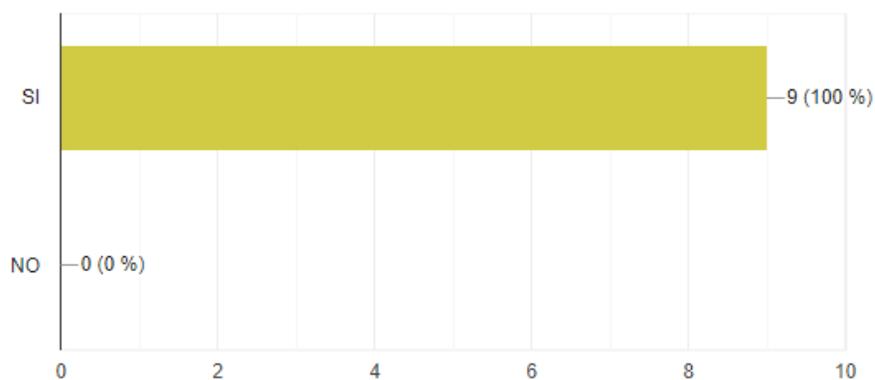
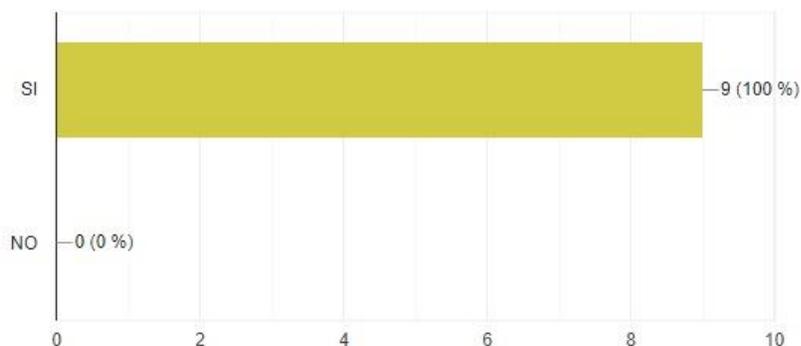


Figura 51*Pregunta N 3.*

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

9 respuestas

**Figura 52***Pregunta N 4.*

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

 Copiar

9 respuestas

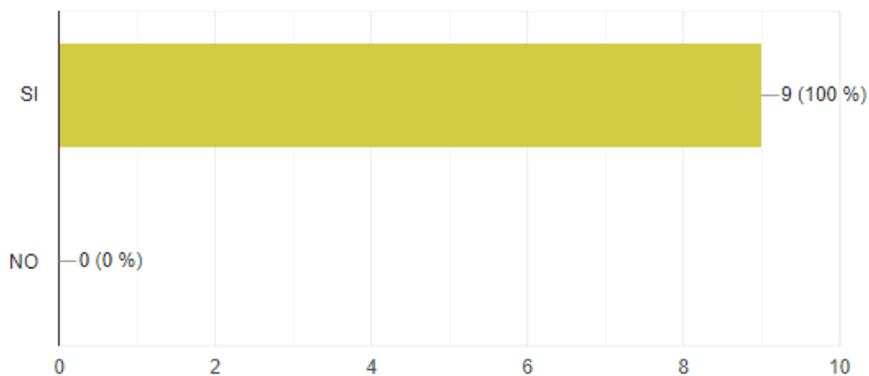
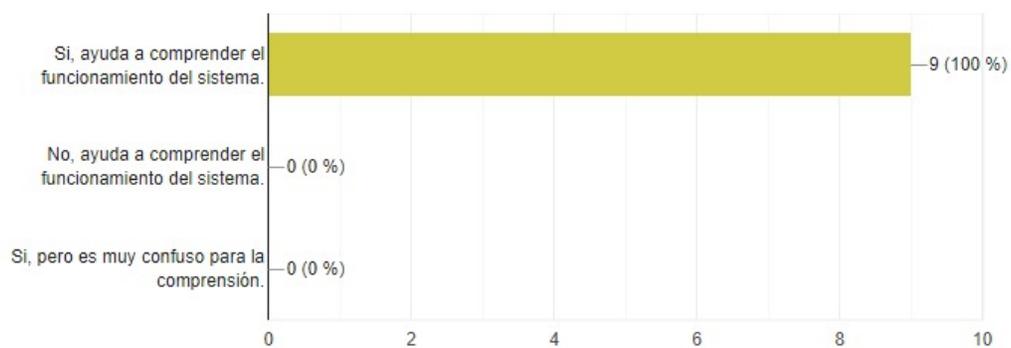


Figura 53*Pregunta N 5.*

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

9 respuestas



Análisis de Resultado

En base a los resultados obtenidos el presente módulo realizado tiene gran acogida en los estudiantes ya que ayuda a tener una mejor comprensión y entendimiento sobre el funcionamiento del sistema, así como en las conexiones eléctricas de los actuadores. De igual manera ayuda en gran medida para la enseñanza dentro de los talleres y/o aulas ya que cuenta con los elementos reales, esto ayuda a que sea mucho más fácil el interactuar a un futuro con estos elementos en el vehículo.

Conclusiones

Se realizó la construcción e implementación de un módulo didáctico del sistema de encendido sin distribuidor tipo DIS como recurso de aprendizaje para el Instituto Superior Tecnológico “Vida Nueva”.

El módulo didáctico permite realizar pruebas de funcionamiento real y la medición de las variaciones en la bobina del sistema de encendido, de esta manera se puede determinar si algo no está funcionando de manera correcta.

El módulo didáctico fue adaptado de manera satisfactoria, ya que los materiales e insumos utilizados en la construcción del módulo de encendido son muy accesibles para el correcto funcionamiento de este sistema por lo que la buena interacción entre los estudiantes con el módulo es imprescindible para una comprensión total.

Gracias al módulo didáctico se pueden medir señales de voltaje de alimentación y tierra. También el estudiante puede conectar los terminales de la bobina mientras atiende a clases y analiza variando la aceleración como en el funcionamiento real del vehículo para que de esta manera se pueda ver el salto de la chispa.

Recomendaciones

Se recomienda que el voltaje de la batería externa sea de 12 V para un mejor rendimiento ya que si el voltaje es muy bajo se puede provocar el daño y/o quemado de la bobina y de los componentes eléctricos y electrónicos en general.

El módulo de encendido tiene que siempre estar con la tierra o GND proveniente del mismo sistema de la alimentación de los 12V, ya que caso contrario se dañara el sistema interno eléctrico de los componentes y las bujías buscaran una tierra inmediata.

Mientras se da la interacción con el módulo los estudiantes tienen que contar con el EPP mínimo requerido para el trabajo en taller.

Referencias Bibliográficas

- Arias, J. (13 de septiembre de 2016). *Slideshare*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/JuanManuelAriasPrado/el-sistema-de-encendido-dis-65970856>
- Astilleros de Castellon S.L. (s.f.). *Estable*. Obtenido de Estable: <https://www.estable.eu/diagnostico-bujias.html>
- Autolab. (06 de diciembre de 2021). *Autolab*. Obtenido de <https://autolab.com.co/blog/cables-alta/>
- Bartolomei, V. (2015). *Reflexion pedagógica*. Buenos Aires: Kurz.
- 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
- Duarte. (06 de noviembre de 2018). *Mundodelmotor*. Obtenido de <https://www.mundodelmotor.net/sistema-de-encendido-dis/e-electronik>. (2018). *e-electronik*. Obtenido de e-electronik: https://e-elektronic.com/wp-content/uploads/2014/05/Arduino_Uno_Angle.jpg
- Elektrofe2. (30 de enero de 2014). *Youtube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=3zvOrd3NFDI>
- Electronicadecontrol. (2018). *Electronica de control*. Obtenido de Electronica de control: <https://sites.google.com/site/ingeneriaelectronicaitm/home/electronica-de-control>

- FAE. (2017). *FAE*. Obtenido de FAE: <http://www.fae.es/es/productos/bobina-encendido>
- Federico. (30 de octubre de 2018). *Autoytecnicacom*. Obtenido de Autoytecnicacom: <https://autoytecnicacom/encendido-totalmente-electronico-dis-estatico/>
- Fernandez, Y. (3 de agosto de 2020). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- Fluke. (05 de octubre de 2021). Obtenido de Fluke: <https://www.fluke.com/es-es/informacion/blog/electrica/que-es-la-ley-de-ohm>
- Francisco, E. R. (2018). *La referencia*. Obtenido de https://www.lareferencia.info/vufind/Record/SV_45f4ba717cca00cd497b74ac300e980b
- Garcia, G. (20 de septiembre de 2016). *prueba de ruta.com*. Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com/unidades-de-control-en-el-automovil-2.php>
- Global Aftermarket. (s.f.). *beru*. Obtenido de <file:///C:/Users/jp181/Downloads/es-all-about-ignition-coils.pdf>
- Gonzales, V. (5 de enero de 2019). *Diagnosis Tips*. Obtenido de Diagnosis Tips: diagnostictips.com/comprobar-puesta-a-punto-distribucion-con-osciloscopio/
- Gutierrez, A. (06 de diciembre de 2021). *Autolab*. Obtenido de <https://autolab.com.co/blog/sistema-electronico-del-carro/>
- helloauto. (2019). *helloauto*. Obtenido de helloauto: <https://helloauto.com/glosario/encendido-dis>
- Ingenieriafenix. (9 de junio de 2020). *Ingenieria mecafenix*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electronica/arduino/>
- Javired. (12 de febrero de 2021). *Mundicoche*. Obtenido de <https://mundicoche.com/bobina-de-encendido/>

- Kaptor box. (s.f.). *Alfatest*. Obtenido de Alfatest: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Corsa%20B%20C14SE%201.4L%20Alfatest.pdf>
- Leantec. (2019). *Leantec*. Obtenido de Leantec: https://leantec.es/wp-content/uploads/2018/02/p_6_8_0_680-40-CABLES-HEMBRA-MACHO-20cm-jumpers-dupont-254-arduino.jpg
- Leskow, E. (15 de Julio de 2021). *Concepto*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/magnetismo/>
- Mecánica del automóvil. (s.f.). *Mecánica del automóvil*. Obtenido de <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/distribucion.asp?sw09=1>
- Moss. (2021). *Moss*. Obtenido de Moss: <https://i.ebayimg.com/images/g/SkAAOSwqqNfeU9I/s-l300.jpg>
- Mundo Carros. (25 de agosto de 2021). *Mundocarros*. Obtenido de <https://www.scribbr.es/detector-de-plagio/generador-apa/new/webpage/>
- Oficios técnicos. (s.f.). *Oficios técnicos*. Obtenido de http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/electricidad_del_automotor5.php
- Rodes. (21 de noviembre de 2019). *Rodes*. Obtenido de Rodes: <https://www.rodes.com/mecanica/que-son-las-bujias-y-como-funcionan/>
- Sensor Automotriz. (10 de octubre de 2021). *Sensor Automotriz*. Obtenido de <https://sensorautomotriz.com/sensor-ckp/#:~:text=El%20sensor%20CKP%20%28Sensor%20de%20posici%C3%B3n%20del%20cig%C3%BCe%C3%B1al%29,otros%20sensores%20que%20env%C3%ADan%20se%C3%B1ales%20a%20la%20computadora.>

Tecnología del Automovil. (27 de Diciembre de 2021). *Tecnología del Automovil*. Recuperado el 19 de Enero de 2022, de Tecnología del Automovil: <https://www.tecnologia-automovil.com/cursos/1-12-1-alimentacion-y-encendido-del-motor-de-gasolina/#:~:text=La%20tensi%C3%B3n%20de%2012%20voltios%20de%20la%20bater%C3%ADa,salto%20de%20chispa%2C%20es%20la%20tensi%C3%B3n%20de%20alta>

Valdez, V. G. (2016). *EL PROBLEMA DE LA RELACION ENTRE LA TEORIA Y LA PRACTICA EN EDUCACION SEGUN EL PENSAMIENTO ALEMAN CONTEMPORANEO*. España: Expriste.

Anexos

Figura 54

Avance del Sistema DIS.

