



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
PARA BOBINAS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DE
VEHÍCULOS AUTOMOTORES”**

AUTOR: QUINGA CHIGUANO EDISON XAVIER

DIRECTOR: ING. ROMEL CARRERA

LATACUNGA

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA BOBINAS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES**" realizado por el señor **CBOS. DE TRP. QUINGA CHIGUANO EDISON XAVIER** cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto, me permito acreditarlo y autorizar al señor **CBOS. DE TRP. QUINGA CHIGUANO EDISON XAVIER** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, septiembre de 2017

ING. ROMEL CARRERA
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CBOS. DE TRP. QUINGA CHIGUANO EDISON XAVIER**, con cédula de identidad N° 1723038996, declaro que este trabajo de titulación "**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA BOBINAS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES**" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, septiembre de 2017

CBOS. DE TRP. QUINGA CH. EDISON X.
CI. 1723038996



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, **CBOS. DE TRP. QUINGA CHIGUANO EDISON XAVIER**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la Biblioteca Virtual de la Institución el presente trabajo de titulación "**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA BOBINAS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES**" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, septiembre de 2017

CBOS. DE TRP. QUINGA CH. EDISON X.
CI. 1723038996

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi amada esposa María, por su cariño, amor, apoyo y ánimo que me brinda día a día para poder alcanzar todas las metas propuestas tanto profesionales como personales para ti por ser una mujer incondicional TE AMO.

A mi adorable hijo Nicolás, que con su sonrisa, inocencia, ocurrencias ilumina y alegra mis días, por quien siempre velare y cuidare hasta verlo hecho un hombre de bien.

A mis padres y hermanos, quienes son mi guía desde mi infancia.

Eddy

AGRADECIMIENTO

Agradezco inmensamente a Dios, por la sabiduría brindada día a día y guiarme por el camino del bien para terminar con éxitos todas las metas propuestas.

A mi esposa y mi hijo, por la paciencia y el apoyo incondicional durante toda la carrera universitaria y en mi vida personal ya que ellos son la columna vertebral en mi vida.

A mis padres, por siempre confiar en mí, por el arduo trabajo demostrado para que sus hijos puedan alcanzar sus metas y objetivos, como no recalcar una frase que mi padre siempre me inculco. “Hay hombres que luchan un día y son buenos. Hay otros que luchan un año y son mejores. Hay quienes luchan muchos años, y son muy buenos. Pero hay los que luchan toda la vida, esos son los imprescindibles.” Berltot Brech.

Al Gloriosos Ejército Ecuatoriano, por haberme abierto sus puertas y brindado la oportunidad de prepararme y capacitarme en una de las mejores Carreras Técnicas como es la Mecánica Automotriz.

A mis maestros de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE que me impartieron sus conocimientos, en especial a mi Tutor de Trabajo de Titulación Ing. Rommel Carrera por su apreciable contribución en este trabajo.

A mis Tíos, por siempre estar prestos para cualquier circunstancia, en fin a todas las personas que de una u otra manera ayudaron para culminar con éxito mi carrera.

Eddy

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos	2
1.4.1. General	2
1.4.2. Específicos	3
1.5. Alcance	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Sistema de encendido.....	4
2.1.1. Introducción	4
2.2. Tipos de sistemas de encendido	5
2.2.1. Sistema de encendido convencional	5
A. Componentes del sistema de encendido convencional	5
B. Funcionamiento.....	9
2.2.2. Sistema de encendido electrónico por descarga de condensador.....	10
A. Funcionamiento.....	10
2.2.3. Sistema de encendido electrónico transistorizado (con ruptor mecánico).....	11

A.	Funcionamiento.....	11
2.2.4.	Sistema de encendido electrónico sin contacto.....	12
A.	Encendido electrónico con captador inductivo	12
B.	Encendido electrónico con captador Hall	13
2.2.5.	Sistema de encendido electrónico integral.....	14
A.	Funcionamiento.....	15
2.2.6.	Sistema de Encendido DIS.....	15
A.	Funcionamiento.....	15
2.2.7.	Sistema de encendido COP (Coil-Over-Plug)	16
2.3.	Bobinas de encendido	17
2.3.1.	Diseño y funcionamiento	17
2.3.2.	Terminología de la tecnología de encendido	19
A.	Control	19
B.	Corriente primaria.....	19
C.	Tensión secundaria.....	20
D.	Corriente secundaria	20
2.3.3.	Tipos y sistemas de bobinas.....	21
A.	Bobinas de encendido de cartucho.....	21
B.	Bobinas de encendido con distribuidor electrónico.....	21
C.	Bobinas de chispa doble.....	22
D.	Bobinas de encendido tipo lápiz	23
2.4.	Principios de magnitudes eléctricas	24
2.4.1.	Tensión o voltaje.....	24
2.4.2.	Intensidad eléctrica	24
2.4.3.	Resistencia eléctrica.....	24
2.4.4.	Ley de ohm	25
2.4.5.	Potencia eléctrica	25
2.4.6.	Frecuencia	25
2.5.	Componentes electrónicos básicos	26
2.5.1.	Resistencia	26
A.	Características de una resistencia.....	26
B.	Código de Colores para Resistores	26

C.	Tipos de resistores.....	27
2.5.2.	Condensadores	27
A.	Funcionamiento.....	28
B.	Tipos de Condensadores	28
2.5.3.	Diodo LED.....	28
2.5.4.	Diodo zener.....	29
2.5.5.	Circuitos integrados	31
A.	Temporizador 555	31
B.	Circuito integrado 78xx	35
2.5.6.	Transistores	36
A.	Polarización de un transistor	36
B.	Zonas de trabajo.....	37
C.	Protecciones para el transistor	38
2.5.7.	Baterías	38
A.	Baterías de acumuladores de plomo-ácido	38
2.6.	Consejos prácticos	39
2.6.1.	Cortocircuitos internos llevan al sobrecalentamiento	39
2.6.2.	Alimentación de tensión defectuosa	39
2.6.3.	Daños mecánicos	39
2.6.4.	Fallo de contacto	39
2.6.5.	Problemas térmicos.....	39
2.6.6.	Vibraciones	40
2.7.	Comprobación visual de las bobinas.....	40

CAPÍTULO III

3.	CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.....	41
3.1.	Introducción	41
3.2.	Selección de componentes eléctricos y electrónicos del banco de pruebas...41	
3.2.1.	Análisis para la selección de componentes	41
A.	Fuente de alimentación de energía.....	46
B.	Regulador de voltaje	46
C.	Designación de diodos	47

D.	Configuración del 555.....	47
E.	Designación de condensadores	48
F.	Cálculo para la designación de resistencias	48
G.	Designación de diodo para la configuración del 555.....	51
H.	Designación del diodo LED.....	51
I.	Designación del transistor.....	52
J.	Designación de la resistencia del módulo de encendido.....	54
3.2.2.	Uso de software.....	54
3.3.	Construcción del circuito	55
3.3.1.	Grabado y perforado de la pista en la baquelita.....	55
A.	Proceso para el grabado de la pista en la baquelita.....	55
B.	Colocación de los componentes electrónicos en la baquelita	57
C.	Proceso de soldado de los elementos	58
3.3.2.	Instalación en la caja de plástico.....	58
3.4.	Pruebas de funcionamiento del módulo de control.....	60
3.5.	Construcción del banco de trabajo	61
3.6.	Análisis de bobinas y módulos de encendido en el banco de pruebas.....	63
3.6.1.	Prueba en bobina de chispa doble.....	63
3.6.2.	Prueba en bobina de encendido con distribuidor electrónico	64
3.6.3.	Prueba en bobina tipo lápiz.....	65
3.6.4.	Prueba en bobina de encendido de cartucho	65

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
4.1. Conclusiones	66
4.2. Recomendaciones	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXO	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Sistema de encendido convencional	5
Figura 2.	Variador de avance centrífugo	7
Figura 3.	Variador de avance por vacío	8
Figura 4.	Sistema de encendido por descarga de condensador	10
Figura 5.	El transistor en el circuito de encendido convencional.....	11
Figura 6.	Captador inductivo y oscilograma	13
Figura 7.	Elementos de un sensor Hall.....	14
Figura 8.	Comparación de mapas de encendido.....	15
Figura 9.	Esquema del sistema de encendido COP	17
Figura 10.	Estructura de una bobina de encendido	19
Figura 11.	Ciclo de control.....	19
Figura 12.	Gráfica de la corriente primaria	19
Figura 13.	Grafica de la tensión secundaria	20
Figura 14.	Gráfica de la corriente secundaria	20
Figura 15.	Bobina de encendido de cartucho	21
Figura 16.	Bobina de encendido con distribuidor electrónico	22
Figura 17.	Bobina de chispa doble	23
Figura 18.	Salto de chispas.....	23
Figura 19.	Diseño de la bobina de chispa simple.....	24
Figura 20.	Símbolo del diodo LED	28
Figura 21.	Símbolo del diodo zener	30
Figura 22.	Polaridad del diodo zener	30
Figura 23.	Funcionamiento astable del 555	31
Figura 24.	Funcionamiento monoestable del 555	31
Figura 25.	Terminales del temporizador 555	32
Figura 26.	Modo astable del 555.....	33
Figura 27:	Gráfica para designar capacitancia y resistencia	34
Figura 28:	Circuito de ampliación del ciclo de trabajo	35
Figura 29.	Circuito Integrado 7805	36
Figura 30.	Transistor NPN	36
Figura 31.	Transistor PNP	36

Figura 32.	Esquema de protecciones.....	38
Figura 33.	Instalación del osciloscopio G-SCAN 2.....	42
Figura 34.	Tiempo alto (marcha mínima).....	42
Figura 35.	Tiempo bajo (marcha mínima).....	43
Figura 36.	Frecuencia (marcha mínima).....	43
Figura 37.	Tiempo alto (4000 rpm.).....	44
Figura 38.	Tiempo bajo (4000 rpm.).....	44
Figura 39.	Hertz (4000 rpm.).....	45
Figura 40.	Esquema ampliación del ciclo de trabajo.....	47
Figura 41.	Circuito del módulo de control.....	54
Figura 42.	Pista del circuito.....	54
Figura 43.	Materiales para grabar la pista.....	55
Figura 44.	Grabado de la pista.....	55
Figura 45.	Quemado de la baquelita.....	56
Figura 46.	Perforado de la baquelita.....	56
Figura 47.	Componentes del circuito.....	58
Figura 48.	Proceso de soldado.....	58
Figura 49.	Distribución del espacio en la caja.....	59
Figura 50.	Instalación de elementos en la caja.....	59
Figura 51.	Conectores.....	60
Figura 52.	Prueba del circuito.....	60
Figura 53.	Datos del circuito (marcha mínima).....	60
Figura 54.	Datos del circuito (aproximadamente a 4000rpm.).....	61
Figura 55.	Cortado del tubo cuadrado.....	62
Figura 56.	Unión de los tubos.....	62
Figura 57.	Colocación de alucobond.....	62
Figura 58.	Banco de pruebas.....	63
Figura 59.	Prueba en bobina de chispa doble.....	63
Figura 60.	Prueba en bobina de encendido con distribuidor electrónico.....	64
Figura 61.	Prueba en bobina tipo lápiz.....	65
Figura 62.	Prueba en bobina de encendido de cartucho.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Especificaciones y características de las bobinas de encendido	20
Tabla 2	Código de colores	27
Tabla 3	Valores de diodos LED	29
Tabla 4.	Características regulador de voltaje 7805	46
Tabla 5.	Características del transistor TIP3055	52
Tabla 6.	Características del zener 5156	53
Tabla 7.	Elementos electrónicos designados.....	57
Tabla 8.	Elementos de manipulación	59
Tabla 9.	Materiales para el banco de trabajo	61

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	Ley de ohm	25
Ecuación 2.	Potencia eléctrica.....	25
Ecuación 3.	Frecuencia de oscilación.....	26
Ecuación 4.	Resistencia limitadora de un diodo LED	29
Ecuación 5.	Tiempo alto instante de carga del condensador.....	34
Ecuación 6.	Tiempo bajo instante de descarga del condensador	34
Ecuación 7.	Periodo de oscilación.....	35
Ecuación 8.	Resistencia de protección de la base del transistor.....	37

RESUMEN

Este proyecto se fundamentó en la aplicación de la electrónica básica para desarrollar herramientas de trabajo para un taller automotriz, en este caso la construcción de un módulo de control para accionar bobinas del sistema de encendido. En el marco teórico se estableció todo el avance tecnológico de los sistemas de encendido hasta la actualidad, analizada la información se creó un módulo de control para bobinas de los sistemas de encendido automotrices con elementos electrónicos y materiales de fácil acceso. Para la selección exacta de los elementos se realizó los cálculos respectivos, se aplicó un software de simulación de circuitos electrónicos y otro para la creación de la pista. Ensamblado todo el banco se realizó las respectivas pruebas en bobinas de diferentes sistemas de encendido automotrices, ejecutadas las pruebas se concluyó con éxito el análisis de las bobinas, posteriormente se creó un manual para la utilización del banco de pruebas. Finalmente se obtuvo las conclusiones y recomendaciones.

Palabras claves:

MÓDULO DE CONTROL

MÓDULO DE ENCENDIDO

SISTEMAS DE ENCENDIDO

ANÁLISIS DE BOBINAS

ABSTRACT

This project focused on the application of basic electronics to develop work tools for a mechanical workshop, in this case the construction of a control module to power up ignition system coils. The entire technological advance of ignition systems to the present day, was established in the theoretical framework a control module for ignition modules and ignition systems coils with electronic elements and easily accessible materials was created after analyzing the information. For the exact selection of the elements the respective calculations were carried out, an electronic circuit simulation software was applied and another one for the creation of the mark. Assembled the entire workbench the respective tests on different ignition systems coils were carried out, after finishing the test the analysis of the coils was successfully completed, then a manual for using the test bench was created. Finally the conclusions and recommendations were obtained.

Keywords:

CONTROL MODULE

IGNITION MODULE

IGNITION SYSTEMS

COIL ANALYSIS

Checked by:

LCDA. YOLANDA SANTOS
DOCENTE UGT

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

"CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA BOBINAS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES"

1.1. Antecedentes

El sistema de encendido es uno de los sistemas que más ha experimentado cambios en el diseño desde la aplicación de la electrónica como herramienta de control.

El avance tecnológico en el parque automotor mediante aplicaciones eléctricas y electrónicas es cada vez más extenso con el propósito de mejorar el desempeño del motor, se sustituyó componentes mecánicos por elementos eléctricos y electrónicos en el sistema de encendido automotriz, que cumplen las mismas funciones de una forma más rápida y eficiente.

El sistema de encendido tiene mayor vulnerabilidad a daños por factores como: la vibración, la humedad, la falta de mantenimiento del mismo. La bobina siendo un elemento propenso a dañarse, su diagnóstico representa un problema para el técnico debido a que la mayoría tiene escasos e inadecuados equipos los mismos que son ineficientes para verificar la chispa que proporciona la bobina.

El siguiente proyecto técnico se basa en la construcción de un banco de pruebas para verificar el funcionamiento de las bobinas, permitiendo el montaje rápido de la bobina y visualizar la chispa que emite hacia las bujías.

Dicho equipo se puede utilizar tanto en un laboratorio con fines académicos así como también en un área de taller con fines comerciales.

1.2. Planteamiento del problema

El adelanto tecnológico en los automóviles en lo concerniente a las aplicaciones eléctricas y electrónicas ha creado la necesidad de contar con técnicos automotrices en el área de sistemas eléctricos y electrónicos aplicados a los modernos automóviles.

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE plantea formar profesionales competitivos con conocimientos científicos y

tecnológicos en sus diferentes carreras, de esta manera contribuir al desarrollo de nuestro país.

La carrera de Mecánica Automotriz, oferta a la sociedad Ecuatoriana, profesionales con las debidas competencias, debido a la gran demanda de estudiantes los laboratorios presentan escasos equipos lo que limita el óptimo desarrollo de los estudiantes.

El parque automotriz necesita contar con profesionales técnicamente preparados, de tal manera que puedan desenvolverse con capacidad y seguridad en el ejercicio profesional, es así que en la formación de un Tecnólogo Automotriz, se considera de suma importancia la capacitación teórico-práctica por lo tanto tener equipos de laboratorio en óptimas condiciones es un pilar fundamental para la enseñanza y aprendizaje.

1.3. Justificación

La elaboración del presente proyecto técnico es importante ya que permitirá la implementación de un banco de pruebas para bobinas del sistema de encendido de vehículos automotores en el estudiantado Automotriz.

Tomando en cuenta los escasos equipos que el estudiantado Automotriz tiene para realizar sus prácticas en las bobinas de encendido dicho equipo contribuirá al mejor desempeño técnico ya que permitirá observar la chispa de encendido para dar un diagnóstico de la bobina.

Este equipo permitirá al docente impartir de mejor manera sus conocimientos tanto teóricos como prácticos.

Por lo tanto, los principales beneficiarios serán los estudiantes de la Carrera de Tecnología Automotriz, así como también los docentes de dicha carrera.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Construir un banco de pruebas para bobinas del sistema de encendido de vehículos automotores, mediante un circuito electrónico que haga funcionar módulos de

encendido y bobinas para verificar su estado de funcionamiento e implementarlo a la carrera de Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

1.4.2. Específicos

Investigar los avances tecnológicos acerca del sistema de encendido.

Fabricar un banco de pruebas para bobinas del sistema de encendido de vehículos automotores ergonómico, sencillo de utilizar y que satisfaga la necesidad del laboratorio.

Realizar pruebas en las bobinas de encendido automotriz en vehículos que poseen diferentes sistemas de encendido.

1.5. Alcance

El presente proyecto tiene como objeto la implementación del banco de pruebas en la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz que permitirá realizar prácticas de pruebas de bobinas de encendido automotriz el cual servirá para identificar el estado y funcionamiento de la bobina.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de encendido

2.1.1. Introducción

El sistema de encendido de los motores de ciclo Otto es aquel, en que se incorporaron los primeros componentes electrónicos al automóvil, estos motores también denominados por chispa, obtienen su fuerza motriz mediante una chispa eléctrica que actúa como fulminante de un explosivo, detonando la mezcla aire-combustible, en los motores antiguos la mezcla se realiza en el carburador, pero en los motores actuales con sistema de admisión electrónica se efectúa dentro del conducto de admisión de la culata.

La electricidad que alimenta los sistemas de encendido tiene un voltaje demasiado insuficiente para hacer saltar la chispa, por lo que se debe recurrir a un dispositivo de transformación, conocido como bobina. Este elemento es muy común en todos los sistemas de encendido, con la diferencia en su forma de alimentación y control, la chispa eléctrica al saltar de la bujía, debe poseer la energía suficiente para iniciar la explosión de la mezcla, con una tensión comprendida entre 10000 y 45000 voltios dependiendo esto del sistema de encendido este voltaje es necesario para que se pueda abrir el aislante formado por la mezcla comprimida dentro de la cámara de combustión.

El sistema de encendido debe cumplir ciertos requisitos como:

- Originar las chispas entre los electrodos de las bujías con la energía suficiente, las mismas que encienden la mezcla empujando el pistón hacia abajo para hacer girar el cigüeñal.
- El salto de la chispa debe ser en el momento preciso, ajustándose a los valores estipulados en el ciclo práctico, en cuanto al valor en grados del ángulo de avance al encendido.
- En motores multicilíndricos, el salto de la chispa debe efectuarse en el cilindro o cilindros adecuados, según el orden de encendido. Esta labor cumple el distribuidor pero en la actualidad la implementación de los encendidos estáticos ha permitido excluir del mismo.

2.2. Tipos de sistemas de encendido

2.2.1. Sistema de encendido convencional

Encendido convencional (por ruptor). Este sistema es el más sencillo de los sistemas de encendido por bobina, en él se cumplen todas las funciones que se le soliciten a estos dispositivos. (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012, pág. 1).

El sistema de encendido lo conforma la batería, el interruptor general o llave de contacto; un transformador denominado bobina de encendido; el interruptor de corriente del primario de la bobina denominado ruptor, un condensador conectado en paralelo con los contactos del ruptor y los mecanismos de avance encargados de sincronizar el salto de la chispa con las condiciones de funcionamiento del motor.

A. Componentes del sistema de encendido convencional

A continuación, en la figura 1, se describen los componentes del circuito de encendido convencional, debiendo destacarse que, elementos como las bujías, los cables, la bobina, etc., son compartidos también por los sistemas de encendido electrónico, cuyo estudio se aborda más adelante. (Pérez Belló, 2014, pág. 7)

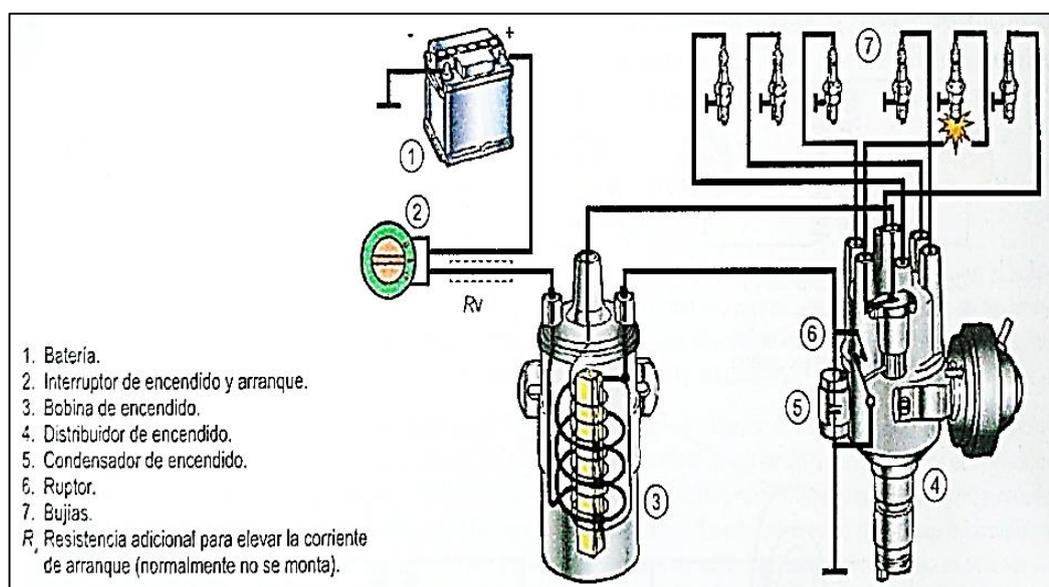


Figura 1. Sistema de encendido convencional

Fuente: (Pérez Belló, 2014)

- Batería

Tiene la función de alimentar al circuito, proporcionando una tensión de 12V, que en la práctica asciende a un valor promedio de 13.6V.

- Bobina

Tiene la función de transformar la tensión de la batería, a altas tensiones requeridas para que pueda saltar la chispa entre los electrodos de las bujías.

- Conmutador de encendido

Es el principal interruptor eléctrico del vehículo, este controla el circuito de apertura y cierre del circuito de encendido y de otros circuitos.

- Distribuidor

Es el encargado de efectuar la distribución de alta tensión a las respectivas bujías, según el orden de encendido, además sirve como soporte y alojamiento al ruptor, condensador y mecanismos de avance.

- Ruptor

Conocido también como platino, es un dispositivo que hace partícipe a la bobina en el momento que debe producir las descargas de alta tensión, controlando la apertura y cierre del circuito con la puesta a masa del mismo, este componente está formado por dos contactos; uno fijo que está conectado a masa siendo el soporte del ruptor. El otro contacto, que es móvil o conocido como martillo, está conectado eléctricamente al negativo de la bobina.

El ángulo de leva, conocido también como “de cierre” o “de contacto” de los platinos (“Dwell”), podemos definirlo como: la cantidad de grados de rotación que gira la flecha del distribuidor de encendido durante los cuales se encuentran unidos los 2 contactos de los platinos, es decir, que están permitiendo el paso de la electricidad y cerrando el circuito primario o de baja tensión de la bobina de encendido. (Pérez Belló, 2014)

- Condensador

Tiene como función absorber el arco eléctrico que se produce cuando los contactos comienzan a abrirse. En los primeros instantes, la distancia entre los mismos es mínima, por lo que se forma un arco eléctrico, no interrumpiéndose por tanto el paso de corriente por el primario, hasta que la separación entre ambos no es más acentuada, con el trabajo del condensador impedimos una avería anticipada de los contactos del

ruptor, además absorbe la corriente de ruptura que se induce sobre el primario, de esta manera aumenta la velocidad de flujo, esto ayuda a la energía en la chispa de la bujía cuando se va a poner en marcha el vehículo. (Pérez Belló, 2014, pág. 16)

- Variadores de avance

Son los encargados de ajustar el avance al encendido, a las circunstancias de trabajo del motor. En el ciclo Otto práctico, existe la necesidad que la chispa de la bujía salte momentos antes que el pistón llegue al PMS, para de esta manera compensar la demora en la combustión, de tal forma que esta se lleva a cabo cuando el pistón se encuentra próximo al PMS. Entonces, el incremento de volumen en la cavidad volumétrica es menor, por lo que la caída de presión resultante de dicho incremento de volumen se ve disminuida en gran parte. Hay dos sistemas de variación de avance: centrífugo y de depresión.

El variador de avance centrífugo tiene como objetivo modificar el avance de encendido acorde varía el régimen de giro; es un dispositivo conformado de dos masas excéntricas que pueden moverse sobre un plato porta-masas. Estas masas que giran sobre unos pivotes y se unen a la leva mediante unos muelles. El conjunto de las masas y muelles es impulsado por el eje del distribuidor. Con el motor en ralentí, los muelles conservan los contrapesos en reposo; a medida que el motor coge revoluciones, la fuerza centrífuga desplaza los contrapesos hacia el exterior lo que ocasiona el giro del manguito de leva un cierto ángulo en el mismo sentido de giro del distribuidor, la leva comienza a abrir los contactos del ruptor unos grados antes que en la posición de ralentí o bajas revoluciones del motor. (Pérez Belló, 2014)

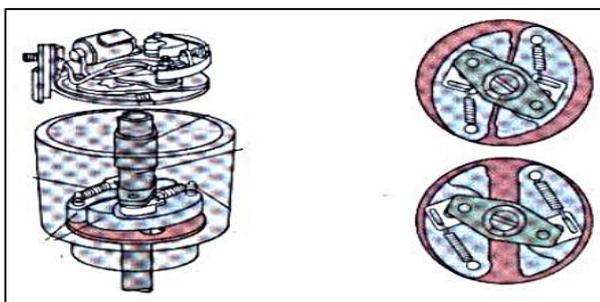


Figura 2. Variador de avance centrífugo

Fuente: (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012)

El variador de avance de depresión modifica el punto de encendido en función de la carga del motor, basándose en el valor de presión del colector de admisión; formado

por una capsula de vacío donde existe una membrana que es atraída por la depresión que existe entre la mariposa y las válvulas de admisión. El reglaje de avance es contrarrestado por la tensión del muelle de compresión, la superficie de la membrana, la fuerza y rigidez del resorte proporcionado la curva de avance a carga parcial. La membrana trabaja mediante los movimientos de una bieleta que está sobre la placa móvil que lleva el ruptor, variando su posición de acuerdo a la leva. Así, cuando la depresión aumenta, al estar poco abierta la mariposa de gases (es decir, poca carga), se vence la resistencia del muelle contraria de la membrana, desplazándose esta, y tirando de la placa portarruptor. Por tanto el ruptor se desplaza hacia la leva, aumentando el avance al encendido, a medida que el grado de carga aumenta, al abrirse en mayor medida la mariposa de gases, la depresión disminuye, por lo que la placa portarruptor gira en el mismo sentido que la leva, reduciéndose al ángulo de avance al encendido. (Pérez Belló, 2014, págs. 17-19).

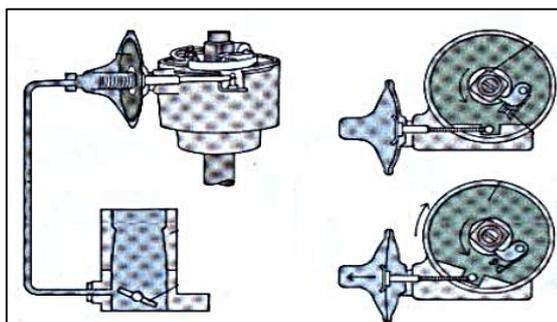


Figura 3. Variador de avance por vacío

Fuente: (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012)

- Cables de alta tensión

Son los encargados de transportar la corriente de alto voltaje que se produce en la bobina, hasta cada una de las bujías sin permitir que existan fugas, garantizando una buena combustión. Debido a esto es muy importante mantener estos cables en buen estado.

Deben poseer características como:

- Capacidad de aislamiento, evitando totalmente derivaciones a masa.
- Resistencia a la temperatura y a los agentes químicos a los que están expuestos en el ambiente que trabajan.
- Un alto valor óhmico, con el fin de evitar cortes electromagnéticos.

- Bujías de encendido

Tiene la misión de conducir la corriente eléctrica generada en el transformador hasta la cámara de combustión y convertirla en una chispa eléctrica de alta tensión para encender la mezcla.

En el instante que sucede la chispa eléctrica entre los electrodos de la bujía, se inicia la combustión del combustible generando una “esfera de fuego”. El “frente de llama” se propaga a lo largo de la cámara de combustión quemando la mezcla de aire/combustible y promoviendo la expansión de los gases.

B. Funcionamiento

Cuando se cierra la llave de contacto, la corriente de la batería alimenta el arrollamiento primario de la bobina, siempre y cuando los contactos del ruptor estén cerrados, de tal forma que los electrones puedan retornar a masa, el paso de la corriente por el primario hace que se genere en el mismo un campo magnético, debido a los efectos de la autoinducción el campo magnético creado se opone a la circulación de corriente, esto hace que la saturación del campo magnético se demore en el tiempo más de lo deseado, al mismo tiempo esta variación de flujo genera una fuerza electromotriz en el secundario, no con la suficiente energía como para hacer saltar la chispa en la bujía esto se debe a que el flujo inicial del campo magnético inductor es muy bajo, próximo a cero.

A continuación, cuando el motor en su giro acciona el distribuidor, la leva de este abre los contactos del ruptor, interrumpiendo la circulación de corriente por el primario, por los efectos de la autoinducción se genera la llamada corriente de ruptura, que es absorbida por el condensador. La interrupción del paso de corriente por el primario, hace que el campo magnético creado desaparezca rápidamente, a lo cual contribuye decisivamente el condensador. Por tanto, la variación de flujo, al pasar desde el valor de saturación hasta cero, provoca que se induzca un voltaje en ambos arrollamientos, oscilando entre 100 y 300 V en el primario, y aplicando la relación de transformación de la bobina (en torno a 100), unos 10000 a 30000 V en el secundario. (Pérez Belló, 2014, pág. 27).

2.2.2. Sistema de encendido electrónico por descarga de condensador

Este sistema denominado también "encendido por tiristor" funciona de una manera distinta a todos los sistemas de encendido (encendido por bobina), su funcionamiento está basado en cargar un condensador con energía eléctrica para después descargarlo provocando en este instante la alta tensión que hace saltar la chispa en las bujías.

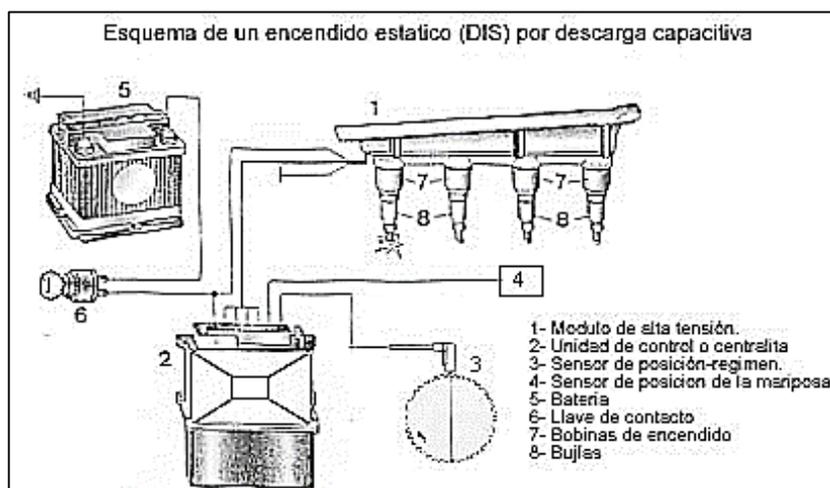


Figura 4. Sistema de encendido por descarga de condensador
 Fuente: (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012)

A. Funcionamiento

El sistema trabaja bajo el principio de la descarga capacitiva alcanzando tiempos de carga mucho más cortos y también tiempos de duración de la chispa más reducidos, de esta manera el funcionamiento del motor es menos satisfactorio a bajo y medio régimen observándose en la composición de los gases de la postcombustión. En el encendido por descarga de condensador la calibración de los electrodos de bujía se realiza alrededor de 1,5 mm, muy grande si lo comparamos con un encendido inductivo, con esto se intenta disminuir las dificultades de una descarga de tensión muy corta con una chispa más larga.

Las ventajas esenciales del encendido por descarga del condensador son las siguientes:

- Alta tensión, elevada y constante en una gama de regímenes de funcionamiento más amplia. Energía máxima en todos los regímenes.
- Crecimiento de la tensión extremadamente rápida.

Como desventaja, la duración de la chispa es muy inferior, del orden de 0,1 ó 0,2 ms, demasiado breves para su utilización en vehículos utilitarios. Este tipo de encendido se aplica en aquellos vehículos que funcionan a un alto número de revoluciones como coches de altas prestaciones o de competición, no es adecuado para los demás vehículos ya que tiene fallos de encendido a bajas revoluciones. (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012, pág. 6).

2.2.3. Sistema de encendido electrónico transistorizado (con ruptor mecánico)

Es un sistema que tuvo una gran mejora con respecto al sistema de encendido convencional con ruptor, su creación fue escasa ya que seguidamente salieron al mercado los sistemas que estudiaremos posteriormente.

A. Funcionamiento

Cuando los contactos del ruptor se cierran, la corriente puede pasar a masa a través de los mismos, por lo que se establece el circuito de base del transistor. Ello hace que se restablezca también el circuito de colector a través del transistor, por lo que la corriente circula a través del primario de la bobina. En la figura 5, la corriente pasa por R2 (fig.5), disponiéndose R1 (fig. 5) como resistencia compensadora, al actuar como un divisor de tensión. Una vez establecida la corriente de base, se establece a su vez la de colector a través de R3 (fig.5). El condensador situado entre emisor y colector absorbe los efectos de la autoinducción.

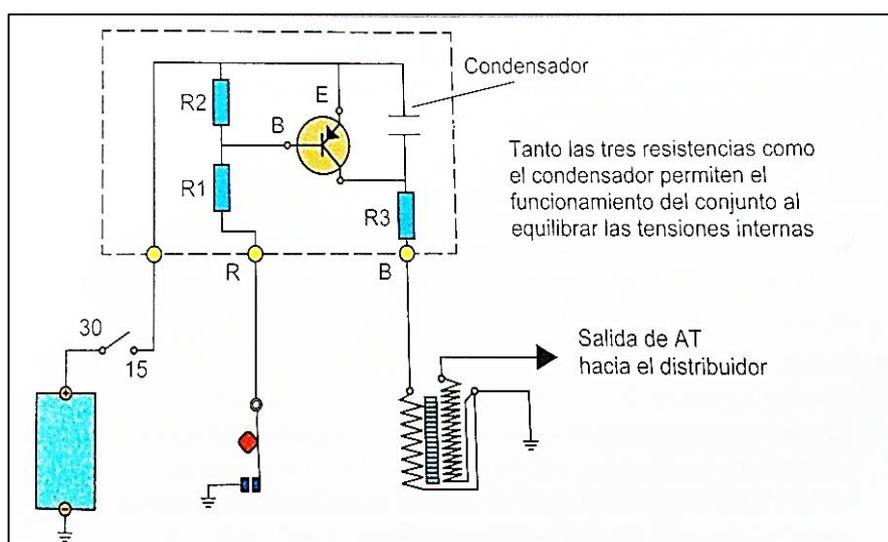


Figura 5. El transistor en el circuito de encendido convencional
Fuente: (Pérez Belló, 2014)

Al abrirse los contactos del ruptor, se interrumpe el paso de corriente por el circuito de base del transistor, lo cual hace que se interrumpa también a su vez por el circuito de colector. Ello hace que deje de circular corriente por el primario de la bobina, produciéndose la variación de flujo de la misma, e induciéndose en el secundario la alta tensión necesaria para el salto de chispa en la bujía. Al no estar sometido el ruptor nada más que a la tensión de la batería, circulando muy poca intensidad a través de sus contactos, se evita la formación de la corriente de ruptura. (Pérez Belló, 2014, pág. 40).

El sistema transistorizado presenta las siguientes ventajas con referencia al encendido convencional:

- Existe mayor tiempo de duración de los contactos, ya que la corriente que circula por los mismo es muy baja evitando formación de arcos eléctricos, una vez evitado esto ya no necesitamos del condensador.
- El corte de la corriente en el circuito primario se lleva con más rapidez.
- Permite utilizar una bobina con un arrollamiento primario de menor resistencia, con esto incrementa la tensión en el circuito secundario.

En este sistema los contactos no están sujetos a un gran arco eléctrico pero siguen siendo vulnerables a daños enfocándose su desventaja en este elemento.

2.2.4 Sistema de encendido electrónico sin contacto

El encendido electrónico sin contactos también llamado “encendido transistorizado”. Un encendido electrónico está compuesto básicamente por una etapa de potencia con transistor de conmutación y un circuito electrónico formador y amplificador de impulsos alojados en la centralita de encendido, al que se conecta un generador de impulsos situado dentro del distribuidor de encendido. (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012, pág. 7)

Tomando de referencia el tipo de captador o sensor utilizado en el distribuidor se pueden diferenciar dos tipos de encendido electrónico:

A. Encendido electrónico con captador inductivo

Es uno de los más utilizados en los sistemas de encendido. Está instalado en la cabeza del distribuidor sustituyendo al ruptor, la señal eléctrica que genera se envía a

la unidad electrónica que gestiona el corte de la corriente del bobinado primario de la bobina para generar la alta tensión que se envía a las bujías. El generador de impulsos está constituido por una rueda de aspas llamada rotor, de acero magnético, que produce durante su rotación una variación del flujo magnético del imán permanente que induce de esta forma una tensión en la bobina que llega a la unidad electrónica. La rueda tiene tantas aspas como cilindros tiene el motor y a medida que se acerca cada una de ellas a la bobina de inducción, la tensión va subiendo cada vez con más rapidez hasta alcanzar su valor máximo cuando la bobina y el aspa se encuentren frente a frente (+V). Al alejarse el aspa siguiendo el giro, la tensión cambia muy rápidamente y alcanza su valor negativo máximo (-V). En este cambio de tensión se produce el encendido y el impulso así originado en el distribuidor se hace llegar a la unidad electrónica. Cuando las aspas de la rueda no están enfrentadas a la bobina de inducción no se produce el encendido. (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012, pág. 8).

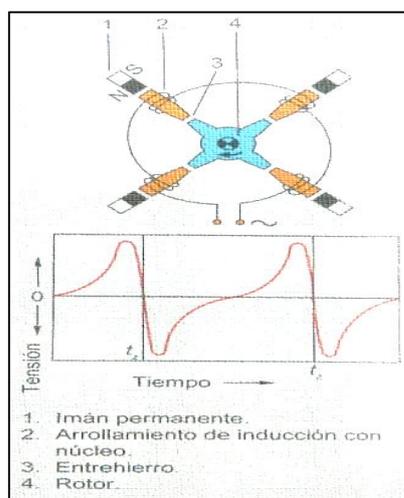


Figura 6. Captador inductivo y oscilograma

Fuente: (Pérez Belló, 2014)

B. Encendido electrónico con captador Hall

Se basa en crear una barrera magnética para interrumpirla periódicamente, esto genera una señal eléctrica que se envía a la centralita electrónica que determina el punto de encendido. Este generador está constituido por una parte fija que se compone de un circuito integrado Hall y un imán permanente con piezas conductoras. La parte móvil del generador está formada por un tambor obturador, que tiene una serie de pantallas tantas como cilindros tenga el motor. Cuando una de las pantallas del obturador se sitúa en el entrehierro de la barrera magnética, desvía el campo magnético impidiendo que pase el campo magnético al circuito integrado. Cuando la pantalla del

tambor obturador abandona el entrehierro, el campo magnético es detectado otra vez por el circuito integrado. Justo en este momento tiene lugar el encendido. La anchura de las pantallas determina el tiempo de conducción de la bobina. (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012, pág. 8).

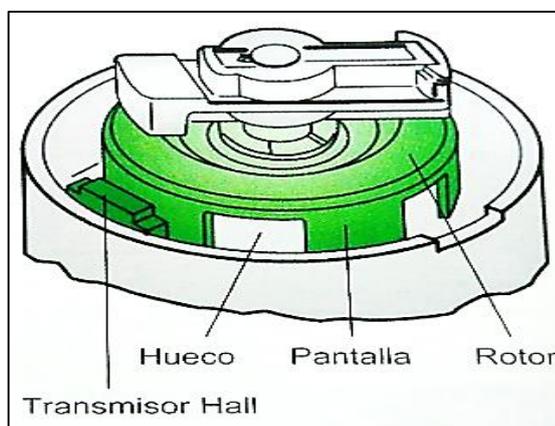


Figura 7. Elementos de un sensor Hall
Fuente: (Pérez Belló, 2014)

2.2.5. Sistema de encendido electrónico integral

Este sistema de encendido trata de ir descartando cualquier sistema mecánico debido a sus escasos beneficios, siendo la electrónica quien se encargue de dos sistemas en el distribuidor. Desaparecen los elementos de corrección del avance de encendido y también el generador de impulsos, a los que se reemplaza por componentes electrónicos estos elementos electrónicos serán comandados por una centralita o unidad de control, la misma que recibirá información de los captadores o sensores denominados parámetros de entrada, que son:

- Régimen de giro el motor (sensor de revoluciones)
- Posición del cigüeñal (sensor de posición del cigüeñal CKP)
- Estado de carga el motor (sensor de presión en el colector MAP)
- Temperatura del motor (sensor de temperatura del refrigerante)
- Temperatura del aire (sensor de temperatura el aire IAT)
- Detonación (sensor de detonación o detector e picado)
- Posición de la mariposa (sensor de posición de la mariposa TPS)

A. Funcionamiento

En este sistema es imprescindible la señal enviada por el sensor de posición del cigüeñal. En todo lo que refiere a la variación del porcentaje Dwell o ángulo de cierre, se realiza de forma totalmente electrónica, siendo la unidad de control la encargada de definir la duración de la conexión del circuito primario.

Estos sistemas funcionan según su programación, en este caso el distribuidor se limita a distribuir, como su nombre lo indica, la alta tensión procedente de la bobina a los diferentes cilindros, según el orden de encendido, este sistema presenta las siguientes ventajas:

- Puesta a punto permanente del sistema
- Mapa de encendido discrecional

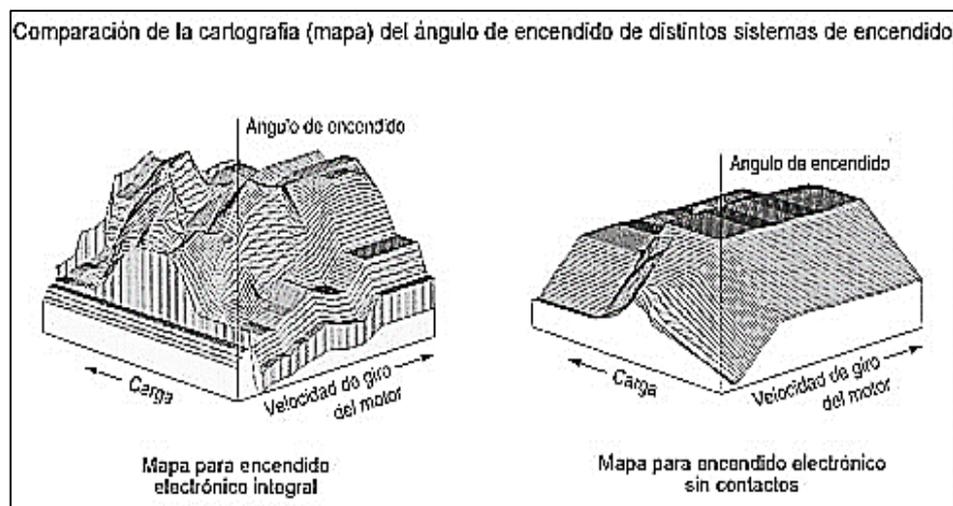


Figura 8. Comparación de mapas de encendido

Fuente: (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012)

2.2.6. Sistema de Encendido DIS

El sistema DIS (Direct Ignition System) llamado también sin distribuidor, se diferencia notablemente del sistema de encendido tradicional ya que elimina el distribuidor, evitando aún más la posibilidad de desajustes y averías.

A. Funcionamiento

Al cerrar el circuito primario, circula corriente por la bobina del primario desde el borne positivo al negativo a través del dispositivo de apertura y cierre del circuito. Mientras circula corriente por el primario la energía se recolecta en forma magnética. En el instante de apertura del circuito deja de circular corriente por el primario pero la

energía magnética se transfiere a la bobina del secundario donde buscará salir para cerrar el circuito y como la bobina del secundario es de varias espiras por tanto la relación de transformación elevada saldrá una tensión de varios kilovoltios (miles de voltios). La alta tensión tenderá a saltar con mucha fuerza en el cilindro donde haya mucha presión de gases: el cilindro en compresión, mientras que necesitará solo unos centenares de voltios en el cilindro que hace depresión, es decir el que está en escape. De este modo el sistema "sabe" donde se requiere la alta tensión que prenda la mezcla. Durante el ciclo siguiente, cuando los cilindros cambien de estado la alta tensión saltará de nuevo en el cilindro que se halle en compresión.

A este sistema de encendido se le denomina también de "chispa perdida" debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, por ejemplo, en un motor de 4 cilindros saltaría la chispa en el cilindro N° 1 y 4 a la vez ó N° 2 y 3 a la vez. En un motor de 6 cilindros la chispa saltaría en los cilindros N° 1 y 4, 2 y 5 o 3 y 6. Al producirse la chispa en dos cilindros a la vez, solo una de las chispas será aprovechada para provocar la combustión de la mezcla y será la que coincide con el cilindro que está en la carrera de final de "compresión", mientras que la otra chispa no se aprovecha debido a que se produce en el cilindro que se encuentra en la carrera de final de "escape". (Salazar Ayala & Sanchez Sanchez , 2012, pág. 13).

Las ventajas que presenta este sistema son:

- Mayor potencia de chispa, al poder disponer la bobina de mayor tiempo para saturar la energía.
- Ausencia de pérdidas de energía en el distribuidor, al suprimirse el mismo.
- Menor mantenimiento.

2.2.7. Sistema de encendido COP (Coil-Over-Plug)

Este sistema de encendido es el más utilizado en la actualidad, la configuración es más sencilla en las bobinas, tenemos un transformador sencillo, en donde se tiene un devanado primario y uno secundario alrededor de un núcleo de hierro. Este tipo de bobina no necesita cables de alta tensión, por lo que se requieren conectores de alta tensión, cada bujía tiene su propia bobina de encendido, encontrándose encima del aislante de la bujía. (BERU, 2013)

Las ventajas que presenta este sistema son:

- Mayor potencia de chispa, la energía va a pasar a una sola bujía.
- Ausencia de cables de bujías.
- Se retarda el mantenimiento en este sistema.

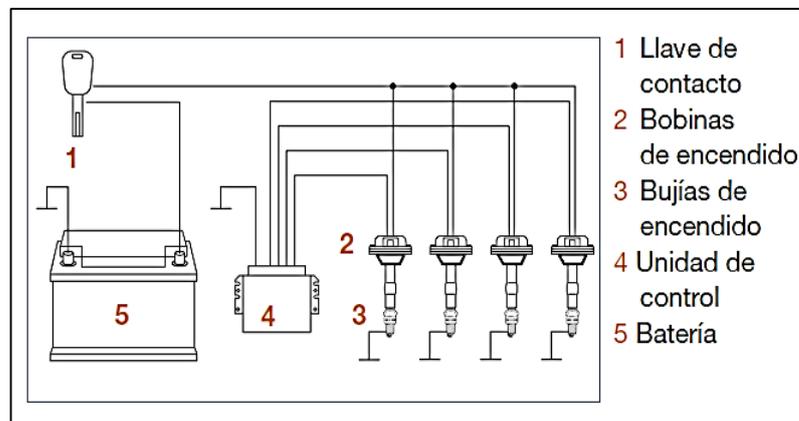


Figura 9. Esquema del sistema de encendido COP
Fuente: (BERU, 2013)

2.3. Bobinas de encendido

2.3.1. Diseño y funcionamiento

Las bobinas de encendido que se utilizan en los sistemas de encendido de los automóviles actuales generan tensiones aproximadamente de 45.000 V. Entonces serían crítico los fallos de encendido, ya que una combustión incompleta no solamente dañaría el catalizador de los vehículos, sino que una combustión incompleta también aumenta las emisiones contaminantes al medio ambiente. Las bobinas de encendido son elementos sometidos a tensiones eléctricas, mecánicas y químicas muy elevadas independientemente del sistema de encendido. Deben funcionar sin errores en una amplia variedad de condiciones en la ubicación de montaje durante una larga vida útil. (BERU, 2013, págs. 5-6)

Las bobinas deben cumplir los siguientes requisitos:

- Intervalo de temperatura de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+180\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tensión secundaria de 45.000 V.
- Corriente primaria de 6 a 20 A.
- Intervalo de vibraciones hasta 55 g.
- Resistencia a la gasolina, el aceite y el líquido de frenos.

Las bobinas de encendido funcionan según el principio del transformador. Básicamente, se componen de un bobinado primario, un bobinado secundario, el núcleo de hierro, una carcasa con material de aislamiento y actualmente, también resina epoxi de dos componentes.

En el núcleo de hierro de finas hojas de acero individuales se aplican dos elementos a la bobina, por ejemplo:

- El bobinado primario, hecho de cable de cobre grueso con unas 200 vueltas (diámetro aproximado de 0,75 mm²).
- El secundario, de cable de cobre fino con unas 20.000 vueltas (diámetro aproximado de 0,063 mm²).

Tan pronto como se cierra el circuito de la bobina primaria, en la bobina se genera un campo magnético. La tensión inducida se genera por autoinducción. Durante el encendido, la corriente de la bobina se corta en la etapa final. El campo magnético, que se colapsa de forma instantánea, genera una alta tensión de inducción en el bobinado primario. Este se transforma en la parte secundaria de la bobina y se convierte en la relación de número de bobinados secundarios frente a primarios. En la bujía de encendido se produce una descarga brusca de alta tensión, que a su vez provoca la ionización del alcance de las chispas y, por tanto, un flujo de corriente. Esto continúa hasta que se descarga la energía guardada. Conforme va saltando, la chispa enciende la mezcla de aire-combustible. (BERU, 2013, pág. 06)

La tensión máxima depende de:

- La relación entre el número de vueltas del bobinado secundario y el bobinado primario.
- La calidad del núcleo de hierro.
- El campo magnético.

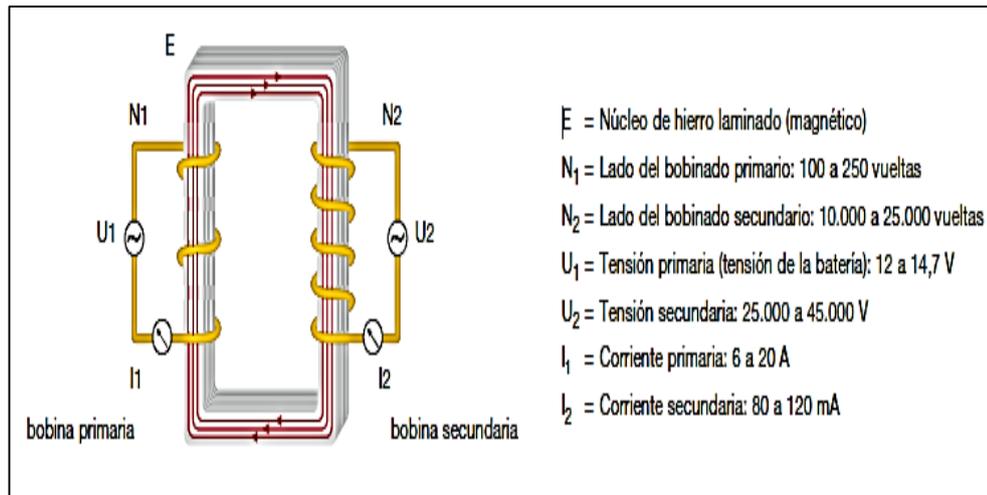


Figura 10. Estructura de una bobina de encendido
Fuente: (BERU, 2013)

2.3.2. Terminología de la tecnología de encendido

A. Control

Almacenamiento de energía: Durante el suministro de corriente a la bobina, la energía se almacena en el campo magnético. Cuando está conectada, la bobina se carga (el circuito primario está cerrado y el circuito secundario abierto). En un determinado punto del encendido, se interrumpe la corriente. (BERU, 2013, pág. 06)

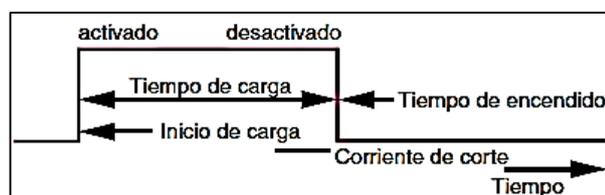


Figura 11. Ciclo de control
Fuente: (BERU, 2013)

B. Corriente primaria

“Tensión inducida: Cada cambio en la corriente de una inductancia (bobina) induce (crea) una tensión. Se acumula la alta tensión secundaria”. (BERU, 2013, pág. 06)

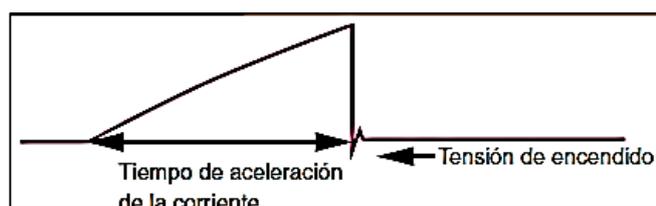


Figura 12. Gráfica de la corriente primaria
Fuente: (BERU, 2013)

C. Tensión secundaria

Alta tensión: De la misma forma que en un transformador, la tensión alcanzable es proporcional a la relación entre el bobinado primario y secundario. La descarga disruptiva de la chispa se produce cuando se ha alcanzado la tensión de encendido (interrupción). (BERU, 2013, pág. 06)

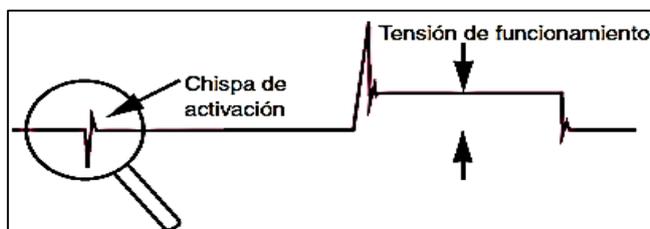


Figura 13. Grafica de la tensión secundaria
Fuente: (BERU, 2013)

D. Corriente secundaria

“Chispa de encendido: Tras la descarga disruptiva de alta tensión en la bujía, la energía almacenada se descarga en el canal de la chispa (el circuito primario está abierto y el circuito secundario cerrado)”. (BERU, 2013, pág. 06)

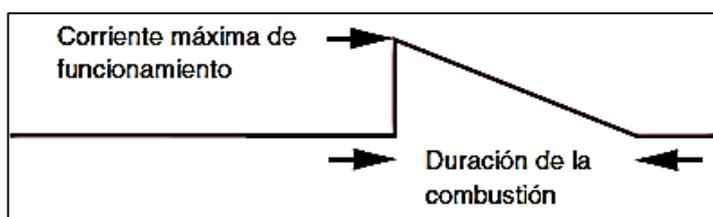


Figura 14. Gráfica de la corriente secundaria
Fuente: (BERU, 2013)

Tabla 1.

Especificaciones y características de las bobinas de encendido

PARÁMETRO	SMBOLO	VALOR
Corriente primaria	I1	6 a 20 A
Tiempo de carga	T1	1,5 a 4,0 ms
Tensión secundaria	U2	25 a 45 kV
Duración de la chispa	TFu	1,3 a 2,0 ms
Corriente de la chispa	IFU	80 a 115 mA

2.3.3. Tipos y sistemas de bobinas

A. Bobinas de encendido de cartucho

En la actualidad este tipo de distribución de tensión ya no se utiliza en los sistemas de gestión de motor actuales su activación se realiza desde el interruptor de contacto. En este caso, una bobina de encendido genera la tensión de forma centralizada y un distribuidor de encendido la distribuye mecánicamente a cada una de las bujías. (BERU, 2013, pág. 08)

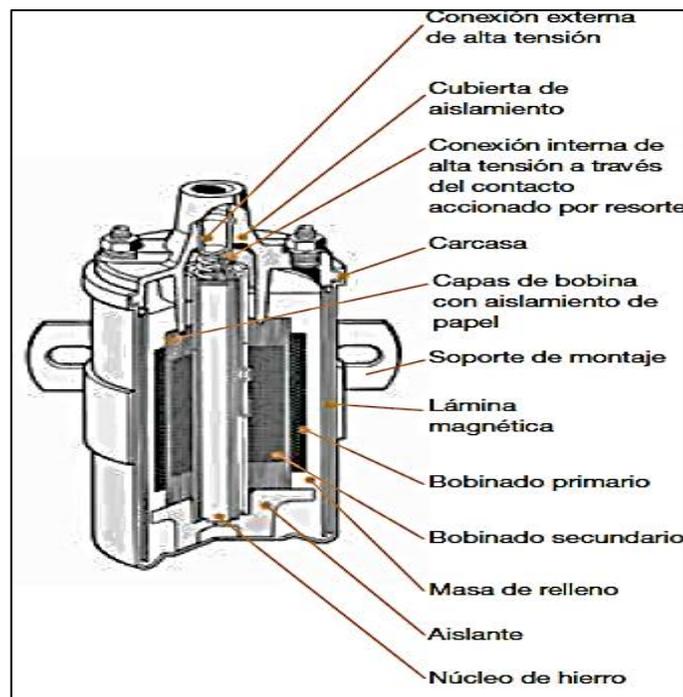


Figura 15. Bobina de encendido de cartucho
Fuente: (BERU, 2013)

B. Bobinas de encendido con distribuidor electrónico

En los sistemas de encendido más antiguos, la etapa final se montaba como un componente independiente en el compartimiento del motor de la carrocería del vehículo o en el caso de una distribución giratoria de alta tensión en el distribuidor de encendido. La introducción de la distribución estática de alta tensión y el desarrollo de la microelectrónica hicieron posible la integración de la etapa final en la bobina de encendido. (BERU, 2013, pág. 09)



Figura 16. Bobina de encendido con distribuidor electrónico
Fuente: (BERU, 2013)

Esto aporta numerosas ventajas:

- Señal de corriente iónica
- Eliminación de interferencias
- Corte de potencia
- Control de corriente
- Corte térmico
- Identificación de cortocircuitos
- Estabilidad de alta tensión

C. Bobinas de chispa doble

Las bobinas de encendido de chispa doble generan una tensión de encendido óptima en diferentes cilindros para cada dos bujías y dos cilindros. La tensión se distribuye de forma que:

La mezcla de aire-combustible de un cilindro se enciende en el extremo de una carrera de compresión –tiempo de encendido– (chispas primarias, chispa de gran alcance). La chispa del otro cilindro salta en la carrera de escape (chispas secundarias, energía baja). No es necesario que estén sincronizadas con el árbol de levas; sin embargo, las bobinas de encendido de chispa doble solo son adecuadas para motores con números pares de cilindros. De esta forma, en los vehículos de cuatro y seis cilindros, se incorporan, respectivamente, dos y tres bobinas de encendido de chispa doble. (BERU, 2013, págs. 07-10)



Figura 17. Bobina de chispa doble
Fuente: (BERU, 2013)

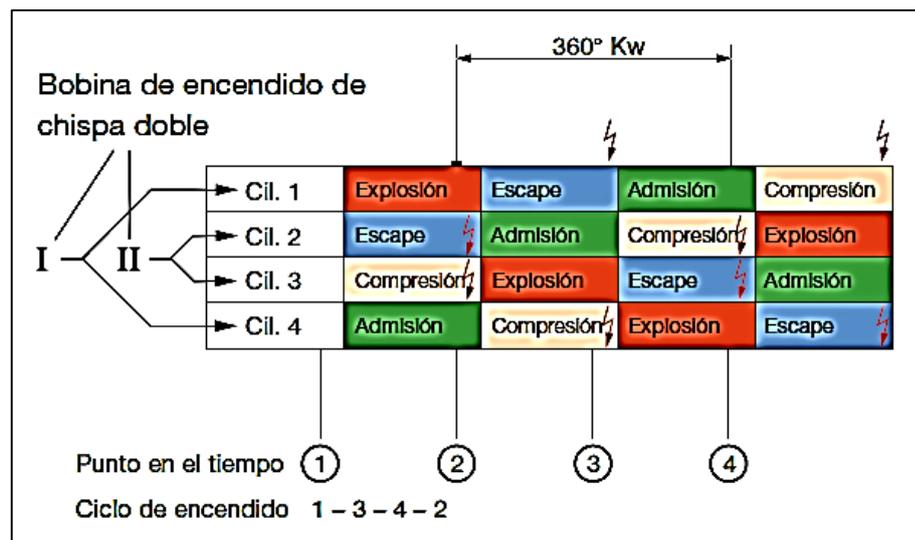


Figura 18. Salto de chispas
Fuente: (BERU, 2013)

D. Bobinas de encendido tipo lápiz

Estas bobinas son más compactas que las bobinas de encendido más grandes, forman una mayor energía de combustión y una tensión de encendido más elevada, para garantizar todavía más la fiabilidad y durabilidad de los componentes utiliza una tecnología de conexión muy segura.

Las bobinas de encendido por chispa simple se pueden utilizar en motores tanto con cilindros pares como impares; sin embargo, el sistema se debe sincronizar a través de un sensor del árbol de levas. Las bobinas de encendido por chispa simple generan una chispa de encendido en cada carrera de explosión. Debido al diseño compacto de la unidad de la bujía y la bobina de chispa simple, así como de la ausencia de cables de encendido, de todos los sistemas de encendido existentes son los que menos pérdidas de tensión del encendido presentan. Las bobinas de chispa simple permiten el intervalo más amplio posible de ajuste del ángulo de encendido. El sistema de la

bobina de encendido simple admite la monitorización de fallos de encendido en el sistema de encendido tanto en la parte primaria como en la secundaria. Por tanto, todos los problemas que se producen se pueden almacenar en la unidad de control, leer con rapidez en el taller a través de un OBD y rectificar. (BERU, 2013, págs. 07-11)

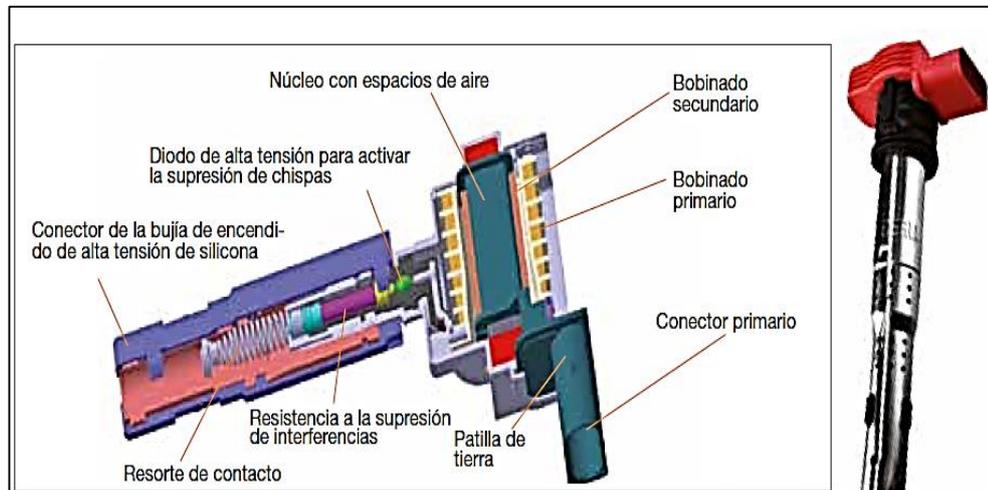


Figura 19. Diseño de la bobina de chispa simple
Fuente: (BERU, 2013)

2.4. Principios de magnitudes eléctricas

2.4.1. Tensión o voltaje

Se puede definir la tensión eléctrica o voltaje entre dos puntos de un circuito como la energía con que un generador ha de impulsar una carga eléctrica de 1 culombio entre los dos puntos del circuito. La tensión eléctrica se mide en voltios (V). (Durán, y otros, 2012)

2.4.2. Intensidad eléctrica

“Se denomina intensidad eléctrica a la cantidad de carga eléctrica que circula por un material o sustancia en un segundo, se mide en amperios (A)”. (Durán, y otros, 2012)

2.4.3. Resistencia eléctrica

“Por resistencia eléctrica se puede comprender la mayor o menor oposición que presenta un cuerpo al paso de la corriente eléctrica. La unidad de resistencia es el ohmio Ω ”. (Durán, y otros, 2012)

2.4.4. Ley de ohm

Es la relación existente entre las magnitudes anteriores en donde, la corriente de un conductor metálico (I) es proporcional a la tensión en sus extremos (V). La constante de proporcionalidad entre tensión y corriente eléctrica es la resistencia que presta el conductor (R). (Durán, y otros, 2012)

Ecuación 1. Ley de ohm

$$V = I \cdot R$$

Donde:

V: es el voltaje

I: es la intensidad

R: es la resistencia

2.4.5. Potencia eléctrica

“Se define la potencia eléctrica como el trabajo realizado por unidad de tiempo, la unidad de potencia es el vatio (W)”. (Durán, y otros, 2012)

Ecuación 2. Potencia eléctrica

$$P = V \cdot I$$

Donde:

P: es la potencia eléctrica expresada en vatios (W).

V: es la tensión expresada en voltios (V)

I: es la intensidad expresada en amperios (A).

2.4.6. Frecuencia

Se denomina frecuencia (F) a las veces por segundo que una onda de tensión o corriente alterna cambia de signo. La unidad de frecuencia es el hercio (Hz). (Durán, y otros, 2012)

Ecuación 3. Frecuencia de oscilación

$$F = \frac{1}{T}$$

Donde:

F: es la frecuencia expresada en hercio (Hz)

T: es el tiempo completo de una onda expresada en segundos (s)

2.5. Componentes electrónicos básicos

2.5.1. Resistencia

Una resistencia es un elemento electrónico pasivo que ofrece una determinada oposición al paso de la corriente eléctrica, estos elementos son importantes en todo circuito electrónico, ya que nos permite distribuir apropiadamente la tensión y la corriente eléctrica a todos los sitios necesarios del mismo.

A. Características de una resistencia

- Valor o resistencia nominal
- Tolerancia
- Potencia Nominal
- Coeficiente de Temperatura

B. Código de Colores para Resistores

Utilizando el código de colores de la tabla, los fabricantes de resistencias representan sobre el cuerpo del componente unas franjas de color que nos indican el valor nominal del resistor con una determinada tolerancia, expresada en tanto por ciento.

Tabla 2

Código de colores

COLOR DE LA BANDA	VALOR DE LA CIFRA SIGNIFICATIVA	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
Negro	0	1	
Marrón	1	10	1%
Rojo	2	100	2%
Naranja	3	1000	
Amarillo	4	10000	
Verde	5	100000	0.5%
Azul	6	1000000	0.25%
Violeta	7	10000000	0.1%
Gris	8	100000000	
Blanco	9	1000000000	
Dorado		0.1	5%
Plateado		0.01	10%
Ninguno			20%

Primera franja: Determina el primer dígito del valor óhmico.

Segunda franja: determina el segundo dígito del valor óhmico.

Tercera franja: determina el factor multiplicativo, es decir, el número de ceros que hay añadir a los dos dígitos.

Cuarta franja: Determina la tolerancia del componente, expresado en tanto por ciento. (Durán, y otros, 2012, págs. 42-44)

C. Tipos de resistores

- Resistores fijos
- Resistores variables
- Resistores no lineales

2.5.2 Condensadores

El condensador es un componente de dos terminales elaborados para ofrecer una determinada capacidad. La capacidad de un condensador permite el almacenamiento de una cierta cantidad de carga eléctrica.

A. Funcionamiento

Consta de dos placas conductoras espaciadas por un material dieléctrico, cuando conectamos el condensador a una fuente de voltaje, empieza a circular corriente por el circuito y una de las placas adquiere carga negativa y la otra positiva, al apagar la fuente de voltaje, si conectamos alguna carga al condensador, comenzará a circular corriente desde el condensador hacia la carga, hasta descargarse.

B. Tipos de Condensadores

- Condensadores de papel
- Condensadores de plástico
- Condensadores de mica
- Condensadores cerámicos
- Condensadores electrolíticos
- Condensadores de aceite

2.5.3. Diodo LED

Los diodos son componentes electrónicos que permiten el paso de la corriente en un solo sentido, en el sentido en el que la corriente pasa por el diodo, este emite luz. Cuando se conecta un diodo LED (Light Emitting Diode – Diodo Emisor de Luz) en el sentido que permite el paso de la corriente se dice que está polarizado directamente.

Los diodos tienen dos patillas de conexión una larga y otra corta. Para que pase la corriente y emita luz se debe conectar la patilla larga al polo positivo y la corta al negativo. En caso contrario la corriente no pasará y no emitirá luz, estos elementos trabajan a tensiones de 2V. Si queremos conectarlos a otra tensión diferente debemos conectar una resistencia en serie con él para que parte de la tensión se quede en la resistencia y el LED no se quemé. (TECNOLOGÍA, 2017)



Figura 20. Símbolo del diodo LED
Fuente: (TECNOLOGÍA, 2017)

Tabla 3**Valores de diodos LED**

LED	VF (V)	IF (I)
Rojo std.	1.5	0.015
Verde std.	1.8	0.015
Amarillo std.	1.8	0.015
Blanco	2.8	0.02
Amarillo brillante	2	0.002
Verde brillante	3	0.02
Azul brillante	3	0.02
Rojo brillante	2	0.02

Para el cálculo de la resistencia limitadora de un diodo LED se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Resistencia limitadora de un diodo LED

$$R = \frac{V_s - V_f}{I_f}$$

Donde:

R: es el valor de la resistencia en ohmios.

V_s: es la tensión de la fuente de alimentación en voltios.

V_f: es la tensión de polaridad directa del LED en voltios.

I_f: es la corriente de trabajo del LED en amperios.

2.5.4. Diodo zener

El diodo zener trabaja exclusivamente en la zona de característica inversa y en particular en la zona del punto de ruptura de su característica inversa, esta tensión de ruptura depende de las características de construcción del diodo, se fabrican desde 2 a 200 voltios. Polarizado en directa actúa como un diodo normal y por tanto no se utiliza en dicho estado. Su característica es tal que una vez alcanzado el valor de su tensión inversa nominal y superando la corriente a través de un determinado valor mínimo, la tensión en los bornes del diodo se mantiene constante e independiente de la corriente que circula por él.

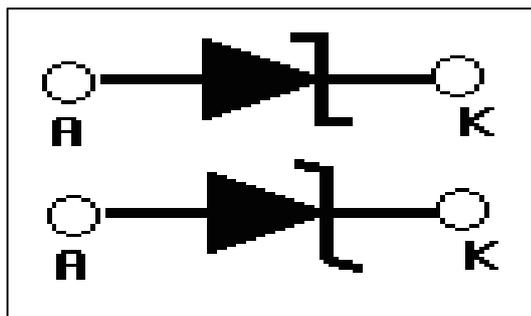


Figura 21. Símbolo del diodo zener

Fuente: (Lecciones de electrónica, 2017)

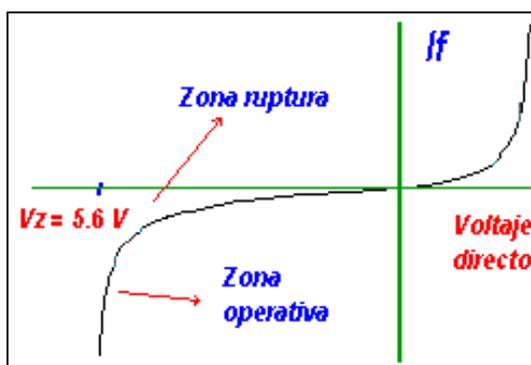


Figura 22. Polaridad del diodo zener

Fuente: (Lecciones de electrónica, 2017)

Tres son las características que diferencian a los diversos diodos zener entre sí:

- Tensiones de polarización inversa, conocida como tensión zener.- Es la tensión que el zener va a mantener constante.
- Corriente mínima de funcionamiento.- Si la corriente a través del zener es menor, no hay seguridad en que el zener mantenga constante la tensión en sus bornes.
- Potencia máxima de disipación.- Puesto que la tensión es constante, nos indica el máximo valor de la corriente que puede soportar el zener.

Por tanto el zener es un diodo que al polarizarlo inversamente mantiene constante la tensión en sus bornes a un valor llamado tensión de zener, pudiendo variar la corriente que lo atraviesa entre el margen de valores comprendidos entre el valor mínimo de funcionamiento y el correspondiente a la potencia de zener máxima que puede disipar. Si superamos el valor de esta corriente el zener se destruye. (Lecciones de electrónica, 2017)

2.5.5. Circuitos integrados

Conjunto de transistores y circuitos eléctricos construidos sobre un mismo cristal, comprende la combinación de elementos de circuitos miniaturizados que se alojan en un único soporte o chip no miden más de un centímetro de largo y pueden contener millones de transistores.

A. Temporizador 555

El temporizador 555 es un circuito integrado muy variable que tiene diversas aplicaciones en los circuitos electrónicos, sobre todo para crear intervalos de tiempo, también se utiliza para construir temporizadores, generadores de impulsos, multivibradores, alarmas, etc. Su circuito interno consta de dos comparadores, tenemos tres resistencias de $5\text{ K}\Omega$, que son la razón de que este integrado se denomine así, este circuito integrado puede actuar como multivibrador astable (oscilación libre) y como multivibrador monoestable (un solo ciclo). (Carrera, 2017, pág. 02)

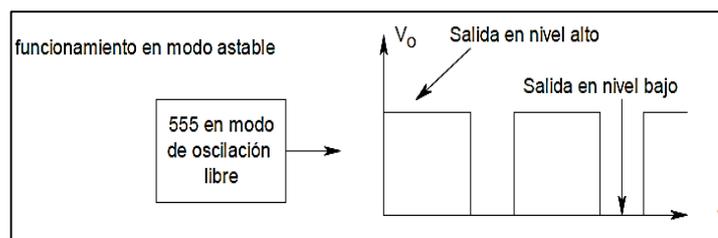


Figura 23. Funcionamiento astable del 555

Fuente: (Carrera, 2017)

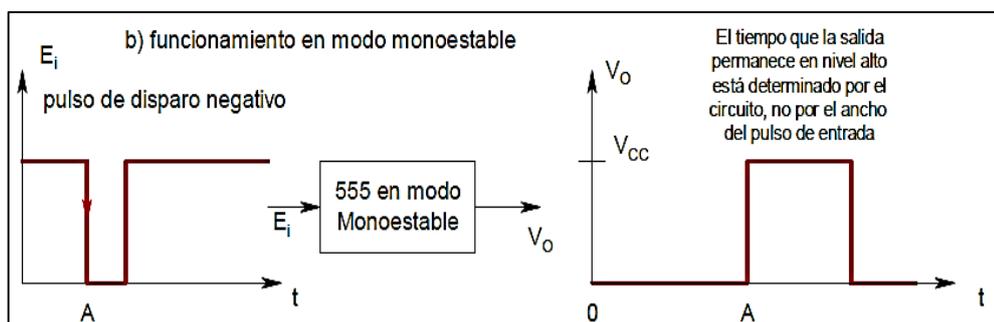


Figura 24. Funcionamiento monoestable del 555

Fuente: (Carrera, 2017)

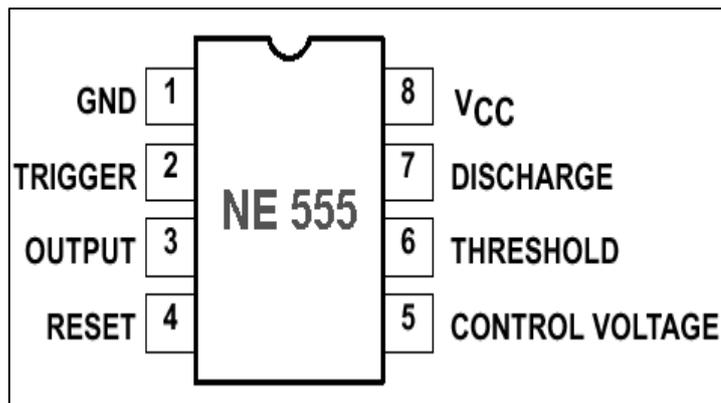


Figura 25. Terminales del temporizador 555

Fuente: (Carrera, 2017)

- Descripción de los terminales del temporizador 555

Terminal de Salida (terminal 3): El 555 soporta corrientes de salida de hasta 200 mA y por tanto, puede accionar diversas cargas TTL (transistor-transistor logic). Una de las aplicaciones más habituales es su uso como generador de señales cuadradas para accionar circuitos lógicos.

Terminal de Reinicio (terminal 4): Este terminal desactiva el 555 y también se anulan las señales de comando en la entrada de disparo. Si no se utiliza, este terminal debe estar conectado a VCC (voltaje de corriente continua).

Terminal de Descarga (terminal 7): Sirve para la descarga de un capacitor de temporización externa durante el tiempo en el cual la salida está en nivel bajo. Cuando la salida está en nivel alto, el terminal 7 actúa como un circuito abierto y permite al capacitor cargarse a una velocidad determinada por una resistencia o por resistencias y un condensador externos.

Terminal de Voltaje de Control (terminal 5): Por lo habitual se conecta un condensador de filtro de 0,01 μF y a tierra. Por este condensador se despidan los voltajes de rizado producidos por la fuente de alimentación.

Terminales de Disparo (terminal 2) y de Umbral (terminal 6): El 555 tiene dos posibles estados de operación, y uno de memoria. La entrada de disparo se compara con un voltaje de umbral inferior $1/3$ VCC. La entrada de umbral se compara con un voltaje de umbral superior por medio del comparador 2 con $2/3$ VCC. (Carrera, 2017)

- Operación astable

En la figura 26 puede observarse el temporizador 555 conectado como multivibrador astable. Observe las formas de onda de la figura b que corresponde al funcionamiento del circuito. En el instante A, los terminales 2 y 6 disminuyen de nivel justo por debajo de VLT (voltaje de umbral inferior) = $1/3 V_{CC}$ y el voltaje de la terminal 3 de salida va a su nivel alto (estado A). El terminal 7 se comporta como un circuito abierto y el capacitor C se carga a través de $R_A + R_B$. Durante el tiempo A-B en el que la salida está en nivel alto, el 555 se encuentra en el estado de memoria C, recordando su estado A anterior. Cuando VC aumenta y rebasa justamente el valor VUT (voltaje de umbral superior) = $2/3 V_{CC}$ en el instante B, el 555 entra en el estado D y envía la señal de salida al nivel bajo. La señal en la terminal 7 también está en nivel bajo y el capacitor C se descarga a través de la resistencia R_B . Durante el tiempo B-C en el que la señal de salida está en nivel bajo, el 555 se encuentra en el estado de memoria C, recordando su estado anterior D. Cuando VC desciende justo por debajo de VLT la secuencia se repite. (Carrera, 2017)

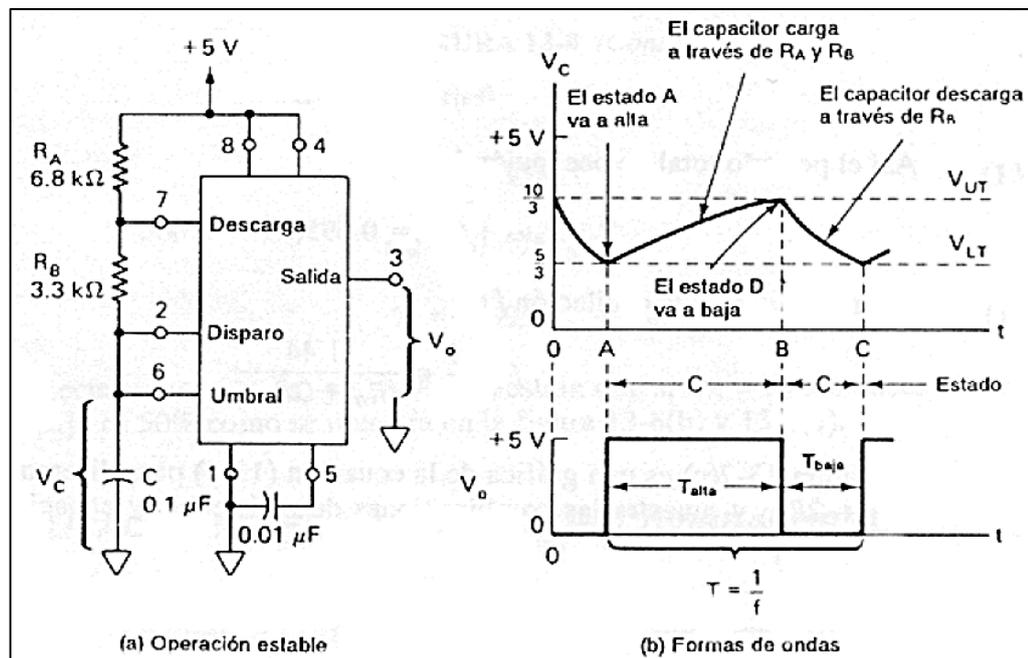


Figura 26. Modo astable del 555

Fuente: (Carrera, 2017)

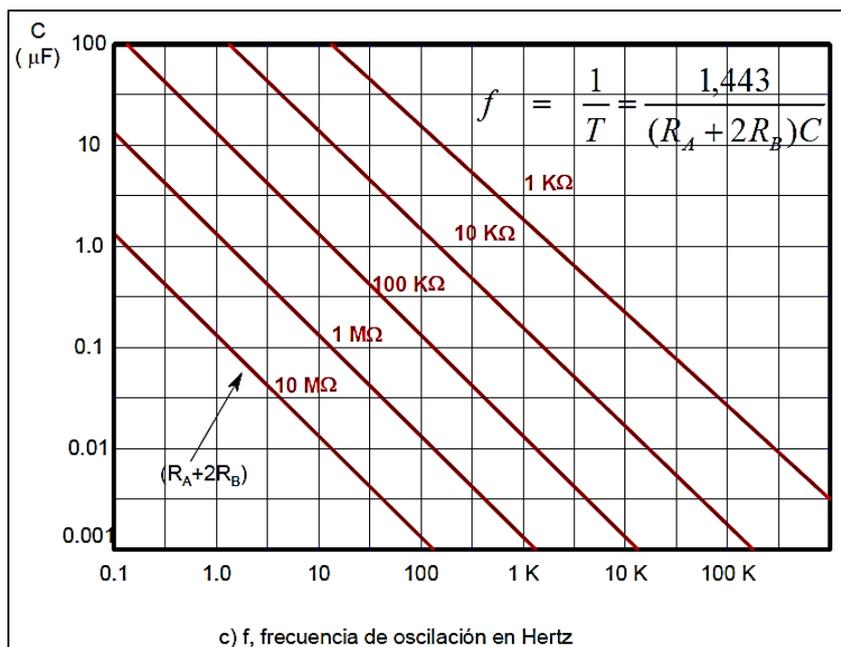


Figura 27: Gráfica para designar capacitancia y resistencia
Fuente: (Carrera, 2017)

- Ampliación del ciclo de trabajo

En la figura 28 se ha conectado un diodo en paralelo con R_B y de esa manera se obtiene un ciclo de trabajo igual o mayor al 50%. Ahora el capacitor se carga a través de R_A y del diodo y se descarga a través de R_B . Los tiempos correspondientes a la forma de onda de salida son:

Ecuación 5. Tiempo alto instante de carga del condensador

$$T_a = 0.7 * R_A * C$$

Donde:

T_a : es el tiempo alto expresado en segundos (s)

R_A : es una resistencia expresada en ohmios (Ω)

C : es un condensador expresado en faradios (f)

Ecuación 6. Tiempo bajo instante de descarga del condensador

$$T_b = 0.7 * R_B * C$$

Donde:

T_b: es el tiempo bajo expresado en segundos (s)

R_B: es una resistencia expresada en ohmios (Ω)

C: es un condensador expresado en faradios (f)

Ecuación 7. Periodo de oscilación

$$T = T_a + T_b = 0.7(RA + RB) * C$$

T: es el periodo de oscilación expresado en segundos (s)

(Carrera, 2017)

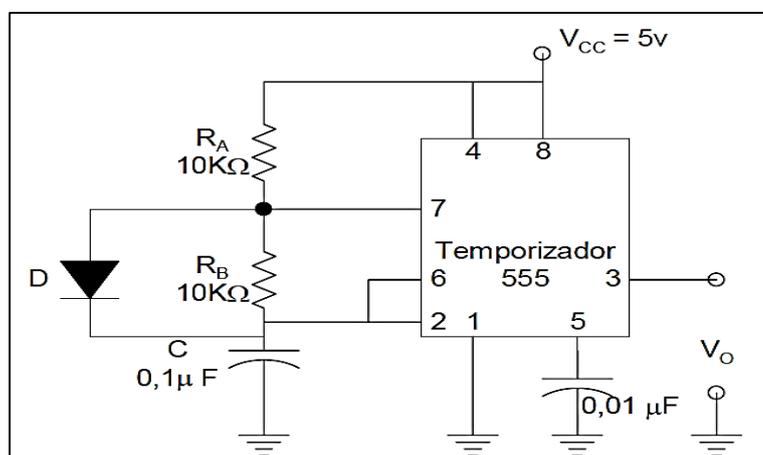


Figura 28: Circuito de ampliación del ciclo de trabajo

Fuente: (Carrera, 2017)

B. Circuito integrado 78xx

El integrado LM 78xx es un regulador fijo de tensión ampliamente usado en fuentes estabilizadas. En la mayoría de los equipos electrónicos se requiere de fuentes que entreguen un valor estable de tensión, anteriormente construir una fuente regulada requería de una gran cantidad de componentes electrónicos, afortunadamente en la actualidad existen dispositivos de gran utilidad reúnen todas las ventajas de una completa fuente de alimentación en un solo encapsulado, estos integrados están dotados de tres terminales (Terminal de entrada no regulada, Base, Terminal de salida regulada). Las primeras letras y dos números corresponden a la denominación, mientras que las dos últimas XX deben ser reemplazados por la tensión de salida requerida. (EcuRed, 2016)

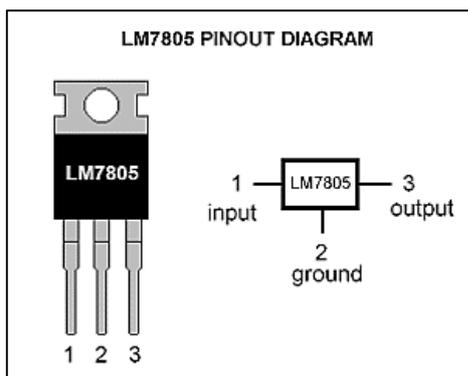


Figura 29. Circuito integrado 7805
Fuente: (EcuRed, 2016)

2.5.6. Transistores

Dispositivo semiconductor que permite el control y la regulación de una corriente grande mediante una señal muy pequeña. Existe una gran variedad de transistores, se explicarán los bipolares. Los símbolos que corresponden a este tipo de transistor son los siguientes:

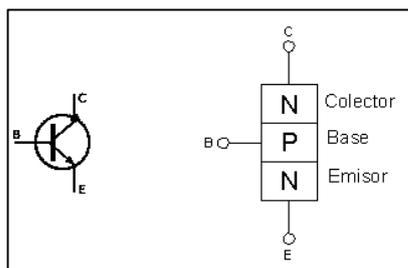


Figura 30. Transistor NPN
Fuente: (EcuRed, 2016)

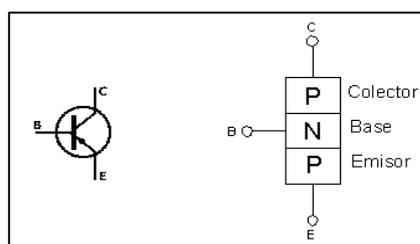


Figura 31. Transistor PNP
Fuente: (EcuRed, 2016)

A. Polarización de un transistor

Una polarización correcta permite el funcionamiento de este componente. No es lo mismo polarizar un transistor NPN que PNP. Generalmente podemos decir que la unión base - emisor se polariza directamente y la unión base - colector inversamente. (EcuRed, 2016)

B. Zonas de trabajo

CORTE.- No circula intensidad por la Base, por lo que, la intensidad de colector y emisor también es nula. La tensión entre Colector y Emisor es la de la batería. El transistor, entre Colector y Emisor se comporta como un interruptor abierto.

SATURACIÓN.- Cuando por la Base circula una intensidad, se aprecia un incremento de la corriente de colector considerable. En este caso el transistor entre colector y emisor se comporta como un interruptor cerrado. De esta forma, se puede decir que la tensión de la batería se encuentra en la carga conectada en el colector.

ACTIVA.- Actúa como amplificador. Puede dejar pasar más o menos corriente. Cuando trabaja en la zona de corte y la de saturación se dice que trabaja en conmutación. En definitiva, como si fuera un interruptor.

Los encapsulados en los transistores dependen de la función que realicen y la potencia que disipen, así nos encontramos con que los transistores de pequeña señal tienen un encapsulado de plástico, normalmente son los más pequeños; los de mediana potencia, son algo mayores y tienen en la parte trasera una chapa metálica que sirve para evacuar el calor disipado convenientemente refrigerado mediante radiador; los de gran potencia, son los que poseen una mayor dimensión siendo el encapsulado enteramente metálico. Favorece, en gran medida, la evacuación del calor a través del mismo y un radiador. (Electrónica fácil, 2017).

En la base del transistor siempre ira una resistencia de protección esta se calcula con la siguiente ecuación.

Ecuación 8. Resistencia de protección de la base del transistor

$$R_b = \frac{V - 0.7}{I_b}$$

Donde:

R_b: resistencia de la base expresada en ohmios (Ω).

V: tensión que proporciona el microcontrolador. Se resta 0,7 V. porque es la caída de tensión típica entre la base y el emisor de un transistor.

I_b: intensidad máxima que resiste la base se encuentra en la hoja de datos.

C. Protecciones para el transistor

Para proteger al transistor y evitar su degradación se utilizan en la práctica varios circuitos, que se muestran a continuación:

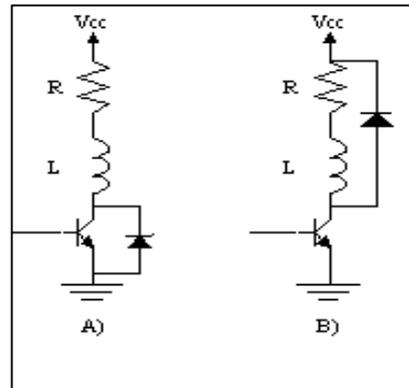


Figura 32. Esquema de protecciones
Fuente: (Electrónica fácil, 2017)

A) Diodo zener en paralelo con el transistor (la tensión nominal zener ha de ser superior a la tensión de la fuente V_{cc}).

B) Diodo en antiparalelo con la carga RL

Limitan la tensión en el transistor durante el paso de saturación a corte, proporcionando a través de los diodos un camino para la circulación de la intensidad inductiva de la carga.

2.5.7. Baterías

Los acumuladores tienen la ventaja de poder regenerarse aplicándoles una corriente eléctrica. Es decir, en el proceso de recarga, estos hacen de carga. Usualmente, el término empleado para designar estos elementos es el de baterías. De todos modos, conviene indicar que una batería está formada por un conjunto de elementos acumuladores, conectados en serie, para proporcionar así tensiones superiores a la que suministra un único elemento acumulador.

A. Baterías de acumuladores de plomo-ácido

Son las baterías de vehículos, se caracterizan por su alta robustez y por poseer elevadas capacidades (por ejemplo valores de 40 Ah, 50 Ah, 60 Ah). Sus elementos constituyentes son acumuladores o vasos individuales, formados por un ánodo de plomo, un cátodo de dióxido de plomo (PbO_2) y un electrolito de una disolución de ácido sulfúrico en agua. Cada vaso proporciona una tensión nominal de 2V para

obtener tensiones mayores se conecta estos vasos en serie para formar las conocidas baterías de 12V, compuestas de seis elementos. (Durán, y otros, 2012, pág. 61).

2.6. Consejos prácticos

2.6.1. Cortocircuitos internos llevan al sobrecalentamiento

Cuanto más tiempo tiene la bobina, mayor es el riesgo de sobrecalentamiento como consecuencia de cortocircuitos internos. A partir de temperaturas superiores a 150 ° C, el daño que se infringe a la bobina resulta ya irreparable. Sin embargo, si se producen muchos daños por sobrecalentamiento, la causa habrá que buscarla en un módulo de encendido dañado o en una etapa final defectuosa de la unidad de mando. (NGK, 2017)

2.6.2. Alimentación de tensión defectuosa

Si los cables de encendido están dañados o la potencia de la batería disminuye, la alimentación de tensión se vuelve insuficiente y los tiempos de carga de la bobina se alargan. Esto puede dañar la unidad de conexión o la etapa final de la unidad de mando, lo cual finalmente puede provocar un fallo de la bobina. (NGK, 2017)

2.6.3. Daños mecánicos

Las bobinas también pueden verse afectadas por golpes no deseados y vibraciones. (NGK, 2017)

2.6.4. Fallo de contacto

Si la carcasa de la bobina de encendido está dañada y entra humedad en la zona de la bobina primaria y secundaria, se pueden producir resistencias de contacto. Esto puede producirse a consecuencia de una construcción defectuosa de las toberas de agua proyectada, cuando llueve mucho o cuando se lava el motor. En invierno la causa también puede ser la sal para esparcir. (NGK, 2017)

2.6.5. Problemas térmicos

“Las bobinas tipo lápiz están especialmente expuestas a una extrema generación de calor. Esto también puede acortar la duración de una bobina”. (NGK, 2017)

2.6.6. Vibraciones

“Sobre todo, las bobinas tipo lápiz pueden romperse como consecuencia de las altas vibraciones del compartimento motor”. (NGK, 2017)

2.7. Comprobación visual de las bobinas

Se recomienda realizar una revisión visual siempre antes de someter las bobinas a una comprobación exhaustiva del funcionamiento. El motivo de esto es que una entrada de la memoria de errores que indique un fallo en el sistema de encendido puede no hacer referencia necesariamente a la bobina. También se puede tratar de problemas que afecten al sistema entero. Por ello, deberá revisarse lo siguiente:

- Si hay fisuras o daños mecánicos.
- Si el cableado eléctrico y los conectores no presentan corrosión y no están torcidos.
- Si la batería tiene suficiente tensión.

Si de este modo no se detecta la causa del daño, la bobina deberá someterse a una comprobación exhaustiva. (NGK, 2017)

CAPÍTULO III

3. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS

3.1. Introducción

En el presente capítulo se estableció la construcción de un banco de pruebas para bobinas del sistema de encendido de vehículos automotores para la carrera de Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías, el mismo que se puede utilizar con fines académicos o también en un taller con fines comerciales.

Uno de los problemas más frecuentes en los vehículos está relacionados con el sistema eléctrico, desde hace mucho tiempo atrás se ha visto un alto grado de dificultad para diagnosticar y solucionar estas fallas debido a que el sistema eléctrico está vulnerable a diversos factores que afectan su funcionamiento como: las vibraciones, la humedad, la falta de mantenimiento del mismo.

Uno de los sistemas con mayor vulnerabilidad a estas fallas es el sistema de encendido, la bobina siendo un elemento propenso a dañarse su diagnóstico representa un problema para el técnico debido a que la mayoría tiene escasos equipos e inadecuados para verificar la chispa que proporciona la bobina. Mediante el banco de pruebas, el cual funcionará como control para accionar las bobinas ayudará al técnico a diagnosticar el estado de la bobina.

3.2. Selección de componentes eléctricos y electrónicos del banco de pruebas

3.2.1. Análisis para la selección de componentes

Para la configuración del 555 se debe simular los ciclos de señal que envía la ECU (engine control unit) a la bobina, estos ciclos se dan cuando la bobina trabaja con un módulo de encendido para activar el circuito primario, en un sistema de encendido convencional la bobina carece de módulo de encendido por lo que se simulará la apertura y cierre de los contactos, además esta simulación activará a la bobina tipo lápiz, la cual pertenece al sistema de encendido COP.

En la información recopilada se observó la configuración estable del temporizador 555, en la cual sus ondas son repetitivas igual a las señales de control que la ECU envía a la bobina, asimismo se observó la ampliación del ciclo de trabajo con el temporizador

555, esto permite simular que el vehículo está en su marcha mínima y acelerado. Eligiendo así el temporizador 555 en su operación de ampliación de ciclo de trabajo.

En la información obtenida muestra que la bobina trabaja con un tiempo de carga de 1.5 a 4.0 ms y el tiempo de salto de la chipa es de 1.3 a 2.0 ms.

Para verificar de una manera práctica y en tiempo real los datos se utilizó un osciloscopio G-SCAN 2, con el cual se midió el ciclo de control que envía la ECU a la bobina, esta medición se ejecutó en un vehículo Corsa Wind 2002.



Figura 33: Instalación del osciloscopio G-SCAN 2

Se obtuvo los siguientes valores con el vehículo en marcha mínima.

En la figura 34 se observa el tiempo de carga, el osciloscopio se encuentra a una escala de tiempo de 1ms. y el voltaje a una escala de 2V. Obteniendo los siguientes valores:

- Tiempo de carga 2.94ms.
- Voltaje de señal 4.1V.



Figura 34. Tiempo alto (marcha mínima)

En la figura 35 se observa el tiempo de duración de la chispa, el osciloscopio se encuentra a una escala de tiempo de 10ms. el voltaje estará en promedio de 0 V (tiempo en bajo). Obteniendo los siguientes valores:

- Tiempo de duración de la combustión 61.0ms.
- Voltaje de señal 0V.

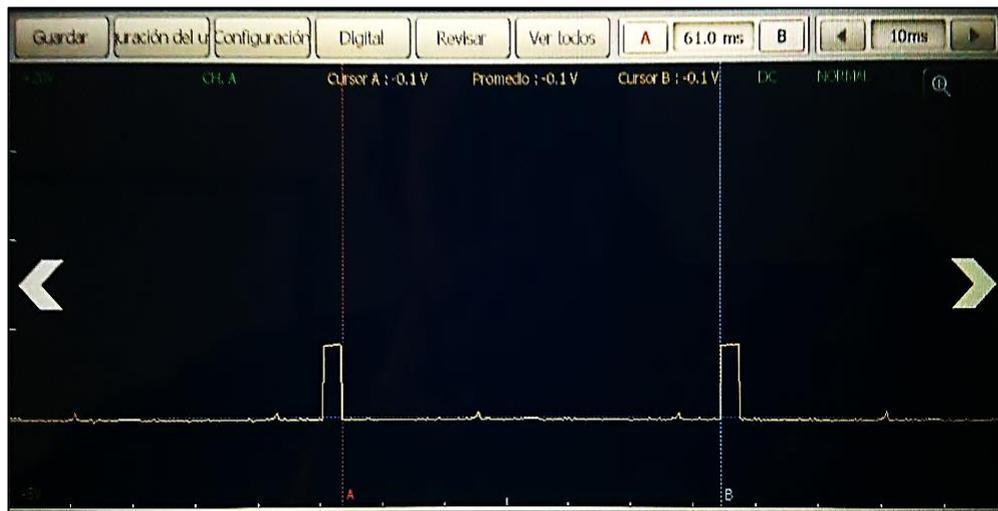


Figura 35. Tiempo bajo (marcha mínima)

La frecuencia de oscilación tiene un promedio de 15.4Hz como se puede apreciar en la figura 36. Obteniendo los siguientes valores:



Figura 36. Frecuencia (marcha mínima)

Se obtuvo los siguientes valores con el vehículo aproximadamente a 4000 rpm. (revoluciones por minuto).

En la figura 37 se observa el tiempo de carga, el osciloscopio se encuentra a una escala de tiempo de 2ms. y el voltaje a una escala de 2V. Obteniendo los siguientes valores:

- Tiempo de carga 3.80ms
- Voltaje de señal 4.14V.

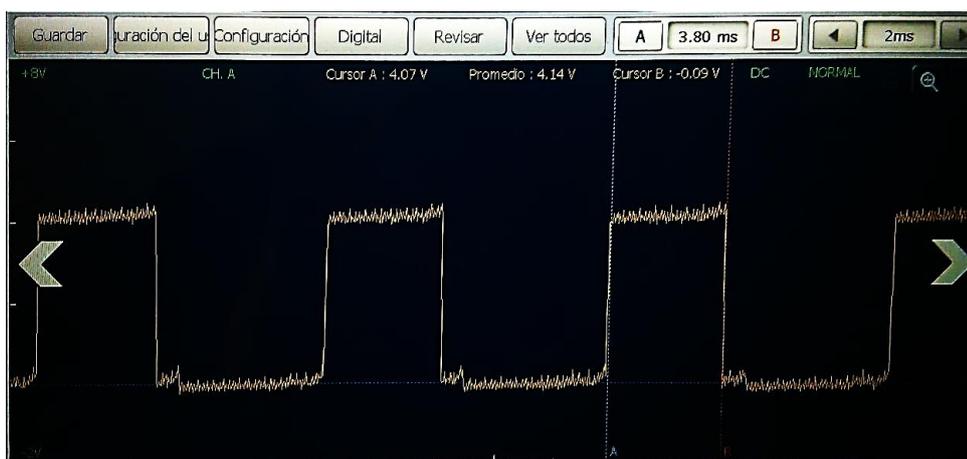


Figura 37. Tiempo alto (4000 rpm.)

En la figura 38 se observa el tiempo de duración de la chispa, el osciloscopio se encuentra a una escala de tiempo de 2ms. el voltaje estará en promedio de 0V. Obteniendo los siguientes valores:

Tiempo de duración de la combustión 5.56ms

Voltaje de señal 0V.

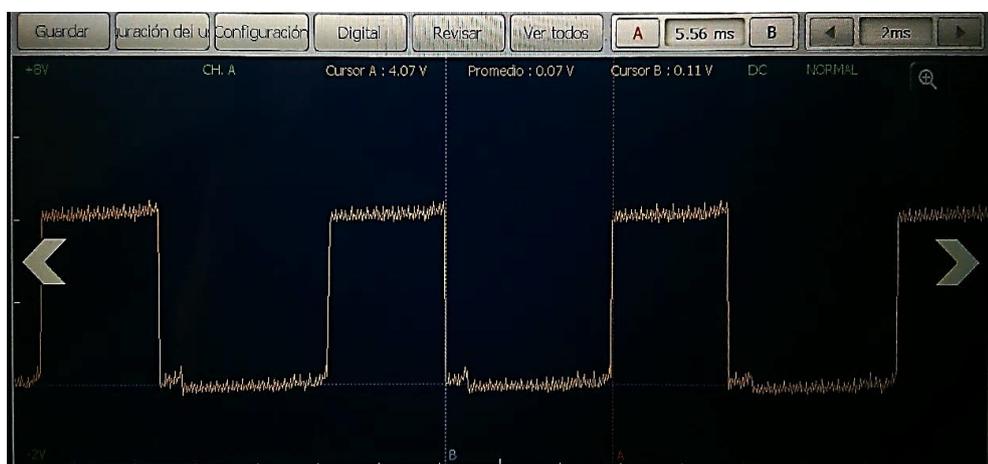


Figura 38. Tiempo bajo (4000 rpm.)

La frecuencia de oscilación es de 110.4Hz como se puede apreciar en la figura 36. Obteniendo los siguientes valores:



Figura 39. Frecuencia (4000 rpm.)

Con los valores obtenidos se observó que están en el rango establecido de las fuentes bibliográficas, dichos valores variaran dependiendo del modelo y marca del vehículo.

Considerando que en el banco se realizarán pruebas en bobinas de diferentes sistemas de encendido, modelos y marcas de vehículos, a los valores obtenidos se les aplicara tolerancia aproximada de $\pm 4ms$. para realizar un promedio con el vehículo en marcha mínima y 4000rpm aproximadamente. Denominaremos al tiempo de carga como tiempo alto (T_a) y al tiempo de duración de la combustión como tiempo bajo (T_b).

Promedio con los valores del tiempo de carga y el tiempo de duración de la chispa:

- El valor que se obtuvo en el osciloscopio del tiempo alto es de 2.94ms. en marcha mínima y 3.80ms. a 400rpm. aproximadamente. Se aplicó una tolerancia aproximada de $\pm 1ms$. al valor de la marcha mínima para el promedio de tiempo en alto, para posteriormente realizar el cálculo de la resistencia (RA) que se puede observar en la figura 28. Obteniendo:

$$T_a = \frac{1.5ms + 4ms}{2} = 2.75ms$$

$$T_a = 2.75ms$$

- El valor que se obtuvo en el osciloscopio del tiempo bajo es de 61ms. en marcha mínima. Se aplicó una tolerancia aproximada de $\pm 3ms$. para posteriormente realizar el cálculo de la resistencia (RB) que se puede observar en la figura 28, cabe mencionar que dicha resistencia será variable, siendo el siguiente promedio para el cálculo RB max. Obteniendo:

$$Tb = \frac{60ms + 65ms}{2} = 62.5ms$$

$$Tb = 62.5ms$$

- El valor que se obtuvo en el osciloscopio del tiempo bajo es de 5.56ms. 4000rpm. aproximadamente. Se aplicó una tolerancia aproximada de -2.5ms. para posteriormente realizar el cálculo de RB min. Obteniendo:

$$tb = \frac{3ms + 5ms}{2} = 4ms$$

$$tb = 4ms$$

- El valor que se obtuvo en el osciloscopio de la frecuencia de oscilación es 15.4Hz en marcha mínima.
- El valor que se obtuvo en el osciloscopio de la frecuencia de oscilación es 110.4Hz en marcha mínima.

Los valores de la frecuencia de oscilación son para designar el condensador C que se puede observar en la figura 28.

A. Fuente de alimentación de energía

Se utilizó una batería de vehículo de 12V en perfecto estado.

B. Regulador de voltaje

Considerando que el valor del voltaje de señal tiene un promedio de 4.15V y la fuente es de 12V se usó un regulador de voltaje fijo.

Se seleccionó un regulador de voltaje de la familia 78xx, en el cual los dos últimos números señalan el valor del voltaje de salida, eligiendo un regulador de voltaje LM7805.

Tabla 4.

Características regulador de voltaje 7805

PARÁMETRO	SÍMBOLO	CONDICIÓN DE PRUEBA	MIN	MAX	UNIDAD	
Tensión de salida	Vo	Tj=25oC	4.80	5	5.20	V
		7.5V≤Vin≤20V, 10mA≤Iout≤1 ^a	4.75	5	5.25	

C. Designación de diodos

Se instaló un diodo rectificador antes de la fuente reguladora, de esta manera se obtuvo una corriente más limpia, escogiendo el Diodo 4007.

D. Configuración del 555

Se utilizó la configuración de ampliación del ciclo de trabajo del temporizador 555, ya que en la simulación el módulo de control necesita variar el ancho del ciclo como si el vehículo estuviese acelerando por lo que se utilizó un potenciómetro en la configuración, con la señal que produce el temporizador 555 se activan los módulos de encendido de las bobinas, para las bobinas que carecen de módulo de encendido se usó un transistor de alta potencia, el mismo que trabaja como un switch que se activa con la misma señal del temporizador 555, de esta manera acciona a la bobina de encendido. En la figura 40 se observa el esquema de la configuración de ampliación del ciclo de trabajo con el temporizador 555.

A continuación los elementos que forman la configuración:

- Un circuito Integrado 555
- Dos condensadores
- Dos resistencias
- Un potenciómetro
- Un diodo ideal

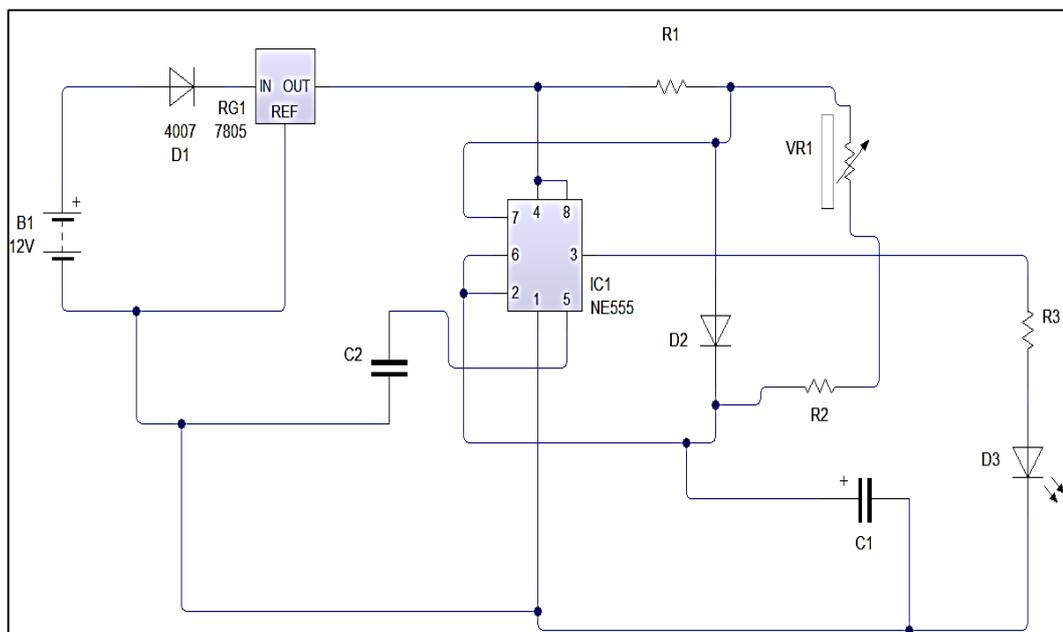


Figura 40. Esquema ampliación del ciclo de trabajo

E. Designación de condensadores

Mediante los valores que muestra la figura 27 y con los datos de la frecuencia de oscilación (15.4Hz y 110.4Hz), seleccionó el valor para C1 de $1\mu f$.

Quedando de esta manera un condensador de $1\mu f$, 25V, electrolítico.

C2 ayuda a eliminar ruidos por lo cual se utilizó un condensador cerámico de $10nf$.

F. Cálculo para la designación de resistencias

Se utilizó la ecuación 5. (Tiempo alto instante de carga del condensador)

$$Ta = 0.7 * R1 * C1$$

Se despeja R1:

$$R1 = \frac{Ta}{0.7 * C1}$$

Reemplazando el tiempo alto (Ta) siendo el mismo valor para marcha mínima y 4000rpm:

$$R1 = \frac{0.00275s}{0.7 * 0.000001f} = 3928.57\Omega$$

$$R1 = 3.9k\Omega$$

Se consideró factible reducir 600Ω a la resistencia debido a su comercialización, utilizando una de $3.3k\Omega$ obteniendo los siguientes cálculos:

Se utilizó la ecuación 2. (Potencia eléctrica)

$$P = I * V$$

Donde:

$$I = \frac{V}{R}$$

Entonces:

$$I = \frac{5V}{3300\Omega} = 0.001A$$

Remplazando 0.001A en la ecuación 2

$$P = 0.001A * 5V * 2 = 0.01W$$

Quedando R1 de 3.3kΩ y 1/2W

A continuación el cálculo del tiempo en alto con la resistencia de 3.3kΩ:

$$Ta = 0.7 * R1 * C1$$

$$Ta = 0.7 * 3300\Omega * 0.000001f = 0.00231s$$

$$Ta = 2.31ms$$

Para la descarga del condensador se utilizaron dos resistencias conectadas en serie una fija y la otra variable (potenciómetro), para esto se necesitó los valores del tiempo en bajo cuando el vehículo está en marcha mínima y 4000rpm.

Cuando el vehículo está a 4000rpm:

Se utilizó la ecuación 6. (Tiempo bajo instante de descarga del condensador)

$$Tb = 0.7 * R2 * C1$$

Se despeja R2

$$R2 = \frac{0.004s}{0.7 * 0.000001f} = 5714.2\Omega$$

$$R2 = 5.7k\Omega$$

Se consideró factible reducir 1kΩ a la resistencia, utilizando una de 4.7kΩ siendo de fácil acceso en el mercado. Obteniendo los siguientes cálculos:

Se utilizó la ecuación 2. (Potencia eléctrica)

$$P = I * V$$

Donde:

$$I = \frac{V}{R}$$

Entonces:

$$I = \frac{5V}{4700\Omega} = 0.001A$$

Remplazando 0.00085A en la ecuación 2

$$P = 0.001A * 5V * 2 = 0.01W$$

Quedando R2 de 4.7k Ω y 1/2W

A continuación se calculó del tiempo bajo con la resistencia de 4.7k Ω :

$$Tb = 0.7 * R2 * C1$$

$$Tb = 0.7 * 4700\Omega * 0.000001f = 0.00329s$$

$$Tb = 3.29ms$$

Se utilizó la ecuación 6. (Tiempo bajo instante de descarga del condensador)

$$Tb = 0.7 * R2 * C1$$

Se despeja R2 que denominaremos VR1:

$$VR1 = \frac{tb}{0.7 * C1}$$

Cuando el vehículo está en marcha mínima:

$$VR1 = \frac{0.0625s}{0.7 * 0.000001f} = 89285.7\Omega$$

$$VR1 = 89.2k\Omega$$

Al no existir un potenciómetro de 89k Ω se consideró conveniente utilizar un potenciómetro de 100k Ω .

Se sumó el valor de VR1 y R2 quedando como una sola resistencia (RT2)

Donde:

$$RT2 = 100000\Omega + 4700\Omega = 104700\Omega$$

Remplazando 104700Ω en la ecuación 7

$$Tb = 0.7 * RT2 * C1$$

$$Tb = 0.7 * 104700\Omega * 0.000001f = 0.07329s$$

$$Tb = 73.29ms$$

G. Designación de diodo para la configuración del 555

El condensador se descarga solo por R2 como lo indica en la figura 42, esto ocurre ya que el diodo rectificador deja pasar la corriente en una sola dirección por lo que se utilizó un diodo 4007.

H. Designación del diodo LED

Se utilizó un diodo LED de color verde el mismo que indica el correcto funcionamiento del circuito.

A continuación los datos del diodo LED:

Tensión de la fuente de alimentación (Vs) 4V.

Tensión de polaridad directa del LED (Vf) 1.8V.

Corriente de trabajo del LED 15mA.

Se utilizó la ecuación 4. (Resistencia limitadora de un diodo LED)

$$R = \frac{Vs - Vf}{If}$$

Reemplazando los valores el diodo LED verde:

$$R = \frac{4V - 1.8V}{0.015A} = 146\Omega$$

Se utilizó la ecuación 2. (Potencia eléctrica)

$$P = I * V$$

Donde:

$$I = \frac{V}{R}$$

Entonces con los valores obtenidos tenemos:

$$I = \frac{4V}{146\Omega} = 0.02A$$

Remplazando 0.02A en la ecuación 2

$$P = 0.02A * 4V * 2 = 0.16W$$

Quedando una resistencia para el diodo LED de 146Ω y $1/2W$

I. Designación del transistor

Se denominó el transistor TIP3055 de alta potencia debido a la carga inductiva que existe en la bobina, además se tomó en cuenta que los sistemas de encendido antiguos trabajaban con transistores de alta potencia, dicho transistor trabaja como un switch, cerrando el circuito primario de la bobina, el transistor se activa mediante la señal de control del temporizador 555.

Tabla 5.

Características del transistor TIP3055

PARÁMETRO	SÍMBOLO	CONDICIÓN	VALOR	UNIDAD
Tensión colector-base	VCBO	Emisor abierto	100	V
Tensión colector-emisor	VCEO	Base abierto	60	V
Tensión emisor-base	VEBO	Colector abierto	7	V
Corriente del colector	IC		15	A
Corriente Base	IB		7	A
Capacidad de disipación del colector	PC	TC=25°	90	W

Se utilizó la ecuación 8. (Resistencia de protección de la base del transistor)

$$Rb = \frac{V - 0.7V}{Ib}$$

Remplazando los valores de la tabla tenemos:

$$R_b = \frac{5V - 0.7V}{7A} = 0.61\Omega$$

$$R_b = 0.61\Omega$$

Siendo 0.61Ω demasiado baja y no existe en comercialmente. Se utilizó una resistencia de 47Ω con dicho valor el transistor trabaja adecuadamente.

Para la protección del transistor se utilizó un diodo zener en paralelo, la tensión nominal zener debe ser superior a la tensión de la fuente y se consideró factible usar un zener con un valor nominal de $100V$, este valor es el mismo de la tensión de la base-colector del transistor.

Para calcular la potencia del zener se verificó el valor de la intensidad máxima del circuito secundario en la figura 10 dicho valor es $120mA$.

Se utilizó la ecuación 2. (Potencia eléctrica)

$$P = I * V$$

Remplazando los valores:

$$P = 0.12A * 12v * 2 = 2.88W$$

$$P = 2.88W$$

En el mercado no es accesible un zener de $100V$ $3W$ por tal razón se optó por utilizar un zener de $100V$ $5W$, el zener con estos valores es el 5156.

Tabla 6.

Características del zener 5156

PARÁMETRO	SÍMBOLO	SÍMBOLO	UNIDAD
Voltaje nominal del zener	V_z	100	V
Capacidad de disipación	PD	5	W

J. Designación de la resistencia del módulo de encendido

Se colocó una resistencia en la señal de control del temporizador 555, la misma que ira al pin de control del módulo de encendido de la bobina, dicha resistencia es de 200Ω , este valor será para la seguridad interna de la bobina.

3.2.2. Uso de software

Con la ayuda del software Live Wire, se simuló el circuito electrónico con los elementos designados.

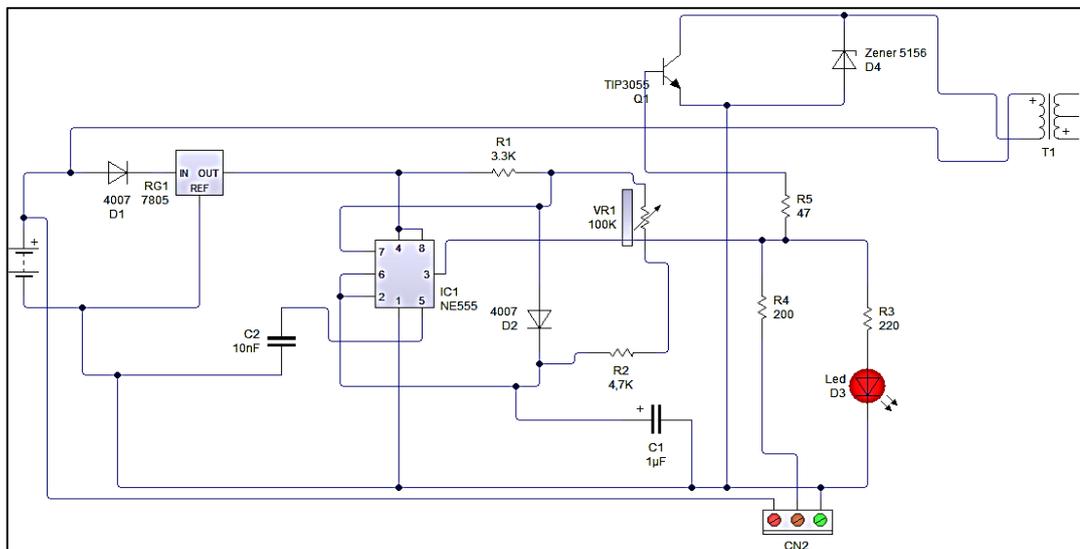


Figura 41. Circuito del módulo de control

Para dibujar la pista se utilizó el software PCB Wizard.

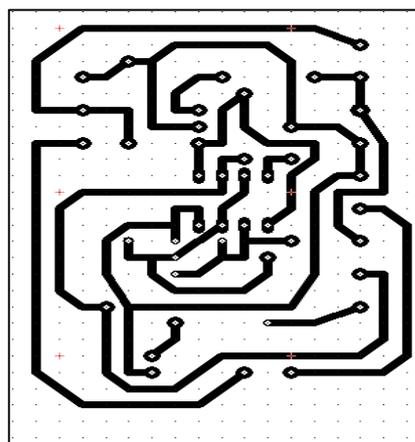


Figura 42. Pista del circuito

3.3. Construcción del circuito

3.3.1. Grabado y perforado de la pista en la baquelita.

Materiales:

- Pista impresa en papel fotográfico
- Plancha
- Ácido (Cloruro Férrico)
- Taladro tipo lápiz
- Broca



Figura 43. Materiales para grabar la pista

A. Proceso para el grabado de la pista en la baquelita

Una vez impresa la pista en papel fotográfico se dimensiono el tamaño de la baquelita, se limpió utilizando lustre en la parte de cobre hasta que quede sin grasa ni suciedad, colocado el papel fotográfico sobre la baquelita con la plancha caliente se pasó varias veces hasta que la pista que se encuentra en el papel fotográfico quede grabada en la baquelita.



Figura 44. Grabado de la pista

Seguidamente, en un recipiente se preparó el cloruro férrico con agua caliente (ácido), se sumergió la placa hasta que el cobre se desprendió por completo, de la parte donde no esté la pista, una vez terminado este proceso se limpió con agua y una lija muy fina para sacar la tinta que se encontraba sobre la pista, finalmente se pasó una franela limpia quedando listo para perforar.



Figura 45. Quemado de la baquelita

Con el taladro y la broca se perforó en los puntos señalados, con la ayuda del multímetro se realizó una prueba de continuidad en las líneas de la pista.

Si por algún motivo la pista está unida en un lugar no deseado se procede a cortar con el estilete para evitar algún corto circuito.

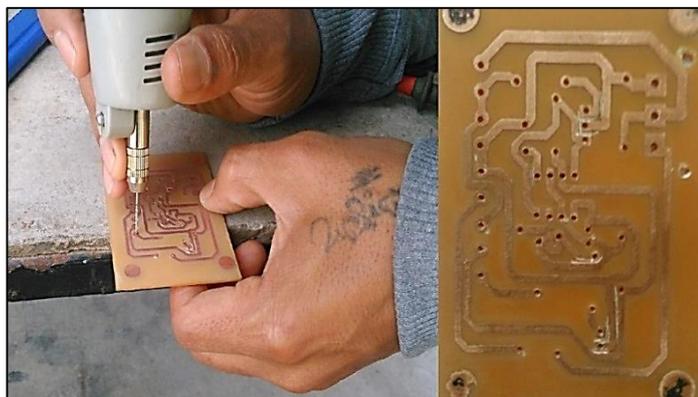


Figura 46. Perforado de la baquelita

B. Colocación de los componentes electrónicos en la baquelita

Elementos designados:

Tabla 7.

Elementos electrónicos designados

ELEMENTO	CANTIDAD
Temporizador 555	1
Porta Temporizador 555	1
Diodo 4007	2
Regulador de Voltaje 7805	1
Potenciómetro 100k Ω	1
Diodo led (verde)	1
Disipador para TIP3055	1
Diodo Zener 5156	1
Transistor 3055	1
Capacitor electrolítico 1uf 25V	1
Capacitor cerámico 10nf	1
Resistencias 1/2 watt	
3.3 K Ω	1
4.7K Ω	1
220 Ω	1
200 Ω	1
47 Ω	1
Cable flexible N°18	
Rojo	3m
Negro	4m
Violeta	1m
Verde	2m

Materiales para soldar:

- Cautín
- Pomada de soldar
- Estaño

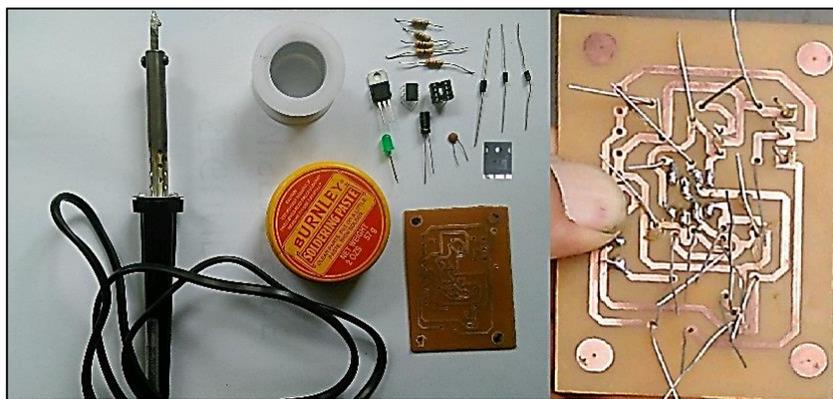


Figura 47. Componentes del circuito

C. Proceso de soldado de los elementos

Se soldó los elementos en la baquelita, terminado el proceso de soldadura se limpió la pomada con gasolina y un cepillo de dientes, después de esto se realizó una última prueba de continuidad.

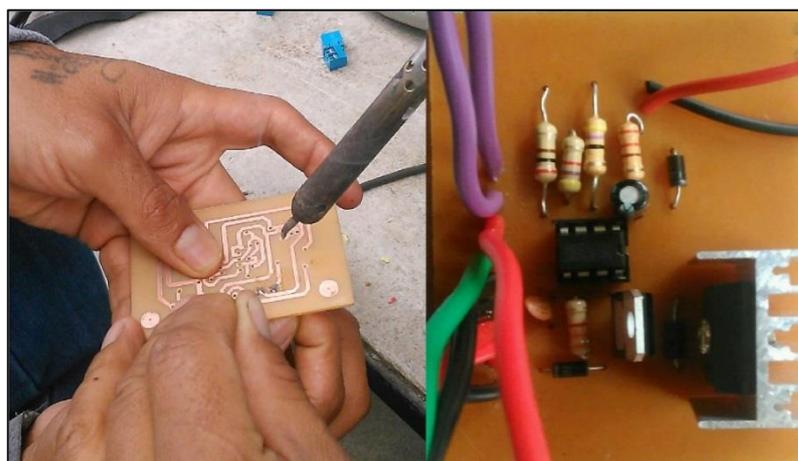


Figura 48. Proceso de soldado

3.3.2. Instalación en la caja de plástico

Para mayor seguridad se colocó el circuito en una caja de plástico con elementos de manipulación.

Tabla 8.**Elementos de manipulación**

ELEMENTOS	CANTIDAD
Caja de plástico	1
Pulsador	1
Porta fusibles 20mm	2
Fusibles 7 ^a	2
Tallarín termopegable	1m
Conectores tipo banana	
Rojos	3
Negros	3
Verdes	1
Conectores tipo lagarto	
Rojos	3
Negros	3
Verdes	1
Conectores hembra para pines	3

Se señaló y perforó la caja en la cual se colocaron los elementos de conexión.

**Figura 49. Distribución del espacio en la caja**

Se instaló todos los elementos en la caja con sus respectivas conexiones.

**Figura 50. Instalación de elementos en la caja**

Se realizaron conectores para pines de diferentes tipos de bobinas y módulos de encendido.



Figura 51. Conectores

3.4. Pruebas de funcionamiento del módulo de control

Se conectó el circuito a la fuente de 12V y se observó la luz de señal trabajando de manera normal.



Figura 52. Prueba del circuito

Se conectó un osciloscopio para apreciar el tiempo del ciclo y la frecuencia producida por el circuito.

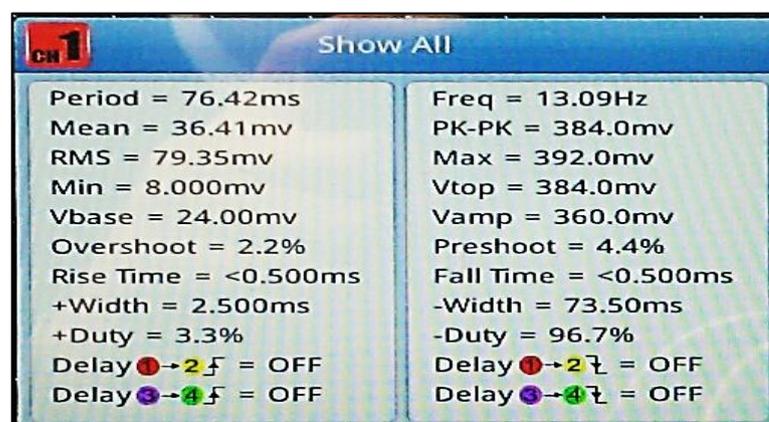


Figura 53. Datos del circuito (marcha mínima)



Figura 54. Datos del circuito (aproximadamente a 4000rpm.)

Con estas pruebas se verificó que el circuito está funcionando normalmente y en el rango de los tiempos establecidos.

3.5. Construcción del banco de trabajo

Para la construcción del banco de trabajo se utilizó los siguientes materiales:

Tabla 9.

Materiales para el banco de trabajo

MATERIALES	CANTIDAD
Tubo cuadrado de una pulgada	12m
Electrodos 6011	1/2kg
Pintura	1/4lt
Plancha de alucobond	60*60cm

Equipo:

- Soldadora eléctrica
- Esmeril
- Arco de sierra
- Entenalla
- Compresor

Las medidas del banco de trabajo son de 30cm de ancho, 60cm de largo y 70cm de alto, a lo largo de la mesa se ubicó un marco de (20cm X 60cm) en el que se colocará la portada del banco de pruebas, además se puso una base de varilla cuadrada para alojar la batería.



Figura 55. Cortado del tubo cuadrado

Se cortó en partes el tubo de acuerdo a las medidas fijadas para los marcos de la mesa posteriormente se soldó, además se pulió y limpió.



Figura 56. Unión de los tubos

Se pintó el banco y se colocó la plancha de alucobond sujetando con remaches.



Figura 57. Colocación de alucobond

Se instaló la caja del módulo de control en la mesa quedando listo el Banco de Pruebas para Bobinas.



Figura 58. Banco de pruebas

3.6. Análisis de bobinas y módulos de encendido en el banco de pruebas

3.6.1. Prueba en bobina de chispa doble

Vehículo Corsa Wind 2002 con Sistema de Encendido DIS.

En este vehículo al momento de encender el motor tendía a temblar, se aceleraba y el motor quedaba estable, se cambió cables de bujías y las bujías, después de varios chequeos se constató que la bobina estaba dañada.

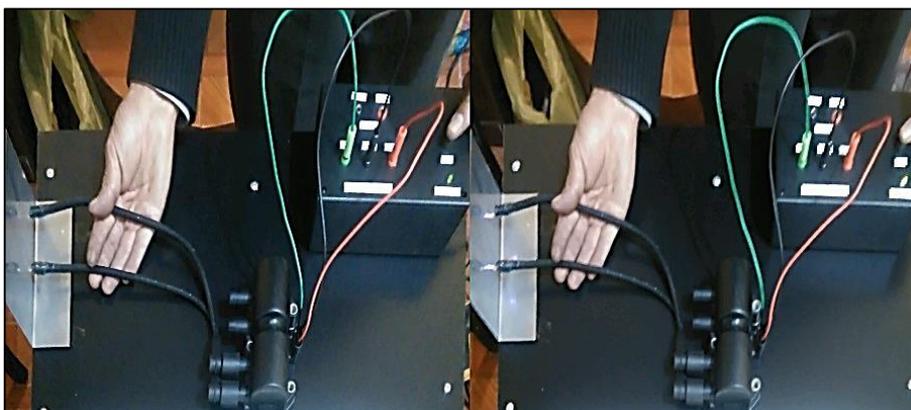


Figura 59. Prueba en bobina de chispa doble

Con la ayuda del banco de pruebas se apreció que la bobina en marcha mínima originaba una chispa deficiente y al simular la aceleración la chispa se restableció.

Mediante el banco de pruebas se apreció la deficiencia de la bobina a través de la intensidad de la chispa producida.

3.6.2. Prueba en bobina de encendido con distribuidor electrónico

Vehículo Volkswagen Golf año 1995, con Sistema de Encendido Electrónico sin Contacto.

En este vehículo las bobinas se dañaban habitualmente. Por tal motivo se conectó la bobina en el banco de pruebas a la sección de Módulos de Encendido para verificar si el daño es en la bobina o en el cableado, una vez conectada la bobina no generaba ninguna chispa. Tomando en cuenta que dicha bobina consta de tres pines se optó por conectar en la sección solo de bobinas de esta manera su funcionamiento fue normal.

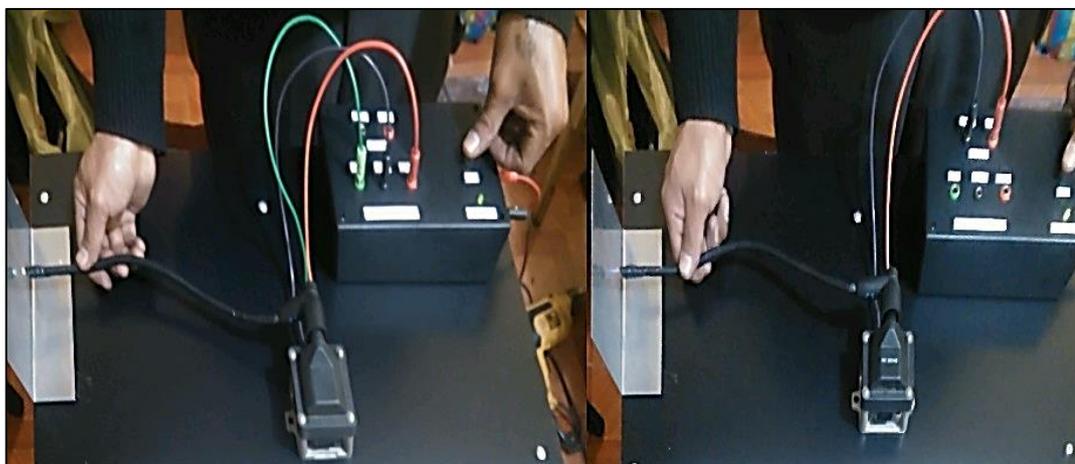


Figura 60. Prueba en bobina de encendido con distribuidor electrónico

Analizando esto se apreció que el cable de señal hacía un corto-circuito cuando existía demasiada vibración en el vehículo debido al tipo de carretera, quemando la base del transistor interno de la bobina.

3.6.3. Prueba en bobina tipo lápiz

Vehículo Renault Clio 2005, con sistema de encendido COP.



Figura 61. Prueba en bobina tipo lápiz

La chispa de esta bobina era normal pero existía la necesidad de cambiar de bobina ya que tenía fisuras siendo el motivo de la fuga de energía.

3.6.4. Prueba en bobina de encendido de cartucho

La prueba se realizó en una bobina de encendido de cartucho la cual tienen los vehículos antiguos.

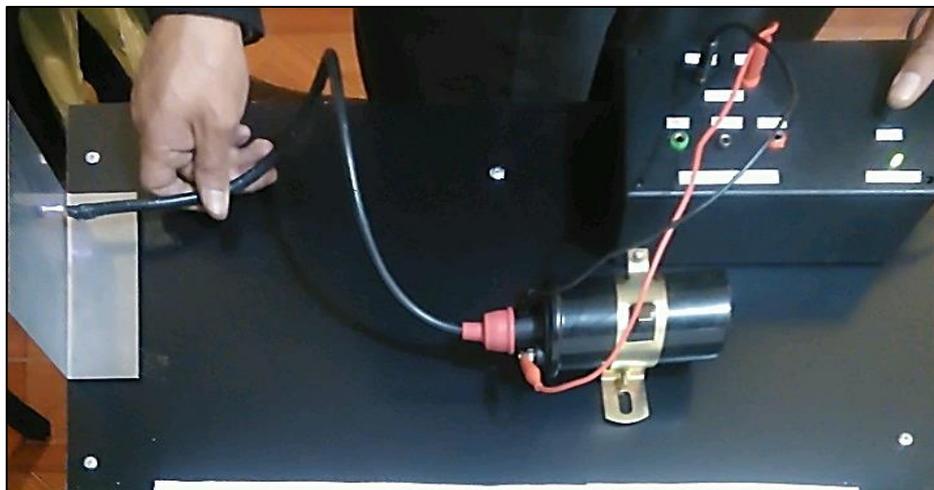


Figura 62. Prueba en bobina de encendido de cartucho

Esta prueba se realizó con el propósito de verificar si el banco de pruebas activa este tipo de bobinas, posteriormente se apreció que la bobina trabajó correctamente.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Mediante la investigación se recopiló información sobre el avance de la electrónica en los sistemas de encendido automotriz dichos avances optimizaron el funcionamiento del sistema.
- A través de cálculos se seleccionaron los elementos electrónicos adecuados para el correcto funcionamiento del módulo de control, esto permitió accionar los módulos de encendido y bobinas, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en la Unidad de Gestión de Tecnologías.
- La construcción del banco de pruebas facilitó el análisis de las pruebas en las bobinas de encendido.
- Una vez realizadas las pruebas en las bobinas de diferentes sistemas de encendido, se concluyó que el banco de pruebas permite verificar el funcionamiento de las bobinas de una forma rápida y concreta, además identifica otras averías en el cableado que llega a las bobinas.

4.2. Recomendaciones

- Seleccionar información de fuentes fidedignas referente a los sistemas de encendido y electrónica básica para un mejor desarrollo del proyecto.
- Realizar correctamente los cálculos para la designación de los elementos electrónicos e instalar de forma adecuada los elementos en el circuito.
- Construir un apropiado banco de pruebas para el fácil análisis de las bobinas.
- Conectar correctamente los bornes de la batería, módulos de encendido y bobinas al módulo de control para evitar averías.
- Utilizar de manera adecuada el banco de pruebas para que pueda ser utilizado por los estudiantes de la carrera de Mecánica Automotriz por largo tiempo, en óptimas condiciones de operación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERU. (2013). *INFORMACION COMPLETA DE BOBINAS DE ENCENDIDO-BERU* . Obtenido de INFORMACION COMPLETA DE BOBINAS DE ENCENDIDO-BERU : http://beru.federalmogul.com/sites/default/files/ti07_ignition_coils_es_2013.pdf
- Carrera, J. M. (22 de 05 de 2017). *El temporizador 555*. Obtenido de El temporizador 555: <https://manequered751185.files.wordpress.com/2014/11/temporizador-555.pdf>
- Durán, J. L., Gámiz, J., Bargalló, R., Domingo, J., Martínez, H., & Morón, J. (2012). *Electrotecnia*. España: marcombo.
- EcuRed*. (09 de Marzo de 2016). Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Circuito_Integrado_lm7805
- Electrónica fácil*. (01 de Junio de 2017). Obtenido de Electrónica fácil: <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-transistor.php>
- Lecciones de electrónica*. (04 de 06 de 2017). Obtenido de Lecciones de electrónica: <http://www.ifent.org/lecciones/zener/default.asp>
- NGK. (25 de 06 de 2017). *NGK Spark Plug*. Obtenido de <https://www.ngk.de/es/tecnologia-en-detalle/bobinas-de-encendido/mantenimiento/consejos-practicos/>
- Pérez Belló, M. Á. (2014). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Madrid: Paraninfo.
- Salazar Ayala, A. D., & Sanchez Sanchez , D. M. (2012).
- TECNOLOGÍA*. (29 de 05 de 2017). Obtenido de TECNOLOGÍA: <http://www.areatecnologia.com/electronica/como-es-un-led.html>

ANEXO

ANEXO A

GUÍA PARA EL USO DEL BANCO DE PRUEBAS DE BOBINAS DEL SISTEMA ENCENDIDO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES



Pasos que se debe realizar para la utilización del Banco de Pruebas:

1. Verificar que la batería este en buen estado.
2. Conectar los cables de la fuente en el siguiente orden primero positivo y después negativo
3. Presionar Start y verificar que el módulo de control este trabajando.
4. Realizar las pruebas en una sola sección, módulos de encendido o bobinas. Nunca realizar pruebas en las dos secciones al mismo tiempo.
5. Conectar correctamente los pines de los módulos de encendido o las bobinas. En caso de no tener ninguna señalización acudir al manual del fabricante o revisar en el vehículo la polarización de los pines de los módulos de encendido o las bobinas, de no estar seguro, NO accionar las bobinas en el banco de pruebas.
6. NO accionar por más de 60 segundo ninguna de las secciones.
7. Si el banco no activa las bobinas revisar los fusibles. FUSIBLE 1 corresponde a MÓDULOS DE ENCENDIDO y FUSIBLE 2 corresponde a BOBINAS.
8. Terminada la prueba desconectar los cables (cables de la fuente en el inverso de la conexión).
9. Dejar el banco de pruebas desenergizado y ordenada el área de trabajo.

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Quinga Chiguano Edison Xavier

GRADO: Cbos. de Trp.

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 22 de septiembre de 1989

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1723038996

CORREO ELECTRÓNICO: eddyx_the696@hotmail.com

TELÉFONO: 0992936701

DIRECCIÓN: Pichincha- Quito - Amaguaña – Cuendina



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Fiscal Mixta “Bartolomé de las Casas” (Quito 1996-2001)

SECUNDARIA: Instituto Tecnológico Superior “Central Técnico” (Quito 2001-2007)

SUPERIOR: Escuela de Formación de Soldados del Ejército (2009-2011)

TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller Técnico Industrial en Mecánica Automotriz
- Tecnología en Ciencias Militares
- Conductor Profesional Tipo “C”

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES

- Practicas Pre profesionales: Concesionario Chevrolet “METROCAR”
- Prácticas Pre profesionales: Centro de mantenimiento de “ANETA”

- Prácticas Pre profesionales: Centro de mantenimiento automotriz “GOLDEN AUTOSERVICIO”
- Prácticas Pre profesionales: Centro de mantenimiento “GABMOTORS”

CURSOS Y SEMINARIOS

- Suficiencia en el Idioma Inglés (UFA-EPEL)
- Capacitación Sistemas de Encendido Automotriz (BOSCH)
- Seminario de “PRIMERAS JORNADAS TECNOLÓGICAS INTERNACIONALES EN ELECTROMECAÁNICA 2016 (UGT-EPEL)”

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS
DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR

QUINGA CHIGUANO EDISON XAVIER
CBOS. DE TRP.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. ROMEL CARRERA

DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ

ING. PABLO ESPINEL

Latacunga, septiembre de 2017