

**Instituto de Educación Superior Tecnológico  
Público “De las Fuerzas Armadas”**



**TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL**

**DISPOSITIVO ELECTRÓNICO EN EL SISTEMA DE ENCENDIDO  
PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR TOYOTA 18R EN EL  
INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO  
DE LAS FUERZAS ARMADAS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN  
MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**PRESENTADO POR:**

**COVEÑAS MARTINEZ, Manuel**

**VÁSQUEZ COMÚN, Cristian**

**LIMA, PERÚ**

**2021**



*A nuestros queridos padres por apoyarnos y motivarnos a cada instante durante nuestra formación profesional en todo momento, ello nos ha infundido siempre, para salir adelante y a todas aquellas personas que nos ayudaron directa o indirectamente a realizar este Trabajo de Aplicación Profesional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios, por permitirnos caminar por la senda del conocimiento y guiado por el camino de la felicidad y regalarnos la vida.

A nuestros familiares que nos han brindado su afecto y nos han motivado para seguir adelante y alcanzar nuestros objetivos.

A nuestra querida promoción del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público de las Fuerzas Armadas - IESTPFFAA, por darnos la fuerza, apoyo incondicional y hacernos compañía en cada momento de la etapa de estudios.

También agradecer a cada uno de los docentes, asistentes y personal administrativo del IESTPFFAA, quienes nos han apoyado con paciencia cumpliendo sus funciones de acuerdo a las normas establecidas del instituto; nos han asesorado, aconsejado en todo momento para lograr la titulación de profesional técnico en Mecánica Automotriz.

## ÍNDICE

	Página
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice	v
Índice de figuras	vii
Índice de tablas	viii
Resumen	ix
Introducción	x
 <b>CAPÍTULO I. Determinación del Problema</b>	
1.1 Formulación del problema	12
1.1.1. Problema general	12
1.1.2. Problemas específicos	12
1.2 Objetivos	
1.2.1 Objetivo general	12
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 Justificación	13
 <b>CAPÍTULO II. Marco Teórico</b>	
2.1 Estado de arte	19
2.2 Bases teóricas	21
2.2.1 Sistema de encendido convencional	21
2.2.2 Circuito primario y secundario del sistema de encendido	22
2.2.3 Partes del sistema de encendido	24
2.2.3.1 Acumulador	25
2.2.3.2 Bobina de encendido	27
2.2.3.3 Distribuidor de encendido	28
2.2.3.4 Rotor	29
2.2.3.5 Elemento de avance automático de depresión	30
2.2.3.6 Dispositivo de avance automático del punto de encendido por fuerza Centrífuga	31
2.2.3.7 Bujía	33
2.2.4 Funcionamiento de encendido	35

2.2.5 Dispositivo electrónico para el sistema de encendido	37
2.2.6 Arduino nano	37
2.2.7 Módulo bluetooth HC05	38
2.2.8 Android	40
2.2.9 Relés	41
2.2.10 Led	42
2.2.11 Protoboard	42
<b>CAPÍTULO III. Desarrollo del trabajo</b>	
3.1 Finalidad	45
3.2 Propósito	45
3.3 Componentes	46
3.4 Actividades	47
3.5 Limitaciones	62
<b>CAPÍTULO IV. Resultados</b>	
4.1 Resultados	63
<b>CAPÍTULO V. Conclusiones y recomendaciones</b>	
Conclusiones	66
Recomendaciones	67
Referencias Bibliográficas	68
Apéndices	
Apéndice A Cronograma de presupuesto	71
Apéndice B Cronograma de actividades	72

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	Página
Figura 1. Encendido convencional	22
Figura 2. Sección de una bobina de encendido	24
Figura 3. Batería	26
Figura 4. Bobina de encendido convencional	28
Figura 5. Distribuidor de encendido convencional	28
Figura 6. Ruptor de encendido convencional	30
Figura 7. Vista interna de ruptor de encendido convencional	31
Figura 8. Dispositivo de avance automático	32
Figura 9. Bujías del motor	34
Figura 10. Sistema operativo Android	40
Figura 11. Relé	41
Figura 12. Led	42
Figura 13. Protoboard	43
Figura 14. Motor Toyota 18R	48
Figura 15. Desmontado la tapa de balancines	50
Figura 16. Taqué de válvula	52
Figura 17. Asentando válvulas	53
Figura 18. Lavado del bloque del motor	54
Figura 19. Motor de arranque	58
Figura 20. Instalación del sistema de encendido electrónico	59
Figura 21. Comprobación del sistema electrónico	59

**ÍNDICE DE TABLAS**

	Página
Tabla 1. Repuestos para la reparación del motor	53
Tabla 2 Materiales para construir la estructura	60
Tabla 3. Equipos usados para la construcción de la estructura	60
Tabla 4. Herramientas utilizadas en la construcción de la estructura y prueba provisional	61

## RESUMEN

EL trabajo de aplicación profesional titulado Dispositivo Electrónico en el Sistema de Encendido para el Funcionamiento del Motor Toyota 18R en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas” tuvo como objetivo construir un dispositivo electrónico en el sistema de encendido para el funcionamiento del motor Toyota 18R y de esta manera aportar en el logro de conocimientos de los estudiantes y el desarrollo de las actividades de los docentes del cuarto semestre de la carrera profesional de Mecánica Automotriz.

La construcción del dispositivo electrónico se realizó utilizando elementos electrónicos capaces de generar el encendido del motor con un dispositivo celular a distancia a través del sistema bluetooth que se consiguió tras realizar muchas pruebas. Se logró el funcionamiento del motor de arranque activando elementos disyuntores al interior del dispositivo electrónico, que al hacer contacto, permitió el flujo de energía eléctrica para alimentar al arrancador del motor también llamado motor de arranque. El proceso anterior permite que el motor de arranque gire al cigüeñal originando la distribución y por consiguiente, motor funciona.

Se realizó el ensamblaje del dispositivo electrónico donde se conectó a la placa Arduino Nano CH340 y se enlazó con una placa Protoboard para realizar las instalaciones de sus componentes, resistencias, transistores relay y diodos en un módulo bluetooth para realizar la conexión inalámbrica con el teléfono Android.

Los resultados obtenidos, luego de esta adaptación han sido satisfactorios, primero, se logró encender el motor utilizando un teléfono celular y en segundo lugar, se demuestra que el módulo didáctico será mucha utilidad para el aprendizaje de los estudiantes, porque durante la prueba generó el interés de nuestros compañeros.

***Palabras clave:*** Dispositivo electrónico, sistema de encendido, motor Toyota.

## INTRODUCCIÓN

A falta de información y módulos didácticos en el sistema de encendido nos ha llevado a considerar desde nuestra posición de estudiantes a punto de egresar de esta casa superior de estudios, la posibilidad de construir un módulo didáctico que sea útil tanto para los estudiantes docentes y toda persona que esté desee aprender la electrónica automotriz.

Ciertamente, nuestra institución en especial nuestro programa de estudios necesita módulos didácticos en el sistema de encendido, porque si bien es cierto, que nuestra especialidad no solo comprende elementos mecánicos, también en nuestro trabajo profesional cotidiano es común encontrar elementos electrónicos en el motor y sobre todo el vehículo automotriz.

La construcción de este dispositivo electrónico es muy importante ya que se aporta en la mejora de la tecnología automotriz, porque se podrá encender el motor para calentarlo sin necesidad de ingresar al vehículo. También ayuda como elemento de seguridad, ya que si no se cuenta con el celular Android programado a la mano no podrá encenderse el motor.

Con la construcción de este módulo en nuestra especialidad lograremos alcanzar el objetivo propuesto, que es mejorar la calidad de la enseñanza para optimizar el aprendizaje entre estudiantes del programa de estudios Mecánica Automotriz.

Para abordar la temática de este trabajo de aplicación profesional, se estructuró de forma ordenada en capítulos para facilitar la comprensión y son los siguientes:

Capítulo I: Planteamos la determinación del problema, en esta parte, se formula el problema general y específico, asimismo, se desarrollan los objetivos y las razones que justifican el Trabajo de aplicación profesional.

Capítulo II: En este apartado, se desarrolla la investigación teórica y se describen los lineamientos y bases teóricas del trabajo de aplicación profesional.

Capítulo III: En este apartado, se redacta la finalidad, propósito, componentes, actividades y las limitaciones que se presentaron durante la realización del dispositivo electrónico.

Capítulo IV: En este capítulo, se presenta los resultados del trabajo de aplicación profesional, luego de ejecutado el trabajo denominado “Dispositivo Electrónico en el sistema de encendido para el funcionamiento del motor Toyota 18R”.

Capítulo V: Se desarrollan las conclusiones y recomendaciones sobre la ejecución y realización del trabajo de aplicación profesional.

## **CAPÍTULO I**

### **DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

## **1.1 Formulación del problema**

El problema principal que se tiene en el programa de estudios Mecánica Automotriz de esta institución es que existe un solo módulo didáctico, siendo que no abastece la necesidad que tienen los estudiantes del IV Semestre académico donde se desarrolla la unidad didáctica de sistema encendido convencional y electrónico; ya que al ser una sección con muchos estudiantes resulta insuficiente el estudio de ese único módulo; sin embargo con el trabajo de aplicación profesional que proponemos, los estudiantes pueden desarrollar su aprendizaje y los maestros también, podrán planificar mejor sus clases.

### **1.1.1 Problema general**

¿De qué manera la falta de dispositivo electrónico en el sistema de encendido para el funcionamiento del motor Toyota 18R afecta en el aprendizaje de los estudiantes y docentes del cuarto semestre de la carrera profesional de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA?

### **1.1.2 Problemas específicos**

¿Cómo influye la falta de un dispositivo electrónico en el sistema de encendido para el funcionamiento del motor Toyota 18R en la planificación y desarrollo de las sesiones de clases de los docentes de la carrera profesional de Mecánica Automotriz en el IESTPFFAA?

¿Cuál es el efecto de la falta de un módulo didáctico del dispositivo electrónico en el sistema de encendido para el funcionamiento del motor Toyota 18R en los estudiantes de la carrera profesional de Mecánica Automotriz en el IESTPFFAA?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Implementar y construir un dispositivo electrónico en el sistema de encendido para el funcionamiento del motor Toyota 18R afecta en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y el desempeño de los docentes del cuarto semestre de la carrera profesional de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Construir la estructura de soporte de los componentes del sistema de encendido del motor

Verificar y observar el funcionamiento del dispositivo electrónico en el sistema de encendido del motor Toyota 18 R.

### **1.3 Justificación**

Los aprendizajes son útiles en la vida del ser humano y ayudan a enfrentar los retos que imponga el destino. Es necesario contar con elementos que permitan lograr conocimientos de manera fácil y rápida, desde lo más simple a lo complejo.

Estos módulos didácticos diseñados son medios eficaces para inducir y lograr aprendizajes significativos en los estudiantes; por eso, se torna imprescindible en carreras tecnológicas donde el estudiante debe identificar y manipular los mecanismos componentes de un determinado sistema y enriquecer su proceso de aprendizaje.

Por ello, la creación de este módulo didáctico es de mucha utilidad para que los docentes puedan planificar su sesión de aprendizaje, donde se utilice este material didáctico que ha de generar la motivación entre los estudiantes por aprender la electrónica automotriz.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Estado de arte

### Antecedentes internacionales

Ceballos (2016) en su tesis “*Análisis de las señales del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l*”. El lineamiento de esta investigación estuvo enmarcado en la electrónica automotriz moderna en el cual se determinó que con este dispositivo de diagnóstico electrónico FSA 740 de Bosch, se puedan tomar lecturas y realizar el respectivo análisis del sistema que es un verdadero apoyo en el diagnóstico electrónico automotriz sobre todo el sistema de encendido electrónico. Del mismo modo, el presente trabajo tiene la finalidad de enseñar a usuarios mecánicos y estudiantes las particularidades que se presentan en vehículos automotrices que cuentan con encendido electrónico automotriz, el cual tiene una presencia importante en el parque automotriz nacional e internacional.

El resultado que se ha obtenido en esta investigación es que el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5l, será útil como una guía para entender y aplicar el diagnóstico de los sistemas de encendido y conjunto de posibles soluciones a fallas en el sistema de encendido, en vehículos similares que utilizan el sistema.

Sevilla (2017) en sus tesis “*Construcción y caracterización de un banco de pruebas de encendido sin distribuidor*” Sigue el lineamiento determinado por la casa de estudios donde se presenta la siguiente investigación es en función a sistemas electrónicos como asistencia en el encendido electrónico automotriz contemporánea en general. Donde se busca determinar que una vez obtenido el conocimiento sobre los sistemas de encendido, se identificó la falta existencia de elementos electrónicos disponibles en el mercado automotor para la construcción del banco didáctico por lo que fue necesario solicitar la importación de dichos elementos para su realización ; con lo cual se diseñó forma, tamaño y distribución de elementos; considerando las características de cada uno de los sistemas se construyó el equipo para simular el funcionamiento de los sistemas de encendido.

Los resultados que se obtuvieron luego de concluir con el diseño, montaje y funcionamiento de este banco de pruebas es que su funcionamiento y servicio son óptimos de acuerdo con la planificación inicial. La existencia de este módulo nos permite lograr un aprendizaje significativo entre los estudiantes de esta carrera profesional ya que son los que tendrán mejor y privilegiado acceso a la información ya que además de la construcción del módulo se implementa manuales de uso y guías de laboratorio.

Cortéz (2018) en su tesis *“Diseño y construcción de equipo para el diagnóstico de dispositivos electrónicos usados en el encendido de motores de combustión interna”*. La presente tesis está enmarcada en la línea de investigación sobre teorías de la mecánica eléctrica y electrónica automotriz en general, en el cual se buscó determinar la relación entre los sistemas de encendido convencional, eléctrico y electrónico automotriz, donde se fundamenta la manera cómo funcionan los estos sistema para darle un mejor y rápido encendido a los motores de combustión interna tanto gasolineros como petroleros incluyendo motores que usan combustibles alternativos para su funcionamiento.

Los resultados que se lograron obtener, luego de realizar este importante estudio están enfocados en que los dispositivos modernos de encendido de motores brindan una mayor seguridad en el encendido haciendo que esta se realice rápidamente y brinda una mejor distribución de encendido entre todos los cilindros de los motores gasolineros y de combustibles alternativos no siendo aplicables para motores Diesel ya que estos encienden por autoencendido.

### **Antecedentes nacionales**

Caso (2017) en su investigación *“Módulo didáctico electrifácil y aprendizaje del mantenimiento del sistema eléctrico automotriz en estudiantes de instituciones educativas técnicas de Huancayo”*. El trabajo presentado a la facultad de educación tecnológica especialidad de mecánica automotriz se determina el siguiente lineamiento electricidad y electrónica automotriz. En el cual se determina que el módulo didáctico Electrifácil destinado al aprendizaje del mantenimiento del sistema eléctrico automotriz de estudiantes de las instituciones educativas técnicas de la provincia de Huancayo es una ventaja técnica y de alto nivel de eficacia ya que con ello se pueden lograr diagnósticos exactos y de esa manera tomar la mejor decisión para atacar el problema del sistema eléctrico y encendido automotriz.

Los resultados obtenidos han demostrado que luego de haber implementado el módulo didáctico Electrifácil es eficaz ya que aporta para mejorar y optimizar el aprendizaje ya que permitió a los estudiantes, complementar y profundizar sus conocimientos respecto al mantenimiento del sistema eléctrico automotriz, de esa manera también se generaron habilidades en cuanto a diagnóstico, verificación, pruebas y soluciones a las deficiencias eléctricas, que se presentan en los componentes del sistema eléctrico.

Además, los vehículos automotrices que cuentan principalmente con encendido electrónico

serán mejor intervenidos técnicamente contando con este Módulo didáctico electrifácil que facilita la comprobación de operatividad de los elementos que integran el sistema de encendido y el diagnóstico de posibles fallas de los mismos.

Gonzales (2017) en su tesis “*Madiel y aprendizaje de las partes del sistema de encendido electrónico en estudiantes de la I.E. Industrial N° 32 Tarma*”. La presente tesis está enmarcada en la línea de investigación sobre fundamentos teóricos - prácticos de electricidad y electrónica automotriz en general. En el cual se determinó la verdadera eficacia de la “MADIEL” como recurso didáctico para generar el aprendizaje la identificación de las partes del sistema de encendido electrónico de un motor con riel común entre los estudiantes de la institución educativa industrial N° 32 de la provincia de Tarma.

Los resultados que se obtuvieron demostraron que la “MADIEL” es un recurso eficaz que contribuye de manera significativa en el proceso de enseñanza aprendizaje e identificación de los elementos que conforman el sistema de encendido electrónico entre los estudiantes de la I.E. Industrial N° 32, toda vez que con ello se permitió que los estudiantes conozcan y ubiquen los componentes del sistema de encendido electrónico de un motor con riel común de esta manera generando el interés de los alumnos ya que hasta ese entonces ellos desconocían el tema.

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Sistema de encendido convencional

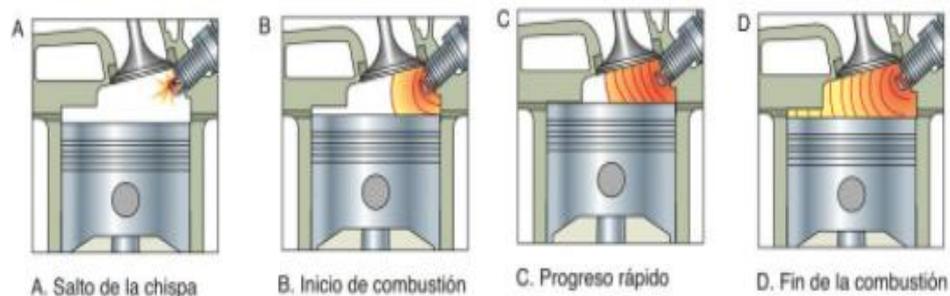
Para lograr el mejor rendimiento de los motores debe realizarse una buena combustión de la mezcla. En este proceso intervienen tres elementos fundamentales:

- a) *El sistema que se encarga de dosificar el combustible*, que es el responsable de obtener una buena mezcla en las condiciones óptimas para la combustión.
- b) *La mecánica del motor*, responsable de que la mezcla alcance presión y temperatura necesaria a través de la compresión que genera el pistón al momento de llegar éste al punto muerto superior y comprimir la mezcla justo en el tiempo de compresión.
- c) *El sistema de encendido*, que tiene la misión importante de producir, en el momento preciso y con energía suficiente, la chispa que garantice el éxito del

comienzo de la combustión.

Tanto el avance del encendido como la potencia de la chispa tienen una gran influencia sobre las prestaciones y el comportamiento del motor, así como en sus emisiones. Esto ha llevado a una mejora continua de los sistemas de encendido de los motores a lo largo del tiempo.

Las gestiones modernas de los motores incorporan el sistema de encendido y la inyección de combustible en un único sistema, además de otras funciones adicionales integradas todas ellas en una única unidad de control electrónica (José Pardiñas y Raimón Feijó, 2018, p. 7).



*Figura 1.* Encendido convencional

*Fuente:* <https://autoytecnica.com/encendido-convencional-funcionamiento/>

El sistema de encendido convencional permite generar la combustión de mezcla aire combustible contenido en el interior del cilindro en momento que el pistón sube en su carrera ascendente hacia punto muerto superior en el tiempo de compresión, para ello es necesario saber que el sistema de dosificación de combustible debe mantener la proporción apropiada de aire y combustible asimismo, los pistones y cilindros deben estar en buen estado para generar la compresión y temperatura necesaria para generar una potente explosión cuando la bujía lance la chispa incandescente en el momento del encendido.

### 2.2.2 Circuito primario y secundario del sistema de encendido

La bobina que apoya de manera eficaz en el encendido es prácticamente un transformador elevador de voltaje y se encarga de elevar la tensión que proviene de la batería, por ello es importante esta elevación para se realice el arco voltaico y se

genere el salto de chispa en las bujías.

En la figura siguiente se aprecia el arrollamiento primario (1) formado por un número de espiras comprendido entre 100 y 300, fabricadas de cobre y con un diámetro ente 0.5 y 0.8 mm. El arrollamiento secundario (2) se dispone concéntrico al arrollamiento primario y está compuesto por un número de espiras comprendido entre 10,000 y 30,000 fabricadas en hilo de fino cobre con un diámetro de 0,5 a 0,8 mm. La cantidad de espira del secundario y del primario puede lograr la diferencia entre 50 y 150. En el centro de la bobina y dentro del arrollamiento se encuentra el núcleo (3). Compuesto de placas de chapas ferromagnético que concentra los conductos de fuerza del campo magnético. A la alimentación del arrollamiento primario se abastece por el borne 15, + o B, que es un positivo de batería después de la llave de contacto. La salida del arrollamiento primario se produce por el terminal 1, - o D, que es la masa que hace contacto y desconecta el ruptor. La salida de la línea de alta tensión del arrollamiento secundario (4) se realiza a través del borne 4, que tiene una conexión interna sobre contacto de resorte (5) ambos arrollamientos tienen un punto de contacto común conocido como PC, donde se encuentran al final del arrollamiento primario y el inicio del secundario. El elemento aislante de los arrollamientos del primario y secundario se realiza poniendo papel aislante entre los arrollamientos (6). Con el fin de mantener el conjunto fijado dentro de la carcasa se introduce una masa de relleno (7), que suele estar sumergido en aceite, resina o asfalto. Este aceite sirve de aislante y refrigerante, ya que si la bobina se calienta en exceso se reduce y se pierde calidad de chispa. La bobina se aloja dentro de una caja (8) cuyas paredes interiores están cubiertas de unas chapas magnéticas (9) que evitan que el campo magnético se expanda y reducen las pérdidas de energía. La parte inferior de la bobina está sostenida por un cuerpo que aísla y protege de la pérdida de energía (10) y la parte superior se cierra con una tapa aislante (11). Al final, todo el conjunto se fija atornillando a la carrocería utilizando una abrazadera metálica (12), que además ayuda a disipar el calor. Las bobinas tienen polaridad definida que es necesario respetar, ya que el sentido de los arrollamientos es tal que en el momento de producirse la alta tensión el electrodo central de la bujía resulte negativo con respecto a la masa, para que los electrones circulen del electrodo central al de la masa, estableciéndose el arco voltaico con mayor facilidad.

A modo de referencia, se puede decir que el arrollamiento primario está sometido a una diferencia de potencial similar a la tensión de batería, es decir, unos 12 V, cuando los contactos están cerrados, circulando por el mismo una corriente de pocos amperios, no más de 4 ó 5 amperios en el encendido convencional. Por otro lado, justo cuando se realiza el salto de chispa, en el arrollamiento secundario se induce una tensión del orden de kilovoltios, de valor de unos 18 o 20 Kv, circulando por el mismo una pequeña corriente de pocos miliamperios.

Sin embargo, dado el fenómeno de auto inducción de la bobina, durante la generación de alta tensión y en los momentos de apertura y cierre de los contactos, se pueden producir valores de tensión diferentes. (González, 2015, p.15).

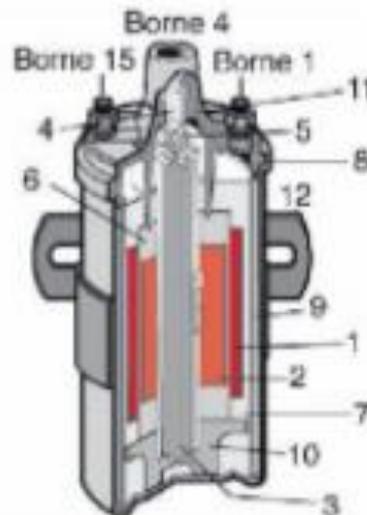


Figura 2. Sección de una bobina de encendido

Fuente: <https://www.autodaewoospark.com/bobina-de-encendido.php>

La bobina de encendido, es el elemento que está encargada de elevar la tensión que proviene de la batería ya que para que la bujía lance la chispa se necesita de un elevador de tensión y dicho elevador es la bobina.

El circuito primario formado por espiras de un arrollamiento fabricado de cobre pasando por el arrollamiento secundario se encarga de elevar la tensión a una tensión necesaria.

En el centro de la bobina se encuentra el núcleo donde se origina un campo magnético y para aislar dichos arrollamientos tanto del primario y secundario se realiza interponiendo capas de papel aislante, se debe respetar la polaridad de la

bobina ya que el sentido de los arrollamientos ya que en el momento de funcionar el núcleo central de la bobina genere energía negativa.

### **2.2.3 Partes del sistema de encendido**

#### **2.2.3.1 Acumulador - Batería**

El acumulador de energía eléctrica también comúnmente llamado batería, al tiempo que se le suministra voltaje de corriente continua (proceso de carga) se encarga también de transformar energía eléctrica en energía química y cuando el vehículo necesita corriente eléctrica de la batería (proceso de descarga) dicha energía química almacenada es transformada en energía eléctrica para alimentar a todos los consumidores del vehículo.

Por lo tanto, el acumulador (batería) es una fuente de almacenamiento de energía que se encuentra independiente del motor de combustión, cuando es necesario dotar de energía a los elementos eléctricos del motor con el motor detenido, la batería se encarga de abastecer de energía a todos los consumidores, como el arrancador, la bobina de encendido y accesorios como luces radio etc. Cuando el motor está encendido y el alternador gira, el acumulador almacena una cierta parte de la energía generada por el alternador.

La llamada masa activa de la batería se elabora como una masa pastosa de polvo de óxido de plomo, polvo de plomo, al cual se adicionan aditivos, fibras sintéticas, elementos aglutinantes, ácido sulfúrico y agua destilada. Dicha masa pastosa se aplica en capas en una malla de plomo duro y una vez que se endurece forma una masa sólida y resistente, pero porosa de superficie amplia. Luego de ello es decir cuando las placas ya se encuentran armadas se convierte en batería “no formada” al cual deberá ponerse a cargar con un recargador de batería a fin de que de se torne operativo y pueda brindar su servicio.

A través de los conectores de elementos, se instalan y conectan en serie de elementos en número de tres en el caso de batería de 6 v o seis elementos conectores en caso de batería fuera de 12v.

Para lograr la mayor capacidad posible de la batería en el volumen más reducido se deben conectar muchas placas con un pequeño espacio de separación en el intermedio mediante puentes llamados polares, formando grupos de placas;

en este caso las placas que forman un juego están se conectan en paralelo el grupo de placas negativas que tiene siempre una placa adicional que el grupo de placas positivas, ya que dichas placas positivas hacen trabajo doble cuando se solicitan de manera independiente.

Estas placas positivas y negativas se encuentran enlazados entre ellos y a la vez aislados eléctricamente a través de separadores llamados aislantes porosos. Los separadores obligadamente deben siempre mantener distancia equitativa entre ellos a las placas de polaridad diferente y así evitar que se produzca un cortocircuito, y deben ser además permeables al electrolito para hacer posible la migración o traslación iónica durante los procesos de carga y descarga.

Estos componentes se montan al interior de un contenedor de plástico o de goma muy resistente es decir dura con capacidad aislante y con alta resistencia a los ácidos. Esta caja debe estar subdividida en su interior por paredes que le dan la formade vasos de los elementos. En la parte de la base inferior es decir fondo de dicha caja contenedor hay unos refuerzos al que comúnmente se les llama nervios y es donde se sujetan las distintas placas. En la parte baja de los bloques de placas hay un espacio donde las partículas que se desprenden de lamasa activa en el transcurso del tiempo de servicio pueden depositarse como lodo. Esta cámara de lodo es el elemento que impide que el lodo del plomo eléctricamente conductor pueda formar un cortocircuito entre las placas de diferente polaridad. (Gerschler, 1985, p. 509).

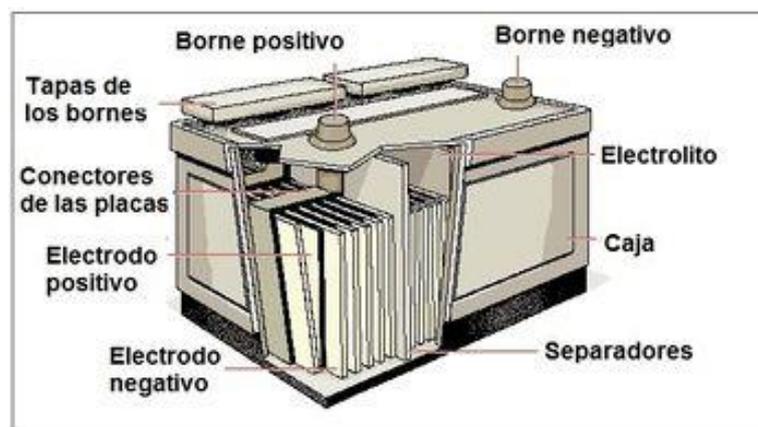


Figura 3. Batería

Fuente: <https://autoytecnic.com/la-bateria-del-auto-funcionamiento-componentes/>

La batería se encarga de alimentar energía a todos los consumidores del vehículo y lo hace a través de la transformación de la energía química y al iniciar la toma de corriente, la energía química contenida en la batería se transforma en energía eléctrica que es necesario para abastecer a los consumidores del vehículo.

La batería no forma parte del motor de combustión sin embargo cuando el motor se encuentra detenido, se encarga de abastecer energía a todos los consumidores eléctricos.

Las placas negativas y positivas son de plomo duro que constituye la masa activa y es esta masa la que se activa cuando se carga o se descarga la batería.

### ***2.2.3.2 Bobina de encendido***

Transforma la energía eléctrica de la batería a la tensión que necesita el sistema de encendido. La energía eléctrica de encendido se acumula por poco tiempo después es transferida a las bujías en forma de voltaje de descarga de alta tensión circulando por los conductores de encendido. La bobina de encendido se encarga de transformar o elevar la energía eléctrica que necesita la bujía para lanzar la chispa incandescente. En el núcleo de la bobina se encuentra una chapa de hierro formada por láminas. Sobre el núcleo se ubica el arrollamiento de conductor de alta tensión que es de filamento de cobre y está aislado con barniz, delgado, y por encima de la parte superior podremos ubicar el arrollamiento primario que es de conductor de cobre también barnizado para aislarlo, este conductor es más grueso en un extremo del arrollamiento llamado primario y el otro extremo que es del secundario están unidos entre ellos y van juntos al borne 1, el extremo opuesto del arrollamiento llamado primario se conecta al borne 15 y el extremo contrario al llamado arrollamiento secundario va conectado al borne 4.

El circuito primario se abre y cierra por medio del ruptor. (Gerschler, 1985, p. 530).

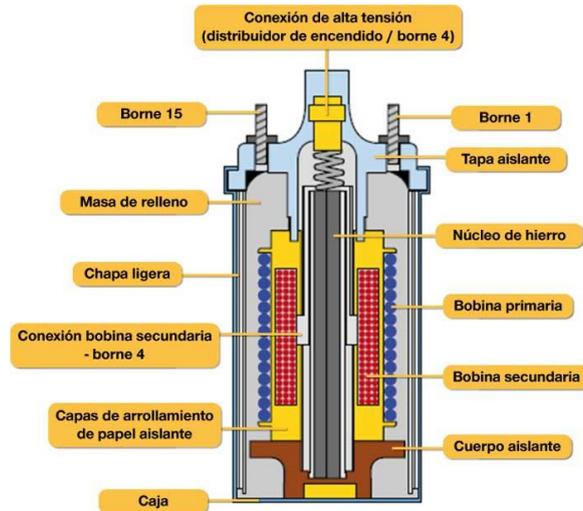


Figura 4. Bobina de encendido convencional

Fuente: <https://lapps.es/la-bobina-de-encendido-automotriz/>

### 2.2.3.3 Distribuidor de encendido

El distribuidor de encendido cuenta con una tapa que tiene conexiones para los cables de alta tensión y los electrodos fijos, el rotor del distribuidor, el árbol del distribuidor con levas el portaccontactos con el ruptor, los equipos de avance del encendido centrífugo y de depresión, el condensador de encendido y el cuerpo del distribuidor hacen posible que el motor tenga el abastecimiento de alta tensión. (Gerschler, 1985, p. 531).



Figura 5. Distribuidor de encendido convencional

Fuente: <https://autoytecnica.com/encendido-convencional-funcionamiento/>

El distribuidor del sistema de encendido se encarga de repartir la electricidad de alta tensión y las dirige a cada una de las bujías que contiene el motor de acuerdo al orden de encendido y en el momento preciso en la que el cilindro necesita para generar la fuerza a través de la explosión.

#### **2.2.3.4 Rotor**

Es un elemento que interrumpe la distribución de la corriente de alta tensión, pero llegado el momento también se encarga de distribuir a cada bujía. Es accionado por una leva trabajado en el eje principal del distribuidor que cuenta con un pivote de palanca del ruptor (martillo), el yunque y la leva. La palanca del ruptor y el yunque van montados sobre el elemento llamado portacircuitos y llevan los contactos que son fabricados generalmente de wolframio. Cuando la palanca pivote del rotor está en su estado de reposo lo hace por efecto de la presión del resorte sobre este yunque, es por lo que el circuito primario se encuentra cerrado.

El llamado tiempo de cierre es el tiempo en que el ruptor está cerrado y los contactos. Dado que el tiempo de cierre es muy corto y además este tiempo varía de acuerdo con el número de revoluciones o aceleración del motor, no es propicio para realizar medidas comparativas mientras el motor funciona (ensayo del motor) por lo tanto para medir el ángulo de giro del árbol del distribuidor que es proporcional al tiempo de cierre el motor debe estar apagado.

El ángulo que se forma al girar el árbol (eje) del distribuidor, que se corre entre dos chispas de encendido, recibe el nombre de distancia entre encendido  $\gamma$ .

El ángulo de giro del eje del distribuidor, para el cual se cierran los contactos del rotor, se llama ángulo de cierre  $\alpha$ .

El ángulo de giro del árbol del distribuidor en que están abiertos los contactos del ruptor se llama ángulo de apertura  $\beta$   $\gamma = \alpha + \beta$  por lo que de manera frecuente el ángulo de cierre se define también en porcentaje del ángulo  $\gamma$ . De acuerdo a este caso el ángulo  $\gamma$  corresponde al 100%.

Con el propósito de que los contactos del ruptor se separen con seguridad,

no debe disminuir las siguientes distancias de apertura máxima: 0,30 mm en los motores que tienen 4 cilindros, 0,25 mm en motores que tienen 6 cilindros.

Cualquier modificación de la distancia de los contactos hace variar el ángulo de cierre y el punto de encendido. (Gerschler, 1985, p. 532).

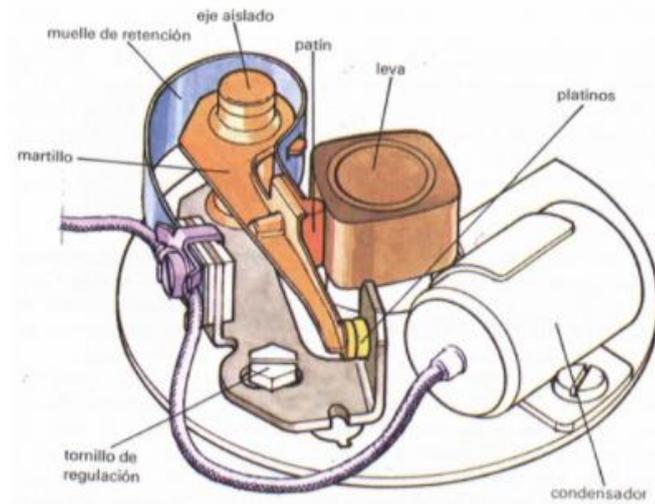


Figura 6. Ruptor de encendido convencional

Fuente: <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/ruptor-definicion-significado/gmx-niv15-con195463.htm>

El ruptor es un interruptor que se encarga de generar la chispa para enviarlo a la bujía accionando por la leva del eje central y abre cada vez que un cilindro entra en el momento de la compresión para que de manera sincronizada se genere la chispa encendiendo la mezcla para generar la explosión y lograr el giro del cigüeñal.

### **2.2.3.5 Elemento de avance automático de depresión**

Este dispositivo tiene la misión de adelantar el punto de encendido del motor en dependencia de la carga de aceleración. Actúa generalmente solo en la zona de aceleración media también llamada carga parcial.

El vacío reinante en el múltiple de admisión para motores a gasolina, que depende de la aceleración respectiva del motor, se entrega a la cápsula de vacío del regulador. La modificación de la posición del diafragma que está tensada previamente por un resorte, se va a transmitir al portacontactos susceptible de giro a través de una varilla de tracción. El portacontactos con el rotor giran en sentido contrario al del árbol principal del distribuidor; los contactos del ruptor

se abren antes.

Con el dispositivo de avance automático por depresión con variación adicional para encendido retrasado se consigue mediante el retraso del punto de encendido a ralentí que el motor se caliente más y con ello arde mejor la mezcla rica en combustible y aire (Gerschler, 1985, p. 533).

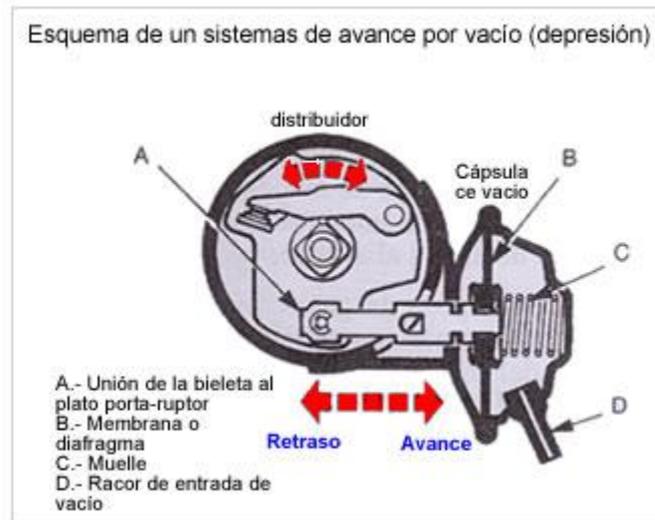


Figura 7. Vista interna de raptor de encendido convencional

Fuente: <https://ar.pinterest.com/pin/452893306269735158/>

Al interior del múltiple de admisión se genera el vacío que hace posible el funcionamiento del dispositivo de avance automático y ello genera el adelanto de la chispa que es enviado a las bujías que contiene el motor, por lo tanto, este dispositivo deja de funcionar cuando el conductor activa o accione el pedal del acelerador.

#### 2.2.3.6 Dispositivo de avance automático del punto de encendido por fuerza centrífuga

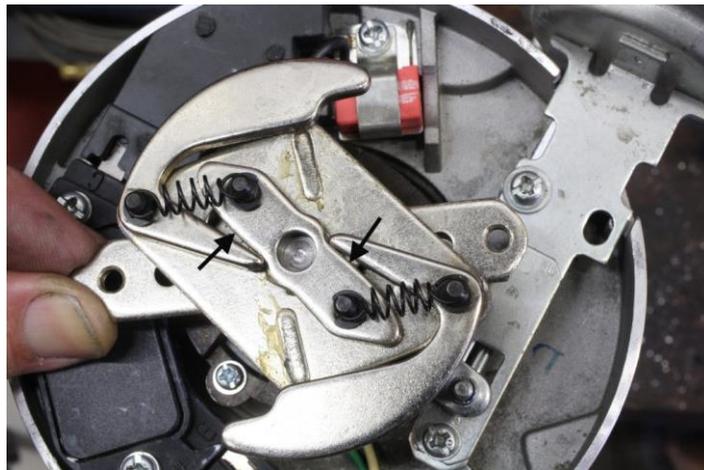
Está encargada de variar de manera correcta y automática el momento de encendido. Porque, para que se realice el encendido de la mezcla de combustible y aire es necesario en todos los números de revoluciones del motor aproximadamente el mismo tiempo, de 1 ms a 2ms, la chispa del momento del encendido debe ser capaz de inflamar la mezcla en el momento exacto para que la presión máxima de la combustión se dé en el instante posterior al punto muerto superior.

A aceleración parcial existe una mezcla menos inflamable que además se

enciende aún más lenta. Por ello, es necesario adelantar el encendido.

El elemento de avance automático por fuerza centrífuga tiene el objetivo de adelantar el encendido del motor dependiendo del número de revoluciones. La característica de esta variación de avance del momento de encendido se ajusta para las condiciones de funcionamiento del motor a plena aceleración.

El eje del distribuidor cuenta con levas del ruptor que trabaja en forma giratoria sobre el árbol de accionamiento del distribuidor. Las contrapesas centrífugas del dispositivo son empujados generando presión hacia afuera por la fuerza centrífuga conforme va ganando velocidad de rotación. Con esto giran las levas del ruptor en el sentido de rotación del eje del distribuidor; los contactos del ruptor se abren antes de manera que así se adelanta la abertura del ruptor y con ello la chispa (Gerschler, 1985, p. 535).



*Figura 8.* Dispositivo de avance automático

*Fuente:* <https://oknoticias.website/5-sintomas-de-una-tapa-de-distribuidor-defectuosa-ubicacion-y-costos-de-reemplazo/>

El dispositivo realiza de manera automática y correcta la variación del momento de encendido ya que para realizar la combustión de la mezcla aire combustible se necesita un momento oportuno cuando la presión de compresión haya alcanzado su máximo nivel y ello se da un instante después de que el pistón haya pasado el punto muerto superior.

### 2.2.3.7 Bujía

La bujía suministra las chispas en las cámaras de combustión para encender la mezcla aire combustible contenidas en el cilindro comprimidas por el pistón en la cámara de combustión; las chispas saltan entre los electrodos positivos y negativos de la bujía. Es por ello que la bujía se tiene que ajustar en su base bien aislada de la tensión de encendido al interior de la cámara de combustión.

La temperatura en el momento de la combustión se eleva alrededor de los 2500°C y la presión aumenta a unos 60 bar por ello se entiende que existen muy elevadas exigencias al aislante y electrodos de las bujías en especial.

Como material de construcción para el aislante se utiliza porcelana (óxido de aluminio) y para fabricar los electrodos se utilizan aleaciones de níquel-manganeso, de hierro-cromo, de plata o de platino. El electrodo que se encuentra en la parte central de la bujía y el terminal de conexión pueden estar unidos con una masa fundida de vidrio eléctricamente conductora. De esta manera se logra la estanqueidad del gas que se encuentra entre el terminal de conexión y la cámara de combustión.

El motor de un automóvil comparado a otro, se diferencian en lo que refiere a su capacidad de carga, compresión, potencia por unidad de cilindrada, refrigeración, ajuste del carburador y consumo específico de combustible. Por ello no es posible utilizar el mismo tipo de bujías en todos los tipos y tamaños de motores. Por ello, las bujías tendrán que ser adaptadas a las diferentes condiciones de trabajo y esfuerzo mecánico de los distintos tipos y tamaño de motor y fabricarlas con características que son necesarias para estos motores. Los criterios importantes que siempre deben tenerse en cuenta son el valor térmico, la luz o separación entre electrodos y el comportamiento de los electrodos en la cámara de combustión.

El valor térmico también es una referencia importante que indica la capacidad de aceleración con relación a las temperaturas de la bujía durante el trabajo.

Si la bujía durante su funcionamiento alcanza muy rápidamente su temperatura de autolimpieza que va de 400°C a 500°C y no sobrepasa a los 800°C a plena aceleración es porque se ha elegido el valor térmico correcto. Una vez que se alcanza la temperatura de auto limpieza se garantiza que se quemen

todos los residuos tales como el aceite carbonizado; el pie del aislante permanece limpio. No se forman pérdidas en la potencia de encendido por corrientes de fuga (Gerschler y otros, 1985, p. 566).

Si el valor térmico de la bujía que elegida es muy bajo la temperatura de la parte baja del aislador asciende a más de 800°C, es decir que el pie del aislador está muy caliente y ello puede ocasionar autoencendidos y se tornarían incontrolables, que podrían destruir el motor.

Si la temperatura es más baja que el de autolimpieza es porque el valor térmico de la bujía es demasiado alto, es decir que la parte baja del aislador se ensucia.

La forma del extremo inferior llamado también pie del aislante es la que determina el valor térmico de una bujía.

Un pie de aislador largo origina una reducida descarga del calor, la bujía se calienta, por ello se dice que tiene un valor térmico bajo.

Un pie de aislador corto origina una elevada descarga del calor, la bujía se mantendrá fría, es decir tiene un valor térmico alto.

Una bujía desenroscada después de haber funcionado algún tiempo puede darnos referencia para sacar ciertas conclusiones sobre el correcto trabajo de la bujía y el motor. En situaciones normales el aislante debe tener un color que varíe entre el parduzco y el amarillo claro; los electrodos deben tener color gris claro (Gerschler, 1985, p. 569).



*Figura 9.* Bujías del motor

Fuente: <http://especiales.espanol.autocosmos.com/tipsyconsejos/noticias/2019/02/28/por-que-son-importantes-las-bujias-en-el-motor-de-un-automovil>

La bujía realiza el trabajo de entregar la chispa para que se pueda encender la mezcla al interior del cilindro, la bujía debe estar bien aislada tanto el electrodo positivo y negativo para garantizar la salida de la chispa y de esta manera encender la mezcla de aire y gasolina y generar la fuerza para hacer girar al cigüeñal.

#### **2.2.4 Funcionamiento del sistema de encendido**

El sistema de encendido de un motor gasolinero tiene el propósito de generar una elevada energía eléctrica (voltaje) desde la energía de voltaje bajo de la batería de 12 volts del auto pasando por la bobina y enviarlo a su vez a cada bujía luego de pasar por el distribuidor, y todo este proceso para encender la combinación de aire y combustible comprimido en las cámaras de combustión del motor.

La bobina es el elemento que transforma 12 voltios y lo eleva a alto voltaje al multiplicar la energía de la batería de 12 v solamente. Como sabemos la bobina es un elemento electromagnético que transforma el voltaje de baja tensión (BT) de la batería a voltaje de alta tensión (AT), cada vez que los platinos de contacto ubicados en el distribuidor se abren por efecto de la leva del eje del distribuidor.

Este dispositivo de distribución consiste en un recipiente metálico que contiene un eje central, el cual es accionado por el árbol de levas o en algunas ocasiones por el mismo cigüeñal.

El depósito del distribuidor aloja a los platinos de contacto, un dispositivo para alterar el tiempo de encendido, la pipa del rotor, y también, la tapa del distribuidor (Gerschler, 1985, p. 571).

##### ***Distribución de voltaje***

La cubierta del distribuidor (tapa) es fabricada de un material plástico especial aislante (no conductor) y la corriente alimenta su electrodo central por medio de un conductor eléctrico de alta tensión que viene desde la parte central de la bobina.

En el interior de la tapa se colocan electrodos también llamados segmentos, a los que se conectan los conductores (cables) que van en el terminal de las bujías (una por cilindro).

El acoplamiento para el rotor se encuentra en la parte alta superior del eje central y se conecta al electrodo central por medio de un resorte metálico o una escobilla de carbón presionada por un resorte, y se ubica siempre en la parte superior de la cubierta (tapa) del distribuidor.

La corriente entra a través del electrodo central de la tapa, pasa por la parte central del acople del rotor a través de la escobilla de carbón y se distribuye a cada conexión a medida que el rotor gira y se dirige al terminal que conduce la corriente a cada cilindro.

Cuando la punta del rotor se aproxima a un segmento, los platinos de contacto se abren y la corriente de alta tensión pasa a través de la punta del rotor al cable de bujía adecuado.

Los platinos se sujetan en la parte al interior del distribuidor. Éstos platinos hacen el trabajo de interruptores ya que trabajan sincronizados con la compresión del motor, cortando y reconectando el circuito de 12 volts de baja tensión (BT) que envía a la bobina.

Los platinos se abrirán cuando el eje central gira y el platino móvil es empujado por dichas levas y se cerrarán de nuevo por un brazo resorte en el contacto móvil que le hace retornar a su punto de cierre.

Cuando los platinos se cierran, la corriente de baja tensión que viene desde la batería fluye hacia el arrollamiento primario en la bobina y luego van a tierra a través de los platinos.

Cuando se da el momento en que los platinos se abren, el campo magnético en el arrollamiento primario y el voltaje de alta tensión (AT) se inducen en los arrollamientos secundarios.

Este voltaje es transferido a todas las bujías a través de los segmentos de la cubierta (tapa) del distribuidor.

En un motor que cuenta con cuatro cilindros se encuentran ejes centrales con cuatro levas. En cada vuelta completa del eje, los platinos se abrirán también cuatro veces. En los motores de seis cilindros tienen seis levas y seis electrodos en la tapa (Gerschler, 1985, p. 577).

### ***Angulo dwell***

Este proceso no sucede de forma instantánea si no que se demora un cierto

tiempo en producirse debido al fenómeno de inducción de la bobina que toma su tiempo. Al momento de cerrarse el contacto del ruptor se inicia la circulación de la energía a través del circuito primario desde el positivo de la bobina hasta la masa del ruptor.

Para que se produzca un ángulo de contacto y en consecuencia una buena chispa en las bujías es recomendable que la batería, la bobina, el platino y el condensador estén en buen estado de funcionamiento.

El estado de posicionamiento de los platinos y la carcasa del distribuidor con relación al eje central de dicho distribuidor se puede regular de forma manual. Esto modifica la sincronización de cada una de las chispas para obtener un ajuste exacto.

Otros cambios ocurren de manera automática a medida que la velocidad del motor varía de acuerdo con la apertura del acelerador (Gerschler, 1985, p. 578).

### **2.2.5 Dispositivo electrónico para el sistema de encendido**

El dispositivo electrónico fue diseñado con el objetivo de dar una mayor seguridad a nuestro vehículo ante eventuales situaciones de robo ya que éste impide el arranque del motor utilizando la llave de encendido por lo que solo se podrá encender dicho motor utilizando el dispositivo electrónico comandado a través del bluetooth del teléfono celular asociado a este dispositivo.

Dicho dispositivo se conecta a través de un celular android mediante el módulo bluetooth y se puede activar y desactivar a una distancia de 30 metros.

#### **2.2.5.1 Arduino Nano**

El Arduino es una plataforma donde se pueden desarrollar proyectos de electrónica y robótica y es la plataforma que más se utiliza en el mundo, esto se debe a que con ello se la facilita el aprendizaje y uso, además existe abundante bibliografía sobre el tema, tiene innumerables aplicaciones y su costo es realmente accesible.

El Arduino Nano CH340G es una placa pequeña, pero completa y es un microcontrolador de modelo ATmega328P de Atmel. Su microcontrolador es del mismo tipo que de la tarjeta Arduino nano, con el mismo número de terminales y pines digitales e inclusive cuenta con dos entradas analógicas adicionales. El

Arduino Nano fue creado y diseñado por la empresa Gravitech (USA) para que trabaje conectado en un Protoboard, y así facilitar la construcción de prototipos de los circuitos.

En esta versión moderna del Arduino Nano CH340G utiliza el chip CH340G para que se realice la conexión comunitiva USB-Serial con la PC. Además, utiliza el cable USB mini-B para su conexión.

En el año 2018 Arduino realizó una modificación en el Bootloader que conducen la señal a los Arduino Nano, a partir de este proceso de obtuvo dos versiones de Bootloader para Nanos: 1. Antigua (Old bootloader) y 2. Nueva versión. La nueva presentación del Arduino Nano tiene como ventaja principal la su base en "Optiboot" que es el núcleo del bootloader de Arduino nano, además esta última versión facilita el trabajo de mejor manera sin interrupciones y watchdog. Por ello, es importante elegir la versión de Bootloader adecuada a la placa al momento de cargar un sketch al Arduino Nano: en el IDE>Processor>"ATmega328P (Old Bootloader)". (Arias, 2014, p. 128).

- Microcontrolador: ATmega328P
- Chip USB: CH340G
- Voltaje de Alimentación: 7V -12V DC
- Voltaje de I/O: 5V
- Pines Digitales I/O: 14 (6 PWM)
- Entradas Analógicas: 8
- Corriente máx. entrada/salida: 40mA
- Memoria FLASH: 32KB (2KB usados por el Bootloader)
- Memoria SRAM: 2KB
- Memoria EEPROM: 1KB
- Frecuencia de Reloj: 16 MHz
- Dimensiones: 18.5 mm x 43.2 mm

#### **2.2.5.2 Módulo Bluetooth HC05**

El módulo Bluetooth HC-05 permite realizar conexiones en proyectos con Arduino a un teléfono Smartphone, celular o una PC de forma inalámbrica al

cual también se le conoce como Bluetooth, con la facilidad de operación de un puerto instalado en serie. La transmisión de la señal se realiza en forma independiente al programador de manera total, por ello, se debe conectar en forma directa a los pines seriales de un microcontrolador que el técnico prefiera sin embargo hay que respetar los niveles de voltaje, porque el módulo se alimenta con 3.3V. Todos los parámetros del módulo se configuran por medio de comandos AT. La placa de este dispositivo incluye un regulador reostático de 3.3V, que permite alimentar el módulo con un voltaje de entre 3.6V - 6V. Este módulo es el complemento ideal para proyectos de robótica, domótica y control remoto utilizando un Arduino, PIC, Raspberry PI, ESP8266, ESP32, STM32, etc.

La señal de la comunicación Bluetooth se da entre dos tipos de dispositivos: un maestro y un esclavo. Si nuestro propósito es conectar un proyecto a un smartphone android se puede utilizar un módulo HC-06 o un HC-05 configurado como esclavo. El módulo Bluetooth HC-05 viene configurado desde su fabricación para trabajar y funcionar como **esclavo**, es decir, preparado para ejecutar ordenes de conexión, pero se puede para trabajar con **Maestro** utilizando comandos AT que es un ventaja sustancial. Por otro lado, si el objetivo es conectar dos proyectos, se necesita utilizar un módulo HC-05 configurado como maestro y un HC-06 (esclavo) o un HC-05 configurado como esclavo.

Este módulo cumple con las especificaciones del estándar Bluetooth 2.0 que es perfectamente compatible con celulares o smartphones Android, y no con los Iphone. Para trabajar con Iphone se recomienda utilizar el Módulo Bluetooth 4.0 BLE HM-10, que también es compatible con los celulares Android modernos (Arias, 2014, p. 132).

- Voltaje de operación: 3.6V - 6V DC
- Consumo corriente: 50mA
- Bluetooth: V2.0+EDR
- Frecuencia: Banda ISM 2.4GHz
- Modulación: GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)
- Potencia de transmisión: 4dBm, Class 2
- Sensibilidad: -84dBm a 0.1% BER

- Alcance 10 metros
- Interface comunicación: Serial TTL
- Velocidad de transmisión: 1200bps hasta 1.3Mbps
- Baudrate por defecto: 38400, 8,1, n.
- Seguridad: Autenticación y encriptación
- Temperatura de trabajo: -20C a +75C
- Compatible con Android
- Dimensiones: 37\*16 mm
- Peso: 3.6 gramos

### 2.2.5.3 Android

El sistema operativo móvil Android desarrollado por Google, se basa en el principio Kernel de Linux y otros software que son de código abierto. Este sistema fue diseñado para dispositivos móviles Android con pantalla táctil, los llamados teléfonos inteligentes, tabletas, relojes inteligentes, automóviles y televisores.

Se desarrolló inicialmente trabajado por Android Inc., empresa a quien Google financió económicamente y se hizo propietario en el 2005. Android fue lanzado al público mundial en el 2007 junto con la empresa del Open Handset Alliance (un consorcio de compañías de hardware, software y empresas de telecomunicaciones) para avanzar en los estándares abiertos de los teléfonos móviles.

La versión inicial y básica de Android es conocida como Android Open Source Project (AOSP) (Arias, 2014, p. 136).



Figura 10. Sistema operativo Android

Fuente: <https://www.geeknetic.es/Guia/1908/Como-hacer-que-tu-movil-vaya-mas-rapido-desactivando-las-animaciones.html>

### 2.2.5.4 Relés

Los elementos eléctricos llamados relés de uso Automotriz tienen dos circuitos básicos: un circuito conecta el relé de encendido y apagado, y el otro, que es un circuito de corriente que circula a través del relé una vez que este es activado.

Un relé incorporado en el sistema trabaja como un interruptor que consiste en encendido y apagado que sirve como un aislante, previene y protege al sistema las demandas de alta potencia y con mayor incidencia a ciertos accesorios que puedan dañar otros circuitos que no están diseñados para soportar cargas pesadas. Es un dispositivo que regula la carga o envío de voltaje hacía un punto determinado.

La inclusión de un relé en el circuito hace que el interruptor de control se pueda alimentar sólo de un pequeño nivel de carga que pasa por el circuito. Básicamente, el relé se encarga de compensar las sobrecargas y se activa accionando el interruptor de control principal. Se necesitan relés que puedan trabajar en el rango de 30 amperios para los accesorios, tales como luces auxiliares de conducción, amplificadores del sistema de audio, ventiladores eléctricos, bombas eléctricas de agua, bombas de combustible eléctricas, ventiladores eléctricos, etc.

Se puede montar un relé que se dedique a cada circuito aplicable. El relé se pone en este sistema para que se encargue de realizar el balanceo de los amperios en el circuito, permitiendo que el conmutador que controla el sistema active el relé de encendido y apagado (Arias, 2014, p. 138).

## Relés de Uso Automotriz



Figura 11. Relé

Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/428404983307329294/>

### 2.2.5.5 Led

Una LED, acrónimo de “*Light Emitting Diode*”, o diodo emisor de luz de estado sólido (*solid state*), es un diodo de tipo especial y a la vez es un semiconductor, cuyo trabajo principal es transformar en luz la corriente eléctrica de bajo voltaje que pasa por el chip.

Desde un punto de vista físico una LED común u ordinaria tiene el aspecto de un bulbo miniaturizado, y no tiene o de cualquier otro tipo de elemento o material que constituya peligro, tiene una ventaja sobre otras tecnologías es que este dispositivo no contamina el medio ambiente (Arias, 2014, p. 142).



Figura 12. Led

Fuente: <https://es.rs-online.com/web/p/leds/1278392>

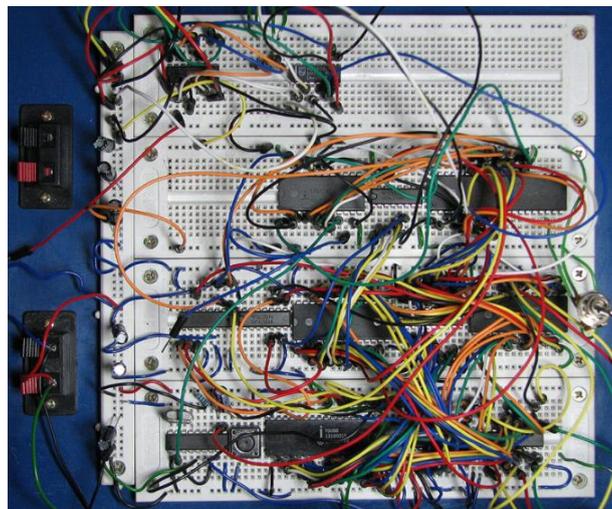
### 2.2.5.7 Protoboard

Un Protoboard es una placa comúnmente usada en pruebas de instalaciones electrónicas también se le denomina placa de pruebas de inserción (en inglés *Protoboard* o *Breadboard*) este elemento es un pequeño tablero con muchos orificios que se conectan entre sí de manera interna, generalmente siguen ciertos patrones de alineación, en el cual se pueden insertar todo tipo de componentes electrónicos y conductores también llamados cables que se usan para realizar el armado y prototipado de circuitos electrónicos y sistemas similares. Los insumos que se emplean para fabricar un protoboard son, un aislante, de plástico, y un

conductor eléctrico que conecta los diversos orificios entre ellos. El uso principal de este elemento es la creación y comprobación de implementación e instalación de prototipos de circuitos electrónicos antes de realizar la impresión de la placa electrónica mecánica del circuito en sistemas de producción comercial.

Debido a las características de capacitancia que tienen los Protoboard (de 2 a 30 *pf* por punto de contacto) y resistencia que acostumbran tener las placas para realizar pruebas, están destinadas a trabajar a baja frecuencia (inferior a 10 o 20 MHz, pero ello depende del tipo y calidad de los componentes electrónicos que se utilizan para su fabricación).

Todos los componentes electrónicos pueden ser instalados a manera de prototipo sobre los perforados adyacentes pero que no compartan la misma línea conductora e interconectados a otros dispositivos usando cables conductores, usualmente son unifilares. Y al realizar la unión de dos o más placas es posible ensamblar prototipos electrónicos complejos que cuenten con decenas o cientos de componentes eléctricos y electrónicos (Arias, 2014, p. 148).



*Figura 13.* Protoboard

*Fuente:* <https://www.rinconingenieril.es/usar-una-protoboard/>

**CAPITULO III**  
**DESARROLLO DEL TRABAJO**

### 3.1 Finalidad

El trabajo de aplicación profesional que presentamos tiene la finalidad de contribuir con el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la carrera profesional de Mecánica Automotriz de esta institución ya que es un material didáctico que podrá ser utilizado durante las clases teóricas como en las prácticas de taller facilitando asimismo a los docentes en desarrollar su enseñanza durante la realización de la unidad didáctica de sistema de encendido convencional y electrónico se imparte en el cuarto semestre académico del programa de estudios Mecánica Automotriz.

La calidad del servicio educativo que brinda esta institución se ve favorecida por que al contar con un módulo didáctico como el que presentamos podrá realmente cumplir con sus objetivos y ser ejemplo para otras instituciones a nivel nacional y mantener de esa manera la buena imagen que hasta este momento viene ostentando.

### 3.2 Propósito

El diseño de un módulo didáctico del dispositivo electrónico en el sistema de encendido para el funcionamiento del motor Toyota 18 R como trabajo de aplicación profesional contribuye al fortalecimiento de la calidad educativa y al desempeño profesional de los docentes y en el aprendizaje significativo de los estudiantes del programa de estudios de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA.

La ejecución de este trabajo permitirá lo siguiente:

- Contribuir con la enseñanza aprendizaje de los estudiantes del V semestre del IESTPFFAA, específicamente de la Unidad Didáctica: Motores de Combustión Interna Otto, quienes tendrán libre acceso a un módulo didáctico con este tipo de encendido.
- Identificar con facilidad los componentes del dispositivo electrónico del sistema de encendido.
- Realizar el diagnóstico de las fallas y averías del dispositivo electrónico del sistema de encendido del motor Otto.
- Ser prototipo para la construcción de otros módulos del sistema de encendido con dispositivo electrónico del sistema de encendido del motor Otto.

- Fomentar el interés de los estudiantes a construir módulos didácticos en las Instituciones de Educación Superior de todas las regiones del país.

### 3.3 Componentes

El diseño y construcción del módulo del sistema de encendido con dispositivo electrónico para el IESTPFFAA ha sido elaborado para realizar la simulación de funcionamiento de este sistema de encendido que se ha implementado para este fin el trabajo que realizó en condiciones de funcionamiento próximas a las reales que se desarrollan en un vehículo automotriz que cuenta con este sistema de encendido convencional.

#### **Motor 18R:**

Es el conjunto de elementos debidamente sincronizados que convierten la energía calorífica contenida en el combustible en energía mecánica.

#### **Encendido:**

Conjunto de elementos eléctricos que convierten el voltaje de 12 voltios a miles de voltios de acuerdo a los devanados contenido en el circuito secundario de la bobina.

#### **Dispositivo electrónico:**

Que cuenta con un conjunto de elementos que van a dar inicio de arranque de funcionamientos al motor Toyota 18R.

Del mismo modo cuenta con luces LED de TX y de RX los que se encienden cuando se carga un programa de la computadora a la placa ADUINO además contiene el LED de POWER y cuando éste se encuentra encendido que nos indica la placa se encuentra alimentada de energía.

#### **Proto Board:**

Es una placa de prueba o inserción es un tablero con orificios que se encuentran conectados electrónicamente entre sí de manera interna habitualmente siguiendo patrones de líneas en el cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para el armado y prototipado de circuitos electrónicos.

**Módulo bluetooth:**

Es una especificación industrial para redes inalámbricas que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia.

**Led L:**

Es del PIN número 13 que está conectado en paralelo.

**Dispositivo electrónico:**

Es un ordenador es decir una minicomputadora que cuenta con entradas de alimentación de 3 a 5 voltios con canales de comunicación analógicas y digitales también salidas de igual manera.

**3.4. Actividades****1era Etapa: Desarrollo de la idea y el diseño de la estructura.**

- Para la construcción del módulo de encendido con dispositivo electrónico, se materializó la idea esquematizándolo en un papel a través de un bosquejo a mano alzada donde se diseñó la estructura y las dimensiones.
- Se calculó las cantidades y dimensiones de materiales a utilizar, así como los insumos, accesorios y elementos electrónicos que se utilizaron en la realización de este trabajo de aplicación profesional.
- Se diseñó la estructura metálica del soporte del motor.
- Se ubicó en el diseño las partes componentes del sistema de alimentación de combustible (gasolina).
- Se ubicó en el diseño las partes y componentes del sistema de encendido con dispositivo electrónico.

**2da. Etapa: Compra de materiales, repuestos, accesorios electrónicos y material fungible.**

- Se realizó el cálculo de las dimensiones de materiales férreos a utilizar, así como los materiales fungibles, accesorios y repuestos de motor que se empleó en la construcción y adecuación del módulo.
- Se compró los materiales.
- Se adquirió Tubo cuadrado de 1 ½"

- Se compró Soldadura punto azul d 1/8" 6011
- Se adquirió 4 discos de corte de 4 "
- Se compró 2 piedras de desbaste de 4 "
- Se compró 6 pliegos de lija de fierro N° 600
- Se compró 1 galón. de thiner acrílico
- Se compró ¼ de galón pintura base anticorrosivo sincromato.
- Se adquirió ½ galón de pintura esmalte de color negro
- Se compró un motor 18 R
- Se hizo la compra de la tarjeta Arduino Nano CH 340.
- Se compró el módulo bluetooth.
- Se compró la placa Proto Board
- Se compró Relay
- Se compró conductores eléctricos.
- Se realizó la compra dos galones de gasolina.

### **3ra etapa: reparación del motor Toyota 18 R**

- Se adquirió un motor Toyota 18R.



*Figura 14. Motor Toyota 18R*

- Se realizó el diagnóstico del motor.
- Se realizó la comprobación la sincronización del motor.
- Se comprobó la distribución.
- Se calibró las válvulas.
- Se instaló la batería.
- Se conectó los conductores eléctricos de la batería al motor de arranque.

- Se suministró combustible al depósito de gasolina.
- Se realizó el encendido el motor.
- Se retiró las cuatro bujías del motor.
- Se colocó el compresímetro en cada uno de los conductos donde van las bujías.
- Se comprobó que en promedio los cilindros tienen muy baja compresión 110 psi de 140 psi en condiciones de óptimo rendimiento según manual del fabricante.
- El diagnóstico es desgaste de anillos o cilindro.
- Se decidió reparar el motor para repotenciarlo y convertirlo en módulo didáctico.
- Se retiró la tapa de llenado de aceite ubicado en la tapa de balancines.
- Con una llave 17 mm se drenó el aceite del cárter.
- Con llave de 10mm se aflojó todos los pernos de la tapa de balancines.
- Se desmontó la tapa de balancines.
- Con el dado 14 mm se desmontó el tubo de escape aflojando desde el mufle.
- Se desmontó el múltiple de admisión.
- Se desmontó el múltiple de escape.
- Se retiró la tapa delantera de la sincronización.
- Se observó que las fajas de sincronización están en buen estado.
- Observar, ubicar y marcar los puntos de sincronización tanto del cigüeñal como del eje de levas.
- Se desconectó el cable de aceleración.
- Se desconectó el conductor eléctrico de suministro a la bobina de encendido.
- Con llave Allen 10 mm se aflojó el tensor de la faja de sincronización
- Se retiró la faja de sincronización.
- Con dado de 19 mm se aflojó el perno central del dámper.
- Se desmontó el dámper.
- Con dado de 19 mm se aflojó los pernos de sujeción del piñón del eje de levas.
- Con llave Allen de 12 mm se aflojó la culata del motor en sentido al giro del reloj de afuera hacia adentro.
- Se verificó el estado del aceite en la culata.



*Figura 15.* Desmontado la tapa de balancines

- Se utilizó el dado de 17 mm para aflojar los pernos de la culata de afuera hacia adentro
- Con mucho cuidado se desmontó la culata.
- Se colocó la culata sobre la mesa de trabajo con la cara hacia arriba para evitar daño por ralladuras
- Con llave 10 mm se aflojó todos los pernos del cárter.
- Apoyándonos con un destornillador plano se desmontó el cárter.
- Se puso el bloque en vertical y aflojar con llave 12mm todas las tuercas de las tapas de las bielas.
- Se notó que el cilindro está en buen estado.
- En la cabeza del pistón, se marcó el orden de los pistones
- Apoyados por una madera se empujó los pistones hacia arriba para extraerlos.
- Se colocó las tapas de las bielas en su respectivo lugar.
- Se sumergió todos los pistones en una mezcla de agua con detergente.
- Con el reloj comparador se comprobó el juego axial del cigüeñal.
- El diagnóstico que se realizó fue exceso de juego axial.
- La solución que se dio fue cambiar el espaciador del cigüeñal.
- Con llave de 17mm se aflojó los pernos de las bancadas
- Se observó que los cojinetes tienen desgaste.
- Se desmontó el cigüeñal para colocarlo parado en un lugar seguro para evitar su caída.

- Con un alessómetro se comprobó el diámetro de los cilindros y el diagnóstico es que tienen un desgaste de 0.004" por lo que se decide solo hacer cambio de anillos.
- Con el reloj comparador se comprobó la alineación del cigüeñal, el diagnóstico en buen estado.
- Con plastigage para motor gasolinero se comprobó la luz de aceite entre el cigüeñal y sus bancadas.
- Según el manual del fabricante, máximo de luz debe tener 0.003" (El diagnóstico es que tiene 0.005" de luz), ello también contribuye a la generación de baja compresión y la salida excesiva de aceite perjudicando a los elementos móviles de la culata.
- Se comprobó la alineación de las bielas, el diagnóstico en buen estado.
- Se comprobó el estado de los pistones.
- Se desmontó los anillos del pistón.
- Se midió el canal segmentario, según manual en buenas condiciones.
- Con un extractor de seguros, se retiró el seguro del bulón del pistón,
- Se desmontó el pistón y medir el diámetro del bulón y compararlo con el ojo de biela, diagnóstico, en buenas condiciones.
- Se montó el pistón en la biela.
- Se colocó sus seguros.
- Con mucho cuidado se colocó los anillos viejos en el cilindro para demostrar desgaste.
- Efectivamente, al medir la luz de entre puntas de anillo se registró 0.015". Ese es el motivo de la baja compresión.
- Se desmontó los elementos de la culata.
- Se desmontó el eje de levas utilizando el dado de 14 mm
- Con cuidado se retiró el eje de levas.
- Se retiró el casquete de accionamiento de las válvulas.



*Figura 16:* Taqué de válvula

- El diagnóstico de la pastilla se encontró un poco desgastada y reemplazó las pastillas de todas las válvulas.
- Con regla de pelo se verificó la planitud de la culata, diagnóstico en buen estado.
- Se midió la altura de la culata, diagnóstico en estándar.
- Con el reloj comparador se verificó la holgura entre el diámetro del vástago de la válvula y la guía de válvula, esta comprobación es a todas las válvulas.
- Con la ayuda del compresor de válvulas se retiró los seguros de las válvulas.
- Se comprobaron las válvulas, diagnóstico válvulas con cariaciones leves en el frente.
- Con una ventosa y el esmeril en pasta se asentaron cada una de las válvulas.
- Este asentado se realizó hasta que dichas cariaciones desaparecieron.
- Luego de asentar con la pasta gruesa se pulió con la pasta delgada para garantizar el hermetizado del cilindro.



*Figura 17. Asentando válvulas*

- Con azul de Prusia se verificó el asentado de las válvulas.
- Se lavó bien la culata.
- Se compró repuestos.
- Con un escariador se pulió las irregularidades del cilindro.
- Se lavó bien el bloque del motor en especial el cilindro.

Tabla 1:  
*Repuestos para la reparación del motor*

<b>Cant.</b>	<b>repuesto</b>	<b>Medida</b>
1	Un juego de empaque	
1	Un juego de cojinete de biela	0.25 mm
1	Un juego de cojinete de bancada	0.25 mm
1	Un juego de anillos	0.25 mm
1	Galón de aceite de motor	
1	Plastigage para motor gasolinero	
1	Esmeril en pasta	
1	Galón de petróleo para lavar piezas	
1	Galón de gasolina	



*Figura 18.* Lavado del bloque del motor

- Se colocaron los anillos en el cilindro para verificar el grado que se rebajará.
- Con un limatón de granete fino se desgastó los anillos adecuando la separación entre puntas de acuerdo con la medida que el fabricante menciona en el manual.
- Se verificó continuamente la luz de las entre puntas con la lámina calibrada comúnmente llamado gauge.
- La luz al final del corte fue de 0.12 mm.
- Se lavó bien los cilindros.
- Se lavó bien los pistones, limpiar sus canales segmentarios y pulverizarlo con aire comprimido.
- Se colocó cada uno de los anillos teniendo cuidado con colocar el anillo aceitero y su resorte, es muy frágil.
- Se lavó muy bien el cigüeñal, sobre todo sus ductos de aceite.
- Se colocó los cojinetes de bancada.
- Se limpió las bases de las tapas de bancada.
- Se untó aceite de motor a las bancadas y sus tapas.
- Se montó el cigüeñal evitando que se golpee.
- Se colocó las tapas de bancada.
- Con un torquímetro se ajustó los pernos de la tapa de bancada a 45 Lbs – pie. En sentido de las agujas del reloj de adentro hacia afuera.
- Se giró el cigüeñal, y giró libre.

- Se comprobó el juego axial, resultado óptimo.
- Se aceitó muy bien el compresor de anillos.
- Se colocó el pistón en el compresor de anillos.
- Se aceitó muy bien a los cilindros para facilitar el desplazamiento del pistón y evitar que los anillos rallen al cilindro.
- Con una madera y un martillo se empujó el pistón hacia el interior de los cilindros presionando bien el compresor de anillos.
- De acuerdo con el orden de encendido, se colocó los pistones en cada uno de los cilindros.
- Se dirigió la biela para que sus pernos no rallen al muñón del cigüeñal.
- Se aceitó suficientemente a las cabezas de biela y al muñón secundario del cigüeñal.
- Se colocó la tapa de biela y ajustar a 35 Lbs – pie.
- Se giró el cigüeña y la resistencia, pero está dentro de lo normal ya que ahora los anillos rozan con las paredes del cilindro.
- Con aire comprimido y petróleo se lavó bien la culata.
- Se colocó los retenes de válvula.
- Se Inyectó aceite a las guías de válvula.
- Se colocó las válvulas en sus guías.
- Se Lavó bien los resortes de válvulas.
- Se comprobó la longitud, la resistencia y la cuadratura de los resortes de válvula, resultado en buen estado.
- Se colocó las laines de compensación en la base de los resortes de válvula.
- Se colocó los resortes.
- Se colocó el sombrerete.
- Se colocó los seguros de válvula.
- Con un compresor de resortes de válvulas se comprimó el resorte y se ubicó en su lugar a los seguros.
- Se soltó el compresor, comprobar ajuste golpeando con un dado de 12 mm tubular.
- Se aceitó las bancadas del eje de levas.
- Se montó el eje de levas.
- Se colocó bien aceitadas las tapas de bancada del eje de levas.

- Se ajustó a 15 Lbs – pie los pernos de las bancadas del eje de levas en sentido del reloj desde adentro hacia afuera.
- Se preparó el empaque de culata untando una película de silicona
- Se colocó el empaque de culata en las guías del bloque del motor.
- Se montó la culata.
- Se lavó bien los pernos y ubicar de acuerdo al lugar que le corresponde.
- Con un torquímetro, se ajustó a 65 Lbs – pie los pernos de la culata en sentido del giro del reloj desde adentro hacia afuera.
- Se colocó los retenes del eje de levas.
- Se montó los piñones del eje de levas.
- Se montó el colador de aceite ubicado en el cárter.
- Se untó silicona al empaque del cárter.
- Se colocó los empaques de goma del cuello del cigüeñal.
- Se colocó el cárter.
- Se ubicó todos los pernos del cárter y ajustarlos con dado 10 mm.
- Se colocó el retén en la tapa delantera del motor.
- Se ajustó la tapa delantera.
- Se colocó el tensor de la faja de sincronización.
- Se realizó la sincronización el cigüeñal y el eje de levas.
- Se colocó la faja de sincronización.
- Se tensó según manual.
- Con llave Allen 10 mm se ajustó el tensor.
- Se colocó la línea de rebose del combustible,
- Se ajustó con mucho cuidado de no romper.
- Se colocó la tapa de balancines.
- Con llave de 10 mm. Se ajustó la tapa de balancines.
- Se colocó la tapa delantera de la sincronización.
- Se montó el dámper.
- Se colocó el empaque del múltiple de admisión y ajustar a con la culata.
- Se colocó el empaque del múltiple de escape y ajustar a con la culata.
- Se montó el tubo de escape.
- Se montó el filtro de aceite.
- Se montó el filtro de gasolina.
- Se colocó la tapa posterior del cigüeñal con su respectivo retén.

- Se llenó el aceite al motor, un galón (cuatro cuartos).
- Se montó la volante motor.
- Se montó la caja de cambios.
- Se ajustó la caja de cambios.
- Se montó el motor de arranque.
- Se realizó las instalaciones eléctricas, positivo de la batería con cable N° 8 al motor de arranque.
- Se instaló el polo negativo de la batería con cable N° 8 a masa.
- Se instaló un terminal del motor de arranque con cable N° 10 a la chapa de contacto.
- Se instaló la chapa de contacto.
- Se instaló a la chapa de contacto el conductor ala bobina
- Se instaló la batería.
- Se colocó el filtro de oxígeno.
- Se dio el arranque de prueba, el motor se demoró un poco en encender, ya que era su primer arranque de prueba.
- El motor funcionó humeando un poco por el exceso de aceite en los cilindros para el armado.
- Pasaron dos minutos de funcionamiento y desapareció el humo azul.
- Se apagó el motor porque aún funciona sin radiador.

#### **4ta Etapa: Construcción de la estructura metálica.**

- Se habilitó materiales.
- Se midió los materiales de acuerdo con las dimensiones de los tubos.
- Se realizó el trazado de tubos para cortar según las medidas del diseño.
- Se montó y amordazó el tubo en el tornillo de banco.
- Se verificó el ajuste del disco de corte de la amoladora, por seguridad.
- Se colocó guantes de cuero, mandil de cuero y careta para protegerse de la proyección de limaduras de hierro que se desprenden producto del corte.
- Se cortó el tubo utilizando una amoladora y el disco de corte.
- Se realizó el desgaste de forma biselada con la amoladora y el disco de desbaste, los extremos de los tubos para permitir que la soldadura penetre en la unión y mejorar la soldadura.
- Se presentó en el piso todos los tubos habilitados.
- Se reguló la máquina de soldar a 80 amperios.

- Se realizó puntos de unión con soldadura, dos puntos por cada unión.
- Se verificó la simetría de las uniones con una escuadra.
- Se dejó alineadas los tubos soldados dando golpes suaves con un martillo.
- Se aseguró la soldadura en todo el contorno de la unión.
- Se unió con soldadura todos los cuerpos soldados.
- Se ubicó los puntos de soporte de los elementos componentes del módulo.
- Se soldó los soportes del motor.
- Se presentó el motor en la estructura.

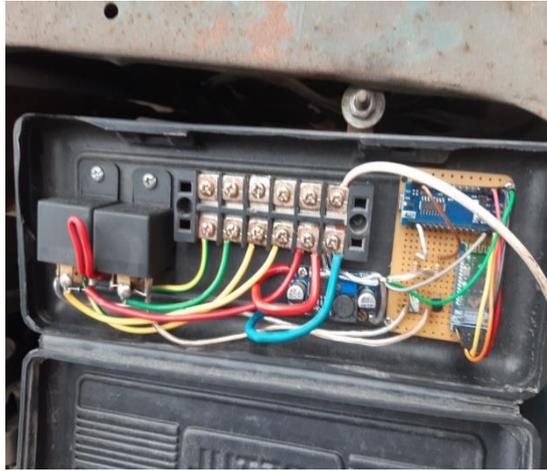
### **5ta. Etapa: Armado del sistema de encendido**

- Se instaló la batería en buen estado.
- Se colocó la chapa de contacto del encendido.
- Se colocó el distribuidor y poner en punto.
- Se instaló las bujías.
- Se instaló los cables de encendido.
- Se realizó el mantenimiento al motor de arranque.
- Se realizó el lavado de cada uno de los componentes del motor de arranque.
- Se inyectó aire a presión para secar todos los elementos.
- Se procedió a armar el motor de arranque y dejar listo para la instalación del sistema electrónico.



*Figura 19. Motor de arranque*

- Se procedió con el montaje del motor de arranque en el motor
- Seguidamente el ajuste del motor de arranque utilizando dos las llaves corona de 14 mm
- Se realizó la prueba de funcionamiento del motor de arranque
- Se instaló el sistema electrónico de encendido



*Figura 20.* Instalación del sistema de encendido electrónico

- Se realizó la comprobación de funcionamiento del sistema electrónico de encendido



*Figura 21.* Comprobación del sistema electrónico

Tabla 2.

*Materiales para construir la estructura*

<b>Cantidad</b>	<b>Materiales</b>
2	Tubos cuadrados de 1 ½ pulgadas
1 Kg.	Soldadura E 6011
2	Discos de corte
2	Discos de desbaste
3	Pliegos de lija de N° 600
2	Pliegos de lija de N° 400
1	Masilla plástica
¼	Pintura base sincromato
¾	Pintura esmalte azul eléctrico
1	Polea de 4 pulgadas
1	Polea de 2 pulgadas
1	Faja trapezoidal
1	Lamina melamina 1. 50 x 1 mtr. X 12 mm

Tabla 3.

*Equipos usados para la construcción de la estructura*

<b>Cant.</b>	<b>Equipos</b>
1	Esmeril de banco
1	Tornillo de banco
1	Amoladora
1	Taladro de mano
1	Compresora
1	Máquina de soldar de arco eléctrico

Tabla 4.

*Herramientas utilizadas en la construcción de la estructura y prueba provisional*

<b>Cant.</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Medida</b>
1	Llave mixta - dado	N° 10 mm
1	Llave mixta - dado	N° 12 mm
1	Llave mixta - dado	N° 13 mm
1	Llave mixta - dado	N° 14 mm
1	Llave mixta - dado	N° 17 mm
1	Llave mixta - dado	N° 19 mm
1	Cierra manual	
1	Escuadra	
1	Escobilla de fierro	
1	Palanca con encaste	½ mm
1	Ratchet con encaste para dado de	½ mm
1	Extensión de dado	½ mm
2	Espátulas de planchador	

### **5ta. Etapa: Armado del dispositivo electrónico**

- Se instaló la placa Arduino nano.
- Se enlazó e Protoboard.
- Se colocaron dos relays de 30 amperios.
- Se pusieron dos diodos
- Se procedió con la incorporación de dos transistores.
- Se instalaron dos resistencias
- Se colocó el módulo bluetooth
- Se puso el módulo denominado fuente de alimentación descendente 3 Amp.
- Se programó el dispositivo con el teléfono Android
- Se montó el dispositivo electrónico en el motor de arranque.

- Finalmente se realizó la comprobación de funcionamiento.

### **3.5 Limitaciones**

- Por efecto del aislamiento social originado por la pandemia del COVID, no hubo facilidad para adquirir las autopartes del motor.
- Demora en la construcción del módulo debido aislamiento social por la situación en la que se encontraba la sociedad.
- No hay muchas referencias bibliográficas para la elaboración del marco teórico a falta de bibliotecas presenciales por la situación de la pandemia.
- Falta de bibliografía especializada inclusive en el Google académico y Dialnet existen libros fragmentados y falta información exclusivamente de la parte que fue necesaria para la formulación del marco teórico.
- Durante la búsqueda de repuestos se presentaron inconvenientes en la adquisición, por ser piezas muy antiguas. Así mismo, hubo inconvenientes en las adquisiciones técnicas referentes a los aplicativos electrónicos.
- No contar con un modelo para la construcción del módulo del sistema de encendido con dispositivo electrónico, cabe precisar que todo lo realizado es idea original de los informantes.
- No se contó con un ambiente para la ejecución del trabajo de aplicación profesional por el cierre del IESTPPFAA por el decreto en estado de emergencia a nivel nacional.
- Falta de presupuesto económico para ejecutar el trabajo de aplicación profesional debido a los sobre costos, por efecto de la pandemia.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS**

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras la realización de este trabajo de aplicación profesional son los siguientes:

- A partir de la construcción de este módulo denominado “Dispositivo electrónico en el sistema de encendido para el funcionamiento del motor Toyota 18 R”, el taller de la carrera Mecánica Automotriz del IESTPFFAA cuenta con un equipo de enseñanza para desarrollar la unidad didáctica de sistema de encendido convencional que se desarrolla en el cuarto semestre.
- El desarrollo del módulo será de gran significancia en los aprendizajes, además, los estudiantes estarán más motivados a generar su propio aprendizaje.
- Los componentes del módulo garantizan la facilidad y viabilidad con el que los docentes realizaran su trabajo técnico durante las prácticas.
- Se obtuvo como resultado de la construcción de la estructura, es decir, un soporte macizo que ha de soportar el esfuerzo que se realiza durante el funcionamiento del motor de combustión interna.

**CAPÍTULO V**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

- a) A partir de la construcción de un módulo denominado “Dispositivo electrónico en el sistema de encendido para el funcionamiento del motor Toyota 18 R”, los docentes del programa de estudios de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA cuentan con un material didáctico que contribuya a desarrollar sus actividades académicas.
- b) La construcción de un módulo demuestra el nivel de conocimientos alcanzado por los estudiantes y la calidad educativa que brinda el IESTPFFAA.
- c) La existencia de un módulo mejora la planificación y el desarrollo de los contenidos curriculares programáticos y realza la imagen del Instituto.
- d) El desarrollo de este módulo motiva a los estudiantes a construir más y mejores equipos para incrementar las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes.
- e) Este trabajo de aplicación profesional se ha realizado respetando la secuencia lógica plasmada en el perfil de proyecto, del mismo modo teniendo como elemento de apoyo el bosquejo inicial de la estructura.

## RECOMENDACIONES

- a) Los estudiantes que utilicen el módulo deberán en todo momento tener la supervisión y asesoría de un docente encargado del desarrollo la unidad didáctica de electricidad y electrónica automotriz.
- b) La manipulación de este módulo se debe realizar con mucho cuidado respetando las normas de seguridad, ya que por exceso de confianza el operador puede sufrir algún accidente.
- c) El asistente de taller con apoyo de los docentes y el jefe de carrera de Mecánica Automotriz debe redactar un reglamento de uso de los módulos didácticos que se encuentran en el taller y laboratorios a fin de preservar su vida útil.
- d) El mantenimiento de este módulo debe realizarse de manera periódica y programada en el plan de trabajo del programa de estudios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pardiñas Alvite José y Feijó Revilla Ramón. (2018). *Sistemas auxiliares del motor*. España: Editorial Editex
- González Quijandría, Ernesto. (2015). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor*. España: Editorial Paraninfo.
- Gerschler Stuttgart, Hellmut. (1985). *Tecnología del automóvil*. Colombia: Editorial Reverté. S.A.
- Arias Paz, Manuel. (2014). *Electrónica automotriz*: España: Editora Punto Rojo. S.A-
- Ceballos Galarza, A. (2016). *Análisis de las señales del sistema de encendido primario y secundario de disparo para el módulo de encendido del vehículo Chevrolet Aveo Family 1.5 l*, [Tesis de Licenciatura - Mecánica Automotriz.] Repositorio de la Universidad Internacional del Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1591?locale=es>
- Sevilla Sarmiento, M. (2017). *Construcción y caracterización de un banco de pruebas de encendido sin distribuidor* [Tesis de Licenciatura - Mecánica Automotriz.] Repositorio de la Universidad Internacional del Ecuador. <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2645/1/esteban%20sevilla%20tesis%202017.pdf>
- Caso Horihuela, F. (2015). *Módulo didáctico electrifácil y aprendizaje del mantenimiento del sistema eléctrico automotriz en estudiantes de instituciones educativas técnicas de Huancayo*, [Tesis de Maestría- Educación] Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4267>
- Cortéz Reinoso, F. (2018). *“Diseño y construcción de equipo para el diagnóstico de dispositivos electrónicos usados en el encendido de motores de combustión interna”*. [Tesis de Licenciatura - Educación] Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://www.itca.edu.sv/wp-content/uploads/2018/10/Dise%C3%B1o-y-construcci%C3%B3n-de-equipo-para-el-diagn%C3%B3stico-de-dispositivos-electr%C3%B3nicos-usados-en-el-encendido-de-motores-de-combusti%C3%B3n-interna.pdf>

Gonzales Montes, L. (2017). "*Madel y aprendizaje de las partes del sistema de encendido electrónico en estudiantes de la I.E. Industrial N° 32 Tarma*" [Tesis de Licenciatura - Educación]. Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4777>

## **APÉNDICES**

**A: Cronograma de presupuesto**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO S/.</b>	<b>PRECIO TOTAL S/.</b>
Motor Toyota 18 R	01	600.00	600.00
Placa Arduino Nano PH 340	01	50.00	50.00
Placa Proto Board	01	50.00	50.00
Relay electrónico	02	8.00	16.00
Resistencias	02	1.00	2.00
Transistor	02	5.00	10.00
Mtrs de conductor eléctrico	06	5.00	30.00
Rollo de estaño para soldar	01	10.00	10.00
Pernos de ¼	20	0.50	10.00
Tubos cuadrado de 1 ½ "	2	18.50	37.00
1kilo de Electrodo punto azul E 6011	01	16.00	16.00
Disco de corte	04	6.00	24.00
Discos de desbaste	02	7.00	14.00
Garruchas para módulo (2 sin freno)	02	5.00	10.00
Garruchas para módulo (2 con freno)	02	7.50	15.00
Escobilla de acero	01	10.00	10.00
Thinner (galón)	01	16.00	16.00
Lijas (N° 600)	04	2.40	9.60
Lima (cuadrada)	01	15.00	15.00
Pintura base (Verde)	¼ gal	8.00	8.00
Pintura esmalte azul eléctrico	½ gal	8.00	8.00
Petróleo	02 gal	13.00	26.00
Gasolina	02 gal	14.00	28.00
<b>TOTAL</b>		<b>S./</b>	<b>1014.60</b>

## Apéndice B: Cronograma de Actividades

