

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
"De las Fuerzas Armadas"**



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

**DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PROBADOR
DE BOBINAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO PARA VEHÍCULOS
TOYOTA, NISSAN Y MITSUBISHI EN EL IESTPFFAA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

PRESENTADO POR:

RONDAN TTICA, Ezequiel Jose Luis

LIMA, PERÚ

2020

Dedico con mucho cariño y amor a mi madre Zoila, quien se encuentra en la ciudad de Cusco, por su esfuerzo enorme, por su apoyo incondicional y por ser la fuente de motivación constante que siempre me impulsa a ser mejor y lograr con éxito mis metas.

A mi padre y mis hermanos por guiarme hacia el camino de superación e inspirarme en la ejecución de mi trabajo de aplicación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, el Todopoderoso, por permitirme la vida y por la bendición de salud que derrama en toda mi familia en este tiempo crítico que vivimos.

Al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas” (IESTPFFAA) por permitirme formar parte de sus aulas para desarrollarme como profesional en la carrera de Mecánica Automotriz; al personal administrativo, por su preocupación en el bienestar de sus estudiantes.

A los docentes por el compromiso con sus estudiantes y exigencias en hacer las cosas bien, con quienes pude adquirir conocimientos y experiencias a lo largo de estos 3 años de formación. En especial al Lic. Mauricio Morales Bravo por su constante preocupación con sus estudiantes en el desarrollo de cada unidad didáctica.

A cada uno de mis compañeros con quienes compartimos momentos de amistad, trabajo en equipo y solidaridad en el desarrollo de nuestra formación profesional.

ÍNDICE

	Página
Resumen	x
Introducción	xi
CAPÍTULO I. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.1 Formulación del problema	14
1.1.1 Problema general	14
1.1.2 Problemas específicos	14
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo general	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 Justificación	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	16
2.1 Estado de arte	17
2.2 Bases teóricas	18
2.2.1 Magnitudes eléctricas	18
2.2.1.1 Voltaje (volts)	18
2.2.1.2 Corriente (amperes)	19
2.2.1.3 Resistencia (ohms)	19
2.2.1.3.1 Ley de OHM	19
2.2.2 Bujías	20
2.2.2.1 Tipos de bujías	21
2.2.3 Arco eléctrico	23
2.2.4 Tipos de bobinas de encendido	24
2.2.5 Tipos de sensores para el encendido electrónico	29
2.2.5.1 Funcionamiento del generador de la señal de encendido de proceso inductivo	29
2.2.5.2 Generación de señal de encendido de efecto Hall	30
2.2.6 Sensores de encendido electrónico	32
2.2.6.1 CKP (Sensor de posición del cigüeñal)	32
2.2.6.2 CMP (Sensor de posición del árbol de levas)	33
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO	34
3.1 Finalidad	35
3.2 Propósito	35
3.3 Componentes	35

	Página
3.4 Actividades	37
3.5 Limitaciones	51
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	52
4.1 Resultados	53
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1 Conclusiones	55
5.2 Recomendaciones	56
Referencias	57
APÉNDICES	
Apéndice A Cronograma de actividades	
Apéndice B Cronograma de presupuestos	

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Partes de la bujía de encendido	21
Figura 2. Bujía de corte en “v”	22
Figura 3. Bujía de platino	22
Figura 4. Bujía de iridio	23
Figura 5. Apertura entre el electrodo central y masa	24
Figura 6. Circuito eléctrico bobina convencional	24
Figura 7. Esquema de sistema de encendido convencional	25
Figura 8. Bobina DIS	26
Figura 9. Esquema eléctrico bobina DIS	26
Figura 10. Bobina COP	27
Figura 11. Diagrama eléctrico bobina con modulo incorporado	28
Figura 12. Esquema eléctrico de bobina COP 4 pines	29
Figura 13. Señal d sensor inductivo y señal de sensor de efecto hall	29
Figura 14. Esquema eléctrico de generación de señal del sensor inductivo	30
Figura 15. Esquema eléctrico de generación de señal de sensor	31
Figura 16. Señal generada de sensor de efecto hall	32
Figura 17. Ubicación de sensor de cigüeñal	32
Figura 18. Ubicación del sensor de eje de levas	33
Figura 19. Placa electrónica de módulo probador de bobinas	37
Figura 20. Cable automotriz	38
Figura 21. Interruptor automotriz	38
Figura 22. Caimanes automotrices	39
Figura 23. Potenciómetro	39
Figura 24. Porta fusible aéreo	40
Figura 25. Estaño	40
Figura 26. Conector múltiple de 8 y 5 pines	41
Figura 27. Termo contraíble	41
Figura 28. Plancha galvanizada	42
Figura 29. Plancha galvanizada doblada	42
Figura 30. Comprobación de unión con escuadra	43
Figura 31. Meza de trabajo	43

	Página
Figura 32. Adaptaciones eléctricas del módulo	44
Figura 33. Ramal de conectores Toyota, Nissan y Mitsubishi	45
Figura 34. Ramal con caimanes para comprobar bobinas de diferentes marcas	45
Figura 35. Módulo probador de bobinas terminado	46
Figura 36. Módulo concluido lista para realizar las pruebas	46
Figura 37. Interruptor de alimentación general del módulo	47
Figura 38. Luz indicadora de que el módulo está encendida	47
Figura 39. Comprobación de los conectores de bobina	48
Figura 40. Comprobación de la bobina Toyota	48
Figura 41. Comprobación de la bobina Nissan	49

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Materiales para construir la estructura del módulo	49
Tabla 2. Herramientas utilizadas para la construcción y adaptación del módulo	50
Tabla 3. Equipos que se utilizaron para la construcción de la estructura	50
Tabla 4. Materiales fungibles que se emplearon durante el proceso	50
Tabla 5. Componentes eléctricos y electrónicos instalados en el módulo	51

RESUMEN

El presente trabajo de aplicación profesional Diseño y adaptación de un módulo didáctico probador de bobinas de encendido electrónico para vehículos Toyota, Nissan y Mitsubishi en el IESTPFFAA, Tiene como propósito ayudar a los docentes y alumnos del IV semestre como material didáctico de enseñanza para el diagnóstico de las bobinas de encendido electrónico de carrera de Mecánica Automotriz. Se elaboró el diseño de la estructura y las adaptaciones con las correcciones necesarias, teniendo la idea clara se realizó el armado y la instalación eléctrica de conectores de bobina. Así mismo las instalaciones eléctricas se realizaron con materiales específicas según el funcionamiento, como en los cables de diferentes colores para diferenciar las señales que conducen.

Al finalizar con las instalaciones y adaptaciones se puso en funcionamiento para comprobar y evaluar que todo esté en óptimas condiciones para el servicio de la carrera de Mecánica Automotriz.

Palabras clave: Diseño y adaptación, diagnóstico de bobina, encendido electrónico y material didáctico.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos ha venido avanzando a pasos agigantados la electrónica en los autos, debido a la contaminación, ahorro de combustible y eficiencia. Los autos con carburador han venido desapareciendo, hoy en día los autos son electrónicos lo cual está controlada por una computadora ECU que regula la relación de aire combustible evitando el exceso de combustible y la contaminación ambiental. Al tal punto hoy en día ya no se fabrican los autos carburados.

Los motores de combustión interna Otto en el sistema de encendido convencional se usaba una bobina que mediante los platinos y los cables de alta tensión distribuían la chispa a cada cilindro a unos 15000 v, pero había un detalle los platinos se tenía que calibrar cada cierto tiempo, regular el avance de chipa acuerdo a la latitud donde te encuentres y tenía una caída de tensión en los cables de bujía. Hoy en día con la electrónica se llegó a que haya más electrónica en los autos que la parte mecánica, motores pequeños que mayor relación de compresión que los motores convencionales, es donde a mayor relación de compresión se requiere mayor intensidad de salto de chispa de las bujías por lo tanto se optó por las bobinas electrónicas e independientes por cilindro.

Por tal motivo, me propuse diseñar y adaptar un módulo didáctico probador de bobinas para las marcas Toyota, Nissan y Mitsubishi en mi trabajo de aplicación profesional. Me ocupare en el diseño y adaptaciones.

El presente Trabajo de Aplicación Profesional servirá como material didáctico de enseñanza para los docentes y alumnos. Quienes al finalizar la unidad didáctica se sentirán satisfechos por los conocimientos adquiridos, estarán involucrados con la actualidad y preparados para el diagnóstico de bobinas al realizar sus prácticas pre profesionales y mejorar sus habilidades en el uso de equipos de diagnóstico.

En la elaboración del presente trabajo de aplicación, emplee los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo del desarrollo de las unidades didácticas de mi formación académica en el IESTPFFAA.

Las actividades de desarrollo y ejecución, se detallan de manera ordenada en las etapas de redacción del trabajo aplicativo se ha dividido por capítulos para su mejor entendimiento:

Capítulo I: Se plantea la determinación del problema, en ella se formula el problema general y los problemas específicos. Además, se desarrolla los objetivos y la justificación del trabajo.

Capítulo II: Se desarrolla y describe los lineamientos y bases teóricas de diferentes posturas.

Capítulo III: Se explica la finalidad, el propósito, los componentes, las actividades y los inconvenientes que se presentaron durante la ejecución y realización del trabajo de aplicación profesional.

Capítulo IV: Se presenta los resultados de la ejecución del trabajo de aplicación profesional denominado “Diseño y Adaptación de un módulo didáctico probador de bobinas de encendido electrónico para vehículos Toyota, Nissan y Mitsubishi en el IESTPFFA”.

Capítulo V: finalmente, en este capítulo, se describe las conclusiones y recomendaciones de mi trabajo de aplicación tecnológica.

CAPÍTULO I

DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

En la carrera de Mecánica Automotriz en el IV semestre, se necesita tener un probador de bobinas de encendido electrónico, para el desarrollo del proceso de enseñanza en el taller. Esto origina que los estudiantes cuando realicen sus prácticas pre-profesionales, no puedan adquirir los conocimientos necesarios, para diagnosticar el buen estado de la bobina de encendido electrónico, causando la falta de confianza en el estudiante al momento de realizar el diagnostico respectivo.

Por tal motivo he decidido realizar el diseño y adaptación de un módulo didáctico probador de bobinas de encendido electrónico para vehículos Toyota, Nissan y Mitsubishi, en el IESTPFFAA, con lo cual se conseguirá que los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para realizar sus prácticas pre-profesionales con mayor confianza, contribuyendo a formar mejores técnicos profesionales.

1.1.1 Problema general

1.0 ¿Qué material didáctico se necesita para mejorar la enseñanza teórico práctico en el sistema de encendido electrónico de la carrera de Mecánica Automotriz en el IESTPFFAA?

1.1.2 Problemas específicos

1.1 ¿Cómo mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes del IV semestre, en el desarrollo práctico del módulo de encendido electrónico?

1.2 ¿Qué material didáctico se requiere para complementar el proceso de enseñanza de los docentes en el módulo del sistema de encendido electrónico para el desarrollo práctico en el taller?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

1.0 Realizar el diseño y adaptación de un módulo didáctico probador de bobinas de encendido electrónico para vehículos Toyota, Nissan y Mitsubishi, para que los estudiantes puedan realizar prácticas, pruebas y familiarizarse con el uso adecuado del probador de bobinas.

1.2.2 Objetivos específicos

1.1 Elaborar un módulo didáctico probador de bobinas de encendido electrónico para vehículos Toyota, Nissan y Mitsubishi, para mejorar el proceso de enseñanza de los estudiantes.

1.2 Implementar un módulo probador de bobinas de encendido electrónico para vehículos Toyota, Nissan y Mitsubishi, como material didáctico del docente para una mejor enseñanza real práctica en el taller.

1.3. Justificación

Es importante conocer el funcionamiento de equipos de diagnóstico porque ayudará a los estudiantes y docentes a realizar pruebas en el sistema de encendido, reconocimiento de componentes del sistema y a familiarizarse con equipos de diagnóstico. Actualmente no se cuenta con un módulo probador de bobinas de encendido electrónico para vehículos Toyota, Nissan y Mitsubishi, en el taller de Mecánica Automotriz. Con este módulo se conseguirá que los estudiantes puedan realizar un mejor proceso práctico en el diagnóstico de bobinas de encendido electrónico, consiguiendo culminar el módulo con mayor satisfacción. Los estudiantes al culminar el módulo estarán en condiciones de desarrollar el proceso de diagnóstico con mayor seguridad y confianza en la práctica real.

Por todo lo indicado he decidido diseñar un módulo didáctico probador de bobinas de encendido electrónico para vehículos Toyota, Nissan y Mitsubishi, para contribuir en una mejor preparación de los estudiantes del IV semestre de la carrera profesional técnica de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

Antecedentes de estudio

En el presente trabajo de aplicación profesional se realizó la búsqueda de información semejante al que propongo. Por ello líneas abajo explicaré el resultado de la búsqueda de información documentaria, en mi afán de encontrar alguna fuente documental que me ayude a mejorar el trabajo emprendido. Se cita algunas investigaciones internacionales.

Gía y Riera (2015), en su trabajo de aplicación “Diseño y construcción de un banco didáctico para comprobar sistemas de encendido electrónico”, determinaron que el sistema de encendido tiene la función de generar chispas. La chispa es controlada por la ECU (Unidad de Control Electrónico) del motor de gasolina para realizar el encendido de la mezcla en el cilindro del motor de combustión interna a gasolina. La bobina de encendido, los sensores y los módulos de encendido pueden lograr una combustión eficiente y ordenada. El sistema tradicional es diferente, el sistema tradicional consiste en guiar la chispa a diferentes cilindros a través de un distribuidor mecánico y cables de alta tensión.

Cortez y Molina (2018), en su informe de investigación “Diseño y construcción de equipo para el diagnóstico de dispositivos electrónicos usados en el encendido de motores de combustión interna”, se centraron en los sensores que intervienen en el sistema de encendido electrónico. Estos sensores informaran al módulo de encendido electrónico el ángulo del cigüeñal (Crank Position Sensor CKP) y el ángulo del eje de levas (Camshaft Position Sensor CMP) según su principio de funcionamiento, según diferentes fabricantes producen señales digitales o analógicas.

Cevallos (2016), en su trabajo de aplicación “Análisis de las señales del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5 l”, concluyó que la estructura de las bobinas COP es diferente a otras bobinas ya que no requieren cables de alto voltaje, sino que se conectan a la bujía. Esta ventaja permite reducir la resistencia a alto voltaje, proporcionando así un motor de arco más potente que puede vencer la presión de manera efectiva y encender la mezcla de aire y combustible.

Abramowicz (2017), en su trabajo de aplicación “Estudio para la implementación de equipos de diagnóstico electrónico en un taller automotriz”, el enfoque de la investigación fue implementar el uso de equipos de diagnóstico electrónico que permitan leer e interpretar los datos en el sistema electrónico del vehículo, y la información obtenida por la herramienta permite la identificación, verificación de sensores y valores de trabajo de los sensores mediante el uso correcto de escáneres y osciloscopios de automóviles, el actuador que hace que el motor de inyección electrónica funcione correctamente. La implementación de este tipo de equipos de diagnóstico facilitará la obtención de la información necesaria para la interpretación, análisis y confirmación del manual de especificaciones.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Magnitudes eléctricas

La corriente eléctrica está en voltios y amperios; la resistencia de corriente está en ohmios; y la potencia eléctrica requerida para operar una lámpara o motor se expresa en watts. Debe comprender estos términos y su relación con cada término para poder diagnosticar y reparar el sistema eléctrico y electrónico del automóvil y sus componentes (Instituto Nacional de Formación Profesional [INFOP], 2013, p. 11).

2.2.1.1 Voltaje (Volts)

INFOP (2013) afirma que el voltaje es una presión electromotriz o fuerza electromotriz. En un automóvil, este voltaje se aplica a través de una batería y un alternador. El voltaje se puede describir como una diferencia de potencial (expresada en presión eléctrica). La diferencia de potencial entre los dos terminales de una batería de 12 voltios (V) suele ser de 12,6 V. Mida el voltaje con un voltímetro. El símbolo del voltaje es "V". Para fuerza electromotriz, el símbolo es EMF o E. Esto representa la misma fuerza. Al consumir 1 vatio de potencia, 1 voltio equivale a 1 amperio de corriente a través de una resistencia de 1 ohmio.

2.2.1.2 Corriente (Amperes)

La corriente es la relación del flujo de electrones. Mientras la resistencia permanezca constante, el flujo de electrones aumenta a medida que aumenta el voltaje. La corriente se mide en amperios a través de un amperímetro. Un amperio (A) es equivalente a la corriente generada al aplicar 1 voltio a una resistencia de 1 ohmio. Otro término para amperios es intensidad de corriente. El símbolo de la intensidad de la corriente es (I) (INFOP, 2013).

2.2.1.3 Resistencia (Ohms)

La resistencia es la dirección opuesta al flujo de electrones. Mida en ohmios con un ohmímetro. Un ohmio es una resistencia que permite que fluya un amperio de corriente cuando se aplica un voltio. La letra "R" es el símbolo de resistencia. La letra mayúscula griega omega (Ω) es el símbolo de ohmios. La resistencia de un cable aumenta a medida que aumenta su longitud y temperatura. El diámetro o el área de la sección transversal del alambre también es un factor. Los cables con áreas de sección transversal más grandes tienen menor resistencia (INFOP, 2013, p.12).

2.2.1.3.1 Ley de OHM

Cuando se conocen cualquiera de dos valores en un circuito eléctrico, el tercero se puede calcular al utilizar:

Ley de Ohm

$$E = I \times R$$

$$I = E \div R$$

$$R = E \div I$$

Donde:

E es la fuerza electromotriz

I es la corriente

R es la resistencia

La ley de Ohm se puede expresar de varias formas. Como todos sabemos, muchos circuitos automotrices dependen del voltaje de la batería (12 voltios) para funcionar. Si se sabe que el circuito funciona a 3 amperios, la resistencia normal en el circuito se puede calcular de la siguiente manera:

$$12\text{V} \div 3\text{A} = 4$$

Ohmios, si la resistencia en el circuito es demasiado alta, por ejemplo 6 ohmios, habrá menos corriente disponible para operar el equipo eléctrico en el circuito. La corriente disponible se puede calcular de la siguiente manera:

$$12\text{V} \div 6 \Omega = 2$$

2.2.2 Bujías

Una bujía es un elemento que hace que una chispa eléctrica salte entre sus electrodos para encender la mezcla de aire y combustible en la cámara de combustión en el cilindro del motor. Este elemento tiene una gran responsabilidad en el funcionamiento del motor, debe emitir chispas en buen estado bajo cualquier condición y carga. La conexión eléctrica entre el devanado secundario de la bobina de encendido y la bujía se realiza mediante un cable de alta tensión. El sistema de encendido DIS no requiere cables para conducir la electricidad (Gía y Riera, 2015, p 7).

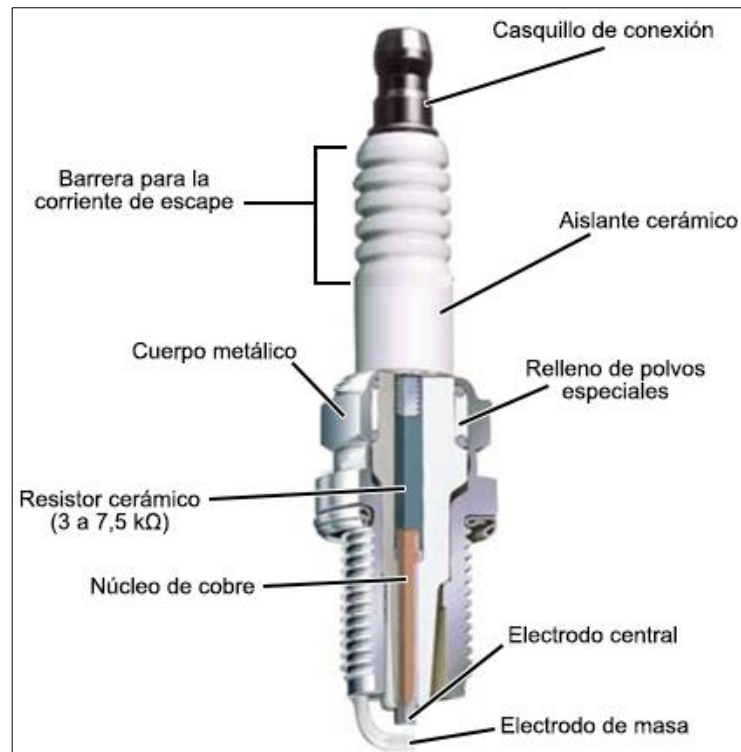


Figura 1. Partes de la bujía de encendido (BlogMecanicos, 2018).

2.2.2.1 Tipos de bujía

BlogMecanicos (2018) señala que cuando se trata de proporcionar chispas de alta calidad, la fabricación de electrodos de bujía y la disposición, forma y material utilizado tienen un significado especial. Conscientes de ello, los fabricantes han desarrollado bujías con características especiales, algunas de las cuales son las siguientes:

a) Bujía con corte en “V” en el electrodo central

En el centro del electrodo central de la bujía, encontramos una ranura en forma de V. Como resultado, saltan chispas del extremo del electrodo central, de modo que la mezcla de aire / combustible se quema mejor. El resultado es mejor que la chispa producida entre los dos electrodos de una bujía convencional. Asimismo, el encendido requiere un voltaje más bajo, lo que conduce a una mejor combustión.

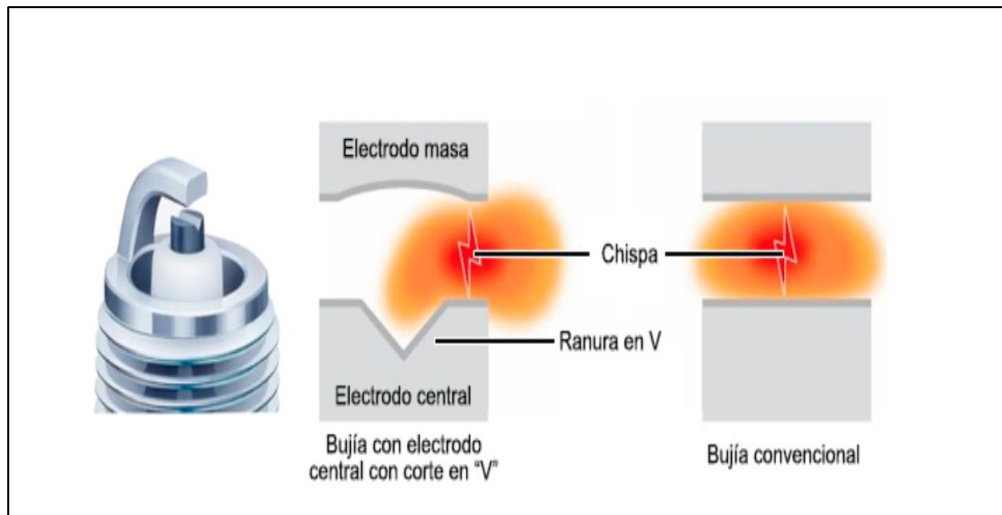


Figura 2. Bujía con corte en “V” (BlogMecanicos, 2018).

b) Bujías de platino

En estas bujías, el inserto de platino ubicado en el electrodo central asegura que la bujía mantiene un rendimiento constante durante toda su vida útil, incluso en condiciones difíciles. Debido al delgado espesor del electrodo central, la bujía casi no requiere voltaje de encendido, incluso fuera de la cámara de combustión puede descargar la bobina y asegurar una combustión óptima

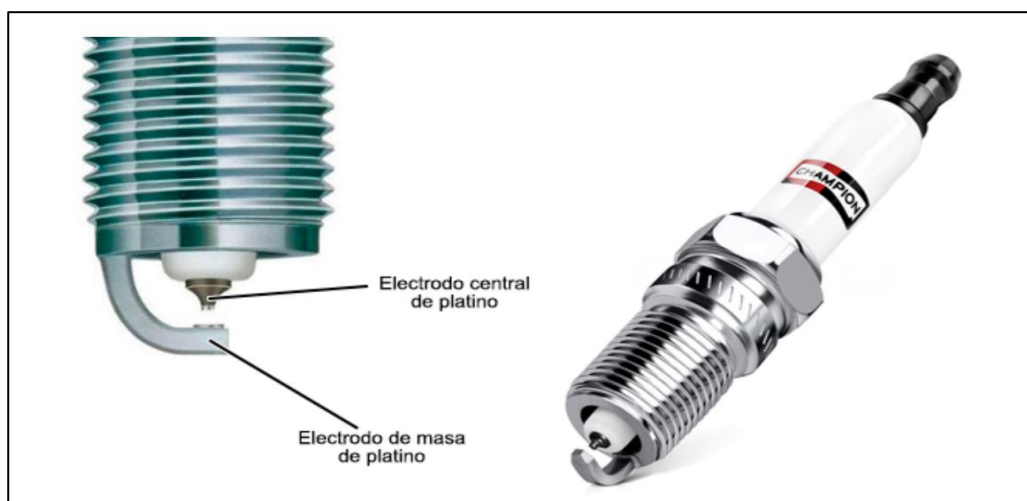


Figura 3. Bujías de platino (BlogMecanicos, 2018).

c) Bujías de iridio

Las bujías de iridio representan las soluciones técnicas de más alta calidad disponibles en la actualidad. Tienen una punta de aleación de iridio en el electrodo central. El iridio es uno de los metales más duros del mundo, se funde a una temperatura de 2.450°C y es muy resistente a la corrosión por chispas. Este material puede duplicar la vida útil de los enchufes estándar.

Por otro lado, los metales preciosos pueden hacer que el electrodo central sea más delgado (0,6 mm de espesor), lo que reduce en gran medida la necesidad de voltaje de encendido y ayuda a mejorar la distribución del frente de llama en la cámara de combustión

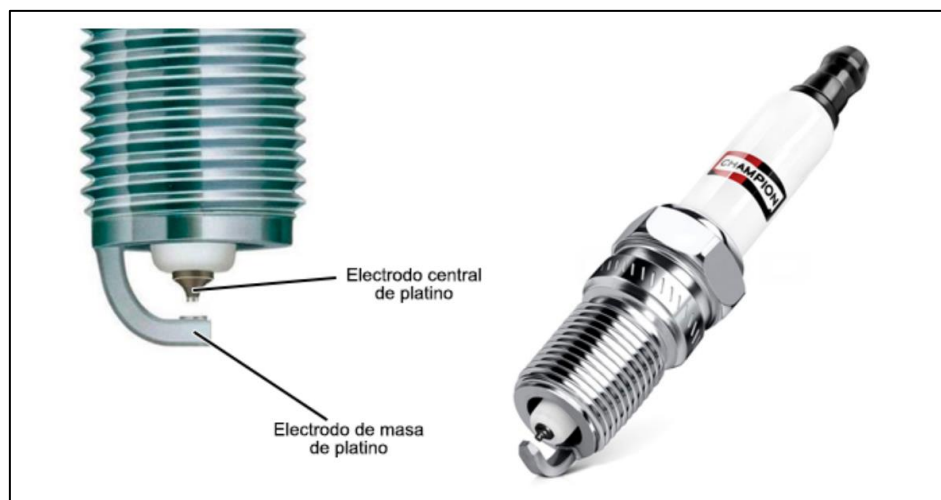


Figura 4. Bujías de iridio (BlogMecanicos, 2018).

2.2.3 Arco eléctrico

Como todos sabemos, cuando la corriente fluye desde el electrodo central a los electrodos laterales, se forma una chispa. Por ejemplo, en una bujía de separación convencional, la corriente máxima propagada por el arco de corriente es de 0,035 pulgadas. En una bujía de gran espacio, la máxima propagación del arco de corriente posible es de 0,080 pulgadas. Cuando la distancia o la apertura es grande, la cantidad de chispas es escasa, lo que provoca que el motor falle. Esto sucede cuando tiene una apertura fuera de lo específico entre los electrodos de la bujía (Gía y Riera, 2015, p 9).

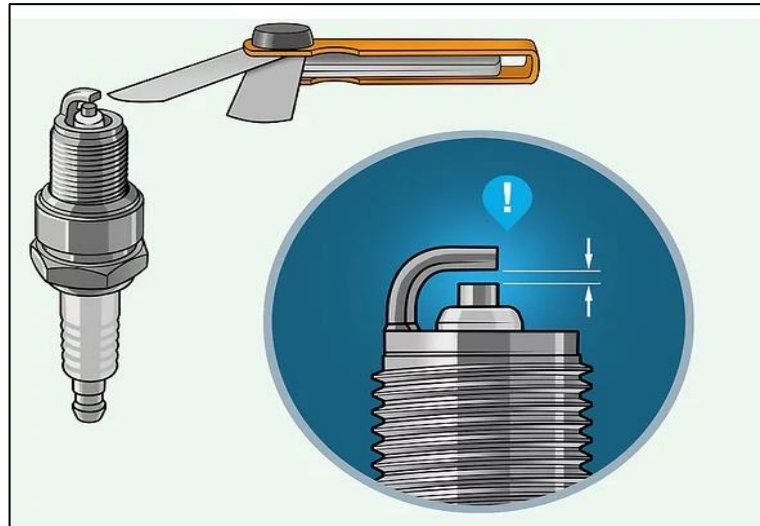


Figura 5. Apertura entre el electrodo central y masa (es.wikihow.com, 2014).

2.2.4 Tipos de bobinas de encendido

a) Bobina convencional

La bobina de encendido tiene la función de aumentar significativamente el voltaje recibido de la batería y transmitir el voltaje. El voltaje se acumula por un corto tiempo y luego se envía al electrodo de la bujía en forma de descarga a través del cable de encendido. En otras palabras, la bobina simplificada es un transformador, cuyo núcleo es un conjunto de láminas de hierro, alrededor del cual se encuentra un devanado de alambre de cobre delgado, que constituye un alto voltaje y es más alto que el devanado de cobre aislado, pero es más grueso, formando el principal (Cevallos Galarza, 2016, p. 19).

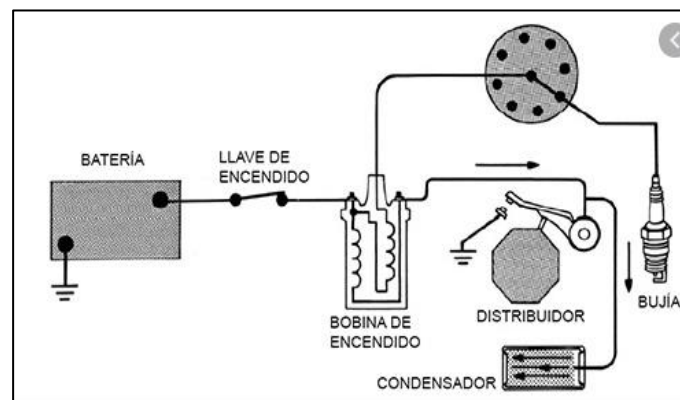


Figura 6. Circuito eléctrico bobina convencional (Sapiensman.com, 2016).

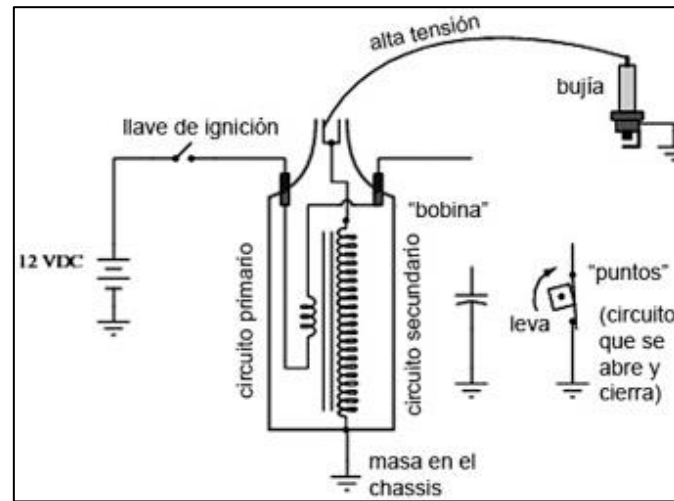


Figura 7. Esquema de sistema de encendido convencional (Sapiensman.com, 2016)

b) Bobinas de sistema de encendido DIS simultaneo o chispa perdida

La bobina de encendido tiene la función de aumentar significativamente el voltaje recibido de la batería y transmitir el voltaje. El voltaje se acumula por un corto tiempo y luego se envía al electrodo de la bujía en forma de descarga a través del cable de encendido. El cilindro usa la bobina de encendido al mismo tiempo, y las carreras ascendentes y descendentes del pistón son los mismos, pero en diferentes etapas de operación. Cuando la bobina está en contacto con la primera bujía la otra bujía del cilindro se detiene.

c) Bobinas COP con transistor de potencia incorporado

En esta configuración de bobina, se integra un transistor controlado por pulsos a través del ECM, en cada cilindro lleva una de estas bobinas, estas constan de tres terminales de conexión correspondientes a tierra, un positivo y la señal (pulso positivo enviado por ECM).

En la Figura 9 vemos la conexión, donde el sombreado rojo indica el polo positivo (encendido), el sombreado azul indica la masa, y finalmente el sombreado verde indica que el pulso enviado por el ECM excita la base (1), colector y emisor del transistor de potencia. La conexión entre (puesta a tierra) realiza la saturación de la bobina (2), la inducción en la bobina secundaria (2) cuando se desconecta y la generación de chispas en el electrodo de la bujía.



Figuro 8. Bobina DIS (Equipo Automotriz Javaz, 2009)

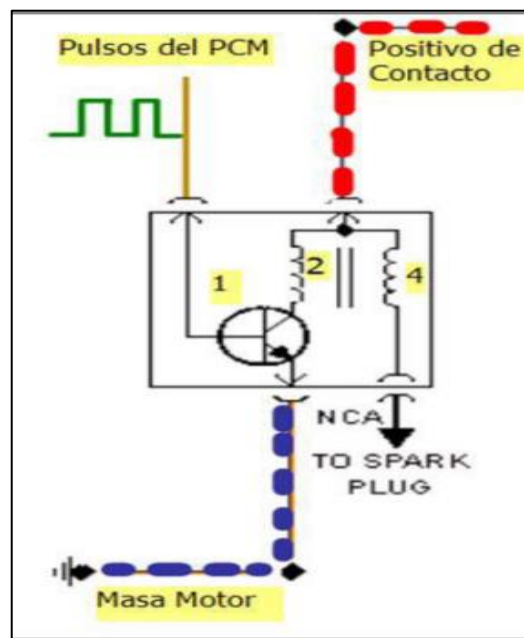


Figura 9. Esquema eléctrico bobina DIS (Equipo Automotriz Javaz, 2009)

d) **bobinas COP con modulo incorporado**

Estas bobinas tienen un módulo incorporado que se encarga de generar una señal de retroalimentación al ECM en cada momento en que ocurre la inducción correcta en el devanado primario. Estas bobinas tienen cuatro terminales de conexión. Estas bobinas son similares a las bobinas anteriores, excepto que, gracias a un cuarto pin, puede enviar señales al ECM. Cada momento de inducción en la primaria.



Figura 10. Bobina COP (Equipo Automotriz Javaz, 2009).

En la Figura 11, vemos el diagrama interno del módulo y la conexión de cada bobina COP al ECM. Describe que tenemos una ECM. Hay un circuito con un transistor NPN (azul) en el interior. Este circuito está conectado al microprocesador. Este circuito envía un pulso positivo a la bobina, llamado IGT (tiempo de encendido), que ingresa al circuito ICC (circuito de control de encendido). Activa la base del transistor (rojo), la tarea de este transistor es transferir masa a la bobina primaria. El circuito IGF (circuito generador de ignición) se utiliza para confirmar el ECM. La bobina primaria produce inducción (Cevallos, 2016, p 46).

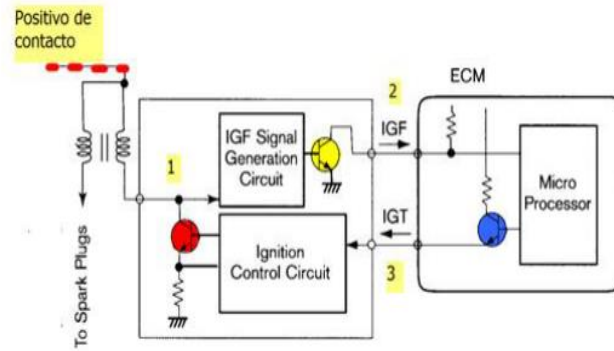


Figura 11. Diagrama eléctrico bobina con módulo incorporado (Equipo Automotriz Javaz, 2009).

De acuerdo al concepto anterior podemos deducir que, la bobina COP es independiente uno por cilindro y son de dos tipos:

- 1 Bobina de 3 pines; pin 1 IGN, pin 2 IGT y pin 3 GND
- 2 Bobina de 4 pines; pin 1 IGN, pin 2 IGT, pin 3 IGF y pin 4 GND
 - IGN, chapa de contacto
 - GND, masa
 - IGT, señal de salida de la computadora
 - IGF, señal de entrada o confirmación a la computadora

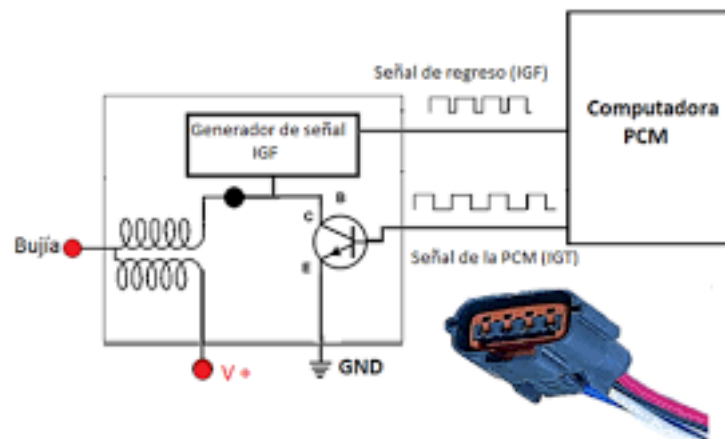


Figura 12. Esquema eléctrico de bobina COP 4 pines (InnovaMéxico, 2017)

2.2.5 Tipos de sensores para el encendido electrónico

2.2.5.1 Funcionamiento del generador de la señal de encendido de proceso inductivo

El generador de señales de inducción genera la señal de encendido de la siguiente manera: Cuando el diente de reluctancia y la bobina captadora no están alineados, el espacio de aire entre el diente y la bobina es el más grande. La resistencia magnética del aire es mayor que la del material magneto resistivo, por lo tanto, el campo magnético encuentra una mayor resistencia para alcanzar la bobina captadora y la fuerza del campo magnético alrededor de la bobina captadora es muy débil (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad [Intecap], 2005, p. 62).

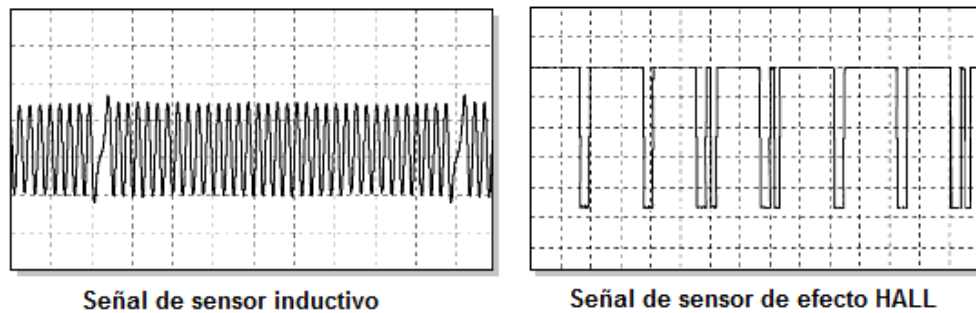


Figura 13. Señal de sensor inductivo y señal de sensor de efecto hall
(ingenieriamecanicaautomotriz.com, 2020)

Cuando el magneto resistor gira, uno de sus dientes se acerca a la bobina captadora, reduciendo el espacio con el aire y el campo magnético se vuelve más fuerte. En este momento, los dientes se alinean con la bobina captadora y el campo magnético alcanza su máxima fuerza (Intecap, 2005, p. 62).

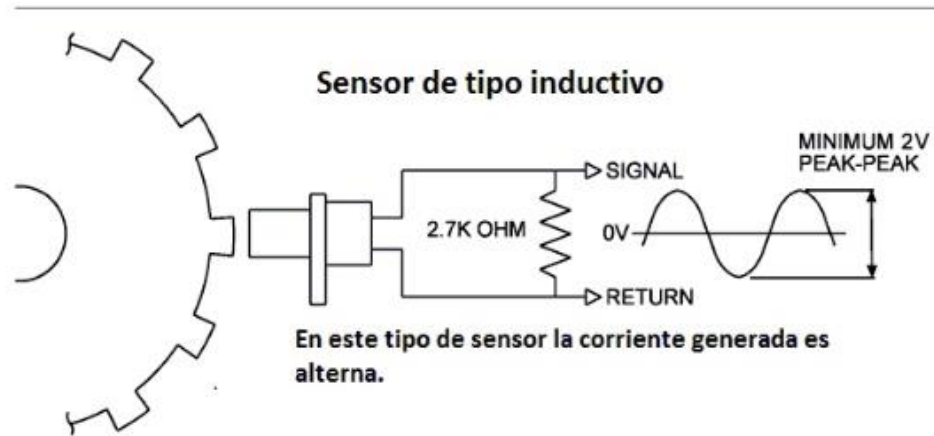


Figura 14. Esquema eléctrico de generación de señal de sensor inductivo (ingenieriaymecanicaautomotriz.com, 2020).

2.2.5.2 Generación de señal de encendido de efecto Hall

El efecto Hall en el sistema de encendido es manejado por una tarjeta en el componente Hall. Cuando el motor gira, el sistema digitaliza la tensión de referencia proporcionada por el módulo de encendido o ECU, es decir, la envía digitalmente a tierra. Al realizar esta operación, el chip Hall activa el módulo de encendido, por lo que este último activa la bobina de encendido (Intecap, 2005, p. 75).

1) Chip captador de efecto Hall

Un elemento semiconductor a través del cual fluye la corriente. El campo magnético atraviesa el chip y genera un voltaje. Cuando el campo magnético no llega al chip, puede conectar a tierra digitalmente la señal enviada por el módulo de encendido o la ECU.

2) Rotor de hojas de lámina diamagnética

(Ventanas y cortinas) Rotor metálico con lámina diamagnética, que gira a lo largo del eje distribuidor. La disposición de cada hoja es tal que cuando cada cilindro está en su TDC, cada hoja (cortina) está ubicada entre el chip de efecto Hall y el imán permanente mientras gira.

3) *Imán permanente*

Elemento magnético que se utiliza para establecer un campo magnético permanente en el conjunto del sensor. El campo magnético es esencial para que el chip de efecto Hall funcione como módulo de aterrizaje de señales digitales.

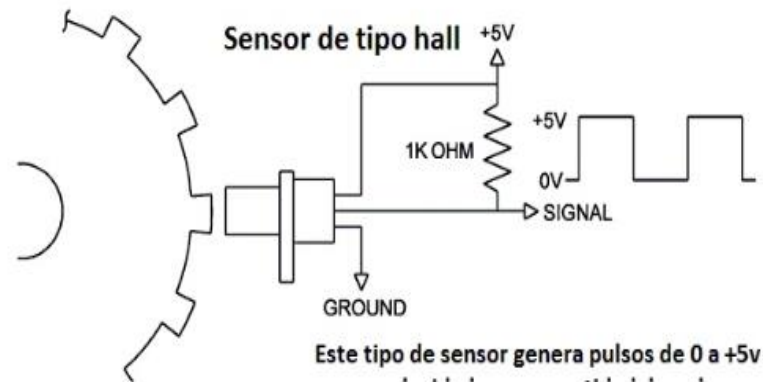


Figura 15. Esquema eléctrico de generación de señal de sensor de efecto hall
(ingenieriaymecanicaautomotriz.com, 2020).

Del texto anterior podemos concluir que, a diferencia al sensor inductivo el sensor hall entra en funcionamiento cuando la computadora le envía un voltaje de referencia negativa digitalmente, la señal que genera el sensor de efecto hall es cuadrada o digital.

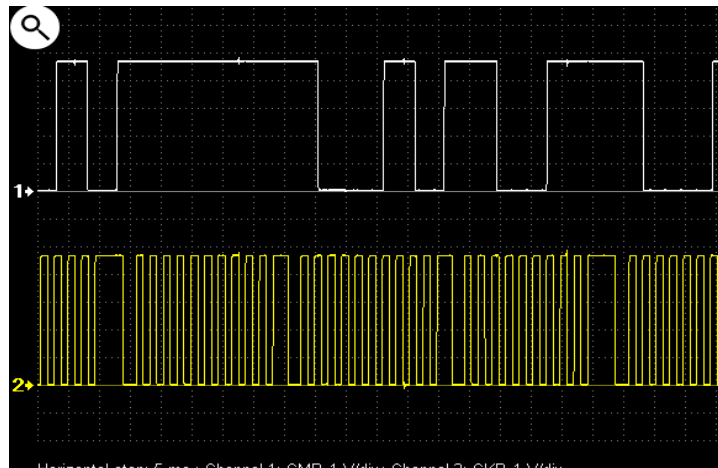


Figura 16. Señal generada de sensor de efecto hall (AutoscopeTechnology, 2016).

2.2.6 Sensores de encendido electrónico

2.2.6.1 CKP (sensor de posición del cigüeñal)

Gía y Riera (2015) afirman que el sensor CKP es un detector magnético. Está ubicado cerca del cigüeñal y puede indicar su rotación y la posición exacta del pistón en el punto neutro (TDC). Esto se debe a que el sensor CKP tiene una rueda polifónica (ventana) conectada al cigüeñal. Enviar a la ECU y luego al módulo de encendido. Aquí, la corriente cortada en el devanado primario se controla para generar una chispa de alto voltaje. El sensor puede ser de tipo inductivo, de efecto Hall u óptico (p. 13).



Figura 17. Ubicación de sensor de cigüeñal (Autotecnico-online.com, 2017).

2.2.6.2 CMP (sensor de posición del árbol de levas)

Los autores mencionados anteriormente, señalan que el sensor captura la información de posición y ángulo del árbol de levas, indica la fase del motor en funcionamiento de acuerdo con la actuación de la leva y también proporciona la posición angular y la información de posición del pistón en P.M.S.



Figura 18. Ubicación del sensor de eje de levas (SPM, 2018).

CAPÍTULO III
DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Finalidad

Este trabajo de aplicación profesional tiene como finalidad contribuir con la enseñanza de los docentes como material didáctico y aprendizaje de los estudiantes, mejorando la calidad académica del IV semestre de la carrera técnica Mecánica Automotriz del IESTPFFAA. Los docentes y estudiantes tendrán a su disposición de este material didáctico que ha de contribuir en el logro de sus aprendizajes. Está diseñado, adaptado para diagnosticar el estado de las bobinas de encendido electrónico y mentalizar a los estudiantes en el hábito de usar equipos apropiados para diagnosticar diferentes sistemas del vehículo. Así mismo, el módulo ayudará a los estudiantes analizar, dar con la falla y solucionar fallas en el sistema de encendido.

3.2 Propósito

Contribuir y desarrollar en los aprendizajes, habilidades y capacidades que nuestra carrera demanda y exige. Los estudiantes egresados estarán mejor preparados en sus conocimientos y podrán ser capaces de solucionar fallas usando equipos de diagnóstico apropiados en el ámbito laboral de Mecánica Automotriz.

Dicho modulo didáctico probador de bobinas también ayudará a los estudiantes la importancia del equipo en un taller de mecánica, para que el cliente se sienta a gusto y confiado en que su vehículo será solucionado en un el taller equipado.

3.3 Componentes

Como integrante de este trabajo de aplicación, estudiante de la carrera de Mecánica Automotriz del Instituto de Educación Superior Tecnológico “De las Fuerzas Armadas” he decidido diseñar y adaptar un módulo probador de boninas electrónicas con los conectores fijos de las marcas Toyota, Nissan y Mitsubishi con el fin de contribuir con la enseñanza didáctica con módulos de diagnóstico para el desarrollo de las actividades del IV semestre.

- **Cables Automotriz N° 18:** los cables son conductores de electricidad, el cual permitirá hacer un ramal con diferentes señales listas para conectar de acuerdo a la marca del auto.

- **Fusible:** se encarga de proteger circuitos eléctricos y consumidores en el momento de una interferencia, variación de corriente y corto circuito, abriendo internamente el puente de plomo.
- **Conectores de bobina:** son los encargados de sujetar los cables de alimentación y señal en su respectivo orden, permitiendo manipular con facilidad en el momento de realizar el mantenimiento.
- **Interruptor:** es una llave con contacto de platino que permite el paso o corte de corriente que alimenta a un sistema, el conductor decidirá cuándo alimentar a un sistema.
- **Placa electrónica:** es el módulo encargado de simular a la unidad de control electrónica de motor ECU permitiéndonos hacer las comprobaciones de las bobinas externamente.
- **Foco led piloto:** es un componente eléctrico que indicara al estudiante que este encendido o apagado el módulo.
- **Caimanes:** son elementos eléctricos que nos permite el fácil empalme momentáneo en una línea de alimentación.
- **Potenciómetro:** es un elemento electrónico, que en este caso tendrá la función de aumentar y disminuir las revoluciones por minuto del motor (rpm), logrando que la chispa también varié.
- **Transformador de corriente:** se encarga de transformar la corriente alterna de 220v a corriente continua de 12v para el uso electrónico
- **Conector múltiple macho y hembra:** son los encargados de unir las salidas de señales del módulo hacia el exterior.
- **Integrado 555:** es el encargo de generar pulsos y oscilaciones.
- **Transistor:** es un dispositivo electrónico semiconductor quien es el encargado de recibir señal, amplificar, conmutar y oscilar en la salida logrando enviar señal al actuador.

3.4 Actividades

1era etapa: Diseño de la estructura del módulo

Para la elaboración de la estructura de cuerpo externo del módulo se realizará el trabajo en una lámina galvanizada. Algunas consideraciones que se ha tomado en cuenta son:

- Diseñar la estructura del módulo a mano alzada.
- Aprobar el diseño.

2da etapa: Cálculo, compra de materiales y accesorios

- Calcular la cantidad de materiales.
- Compra de materiales.
- Comprar 16 tornillos: para sujetar la estructura del módulo
- Una lámina galvanizada de 2 m² para realizar la estructura del módulo donde estará montado la placa electrónica.
- Comprar la placa electrónica del módulo: quien será el encargado de simular a la computadora del vehículo, logrando hacer las comprobaciones externas de la bobina.

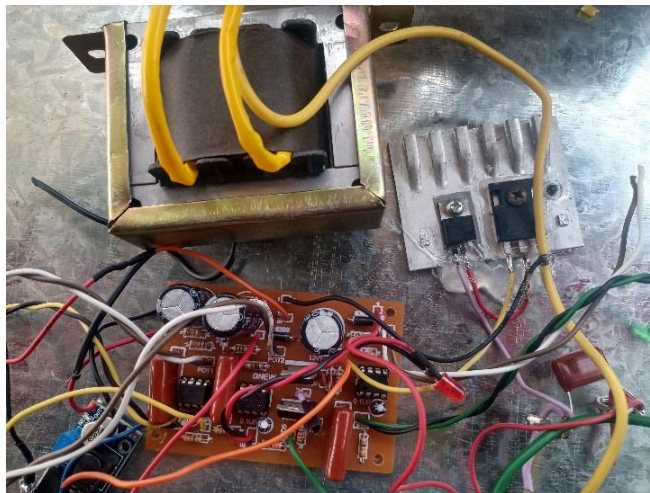


Figura 19. Placa electrónica del módulo probador de bobinas

- Adquirir conectores de bobina Toyota, Nissan y Mitsubishi para fijar en el ramal lista para realizar el diagnostico.
- Adquirir cables automotrices, para hacer el cuerpo del ramal.



Figura 20. Cable Automotriz N°18

- Adquirir interruptor automotriz, quienes serán encargados de alimentar el módulo.



Figura 21. Interruptor Automotriz

- Adquirir caimanes pequeños, con quien se hará otro ramal para el uso en diferentes marcas más de vehículos.



Figura 22. Caimanes Automotrices

- Adquirir potenciómetro: quien será el encargado de simular las revoluciones por minuto del motor (rpm) logrando incrementar el salto de chispa.



Figura 23. Potenciómetro B100K

- Adquirir porta fusible y fusible de 10A, se encargará de cortar la corriente que alimenta al integrado cuando haya una interferencia o corto circuito para que logre no que dañar la parte principal del módulo.



Figura 24. Porta fusible aéreo

- Adquirir foco Led, quien será un indicador cuando se encienda y apaga el módulo
- Adquirir cautín y estaño para soldar los empalmes.



Figura 25. Estaño

- Adquirir conector múltiple, para el enchuche del ramal adaptado del módulo.



Figura 26. Conector múltiple de 8 y 5 pines

- Adquirir termo contraíble, es un aislante eléctrico que se usará en ramal de conectores.



Figura 27. Termo contraíble

- Mandar hacer un diseño con el logo del instituto y la leyenda del módulo, donde estará señalada las funciones del módulo permitiendo al estudiante seguridad en el momento de realizar las pruebas.

3era etapa: Armado y adaptación del módulo probador de bobinas

- Medir y marcar la lámina.



Figura 28. Plancha galvanizada

- Cortar la lámina de acuerdo a las dimensiones del diseño.
- Doblar la lámina que necesita moldearse y esto se ejecutará en una dobladora.

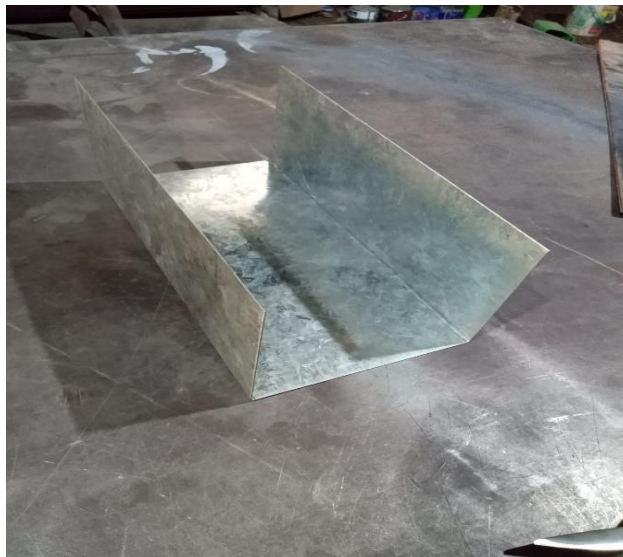


Figura 29. Plancha galvanizada doblada

- Presentar la lámina habilitada colocándolo en una mesa de trabajo.
- Hacer orificios con taladro para sujetar con el tornillo.
- Hacer abertura en la lámina.

- Comprobar la simetría de las uniones.
- Escuadrar bien los puntos de unión.

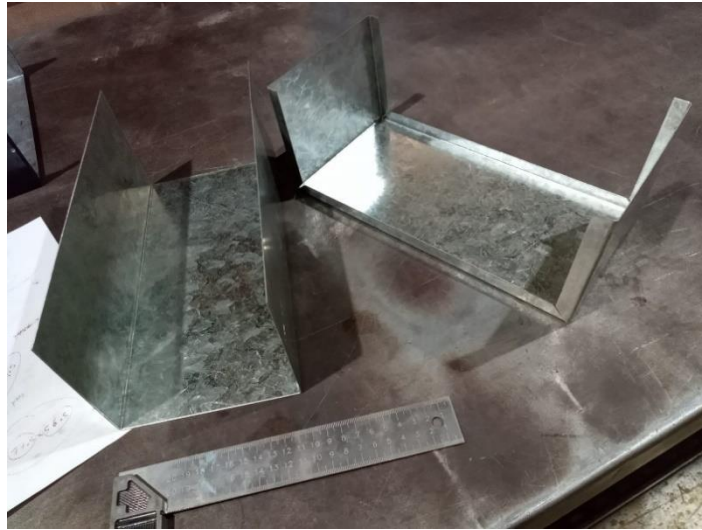


Figura 30. Comprobación de unión con escuadra

- Presentar los tornillos de sujeción que cuadren bien.
- Poner la base con pintura anticorrosiva.
- Pintar con esmalte sintético de color negro la parte externa.
- Armar la estructura dejando libre un lado para tener extensibilidad en las instalaciones.
- Fijar la placa electrónica del módulo en la estructura.



Figura 31. Meza de trabajo

- Realizar las instalaciones eléctricas y adaptaciones internos del módulo.



Figura 32. Adaptaciones eléctricas de módulo

- Identificar la línea de alimentación, instalar fusible general y fusible al integrado.
- Aislar los empalmes eléctricos internos del módulo con termo contraíble.
- Pegar en la parte frontal el logo y la leyenda del módulo que me mando hacer.
- Realizar las instalaciones eléctricas y adaptaciones externos del módulo.
- Identificar el corriente de alimentación del módulo.
- Instalar el interruptor de alimentación general del módulo.
- Realizar el ramal con cables de diferentes colores de acuerdo a la señal que conduce.
- Aislar en ramal con el termo contraíble.
- Instalar los conectores de Toyota, Nissan y Mitsubishi.
- Instalar y adaptar el ramal en el módulo.



Figura 33. Ramal de conectores Toyota, Nissan y Mitsubishi

- Soldar y aislar los conectores.
- Instalar el potenciómetro de rpm
- Realizar otro ramal con caimanes para realizar diagnóstico de bobinas de diferentes marcas.
- Instalar el ramal de conectores con los caimanes



Figura 34. Ramal con caimanes para comprobar bobina de diferentes marcas

- Instalar los focos led piloto
- Resultado final.



Figura 35. Modulo probador de bobinas terminado



Figura 36. Modulo lista para realizar las pruebas

4ta etapa: Prueba de funcionamiento

- Comprobar el fusible protector para no producir un corto circuito en los conectores.
- Comprobar el funcionamiento del módulo.



Figura 37. Interruptor de alimentación general del módulo

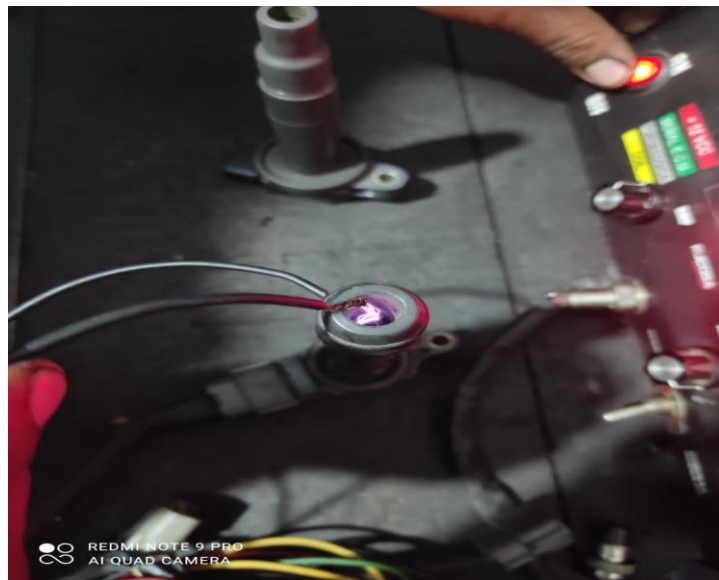


Figura 38. Luz indicadora de que el módulo esta encendido.

- Comprobación del ramal adaptado.



Figura 39. comprobación de los conectores de bobina

- Comprobar el funcionamiento con una bobina de Toyota:
En el caso de la bobina Toyota, su conector estará lista en el ramal para enchufar, encender el módulo y realizar la prueba con un cable a masa.

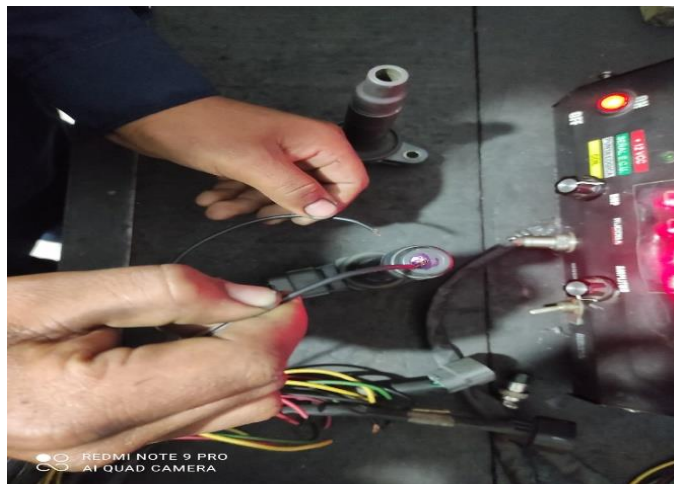


Figura 40. Comprobación de bobina Toyota

- Comprobar el funcionamiento con una bobina de Nissan:
Identificar el conector en el ramal, conectar la bobina, encender el modulo y realizar las pruebas de fuga de chispa e intensidad.

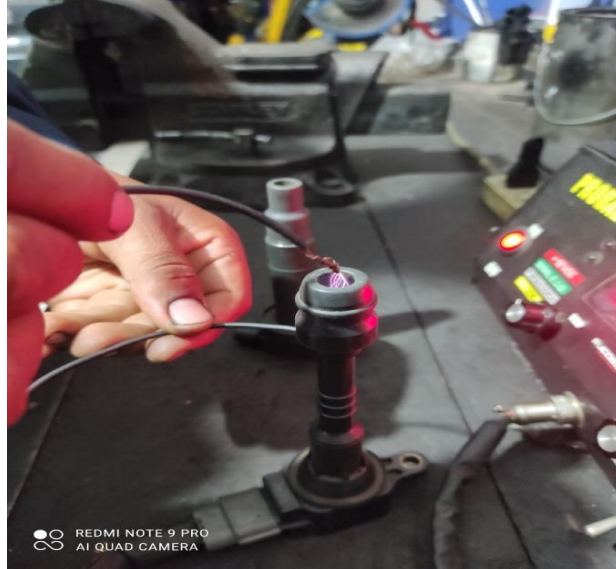


Figura 41. Comprobación de una bobina Nissan

- Comprobar el funcionamiento con una bobina de Mitsubishi:
Identificar el conector y realizar la conexión, encender y realizar la prueba de fuga de chispa y la intensidad.
- Comprobar el funcionamiento del ramal con caimanes. Se realizó la comprobación de una bobina pura, para lo cual nos guiamos de la leyenda del módulo e identificar los conectores de caimes a usar.

Tabla 1.

Materiales para la construcción de la estructura del módulo

Cantidad	Material	Medida
1	Plancha galvanizada	0.6x 2m ²
14	Tornillos DIN 7982	2.9x19
1	Manija pequeña	½ "
4	Soportes de goma	¾ " x 9/16 "
1	Mica con logotipo	28cm x 11cm

Tabla 2.

Herramientas utilizadas para la construcción y adaptación del módulo

Cantidad	Herramienta	Medida
1	Escuadra	10 "
1	Wincha metrica	3m
1	Destornillador Estrella	--
1	Destornillador plana	--
1	Cuchilla	--
1	Cautil 100w	--
1	Alicate de corte	--
1	multimetro	--
1	Alicate pinza	--

Tabla 3.

Equipos que se utilizaron para la construcción de la estructura

cantidad	Materiales	Medida
1	Taladro	2 "
1	Maquina de corte	--
1	Compresora de aire	--
1	Soplete de pintura	--
1	Compresora de aire	--

Tabla 4.

Materiales fungibles que se emplearon durante el proceso

cantidad	Producto/ Material
1 galon	Thiner
¼	Pintura sincromato
¼	Pintura acrilica

Tabla 5.

Componentes eléctricos y electrónicos instalados en el módulo

Cantidad	Componentes eléctricos y electrónicos	Medida
3	Potenciómetro	B100K
3	Fusibles	10A
3	Porta fusibles	---
3	Interruptor	12v
20m	Cable automotriz	Nº18
12	Caimanes pequeños	----
3	Conector múltiple	----

3.5 Limitaciones

- Por la situación actual del COVID-19, se me complicó a cotizar los componentes eléctricos en la fecha indicada.
- Dificultad en la búsqueda y compra de la placa electrónica del módulo por motivos laborales y estudio.
- Carencia de información confiable como antecedentes para mi trabajo de aplicación.
- Carencia de equipos e instrumentos para el proyecto ya que por la situación del COVID-19 no había lugares accesibles para obtener los equipos.
- Alto costo de los materiales debido a que las importadoras han parado por la pandemia del COVID- 9.
- Dificultad en encontrar taller para el corte, doblado y pintura de la estructura del módulo debido a que mi módulo esta fuera de las instalaciones del IESTPFFAA.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

RESULTADOS

Se logró la contracción de la estructura más rígida utilizando una plancha galvanizada de 0.6mm y se adaptó una manivela para facilitar el traslado en tipo maleta.

Los fusibles adaptados al módulo son especialmente para proteger el integrado, por tal motivo los estudiantes podrán realizar su diagnóstico sin ningún temor de dañar este módulo didáctico

El ramal adaptado con conectores de bobina Toyota, Nissan y Mitsubishi brindan al estudiante una mayor confianza en realizar pruebas en dichas marcas, porque ayudará a identificar fácilmente el conector de la bobina a probar, conectar y hacer la prueba.

El ramal adaptado con caimanes de diferentes señales y colores servirá para realizar pruebas en diferentes marcas, por tal motivo mande a realizar una leyenda donde indica los colores de cables y señales que conduce, dicha leyenda estará pegada en la parte frontal del módulo.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- a) La ejecución de este módulo contribuye en el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz quienes son la imagen de la institución.
- b) Todas las adaptaciones eléctricas fueron instaladas adecuadamente, así logra que el módulo sea fácil de manipular y seguro en el momento del diagnóstico de las bobinas.
- c) Este módulo contribuirá especialmente en los conocimientos de los estudiantes en el uso de equipos de diagnóstico en es el sistema de encendido electrónico.
- d) El módulo también será un material didáctico para el docente quien podrá brindar sus conocimientos a los estudiantes, teóricos y prácticos en el desarrollo del sistema de encendido electrónico.

RECOMENDACIONES

- a) Se sugiere que los docentes puedan realizar clases teóricas de interpretación en diagramas electrónicos del sistema de encendido, reconocimiento de sus componentes y funciones antes de manipular el módulo. Con la finalidad de que los estudiantes tengan un previo conocimiento sobre las funciones de una bobina de encendido electrónico.
- b) Los docentes y estudiantes cuando desean usar el ramal de conectores con caimanes, obligatoriamente se debe usar diagramas eléctricos de cada bobina a probar, para identificar la alimentación y señales.
- c) La bobina genera un arco eléctrico, por tal motivo la prueba de la bobina se debe llevar a cabo lejos de los combustibles con la finalidad de prevenir posibles incendios.
- d) La manipulación de este módulo debe ser supervisado por el docente encargado, con bastante precaución y cuidado, en cuanto a sus instalaciones eléctricas y electrónicas, ya que se puede traer como consecuencia el deterioro de sus componentes.
- e) El arco eléctrico o el salto de chispa de las bobinas a probar debe ser máximo a 3 cm de altura, si se pasa la altura indicada puede que la bobina o el integrado del módulo se dañe por el esfuerzo generado.

REFERENCIAS

- Abramowicz, H. F. (2017). *Estudio para la implementación de equipos de diagnóstico electrónico en un taller automotriz*. [Tesis de pregrado en Ingeniería en Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador]. Archivo digital. <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2371>
- AutoscopeTechnology. (2016, 10 de noviembre). *Sensor Hall*. <https://usbautoscope.eu/es/sig-atlas/hall-effect-and-mr-magneto-resistive-sensors/>
- Autotecnico-online.com. (2017, 24 de noviembre). *Lo Esencial De Los Sensores De Posición Del Cigüeñal Y Árbol De Levas*. <https://autotecnico-online.com/indice-general/sensores-de-posicion-1>
- BlogMecanicos. (2018, 30 de octubre). *Tipos de bujías según la disposición y material de fabricación de los electrodos de la bujía*. http://www.blogmecanicos.com/2018/10/tipos-de-bujias-segun-la-disposicion-y_30.html
- Cevallos, A. T. (2016). *Análisis de las señales del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo del vehículo chevrolet aveo family 1.5 l*. [Tesis de pregrado en Ingeniería en Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador]. Archivo digital. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1591>
- Cortez, F. E., y Molina, K. R. (2018). *Diseño y construcción de equipo para el diagnóstico de dispositivos electrónicos usados en el encendido de motores de combustión interna: en asocio con IMPRESSA*. [Informe de Investigación, Escuela Especializada En Ingeniería ITCA-FEPADE]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/10972/3668>

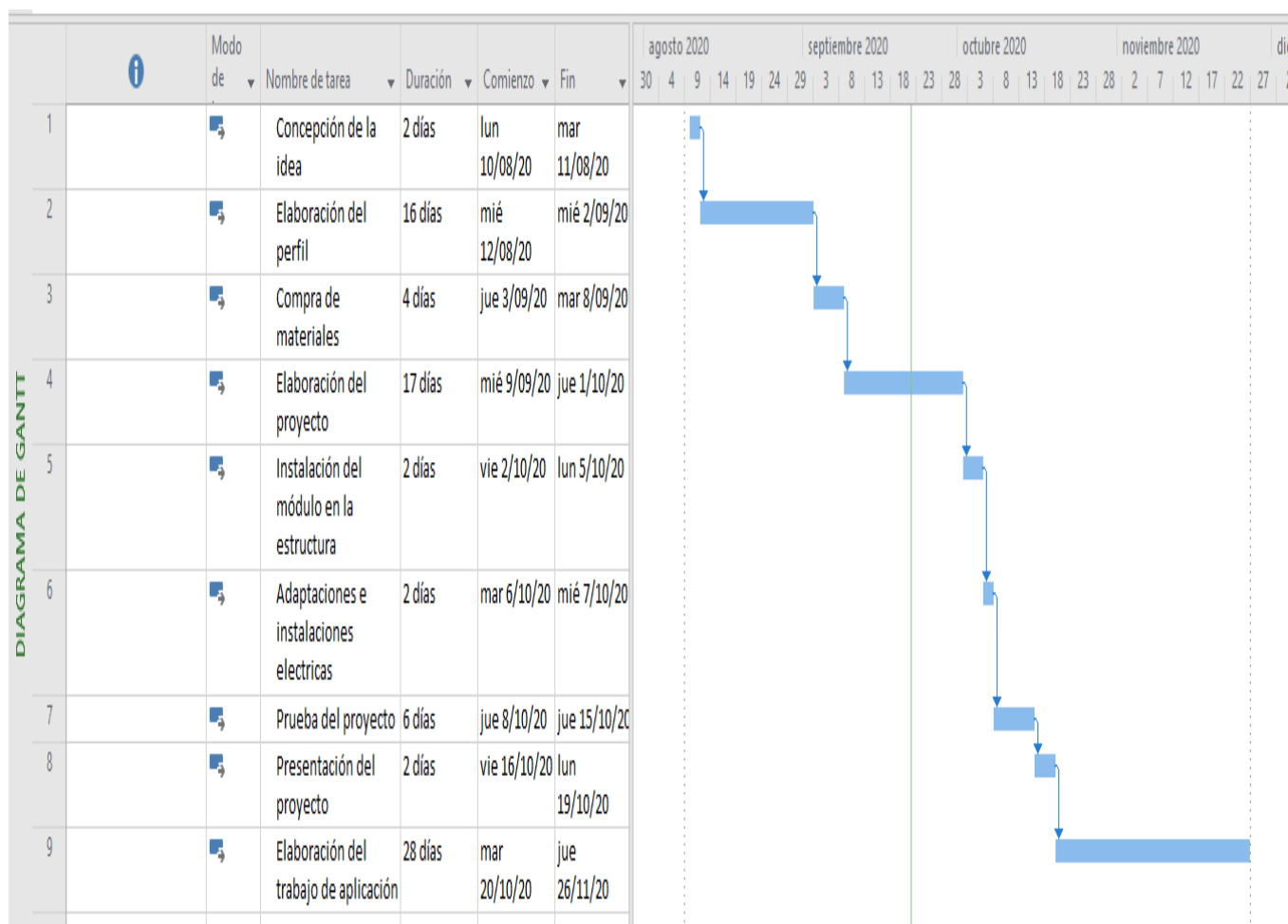
- Equipo Automotriz Javaz. (2009, 19 de setiembre). *Técnicas de Diagnóstico – Sistemas de Encendido*.
https://equipoautomotrizjavaz.com/datos_tecnicos/encendidodis.pdf
- Gía, P. F., y Riera Parra, M. F. (2015). *Diseño y construcción de un banco didáctico para comprobar sistemas de encendido electrónico*. [Tesis de pregrado en Ingeniería en Mecánica Automotriz, Universidad del Azuay]. Archivo digital.
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4862>
- InnovaMéxico. (2017, 26 de julio). Boletín Técnico #3.
http://www.mx.innova.com/Content/Support/Downloads/Mexico/boletin_3%20La%20Prueba%20COP.pdf
- Instituto Nacional de Formación Profesional, INFOP. (2013). *Módulo n° 7. Mantenimiento del Automóvil*.
<https://redcaderh.org/chv2/index.php/component/jdownloads/send/59-mas-modulos/136-auto-elemento-no-04-mantenimiento-del-automovil>
- Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. (2005). *Mantenimiento de Sistemas Electrónicos del Automóvil*. Intecap. <https://docplayer.es/91649519-Copyright-instituto-tecnico-de-capacitacion-y-productividad-intecap-2005.htm>
- Ingenieriaymecanicaautomotriz. (2020, 20 de febrero). *Qué es el sensor de posición de cigüeñal CKP y cómo funciona?*
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-posicion-de-ciguenal-ckp-y-como-funciona/>
- Sapiensman.com. (2016, 16 de junio). *Electricidad del Automóvil*.
(http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/electricidad_del_automotor10.php)

SPM.Soloparamecanicos. (2018, 12 de setiembre). *Sensor CMP*.
<https://soloparamecanicos.com/sensor-cmp/>

Wikihow. (2014, 22 de mayo). *Cómo calibrar una bujía*.
<https://es.wikihow.com/calibrar-una-buj%C3%ADa>

APÉNDICES

Apéndice A. Cronograma de Actividades



Apéndice B. Cronograma de Presupuesto

ITEM	MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO S/.
1	Placa electrónica del módulo	1	unidad	750	700
2	Conector de bobina	3	unidad	10	30
3	fusible	3	unidad	1	3
4	Plancha galvanizada 0.6	1	2m ²	45	45
5	Cable automotriz N18	20	metros	1.5	30
6	Termo contraible	8	metros	2	16
7	Conector múltiple	2	unidad	5	10
8	Porta fusible	3	unidad	5	15
9	Estaño	1	1mmx0.1kg	20	20
10	Interruptor	3	unidad	3	9
11	Swtich	1	unidad	4	4
12	Potenciómetro	3	unidad	15	45
13	Soporte de goma	4	unidad	2	8
14	Cautín	1	unidad	35	35
15	Pintura sincrómato		galón	20	20
16	Pintura acrílica	1/2	galón	20	20
17	Tornillos DIN	16	unidad	2x0.50	4
18	Alquiler de taladro	1	día	20	20
19	Alquiler de taller	1	día	30	30
20	Alquiler de compresora	1	día	15	15
21	Servicio de internet	3	meses	40	120
22	Otros materiales	30	--	80	80
23	Cargador de laptop	2	unidad	10	20
24	Manija	1	unidad	10	10
25	Pasajes			50	50
26	Mica con logotipo	1	28cmx11cm	30	30
		Total			1389.00