



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE
EJECUCIÓN DE
MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE PRUEBAS
DE SISTEMAS DE ENCENDIDO APLICADOS EN
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA A
GASOLINA.”**

**MARIO MIGUEL FRANCO FLORES
ALEXIS RAMÓN CHANG CEVALLOS**

LATACUNGA - ECUADOR

2006

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Señores: Mario Miguel Franco Flores y Alexis Ramón Chang Cevallos, bajo nuestra dirección y codirección.

Ing. Germán Erazo
DIRECTOR

Ing. Néstor Romero
CODIRECTOR

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar este sueño anhelado, y ayudarme a superar mis momentos de debilidad.

A mi Mami Mariana que con gran amor y esfuerzo hizo hasta lo imposible para ayudarme a lograr esta meta.

A mi Papá Alberto quien siempre me guió por el buen camino para ser un hombre de bien y perseverante en todas las etapas de mi vida.

A mi hermana Marita, mis abuelitos, tios y primos por siempre haberme dado ánimo para seguir adelante en este duro camino.

A mi querida novia Iliana que con su inmenso amor siempre me alentó a seguir adelante para poder culminar uno de mis más grandes objetivos.

A mis amigos, Mario, José, Omar, Eliana, Manuco, Danilo, Sra. Alicia, que estuvieron siempre conmigo en mis mejores y peores momentos.

A mis amigos profesores de la ESPE-L, quienes dentro y fuera de las aulas, me ilustraron y apoyaron a lo largo de toda mi carrera. Al Ing. Germán Erazo, amigo, quien con su amplio conocimiento y experiencia nos orienta en este trabajo.

Alexis Chang Cevallos

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico especialmente a mi querida Mami Mariana, a quien amo mucho por todo lo que ha hecho por mí a lo largo de mi vida. Te quiero Mami.

A mi Papá Alberto y a mi hermanita, por ser esa otra parte de mi corazón que me ayuda a vivir y a seguir adelante.

A mis abuelitos Alberto y Antonia Cevallos quienes siempre me han brindado todo su cariño. Los quiero mucho.

A mi novia Iliana, quien siempre me brinda su amor, cariño y comprensión.

Y a todos mis tíos y primos, quienes siempre creyeron en mí.

Alexis Chang Cevallos

AGRADECIMIENTO

Quiero dar gracias a mi Dios, por permitirme cumplir mi sueño realidad, terminar mi proyecto de grado, por guiar mis pasos desde mi infancia, y no desampararme nunca.

Quiero agradecer a mi Padre Abg. Mario Franco y a mi Madre Sra. Doris Flores de Franco, por ser las personas que siempre me han apoyado contra viento y marea, por confiar en mi, por su amor, por su comprensión, por formarme como un hombre de bien, son parte muy especial de mi vida.

Quiero dar gracias a mis Papitos Sr. Camilo Flores y Sra. Blanca Zavalu de Flores, por confiar a ojos cerrados en mi, por cuidarme desde niño, y por enseñarme valores que han logrado que yo culmine una gran meta en mi vida, mi título de ingeniero, aunque ya no te tengo a mi lado Papito Camilo pero siempre estarás en mi mente y en mi corazón.

Doy gracias a mi Esposa Eliana Mendoza y mi Hijo Mario Franco, por entenderme, apoyarme, ayudarme y esperarme durante mi carrera, son fuentes de inspiración al cumplir mis objetivos, forman parte fundamental para mi vida, ahora me toca a mi sacarlos adelante, gracias a la Sra. Jakeline Cedeño y a la Sra. Nimia Alvarez por apoyarme siempre incondicionalmente para poder estar cerca de mi esposa e hijo.

Gracias a mi familia por su apoyo en todo momento, por confiar en mi, en especial mis hermanos Camilo, Jesenia, a mi tía Flor, a mis primos que son como mis hermanos Miguel, Fernando y Michelo.

A mis amigos que siempre han estado conmigo en las buenas y malas, que hemos compartido penas y alegrías, en especial Danilo por su colaboración en todo momento durante mi carrera y en la culminación de mi tesis, a mi compañero de tesis Alexis por confiar en mi persona y por los gratos momentos que compartimos juntos.

A mis Ingenieros de la Carrera de Ingeniería Automotriz, en especial al Ingeniero Germán Erazo que además de ser mi Director de tesis es un pilar fundamental para la culminación de la misma, impartir sus conocimientos y valores durante toda mi carrera, es un gran amigo incondicional en el cual tengo mucha confianza y hemos compartido momentos muy bonitos en mi carrera, a mi Codirector de tesis al Ingeniero Néstor Romero.

A la Sra. Alicia Terán de López por ser una gran persona y haber compartido momentos inolvidables junto a mi familia.

Mario Franco F.

Dedicatoria

Este humilde trabajo lo dedico con mucho amor a las personas que han sido soporte fundamental para cumplir este logro tan importante en mi vida

A la memoria de mi Papito Camilo siempre te recordare, era un sueño en vida tuyo verme graduado pero yo se que desde el cielo lo estas disfrutando.

A mis Padres Mario y Doris, que hoy se sienten orgullosos y complacidos de alcanzar mi título de Ingeniero Automotriz.

A mí querida Esposa Eliana que diariamente me brinda su amor, tiempo y comprensión.

A mi Mamita Blanquita que día a día me envía sus bendiciones y cariño desde donde se encuentre.

A mí querido hijo Mario Eduardo, que es la persona mas linda, tierna y cariñosa que tengo.

Mario Franco F.

ÍNDICE

	PÁG.
I. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO	
1.1	INTRODUCCIÓN 1
1.2	PRINCIPIO DE ENCENDIDO POR BATERÍA 2
1.3	FUNCIONES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO 3
1.4	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO 4
1.4.1	BATERÍA 4
1.4.2	CONMUTADOR DE ENCENDIDO 5
1.4.3	BOBINA DE ENCENDIDO 5
1.4.4	DISTRIBUIDOR DE ENCENDIDO 8
1.4.5	BUJÍAS 9
1.4.5.1	GRADO TÉRMICO DE LAS BUJÍAS 13
1.5	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDOS 14
1.6	EQUIPO Y HERRAMIENTA UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO 14
1.6.1	MULTÍMETRO 15
1.6.2	OSCILOSCOPIO 16
1.6.3	LÁMPARA ESTROBOSCÓPICA 17
1.6.4	LÁMPARA DE PRUEBAS 19
1.6.5	TACÓMETRO 19
II. SISTEMAS DE ENCENDIDO UTILIZADOS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA	
2.1	SISTEMA ELECTROMECAÁNICO 20
2.1.1	COMPONENTES DEL SISTEMA 21
2.1.2	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA 22
2.1.3	DESCRIPCIÓN DEL DISTRIBUIDOR CONVENCIONAL 23
2.1.4	SISTEMAS DE AVANCE 25
2.1.4.1	SISTEMA DE AVANCE CENTRÍFUGO 25
2.1.4.2	SISTEMA DE AVANCE POR VACÍO 27
2.1.5	CURVAS DE AVANCE 28

2.1.6	PARÁMETROS DEL ANGULO DWELL	30
2.1.7	DIAGNOSTICO DE AVERÍAS	31
2.1.8	PRUEBAS DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS	32
2.1.9	MANTENIMIENTO Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA	36
2.2	SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO	40
2.2.1	VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA	40
2.2.2	PARTES CONSTITUTIVAS DEL SISTEMA	41
2.2.2.1	DISTRIBUIDOR CLÁSICO	41
2.2.2.2	EL TRANSISTOR	41
2.2.2.3	EL TRANSISTOR COMO INTERRUPTOR ELECTRÓNICO	43
2.2.2.4	EL TRANSISTOR COMO AMPLIFICADOR	43
2.2.3	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA TRANSISTORIZADO	43
2.2.4	OPERACIÓN DEL MODULO TRANSISTORIZADO	45
2.2.5	INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MÓDULO	46
2.3	SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR BOBINA CAPTADORA	48
2.3.1	COMPONENTES DEL SISTEMA	49
2.3.2	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	50
2.3.3	MÓDULO ELECTRÓNICO DE MANDO	51
2.3.4	MANTENIMIENTO Y PRUEBAS AL SISTEMA	53
2.4	SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR GENERADOR DE IMPULSOS	54
2.4.1	COMPONENTES DEL SISTEMA	54
2.4.2	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	56
2.4.3	PROCESO COMPLETO DE DESARROLLO Y TRANSFORMACIÓN DE LOS IMPULSOS	57
2.5	SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR EFECTO HALL	58
2.5.1	COMPONENTES DEL SISTEMA POR EFECTO HALL	59
2.5.2	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE EFECTO HALL	60
2.5.3	PRUEBA DEL SENSOR DE EFECTO HALL	61

III. DISEÑO SELECCIÓN DEL MÓDULO DE PRUEBAS PARA SISTEMAS DE ENCENDIDO

3.1	ANTECEDENTES	62
3.2	JUSTIFICATIVO	62
3.3	OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO	63
3.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO	63
3.5	METAS DEL PROYECTO	64
3.6	INFORMACIÓN GENERAL	64
3.7	COMPONENTES UTILIZADOS PARA EL MÓDULO DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE ENCENDIDO	66
3.8	COMPONENTES PARA EL SISTEMA DE ENCENDIDO CONVENCIONAL-TRANSISTORIZADO	76
3.9	MONTAJE DE COMPONENTES DEL SISTEMA CONVENCIONAL-TRANSISTORIZADO	77
3.10	INSTALACIÓN DEL SISTEMA CONVENCIONAL-TRANSISTORIZADO	78
3.11	CABLEADO ELÉCTRICO	79
3.12	DIAGRAMA ELÉCTRICO	80
3.13	COMPONENTES PARA EL SISTEMA DE ENCENDIDO POR BOBINA CAPTADORA	81
3.14	MONTAJE DE COMPONENTES DEL SISTEMA POR BOBINA CAPTADORA	82
3.15	INSTALACIÓN DEL SISTEMA POR BOBINA CAPTADORA	83
3.16	CABLEADO ELÉCTRICO	84
3.17	DIAGRAMA ELÉCTRICO	85
3.18	COMPONENTES PARA EL SISTEMA DE GENERADOR DE IMPULSOS	86
3.19	MONTAJE DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE GENERADOR DE IMPULSOS	87
3.20	INSTALACIÓN DEL SISTEMA POR GENERADOR DE IMPULSOS	88
3.21	CABLEADO ELÉCTRICO	89
3.22	DIAGRAMA ELÉCTRICO	90
3.23	COMPONENTES DEL SISTEMA DE EFECTO HALL	91
3.24	MONTAJE DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE EFECTO	

	HALL	91
3.25	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE EFECTO HALL	92
3.26	CABLEADO ELÉCTRICO	94
3.27	DIAGRAMA ELÉCTRICO	95

IV. OBTENCIÓN DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO

4.1	INTRODUCCIÓN	97
4.2	SISTEMA DE ENCENDIDO CONVENCIONAL	100
4.3	SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO	102
4.4	SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR BOBINA CAPTADORA	106
4.5	SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR GENERADOR DE IMPULSOS	112
4.6	SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR EFECTO HALL	117

CONCLUSIONES 122

RECOMENDACIONES 123

BIBLIOGRAFÍA 124

ANEXOS 125

ANEXO "A" GUÍA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO CONVENCIONAL

ANEXO "B" GUÍA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

ANEXO "C" GUÍA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO POR BOBINA CAPTADOR

ANEXO "D" GUÍA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO POR GENERADOR DE IMPULSO

ANEXO "E" GUÍA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO POR EFECTO HALL

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los motores de combustión interna a gasolina utilizan diversos tipos de sistemas de encendido para su funcionamiento.

La elaboración de este proyecto es significativo, ya que permite a los estudiantes una mayor comprensión de los sistemas de encendido aplicados a los motores de combustión interna a gasolina, poder realizar análisis y obtención de parámetros de operación de cada uno de ellos por cuenta propia.

Este proyecto de investigación esta dividido en cuatro capítulos.

En el Capítulo I se presenta una introducción a los sistemas de encendido aplicados a los motores de combustión interna a gasolina, en los que vemos los principios de funcionamiento, funciones, requerimientos y herramientas que nos ayudan analizar los diversos sistemas.

En el Capítulo II se presenta independientemente a los sistemas de encendido aplicados a los motores de combustión interna a gasolina, con sus componentes, funcionamiento, pruebas del sistema.

En el Capítulo III se describe el diseño del módulo, selección e instalación de los componentes para sistemas de encendido aplicados a los motores de combustión interna a gasolina.

En el Capítulo IV se muestra la obtención de parámetros de operación de los sistemas de encendido.

Finalizamos con las conclusiones y recomendaciones, que ayudarán a todas aquellas personas que deseen utilizar este proyecto.

I.- INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE ENCENDIDOS

1.1.- INTRODUCCIÓN

Los motores de explosión requieren de una chispa eléctrica para que inicie el proceso de combustión de la mezcla aire - gasolina.

Por medio de una bobina de inducción se ha logrado elevar la tensión de los 12 V. nominales entre 15000 y 60000 voltios dependiendo del tipo de sistema. Con esta alta tensión la chispa puede producirse en buenas condiciones entre los electrodos de una bujía.

El encendido es la fase que da inicio al fenómeno de la combustión siendo muy importante el instante en que se establece la chispa detonante en la bujía.

En motores a gasolina la mezcla se inflama por capas concéntricas, la combustión no es inmediata siendo necesario prever un cierto avance de encendido, figura 1.1

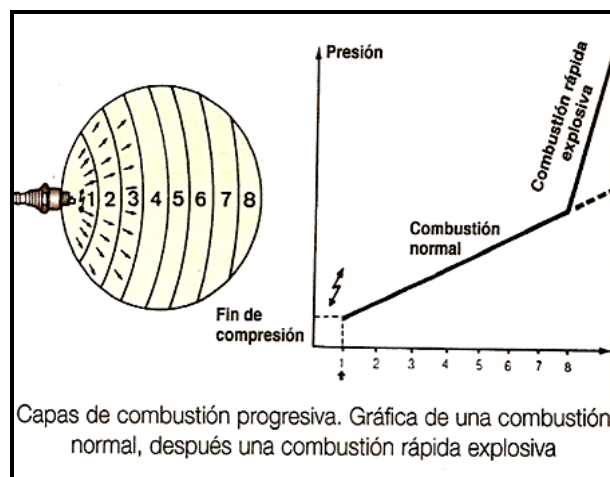


Figura 1.1.- Capas de combustión

Provocando el encendido antes de que el pistón alcance el punto muerto superior (PMS), la fuerza que la expansión de los gases ejerce sobre el pistón

es máxima cuando este último ya a pasado el PMS, consiguiendo así que el instante de máxima energía coincida con una posición de biela y codo del cigüeñal (90°) que permita sacar el máximo rendimiento mecánico de la combustión.

El intervalo en grados que existe entre el inicio de la combustión y el PMS se llama avance de encendido.

El avance de encendido óptimo depende de varios factores: la velocidad de rotación del motor, el combustible, la temperatura del motor y del aire ambiente , las bujías, el estado del motor, el llenado de los cilindros, la riqueza de la mezcla, la compresión, etc.

1.2.- PRINCIPIO DE ENCENDIDO POR BATERÍA

¹ “El motor está equipado por un dispositivo de encendido compuesto por un generador de alta tensión (bobina). El ruptor, distribuidor, bujía y batería como fuente de energía, figura 1.2.

La brusca ruptura de la corriente que se establece entre la batería y el primario de la bobina anula el flujo magnético en el núcleo del hierro dulce, induciéndose una alta tensión en el secundario. Esta alta tensión producirá una chispa en la bujía correspondiente a la fase de encendido, iniciando la combustión en dicho cilindro”.

¹ Hermogenes Gil Martínez, Manual del automóvil, tomo II, editorial: cultural S.A., edición 2002, España, Pág. #191.

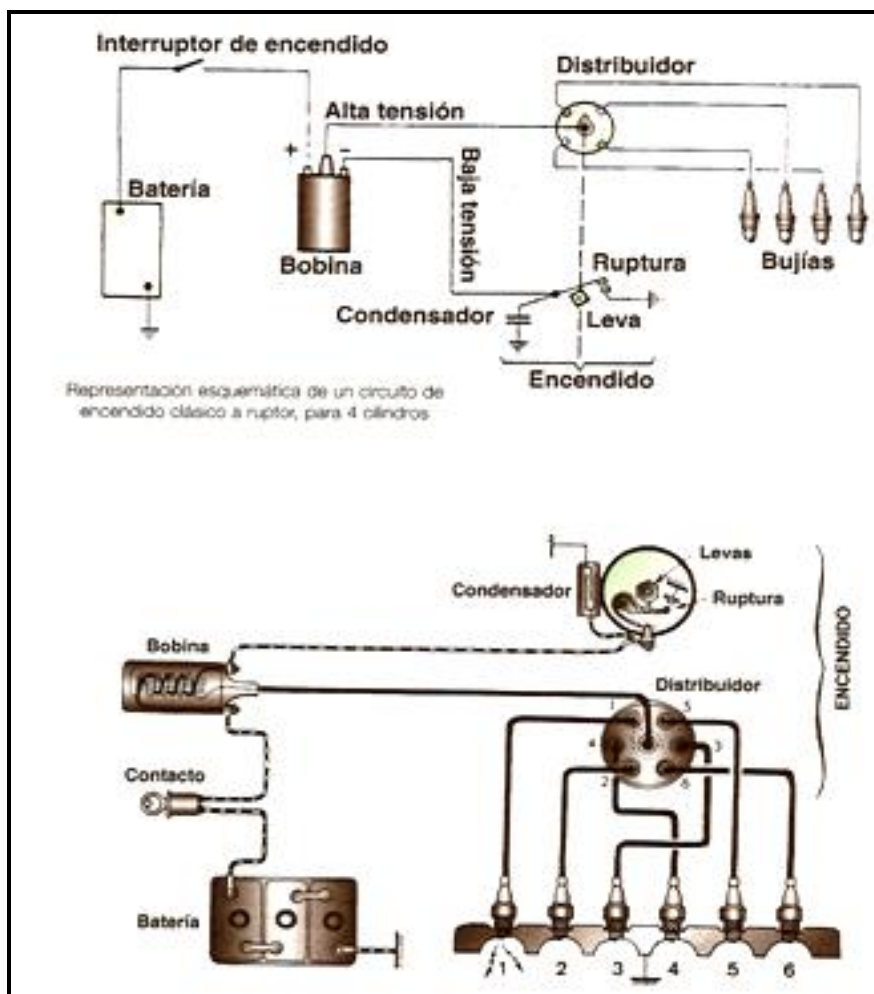


Figura 1.2.- Representación de un circuito de encendido.

1.3.- FUNCIONES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

El encendido cumple las siguientes funciones:

- 1) Abrir del circuito primario de la bobina y producir el salto de chispa en la bujía.
- 2) Calcular el avance de encendido en función del régimen y la carga motor.
- 3) Elaborar la energía de alta tensión.
- 4) Distribuir la alta tensión a las bujías de encendido.

Estas funciones de base pueden ser eventualmente completadas por funciones auxiliares tales como:

- 1) Detección del picado y modificación del avance de encendido.
- 2) Correcciones en función de la temperatura.
- 3) Limitación del régimen motor.

El avance de encendido se lo puede realizar mecánicamente o mediante sistemas electrónicos.

Los sistemas electrónicos pueden estar operados por la computadora del motor y también pueden ser totalmente independientes.

1.4.- REQUERIMIENTOS DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO

Los sistemas de encendidos requieren de una fuente de energía (batería), conmutador o interruptor de encendido, bobina de encendido, distribuidor, bujías y cables correspondientes.

1.4.1.- BATERÍA

La batería plomo-ácido es la fuente energía principal para arrancar el motor, para los sistemas de encendidos y fuente de reserva de energía para la carga eléctrica del automóvil en funcionamiento. Los automóviles con motores grandes requieren de gran potencia en el arranque, por lo tanto requiere de una batería más grande. Las baterías grandes también son utilizadas por automóviles que poseen muchos accesorios que funcionan eléctricamente.

El ácido o electrolito de la batería es una mezcla compuesta de 36% de ácido sulfúrico y 64% agua. La celda de la batería es un elemento sencillo de almacenamiento de la batería que poseen 2 materiales activos diferentes, el material activo de una de las placas es peróxido de plomo que es un material café cristalino (placa positiva), el otro material de la segunda placa es plomo esponjoso(placa negativa), la batería de 12 voltios posee seis celdas de 2 voltios cada una, formadas

de una cantidad de placas positivas y negativas arregladas en forma alternativa y separadas por placas de aislamiento.

1.4.2.- CONMUTADOR DE ENCENDIDO

Es el interruptor que el conductor acciona al girar la llave de encendido tiene una posición de arranque que actúa sobre el motor de arranque para iniciar el giro del motor, figura 1.3

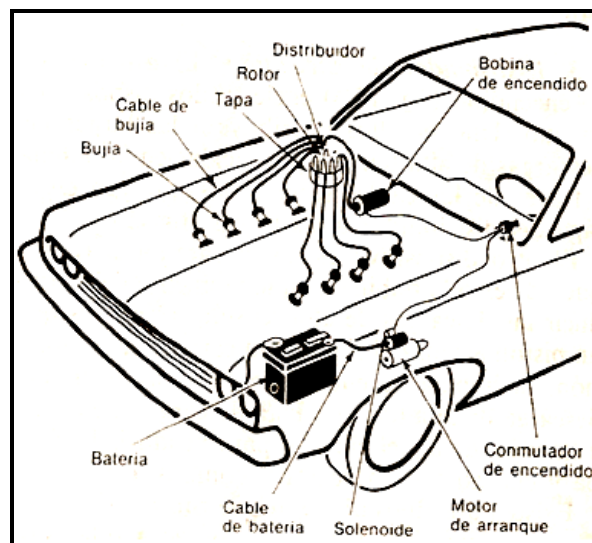


Figura 1.3.- Conmutador de encendido

1.4.3.- BOBINA DE ENCENDIDO

La bobina de encendido figura 1.4 acumula la energía de encendido y la transmite en forma de un impulso de corriente de alta tensión, para hacer saltar la chispa entre los electrodos de la bujía, provocando la inflamación de la mezcla de aire y gasolina comprimida en el cilindro.



Figura 1.4.- Bobina de encendido

A la bobina también se le considera como un transformador, pues eleva la tensión que se le aplica, y según su función es la verdadera fuente de encendido.

En la figura 1.5 está el esquema de conexiones de una bobina y una sección de la misma. Formada por un núcleo de hierro en forma de barra, constituido por láminas de chapa magnética que dificultan la formación de corrientes parásitas, consecuencias en las variaciones de flujo en el primario.

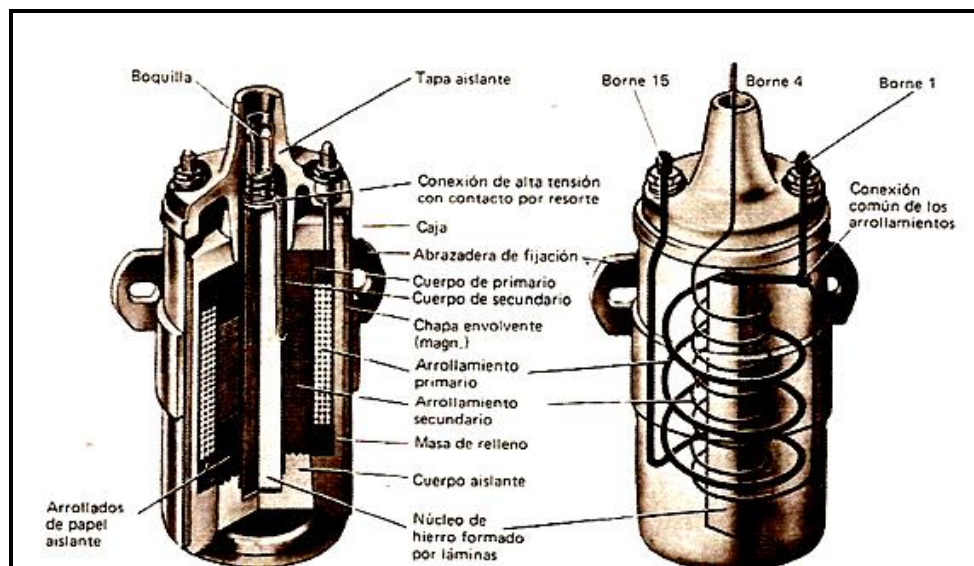


Figura 1.5.- Bobina en corte.

La bobina tiene dos arrollamientos sobre el núcleo el secundario que es un hilo fino con aproximadamente 1500 a 30000 vueltas y el primario que se encuentra encima es de hilo grueso, con una relación espiras entre arrollamiento de 60 y 150.

El arrollamiento primario está conectado a los bornes de baja tensión, marcados 1 y 15 en la figura 1.6. Estos bornes se conectan al circuito primario de encendido, quedando el arrollamiento primario en serie con los contactos del ruptor.

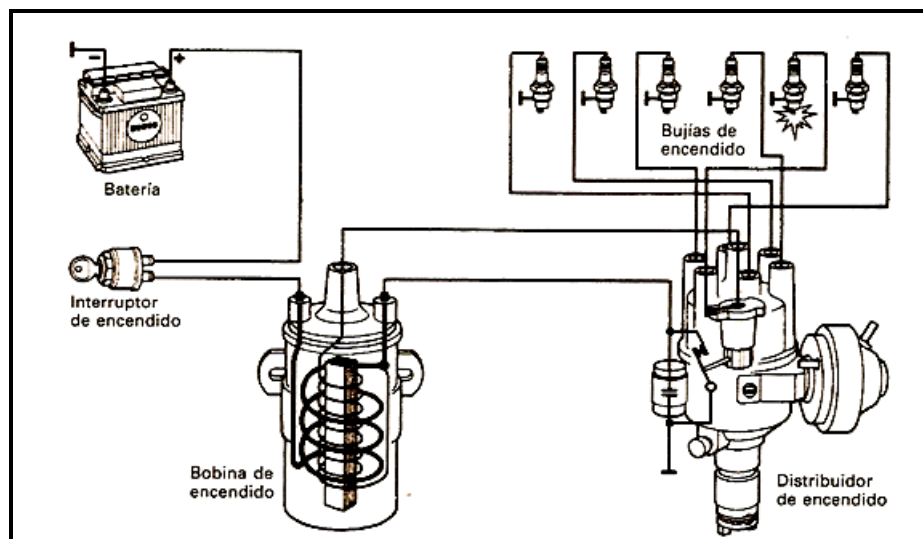


Figura 1.6.- Arrollamiento primario de la bobina.

La bobina tiene tres salidas, el borne 15 es de polaridad positivo, el borne 1 es la masa o negativo, el otro extremo es el de alta tensión la cual lleva la alta tensión al distribuidor.

El conjunto formado por ambos arrollamientos y el núcleo, se rodea con chapa magnética y masa de relleno, de manera que se mantengan perfectamente sujetos en el interior de la caja metálica o carcasa de la bobina. Generalmente están sumergidos en un baño de aceite de alta rigidez dieléctrica, que sirve de aislante y refrigerante.

Cuando un motor se encuentra en funcionamiento normal y en perfecto estado, la tensión del salto de la chispa es alta, en caso contrario puede haber una distancia excesiva de los electrodos, superficies quemadas, temperaturas bajas en los electrodos o en la combustión, mezcla de aire-gasolina muy rica o pobre, relación de compresión alta.

1.4.4.- DISTRIBUIDOR DE ENCENDIDO

El distribuidor de encendido, figura 1.7 encierra dos dispositivos en uno, el uno distribuye a las bujías las descargas de alta tensión producidas en la bobina a través de los cables de alta tensión que van de la tapa del distribuidor a las bujías.



Figura1.7.- Distribuidor de Encendido

El otro dispositivo es un disparador o ruptor que avisa a la bobina el momento que debe producir las descargas de alta tensión. Cada vez que el pistón alcanza el final de su carrera de compresión, la bobina de encendido debe producir una descarga de alta tensión. Esta descarga es enviada a la bujía de aquel cilindro para producir la chispa y encender la mezcla aire-combustible.

El eje central del distribuidor es accionado por un sistema de engranajes desde el árbol de levas del motor, figura 1.8.

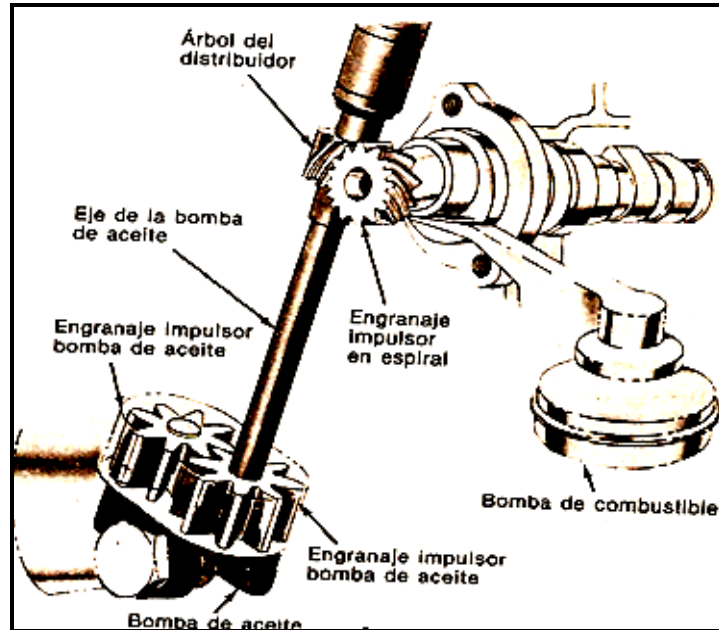


Figura 1.8.- sistema de engranes para accionamiento

1.4.5.- BUJÍAS

Las bujías son las encargadas de provocar el arco voltaico entre sus electrodos, y por ende la quema de la mezcla, en la figura 1.9 se ilustra una bujía,



Figura 1.9.- Bujías

Dada su función en el motor de combustión, es imprescindible el buen funcionamiento de las bujías para conseguir el mejor rendimiento del motor.

²“En la figura 1.10 está una bujía seccionada, que se constituye por un electrodo central ⁸, de aleación especial resistente al desgaste por quemadura (níquel, silicio y cromo), que sobresale por la parte

² J.M. Alonso, Técnicas del automóvil, equipo eléctrico, séptima edición, Pág. # 263

inferior de la bujía, mientras por la superior se une a un perno de conexión 2, por medio de una masa colada 5, eléctricamente conductora. El perno de conexión termina en el borne 15, donde se conecta el cable de alta tensión.

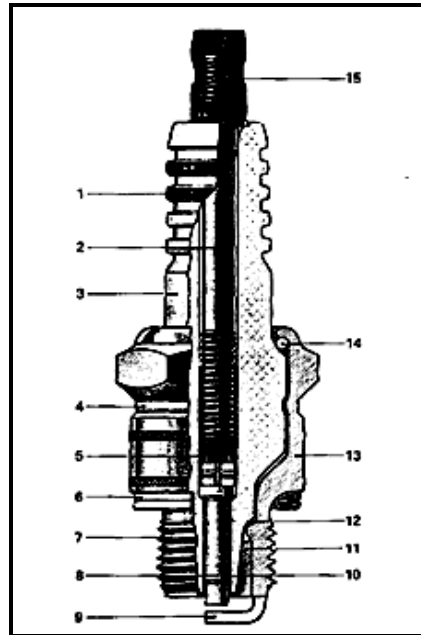


Figura 1.10.- Bujía seccionada.

Rodeando al perno de conexión y al borne central, se dispone el aislador 3, de cerámica formada por óxidos de aluminio y sustancias vídrias, el cual, es a su vez rodeado por el cuerpo metálico 13 de la bujía, fabricado de acero especial al níquel. La unión entre ambos se realiza por medio de las juntas de estanqueidad 12 y 14, que evitan las fugas de la compresión a través de la bujía.

El aislador 3 Lleva labradas en su parte superior unas nervaduras 1, que hacen de barrera a las corrientes de fuga, alargándose el camino a recorrer desde el borne a la parte metálica. En su parte inferior 10, llamada pie del aislador, rodea al electrodo central en una cierta longitud y espesor, que constituyen las características de la bujía (grado térmico). Entre el pie del aislador y el cuerpo metálico, se forma un espacio 11, llamado espacio respiratorio.

La parte superior del cuerpo metálico 13, se dispone en forma de tuerca hexagonal que permite el montaje y desmontaje de la bujía. En la parte inferior, llamada cuello, se labra la rosca 7 para la fijación a la cámara de combustión. Del cuerpo metálico sobresale el electrodo de masa 9, que va soldado a él. Es norma generalizada que el diámetro de la rosca de la bujía sea de 14 mm., aunque existen también bujías con diámetros de 12 y 18 mm. En cuanto a la longitud de la rosca, existen bujías de 10 mm (cuello corto), 12 mm (cuello normal) y 19 mm (cuello largo), siendo la del cuello normal la comúnmente utilizada, aunque en las actuales culatas de aluminio suele emplearse la del cuello largo, que asegura una mejor sujeción.

Para conseguir una unión estanca en el montaje de la bujía en la cámara de combustión, se dispone el anillo 6 ó junta de estanqueidad”.

El aislador de la bujía es la parte más importante ya que impide que la corriente se desvíe por otro lugar que no sea los electrodos, esta fabricada de un material de cerámica a base de óxidos de aluminio con aditivos de sustancias vítreas.

La temperatura de la punta del aislador está comprendida entre 750° y 850° C, que es la más conveniente para el buen funcionamiento de la bujía.

Se entiende por resistencia térmica, la resistencia a cambios bruscos de temperatura, a los cuales está sometida la bujía durante su funcionamiento. En el momento de la explosión se alcanzan temperaturas en el cilindro cercanas a los 2.000°C, esta misma temperatura se entrega al bloque del motor, en la figura 1.11 se observa el recorrido del calor en la bujía

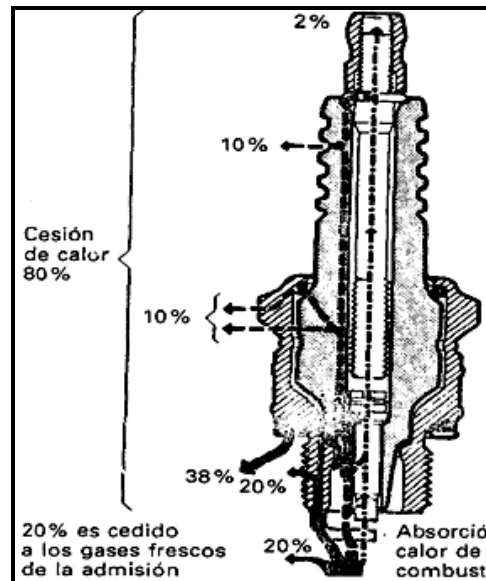


Figura 1.11.- Recorrido de calor de La bujía.

El límite de temperatura que pueden alcanzar las zonas bajas de la bujía (electrodos y puntas del aislador), determina la duración de los electrodos, que sufren un desgaste debido a la erosión producida por la chispa.

La separación entre los electrodos debería ser lo más pequeña posible, generalmente esta separación oscila entre 0,6mm y 0,75mm, esta separación varía durante la vida de la bujía por el desgaste de los electrodos por el salto de la chispa, al momento de que la separación sea exagerada se producirán fallos de encendido.

Las bujías, utilizan distancias disruptivas figura 1.12, estableciendo una separación de aproximadamente 2 mm entre el electrodo central y el perno de conexión. Esta distancia origina un incremento de la tensión aplicada a los electrodos de la bujía para que salte la chispa. La distancia disruptiva entre el contacto del rotor y los bornes laterales de la tapa del distribuidor, tiene ese mismo cometido.

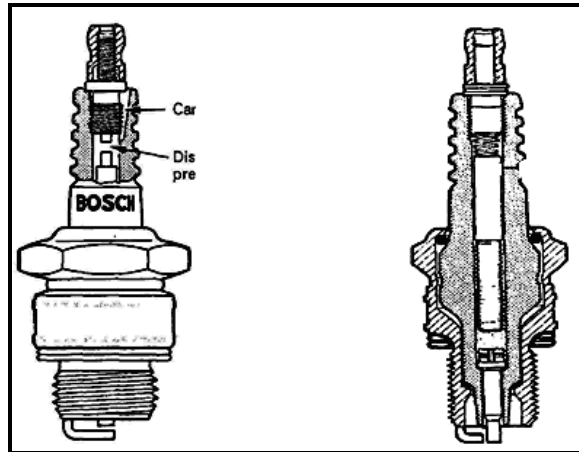


Figura 1.12.- Separación de la bujía.

1.4.5.1.-GRADO TÉRMICO DE LAS BUJÍAS

El grado térmico clasifica a las bujías, en bujía tipo caliente, y bujía tipo frío, figura 1.13.

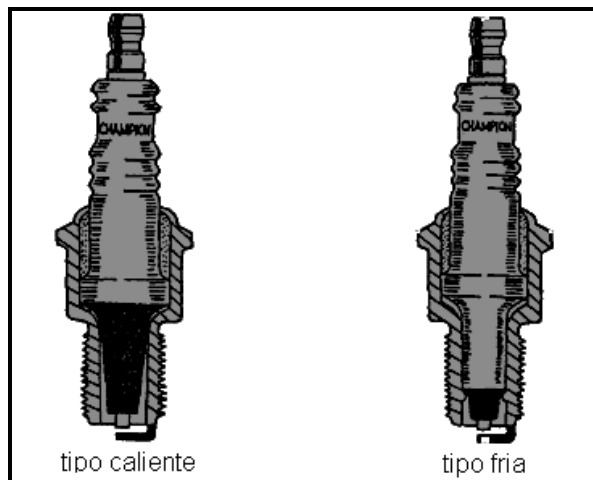


Figura 1.13.- Grado térmico de la bujía.

La bujía tipo caliente tiene el pie del aislador más largo y evacúa más lentamente el calor, se usa en motores de baja relación de compresión.

La bujía tipo frío tiene un pie del aislador más corto y trasmite rápidamente el calor al sistema de refrigeración del motor, se las utiliza en motores de alta relación de compresión.

El grado térmico de una bujía viene determinado por los siguientes factores:

- 1) Conductibilidad térmica del aislador y de los electrodos, especialmente el central.
- 2) Tamaño de la superficie del aislador expuesta a los gases de la combustión.
- 3) Tamaño y forma del espacio de respiración.

Cuando una bujía funciona a la temperatura adecuada (entre 750 °C y 850 °C), las partículas de aceite y residuos de la combustión que se depositan en los electrodos, se queman de inmediato (auto limpieza de la bujía), manteniéndose limpios y en perfecto estado.

1.5.- CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO

Los sistemas de encendido se pueden clasificar así:

- 1) Encendido convencional,
- 2) Encendido transistorizado,
- 3) Encendido electrónico,
 - a) Generador de impulsos,
 - b) Bobina captadora,
 - c) Efecto hall,
 - d) Óptico.

1.6.- EQUIPO Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO

Los equipos y herramientas utilizados para la verificación y funcionamiento de los sistemas de encendido son los siguientes:

- 1) Multímetro automotriz,
- 2) Osciloscopio de alto y bajo voltaje,
- 3) Lámpara estroboscópica,
- 4) Tacómetro,
- 5) Lámpara de pruebas.

1.6.1.- MULTÍMETRO AUTOMOTRIZ

El multímetro es también conocido como VOM (Voltios, Ohmios, Miliamperímetro), con capacidad de medir muchas otras magnitudes. (Capacitancia, frecuencia, temperatura, ángulo dwell, r.p.m, etc.), es una herramienta de prueba y diagnóstico, que se lo utiliza en campo de la electricidad automotriz.

Tiene un selector de función y un selector de escala, como se ilustra en la figura 1.14.

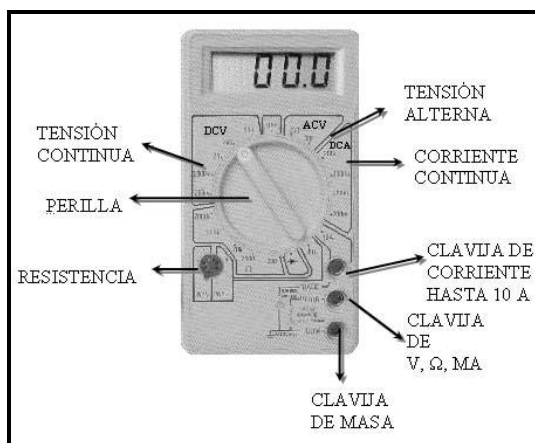


Figura 1.14.- Multímetro digital

El selector de funciones sirve para escoger el tipo de medida como se muestra en la tabla 1.1

1.6.2.- OSCILOSCOPIO

El osciloscopio es un dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo, figura 1.15. El eje vertical, a partir de ahora denominado Y, representa el voltaje; mientras que el eje horizontal, denominado X, representa el tiempo.

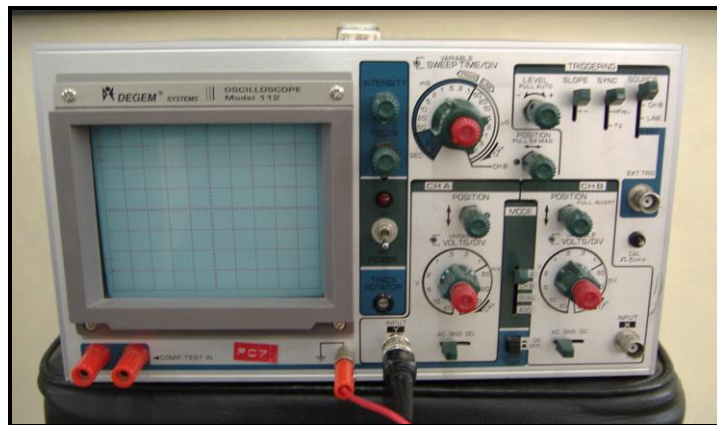


Figura 1.15.- Osciloscopio

Utilización del osciloscopio

- 1) Determinar directamente el período y el voltaje de una señal.
- 2) Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- 3) Determinar que parte de la señal es DC y cual AC.
- 4) Localizar averías en un circuito.
- 5) Medir la fase entre dos señales.
- 6) Determinar que parte de la señal es ruido y como varia este en el tiempo.

Los osciloscopios son de los instrumentos más versátiles que existen, un osciloscopio puede medir un gran número de fenómenos, provisto del transductor adecuado (un elemento que convierte una magnitud física en señal eléctrica).

Los osciloscopio automotrices de alto voltaje o analizadores de motores, figura 1.16, verifican fallas en el circuito secundario graficando los oscilogramas respectivos en una escala vertical los voltios normalmente expresados en kilovoltios Kv y en la horizontal en tiempo (ms), grados y en porcentaje, disponen grabados en memoria formas de onda patrones, curvas típicas, los cuales nos permiten localizar las diversas averías que se dan en el sistema de encendido del automóvil.



Figura 1.16.- Osciloscopio de alto voltaje.

Localiza averías y fallas eléctricas del automóvil. Hay que diferenciar el osciloscopio de alta tensión, el cual nos sirve para diagnosticar el sistema de encendido primario y secundario de los sistemas de encendido del vehículo. El osciloscopio para electrónica automotriz, incorpora funciones de bajo voltaje para analizar la calidad del motor y de sus componentes eléctricos y electrónicos.

1.6.3.- LÁMPARA ESTROBOSCÓPICA

La luz estroboscópica produce destellos de luz que nos permiten observar objetos mecánicos que vibran o giran. El destello de luz, si es lo suficientemente breve, causara una imagen inmóvil de cualquier

objeto en movimiento. Si los destellos son repetitivos, y la cantidad de destellos por minuto puede ser ajustada para corresponder exactamente al número de revoluciones por minuto del objeto que está girando, cada vez que el objeto sea iluminado aparecerá en la misma posición angular, y aparentará estar estacionario.

Está calibrada para indicar directamente la frecuencia de rotación cuando la frecuencia de interrupción de la luz está ajustada de tal manera que el objeto aparentará estar detenido. Como instrumento para medir la velocidad de rotación, la lámpara estroboscópica puede ser considerada como un tipo especial de tacómetro

La lámpara estroboscópica es ampliamente usada en trabajos de reparación y mantenimiento del automóvil, para comprobar la temporización del encendido.

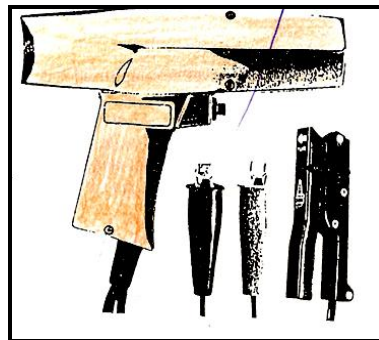


Figura 1.17.- Lámpara Estroboscópica

En la lámpara de la figura 1.17 se muestran dos pequeñas pinzas de cocodrilo para tomar la tensión de alimentación de la batería del auto.

La pinza mayor es captador de inducción, que determina la frecuencia de destello del estroboscopio. Por lo general se engancha el cable de la bujía del primer cilindro. El estrobo por lo general se apunta a unas marcas especiales de temporización, puesta en una pieza rotativa del motor.

1.6.4.- LÁMPARA DE PRUEBAS

Es un bombillo eléctrico de 12V y 3W aproximadamente o un diodo led emisor de luz conectado en serie a una resistencia de 680 ohms, en la figura 1.18 comprobador de aplicación visual. Verifica tensión de activación de los inyectores, electro válvulas, autodiagnóstico, pulsos a relés, activación de la bomba de alimentación, etc.

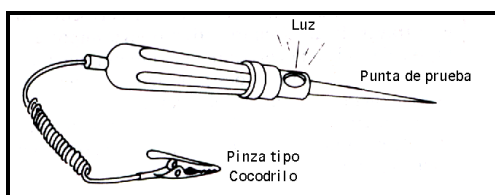


Figura 1.18. - Lámpara de pruebas.

1.6.5.- TACÓMETRO

Verifica la velocidad del motor, el tacómetro digital viene incluido en los multímetros automotrices tanto digitales como analógicos.

El tacómetro de la figura 1.19, mide el número de impulsos de encendido primario por minuto o lo que es igual el número de veces que se corta el circuito primario a través de un sensor de efecto hall, una bobina captadora o un generador de impulsos.



Figura 1.19.- Tacómetro.

II.- SISTEMAS DE ENCENDIDO UTILIZADOS EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA GASOLINA

2.1.- SISTEMA ELECTROMECAÁNICO

El encendido electromecánico parte de una bobina como fuente de energía, utilizan unos contactos que abren y cierran un circuito, a estos elementos se lo conocen como platino y tiene un condensador para permitir el corte instantáneo de corriente

Estos sistemas tenían las siguientes desventajas:

- 1.- Necesidad de calibración de los platinos (separación entre los contactos).
- 2.- Desgaste de los platinos por el continuo contacto físico.
- 3.- Al aumentar las revoluciones del motor se perdía eficiencia en la generación de la chispa.
- 4.- La duración de los platinos era de aproximadamente 5,000 Km. (6 meses)
- 5.- No eran confiables (podían fallar en cualquier momento)

Está compuesto por el propio distribuidor como repartidor de chispa y además forman parte del mismo conjunto el ruptor, el condensador, el sistema de avance centrífugo completado por uno o varios sistemas de corrección por depresión, figura 2.1.



Figura 2.1.- Distribuidor convencional.

2.1.1.- COMPONENTES DEL SISTEMA

Está compuesto por: batería, llave de contacto, bobina, distribuidor y bujías, figura 2.2.

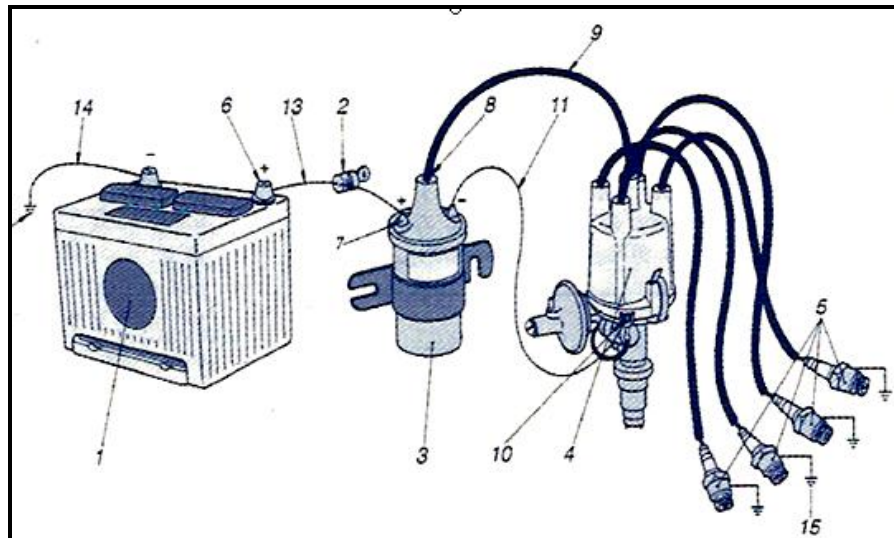


Figura 2.2.- Componentes del sistema.

1 batería, 2 interruptor de encendido, 3 bobina , 4 distribuidor, 5 bujías, 6 borne positivo, 7 terminal primario de la bobina, 8 terminal de alta tensión de la bobina, 9 cable de alta tensión, 10 terminal de alta tensión, 11 cable de baja tensión, 12 masa, 13 cable de alta tensión, 14 cable masa, 15 masa.

2.1.2.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema esta formado por dos circuitos: uno de baja tensión, y otro de alta tensión.

El circuito de baja está compuesto por la batería el arrollamiento primario de la bobina y el ruptor o platino, conectado en paralelo con el ruptor se halla el condensador.

El circuito de alta comienza en el secundario de la bobina continua por un cable al borne de la tapa del distribuidor u llega al rotor, de esta pasa de nuevo a la tapa y a los cables de la bujía, cerrando el circuito por masa en la culata a través de las bujías.

Al dar la llave de contacto y comenzar a girar el motor de arranque da la vuelta a la leva, abriendo y cerrando los platinos, cuando se cierra el platino, la corriente de baja tensión de la materia llega al borne positivo de la bobina recorre el arrollamiento primario y sale por el borne, que está empalmado a la conexión del ruptor y por el cierra el circuito con masa. La corriente que pasa por el primario crea en el núcleo de la bobina un campo magnético.

Al abrirse los platinos por el condensador el campo desaparece con gran rapidez, induciendo en el arrollamiento secundario una corriente de alta tensión que sale de la bobina por el borne central y va al distribuidor y de el a las bujías.

La leva del distribuidor tiene tantos salientes como cilindros tiene el motor por tanto en cada vuelta efectuará el número de rupturas, o las chispas, que el motor necesita en dos vueltas que dura un ciclo completo. De ello se deduce que el eje del distribuidor debe girar a la mitad de revoluciones que el cigüeñal. Como va movido por el árbol de levas y este ya girar a la mitad de vueltas que el cigüeñal, el piñón del

árbol de levas que manda al distribuidor y del eje de este, tienen que tener el mismo número de dientes.

También el rotor distribuye todas las chispas en una sola vuelta por estar montado en el mismo eje de la leva. La posición del rotor en el eje del distribuidor viene fijada por una muesca, y la de la tapa sobre el cuerpo del distribuidor por otra, de forma que cada vez que se produce una ruptura la lamina conductora del rotor esta enfrentada al plot correspondiente de la tapa. Los cables de las bujías van conectados a la tapa de forma que al girar el rotor distribuya las corrientes de alta tensión siguiendo el orden de explosiones: 1-3-4-2 en este caso, figura 2.3.

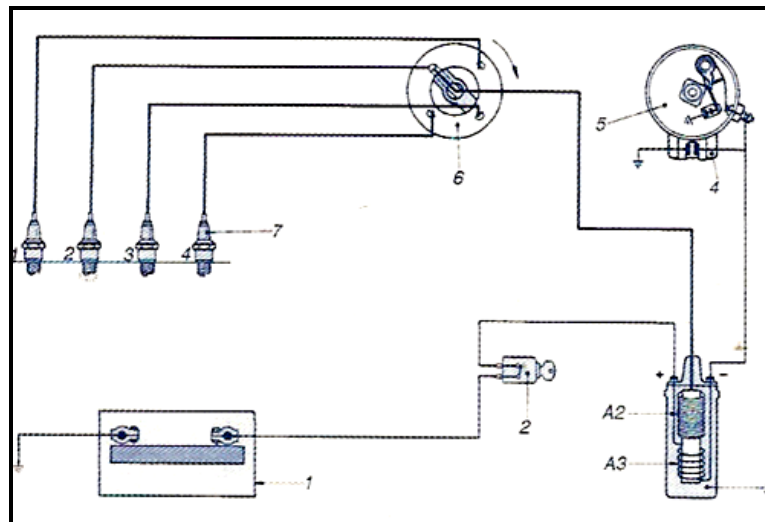


Figura 2.3.- Esquema de una instalación de encendido.

1 Batería, **2** Conmutador de encendido, **3** Bobina de encendido, **4** Condensador, **5** Ruptor, **6** Distribuidor de encendido, **7** bujía de encendido, **A1** circuito primario de la bobina, **A2** circuito secundario de la bobina.

2.1.3 DESCRIPCIÓN DEL DISTRIBUIDOR CONVENCIONAL

En el distribuidor figura 2.4 está constituido por tres partes principales: el distribuidor, el variador automático de avance y el ruptor.

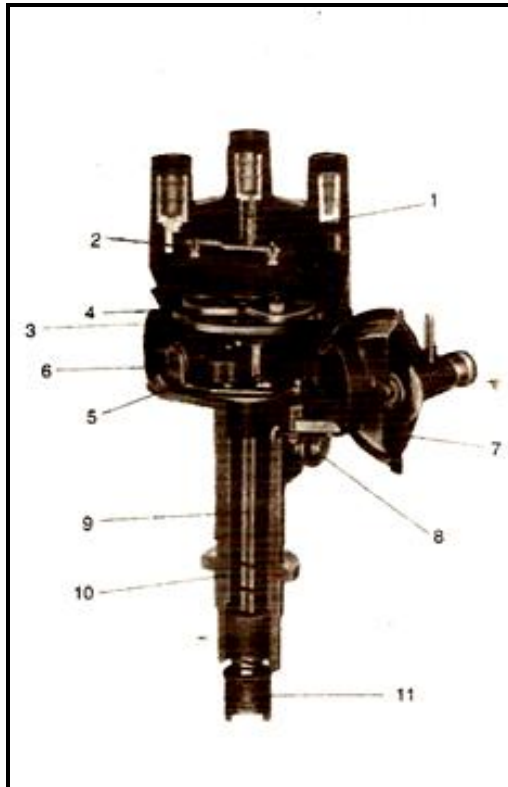


Figura 2.4.- Partes del distribuidor

³“El distribuidor consta de la tapa (1), a la que va conectado los cables de las bujías, y el rotor, pipa o dedo (2), que es el que distribuye la corriente de alta tensión a los plots de la tapa. El mecanismo de avance tiene un plato (3), solidario a la leva (5), y uno de los contrapesos con centrífugos (4). El ruptor (6) se abre y se cierra por la acción de la leva (5), va fijado sobre un plato, que a su vez gira un cierto ángulo mandado por la capsula de vacío (7), para complementar el avance automático, es un condensador (8).

Tanto la leva, los contrapesos como el rotor deben su giro al eje (9), que a través de la pieza (11) recibe el movimiento de un engranaje del árbol de levas del motor.

Todos estos elementos están soportados por la caja o cuerpo del distribuidor (10).”

³ Hermogenes Gil, Manual ceac del automóvil, grupo editorial ceac, edición 2003, Pág. # 274

2.1.4 SISTEMAS DE AVANCE

Se construyen de tal manera, que un motor obtenga el punto de encendido más adecuado para cada número de revoluciones y cada carga, el ajuste más favorable, significa la mayor potencia del motor con reducido consumo de combustible, sin que llegue a aparecer el picado y los gases se quemen bien en el cilindro, reduciendo la emisión de gases tóxicos por el escape

2.1.4.1.- SISTEMA DE AVANCE CENTRÍFUGO

El avance de encendido varía el punto de encendido en función del régimen de giro del motor. Actúa sobre la leva del ruptor, a la que adelanta en su sentido de giro.

Para realizar esta función, el eje del distribuidor forma en su extremo superior una plataforma, sobre la que acopla los contrapesos, que puedan bascular alrededor de los tetones, como se representa en la siguiente figura 2.8

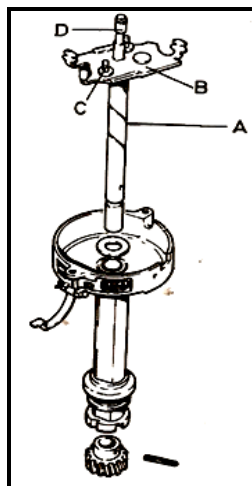


Figura 2.8.- Eje del Distribuidor.

A Eje, B Plataforma,
C Tetones,
D Extremo.

En el extremo del eje que sobresale la plataforma, se monta el conjunto de leva al que no se sale por clip, que se aloja en el eje. Por encima del clip se acopla el fieltro, impregnado en aceite, que engrasa el eje y el conjunto de leva, evitando el agarrotamiento entre ambos, como se muestra en la figura 2.9

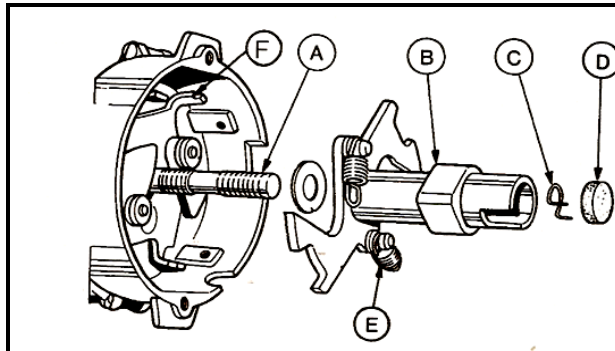


Figura 2.9.- Partes del conjunto distribuidor.

B Leva, C Clip, A Eje, D Filtro, E Muelles, F Salientes

Los muelles se fijan a los salientes de la plataforma quedando el conjunto ensamblado, figura 2.10.

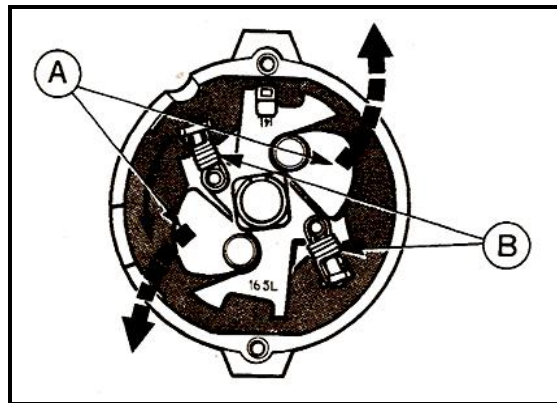


Figura 2.10.- Conjunto de muelles ensamblados.

En su giro, el eje arrastra al plato, que a su vez obliga a girar a todo el conjunto. Cuando la velocidad de rotación es grande los contrapesos se separan, empujando al conjunto de leva, que se adelanta en su propio sentido de giro, con cuya acción se consigue que comiencen abrirse un poco antes los

contactos del ruptor, lo que supone un avance al encendido. Los muelles se oponen a este movimiento y a las tensiones de los mismos son diferentes de modo que el avance resulte progresivo.

Según el número de revoluciones los contrapesos se desplazan hacia fuera y son mantenidos por los muelles en una posición de equilibrio correspondiente al ángulo de avance. El comienzo de la variación del avance en la gama de bajo régimen y la variación posterior, están determinados por el tamaño de los contrapesos y por la fuerza de los muelles. El final, por unos topes que impiden abrirse más a los contrapesos, figura 2.11.

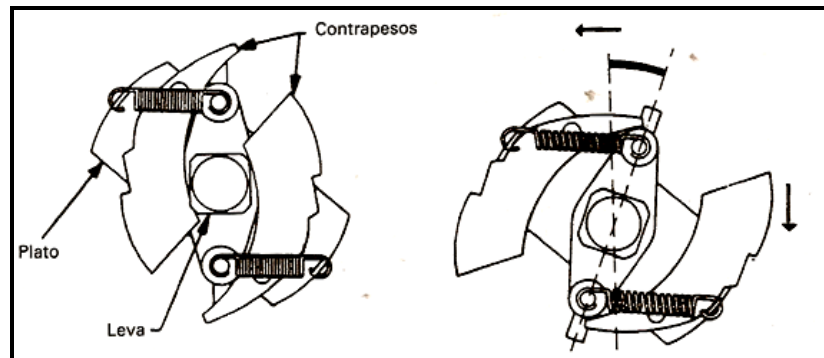


Figura 2.11.- Contrapesos.

2.1.4.2.-SISTEMA DE AVANCE POR VACÍO

El avance por vacío varía el punto de encendido en función de la carga del motor, actúa sobre el plato portarruptor, al cual hace girar en sentido contrario al giro de la leva, en este plato se montan los contactos del ruptor, este movimiento supone que dichos contactos comiencen abrirse antes proporcionando el avance al encendido.

Se puede observar que el plato portarruptor se une a una biela, que por su extremo opuesto va fijada a una membrana, que es mantenida en posición por un muelle. Cuando el vacío en el

colector es grande, tira de la membrana hacia la derecha y por medio de la biela, se hace girar un cierto anulo al plato portaruptor, en sentido contrario al giro de la leva, obteniéndose un avance al encendido, figura 2.12.

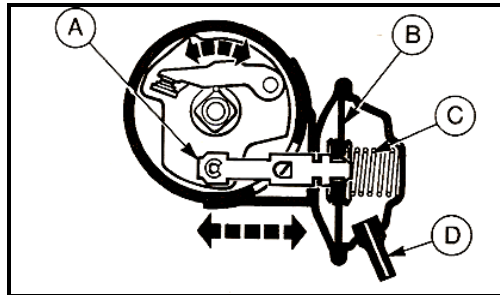


Figura 2.12.- Plato portaruptor.

A Unión de portaruptor con biela, B Membrana, C Muelle, D Tubo

2.1.5.-CURVAS DE AVANCE

El avance de encendido es un factor de elevada incidencia en la potencia del motor, en las siguientes figuras de presión, volumen tenemos marcado el encendido con un punto negro.

En la figura 2.13, el encendido comienza una vez que se ha pasado el punto muerto superior, hay retardo de encendido por ello la presión es baja y el volumen no es muy elevado por lo que la potencia mecánica final es baja.

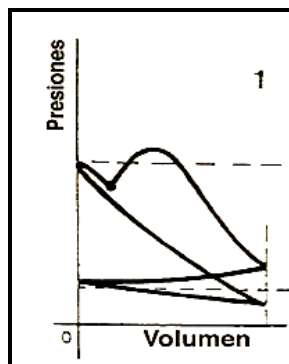


Figura 2.13.- Comienzo del encendido.

En la figura 2.14, el punto encendido coincide exactamente con el PMS y la presión es muy superior ala del diagrama anterior.

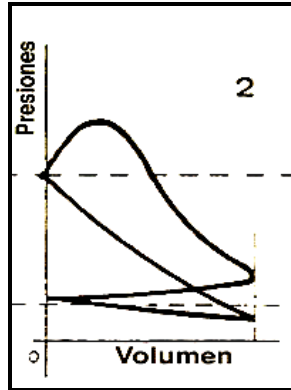


Figura 2.14.- Punto de Encendido en el PMS.

En la figura 2.15, el encendido tiene un cierto avance, con lo cual el rendimiento del sistema es máximo, la potencia del sistema es óptima, la superficie tiene el mejor desarrollo.

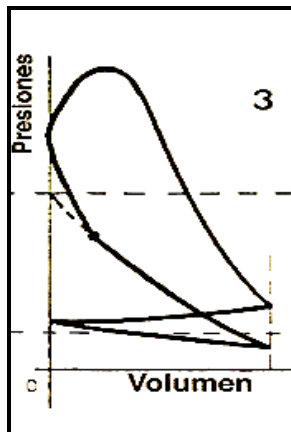


Figura 2.15.- Máximo rendimiento Del sistema.

En la figura 2.16, el avance es muy excesivo donde hay un elevado pico de presión con la cual hay muchas influencias con el fenómeno del picado.

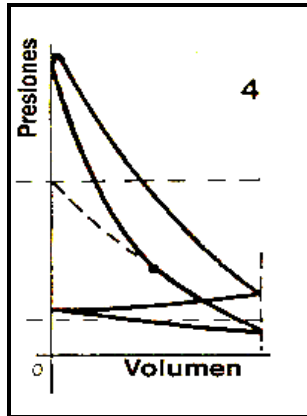


Figura 2.16.- Excesivo Avance.

2.1.6.- PARÁMETROS DEL ÁNGULO DWELL

Para definir el tiempo de cierre de los contactos se habla del ángulo DWELL que es la relación expresada en porcentaje entre el tiempo de cierre y el tiempo total del ciclo ó sea una relación de ángulos como se muestra en la figura 2.17.

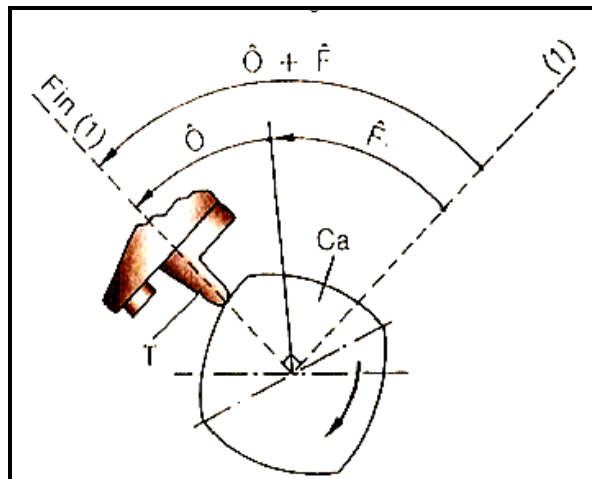


Figura 2.17.- Angulo DWELL

$$\text{Dwell} = F / (F + O)$$

Ca= leva

T.- Angulo de cierre

O.- ángulo de abertura

O+F.- Ciclo completo

2.1.7.- DIAGNÓSTICO DE AVERÍAS

Las averías más frecuentes del sistema de encendido es la acumulación de humedad y grasas en el interior de la tapa del distribuidor. Las chispa entre la pipa del distribuidor y los terminales de los cables de bujía dentro de la tapa del distribuidor hacen que su superficie adquiera cargas estáticas que atraen el polvo, las partículas de aceite lubricante de los mecanismos de avance y de la leva del ruptor y las partículas de agua contenidas en forma de humedad en el aire, este conglomerado forma una grasa conductora que queda adherida en la pared interior de la tapa del distribuidor y permite la derivación a masa de la corriente de alta tensión, en vez de pasar desde la pipa del distribuidor a los terminales de la bujía. La limpieza del interior de la tapa del distribuidor con trapo limpio solucionará el problema.

Una vez verificada y limpia la tapa del distribuidor, si continuamos con problema de arranque debemos verificar la chispa de las bujías, para la cual debemos valernos de dos sistemas: colocar en paralelo con una de las bujías, entre el distribuidor y la masa, un chispómetro, o separar el cable de una bujía con el capuchón retirado y acercarlo al bloque del motor para ver si salta la chispa en caso contrario el problema es de la bujía: deberemos desmontarla y averiguar cual es su deterioro. Si no hay chispa, el problema el problema es de otro componente del sistema de encendido.

El estado de las bujías es un buen indicador del funcionamiento del motor, cuando el motor funciona correctamente, las bujías deben presentar en la zona situada dentro de la cámara de combustión el siguiente aspecto: el aislante y el electrodo de masa deberán tener un color blanco grisáceo o gris amarillento hasta un ligero tono marrón.

El punto siguiente a verificar es la chispa de la bobina; se desconecta el cable que va de la bobina al distribuidor y cuando se

arranca, y se le acerca a masa, debe producir chispa, si hay chispa y el motor no arranca, se debe verificar el estado del carboncillo de contacto entre la tapa del distribuidor y el delco giratorio del distribuidor.

Si no se produce la chispa se debe verificar el circuito del primario de la bobina. Con una lámpara de pruebas verificaremos que existe tensión en el borne de alimentación de la batería, al puentear el borne a masa debe lucir la lámpara, si no luce, deberemos verificar la continuidad del cable y el estado de sus conexiones además de verificar el estado de carga de la batería.

Si la lámpara luce, quitaremos la lámpara del distribuidor, verificaremos que los contactos del ruptor no están pegados, separándolos con un destornillador y comprobaremos, haciendo puente con la lámpara de pruebas, que cuando están cerrados circula por ellos la corriente y no por la lámpara, si no se detecta fallo se debe verificar el estado de la bobina en el banco de pruebas o sustituirla.

2.1.8.- PRUEBAS DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

Cuando el motor de un automóvil no entrega toda la potencia habitual, ratea al acelerar, produce efectos de picado, o efectúa algunas explosiones después de quitar la llave de contacto, el fallo puede estar causado por el sistema de encendido en la siguiente tabla II se ilustrara las pruebas de localización de averías.

Tabla II Averías del sistema de encendido

SÍNTOMAS	CAUSAS POSIBLES	PRUEBAS A REALIZAR	REMEDIOS
El motor de arranque funciona normalmente pero el motor de combustión no se	Puesta a punto de encendido defectuosa	Verificación de la puesta a punto	Reglaje

pone en marcha			
El motor de arranque funciona normalmente pero el motor de combustión no se pone en marcha	Bobina de encendido defectuosa	Comprobar bobina con ohmetro y en banco	Sustituir la bobina
El motor de arranque funciona normalmente pero el motor de combustión no se pone en marcha	Circuito de baja tensión interrumpido	Comprobar con multímetro o lámpara la continuidad del circuito	Reparación del componente defectuoso
El motor de arranque funciona normalmente pero el motor de combustión no se pone en marcha	Ruptor defectuoso contactos picados o no se abren	Retirar la tapa del distribuidor y verificar el estado de los contactos.	Limpieza y reglaje de los contactos o sustitución de los mismos
El motor de arranque funciona normalmente pero el motor de combustión no se pone en marcha	Condensador defectuoso	Verificar en la serie	Sustitución
El motor de arranque funciona normalmente pero el motor de combustión no se pone en marcha	Cable de alta tensión cortado	Comprobar si hay presencia de chispa al poner la masa el cable de alta tensión una vez desconectado de la tapa	Sustituir el cable de alta tensión
El motor de arranque funciona normalmente pero el motor de combustión no se pone en marcha	Contacto defectuoso entre el rotor y el carboncillo del borne central de la tapa	Verificar estado del carboncillo y tensión del muelle	Reparar el elemento defectuoso

El motor de arranque funciona normalmente pero el motor de combustión no se pone en marcha	Avería mecánica del motor en los sistemas de distribución, alimentación, etc.	Verificar estado mecánico del motor de combustión	Reparación del componente defectuoso.
Fallos en el funcionamiento del motor	Bujías defectuosas	Prueba del funcionamiento del motor con el analizador de motores	Limpieza, reglaje o sustitución de bujías.
Fallos en el funcionamiento del motor	Condensador defectuoso	Verificar su estado	Sustituir condensador
Fallos en el funcionamiento del motor	Contactos del ruptor deteriorados o reglaje defectuoso	Verificar estado y separación de los contactos del ruptor.	Limpieza, reglaje y sustitución de los contactos.
Fallos en el funcionamiento del motor	Bobina defectuosa	Verificar en bancos de pruebas	Sustituir bobinas
Fallos en el funcionamiento del motor	Fugas de alta tensión	Comprobar fugas en tapa de bobina distribuidor y cables.	Limpieza o sustitución del componente defectuoso
Fallos en el funcionamiento del motor	Conexiones defectuosas en el circuito primario	Verificar con el voltímetro las caídas de tensión.	Reparación de la conexión o del componente defectuoso.
Fallos en el funcionamiento del motor	Sistema de avance de encendido defectuoso.	Verificar curvas de avance de encendido	Reparación o sustitución del componente defectuoso.
Fallos en el funcionamiento del motor	Defectos en el motor (válvulas quemadas, pérdida de	Verificar motor	Reparación del componente defectuoso

	compresión)		
Escasa potencia del motor	Puesta a punto del encendido defectuosa.	Verificar puesta a punto	Reglaje y puesta a punto del encendido.
Escasa potencia del motor	Sistema de avance al encendido defectuoso.	Verificar curvas de avance al encendido	Reparación o sustitución del componente defectuosos
El motor se calienta en exceso	Encendido retrasado	Verificar puesta a punto	Realizar puesta a punto del encendido
El motor se calienta en exceso	Sistema de avance centrifugo agarrotado.	Verificar curvas de avance centrifugo	Sustituir el componente defectuoso.
El motor pica	Puesta a punto incorrecta (avanzada en exceso)	Verificar puesta a punto.	Reglaje y puesta a punto del encendido
El motor pica	Capsula de avance por vacío defectuosa	Verificar curva de avance por vacío.	Sustituir capsula de avance por vacío.
El motor pica	Grado térmico de bujía inadecuado	Comprobar grado térmico de las bujías	Sustituir bujías inadecuadas.
El motor pica	Empleo de gasolina inapropiada (bajo índice de octano)	Comprobar octanaje.	Emplear gasolina apropiada.
Autoencendido del motor.	Bujías sucias	Verificar estado de bujías.	Limpieza o sustitución de bujías.
Autoencendido del motor.	Puesta a punto incorrecta (atrasada en exceso)	Verificar puesta a punto	Reglaje y puesta a punto del encendido.
Funcionamiento irregular del motor	Sistema de encendido defectuoso.	Verificación del sistema de encendido con	Reparación del componente defectuoso.

		el osciloscopio.	
Funcionamiento irregular del motor	Bujías defectuosas	Verificar el estado de las bujías	Reglaje de separación de electrodos o sustitución de bujías.
Funcionamiento irregular del motor	Fallos de carburación	Verificación del estado mecánico del motor.	Reparación del componente defectuoso.

2.1.9.- MANTENIMIENTO Y PUESTA A PUNTO DE LOS SISTEMAS

La mayor parte de las anomalías que se producen en el funcionamiento del circuito de encendido, son provocadas por descuidos en las operaciones de mantenimiento del mismo y por esta causa, que se tienen actualmente a disposiciones en las que el mantenimiento sea lo mas sencillo posible.

Las piezas aislantes, tales como tapa de bobina, tapa de distribuidor y cables de alta tensión, deben limpiarse frecuentemente con un trapo seco y limpio.

En cuanto al distribuidor se refiere, debe engrasarse periódicamente el eje de mando del mismo, vertiendo unas gotas de aceite en el fieltro situado en la parte superior del eje por debajo del rotor, figura 2.18.

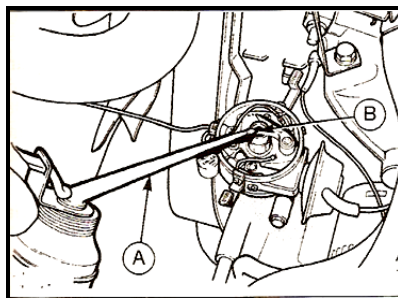


Figura 2.18.- Mantenimiento del distribuidor

Igualmente se mantendrá una fina capa de grasa en la leva y el patín del martillo figura 2.19, a fin de reducir el desgaste entre ambos.

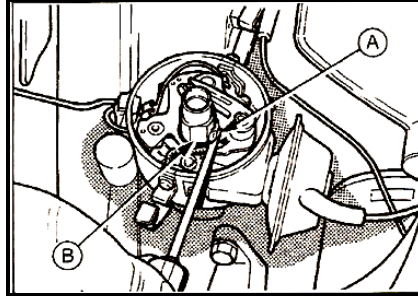


Figura 2.19.- Mantenimiento del Distribuidor

También se aplica grasa a los contrapesos del sistema de avance centrífugo para evitar agarrotamientos de los mismos.

Los contactos del ruptor están sometidos a desgastes y corrosión propios de su funcionamiento, que implican la sustitución de los mismos cada cierto tiempo (generalmente cada 50.000 Km.). No deben ser limados ni esmerilados en ningún caso, pues con esta operación se debilita la capa de tungsteno de que van recubiertos, acelerándose el desgaste. En la operación de montaje de los nuevos, debe ponerse especial cuidado de no impregnar con gras o aceite las superficies de contacto, pues se forma un aislamiento entre ellos que dificulta la puesta en marcha del motor.

El mantenimiento de las bujías consiste en la limpieza y ajuste de sus electrodos, la separación conveniente entre ambos se realiza doblando el electrodo de masa con calibre figura 2.20.

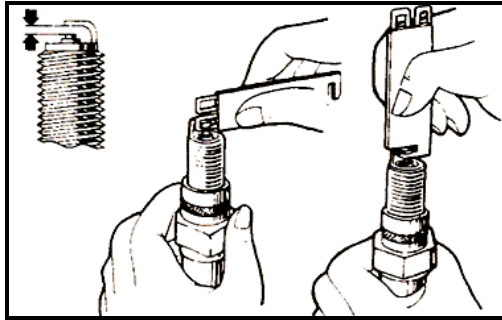


Figura 2.20.- Mantenimiento de la bujía

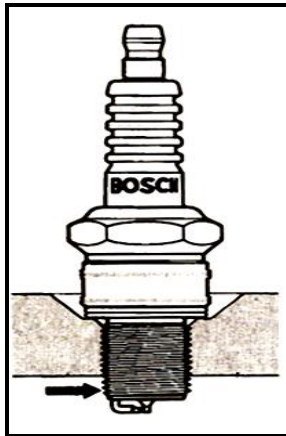
Cuando el desgaste de los electrodos es excesivo, se procederá a la sustitución de las bujías, lo que generalmente es necesario realizar cada 20.000 Km.

Los residuos de plomo, hollín o carbonilla de aceite depositados en la bujía, deben limpiarse con cepillos de alambre de cobre, cuidando de no dañar el pie del aislador. Otras veces se utilizan máquinas de limpieza que viertan sobre esta zona un chorro de arena, lo que no es aconsejable debido a la erosión que producen en el material aislador.

La limpieza exterior de la bujía se realiza con gasolina, soplándola luego con aire a presión. Debe cuidarse especialmente que la rosca y superficie de asiento queden perfectamente limpias.

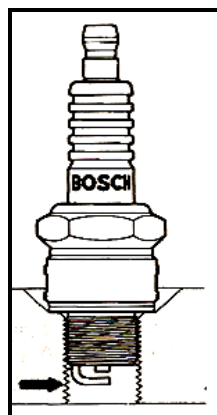
En el montaje, debe untarse la rosca con grasa grafitada, que impide el agarrotamiento en la culata debido al calor, particularmente en las de aluminio. Durante esta operación se prestará especialmente atención a que coincidan las longitudes de las roscas de la culata y de la bujía. En cualquier caso, la distancia disruptiva debe quedar situada convenientemente, por cuya causa no deben montarse las bujías con dos juntas o sin ella.

Si una bujía sobresale de la rosca de la culata como se muestra en la figura 2.21, se produce en calentamiento excesivo de los electrodos que puede llegar a provocar encendidos por incandescencia.



**Figura 2.21.- Bujía sobresale
De la rosca de la culata**

Las partículas de hollín se van depositando en la parte de rosca que queda en el interior de la cámara de combustión, dificultando más tarde el desmontaje de la bujía. En una bujía que no quede suficientemente introducida por llevar dos anillos de juntas, o ser demasiado corta la rosca como se muestra en la figura 2.22, se acumulan en ciertas condiciones restos de gases quemados alrededor del pie de la bujía, que dificultan la inflamación de la mezcla fresca, con los consiguientes fallos de encendidos.



**Figura 2.22.- Bujía con
Rosca corta.**

En cualquiera de los dos casos citados, con el avance o retroceso de la distancia disruptiva se influye en la propagación de la llama, lo que puede repercutir desfavorablemente.

2.2.- SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

En el encendido transistorizado es prácticamente el mismo que el convencional con los mismos componentes y partes constructivas, con la diferencia que es asistido por una parte electrónica “transistor”, el cual nos ayuda a dar mas vida a los contactos del distribuidor no permitiendo que haya una disgregación de los puntos de contactos como se muestra en la figura 2.23.



**Figura 2.23.- Disgregación de puntos
De contactos.**

El transistor de potencia se lo intercala en el circuito primario de la bobina de manera que el ruptor controle tan solo la corriente de mando del transistor (mA) reduciendo la corriente que corta el ruptor.

2.2.1.- VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

Las siguientes son las ventajas del sistema transistorizado en relación con el convencional:

- 1) Tiene mayor duración la vida de los contactos ya que reduce la corriente que corta el ruptor, el cual no permite transferir metal de un contacto a otro,
- 2) El ruptor controla solamente la corriente de mando del transistor,

- 3) La disposición permite mejorar la optimización de la bobina” corriente primaria mas elevada,
- 4) Existe mas energía de encendido,
- 5) Hay menor calentamiento en la bobina.

2.2.2.- PARTES CONSTITUTIVAS Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

El sistema consta de una batería, un conmutador, un distribuidor clásico, un módulo electrónico “transistor”, una bobina, cables de bujías, bujías.

2.2.2.1.-EL DISTRIBUIDOR CLÁSICO

A diferencia que se utiliza en el encendido convencional utiliza preferiblemente contactos de tungsteno debido a que las propiedades químicas de este material hay oxidación espontánea y presencia de óxido aislante en los contactos, tiene un avance centrífugo y avance por depresión.

2.2.2.2.-EL TRANSISTOR

Se encuentra junto al distribuidor de encendido el módulo o transistor, reduce la corriente que corta el ruptor, es necesario que la corriente que pasa por los contactos tenga una intensidad suficiente para romper esta barrera y tener precaución igualmente de las otras agresiones posibles en los mismos contactos, humedad vapor de aceite, polución atmosférica, todos estos factores imponen pues prácticamente una corriente mínima de comando del orden de 300 a 500 (mA).

El transistor es un elemento semiconductor que está fabricado a base de materiales p y n. En contraste con el diodo, el

transistor no tiene dos plaquetas de material semiconductor sino tres.

Los transistores npn están formados por dos plaquetas de material n, entre las cuales va intercalada una tercera plaqueta de material p. La constitución interna de

Los transistores pnp es inversa a la expuesta, pues consta de dos plaqueta de material p entre las cuales va intercalada una placa de material n.

La diferencia entre los dos tipos fundamentales es la polaridad, que una es contraria de uno a otro caso.

Un transistor posee tres conexiones exteriores o electrodos, que son: el emisor, la base y el colector (E, B, C)

Tanto en los circuitos de conmutación como en los de alta y baja frecuencia

La simbología de los transistores es la siguiente.

AD 130 = Transistor de germanio de potencia.

BC 107 = Transistor de silicio de baja frecuencia.

El transistor puede funcionar tanto como interruptor o como amplificador.

2.2.2.3.- EL TRANSISTOR COMO INTERRUPTOR ELECTRÓNICO.

Corta o permite el paso de corriente eléctrica, de acuerdo con una corriente denominada de control, de magnitud relativamente pequeña.

Cuando en un transistor pnp, la base se hace negativa respecto al emisor, el transistor conduce, es decir, fluye corriente a través del circuito colector-emisor. Por el electrodo de base también circula una corriente, pero es mucho menor que la que se observa en el circuito colector-emisor antes citado.

2.2.2.4.- EL TRANSISTOR COMO AMPLIFICADOR.

Es cuando entre la base y el emisor se aplica una corriente de control que es alterna, cuando dicha tensión alterna de control pasa por su línea de cero, por la base del transistor circula solamente la corriente que fluye por la resistencia . Cuando la base del transistor npn empieza a controlarse mediante los valores negativos de corriente alterna, la corriente del colector comienza a crecer, hasta que llega al punto A/. A continuación, dicha corriente del colector inicia un descenso que pasa por el punto C. En las zonas positivas de la corriente alterna de base, puede decirse que este electrodo del transistor es menos negativo, y que, por tanto, la corriente del circuito colector-emisor es menor. Después de alcanzarse el punto B, la corriente de base comienza a crecer, lo mismo que la del colector.

2.2.3.-FUNCIONAMIENTO

Cuando los platinos están cerrados circula corriente de base en el transistor, a través de la resistencia, que está directamente conectado al polo negativo de la batería. En estas condiciones, el transistor conduce. La resistencia sirve para que la corriente de base no supere un determinado valor máximo. Dicha corriente de base está calculada de manera que la corriente a través de la bobina de encendido y en consecuencia a través del transistor sea máxima.

En la generalidad de los casos, la corriente del colector viene a ser de 10 a 15 Amperios.

La resistencia serie sirve para limitar la corriente a través del transistor, pero en algunos circuitos de encendido transistorizado se prescinde de esta resistencia, recomendándose la limitación de la corriente a través del transistor a la resistencia propia del devanado primario de la bobina. Todas estas resistencias son de valores muy bajos del orden de décimas de Ohmio.

Cuando, los platinos están cerrados se alcanza el valor máximo de la corriente a través del transistor y del devanado primario de la bobina por lo que en esta se presenta un cambio magnético muy fuerte.

Cuando los platinos se abren, la base del transistor recibe una tensión positiva a través de la resistencia, con lo que el transistor cambia su estado de conducción por el de bloqueo: la corriente a través del transistor y en consecuencia de la bobina, se interrumpe bruscamente.

Con este motivo, en el primario se origina una elevada tensión de inducción que provoca en el secundario una tensión de varias décimas de Kilovoltios.

La diferencia más importante es la colocación de un transistor intermedio que auxilia las funciones de los platinos. Como el transistor funciona sin contactas mecánicas no se producen chispas.

La tensión de inducción del primario, puede ser de varios centenares de voltios, y dado que la mayor parte de los transistores de germanio no aguantan tensiones de mas de 100 Voltios hay que contar con la destrucción de del transistor en cuento se supere el valor de la tensión citado, para evitarlo se dispone en el circuito el diodo Zener, que conduce cuando se supera un determinado valor clave de tensión, poniendo en cortocircuito el colector con el emisor. En consecuencia el diodo zener protege al transistor contra las tensiones de inducción de valor elevado.

2.2.4.-OPERACIÓN DEL MÓDULO TRANSISTORIZADO

El diagrama de funcionamiento del sistema de encendido con ruptor transistorizado se lo ilustra en la figura 2.24.

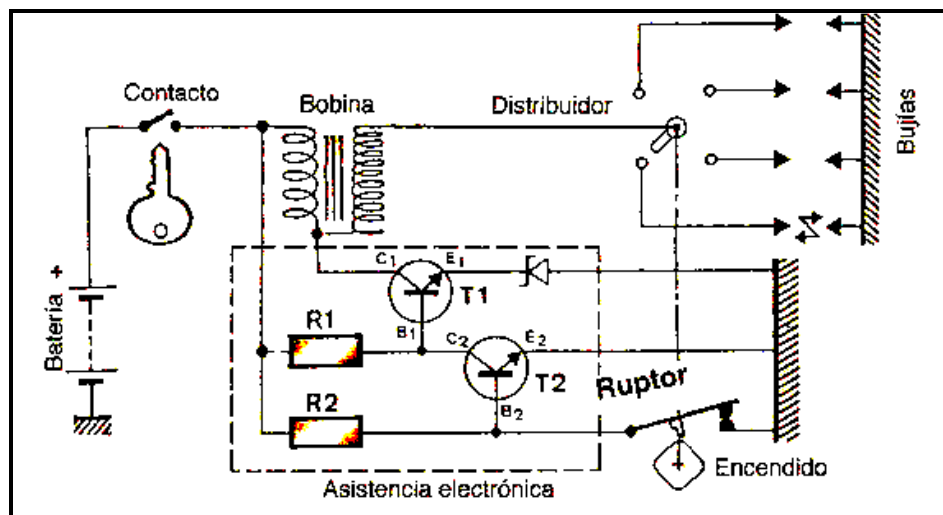


Figura 2.24.- Diagrama de funcionamiento.

Estando el raptor cerrado, la base del transistor T2 tiene un potencial negativo bloqueando el transistor.

Cuando se cierra el contacto del ruptor la base de T1 esta polarizada a un potencial positivo a través de la resistencia de polarización R1. El establecimiento de la corriente base – emisor desbloquea el transistor T1, dejando circular la corriente libremente, la corriente colector - emisor (C1 – E1) circula y permite el establecimiento de la corriente primaria en la bobina.

Cuando se abre el contacto del ruptor la base de T1 que era negativa se vuelve instantáneamente positiva, a través de la resistencia de polarización R2. Una corriente base – emisor (B2 – E2) se establece desbloqueando el transistor T2 que dejara circular la corriente libremente. La base de T1 es llevada al potencial de masa bloqueando la circulación de corriente entre el colector – emisor, interrumpiendo la circulación de la corriente por el primario de la bobina.

Cuando los terminales del ruptor se cierran otra vez, T2 se bloquea de nuevo y T1 se vuelve conductor, circulando de nuevo la corriente por el primario de la bobina y el ciclo empieza de nuevo.

De esta forma el problema de desgaste de los contactos queda resuelto además de los rateos por el funcionamiento del ruptor a gran velocidad.

2.2.5.- INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MÓDULO DE ENCENDIDO

Prácticamente este circuito se puede acoplar a cualquier motor, en primer lugar se prepara una placa de circuito impreso con las pistas de cobre dispuestas tal como indica la figura 2.25.

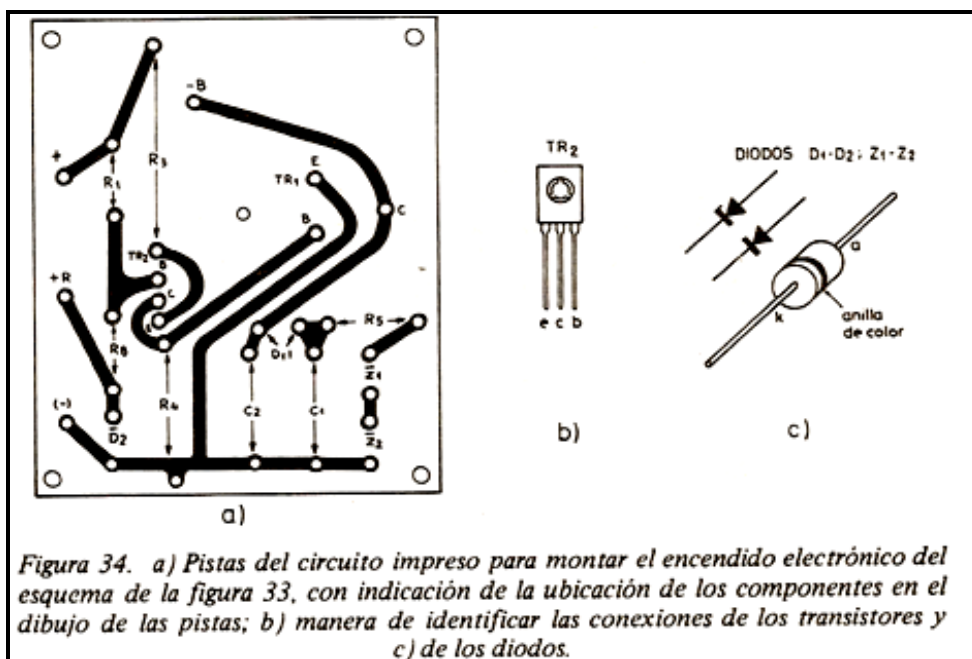


Figura 2.25.- Placa de circuito transistorizado

Los componentes se montan en la placa y se sueldan con estaño sobre las pistas las pastillas de conexión de los componentes; el transistor de potencia se monta sobre un radiador para facilitar su refrigeración como se ilustra en la figura 2.26.

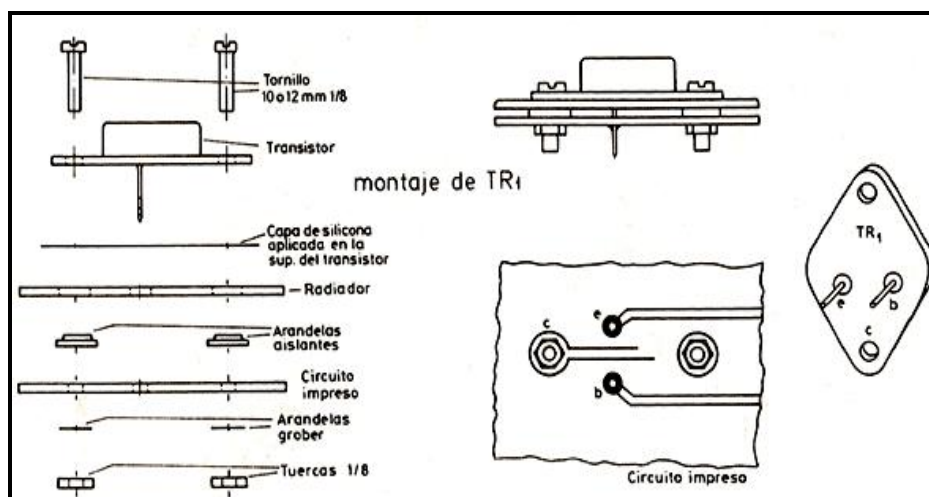


Figura 2.26.- Refrigeración de la placa

Después de acabado el circuito, se acopla de manera provisional al motor para verificar el funcionamiento. Si el sistema funciona correctamente, procedemos a instalarlo en el automóvil. Se empieza por

cubrir los componentes con silicona para protegerlos de las vibraciones, se encierra luego el conjunto dentro de una caja; de la caja deberán asomar los cables de conexión y se sujeta la caja al chasis del automóvil en un lugar ventilado lejos de la fuente de calor del motor.

Si efectuamos este montaje en un motor sin cambiar la bobina de origen, podremos eliminar el condensador del delco. Este montaje nos proporcionará una ligera mejora de la chispa de encendido pues el transistor de potencia cortará de manera más rápida la corriente del primario y, además, aumentaremos la vida del ruptor.

Encontrar una bobina cuyo primario responda a las exigencias del encendido transistorizado resulta mas difícil pues no suele haberlas en el mercado, y aprovechar acoplar la de un encendido electrónico, si no podemos verificar sus características, puede no resultar conveniente en el encendido transistorizado.

2.3.- SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR BOBINA CAPTADORA

A pesar de las ventajas que se obtuvieron con el uso de un módulo transistorizado en los sistemas de encendido, no se ha llegado a subsanar los inconvenientes debidos al rebote de los contactos del ruptor en altos regímenes de giro del motor, que producen los consiguientes fallos del mismo. En el encendido convencional mediante bobina, el número de chispas suministradas está limitado a unas 18.000 por minuto y el encendido con ayuda electrónica a unas 21.000. A partir de aquí sobreviene el consabido rebote de los contactos y aparecen los fallos de encendido.

En la actualidad debido al desarrollo de los sistemas electrónicos se ha sustituido el ruptor por dispositivos electrónicos, para evitar este tipo de inconvenientes.

En sustitución del clásico ruptor mecánico, se han desarrollado en la actualidad diferentes tipos de mando electrónico para la conmutación del encendido. Tales sistemas se califican de totalmente electrónicos y están completamente exentos de mantenimiento, permitiendo una observancia más exacta del punto de encendido hasta el régimen máximo de revoluciones.

Uno de los sistemas totalmente electrónicos es el de bobina captadora, donde el ruptor ha sido sustituido por un sistema capaz de engendrar golpes de corriente y entregarles al formador de impulsos, donde son amplificados y transmitidos al circuito de mando de un transistor que realiza la conmutación

2.3.1.- COMPONENTES Y REQUERIMIENTO DEL SISTEMA

En este sistema de encendido se necesita de los siguientes componentes: batería, interruptor de encendido, bobina de encendido, módulo electrónico de mando, bobina captadora, rueda de ferrita del generador de impulsos, distribuidor, bujías.

En la figura 2.27 podemos observar una bobina de captación con rueda de ferrita, que son las que caracterizan a este sistema, situadas en el distribuidor.

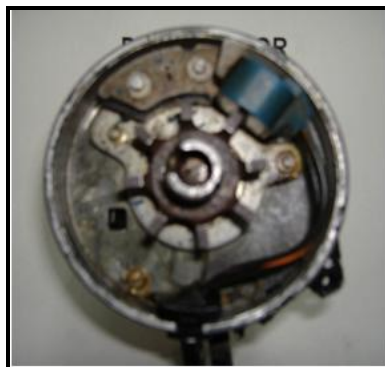


Figura 2.27.- Distribuidor con bobina captadora y rueda reluctora

2.3.2.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Consiste en crear un campo magnético con una bobina de captación, alimentada por la batería, frente a ella gira una rueda de aspas de ferrita. Cuando al pasar un aspa de la rueda frente a la bobina, las líneas de fuerza del campo magnético de la bobina se desplazan hacia el aspa y varía el flujo magnético. Esta variación de flujo autoinduce en la bobina una corriente. Esta corriente autoinducida tiene una fuerza electromotriz de valor y sentido variables: al acercarse el aspa a la bobina, el flujo aumenta y la f.e.m. tiene el mismo sentido de la corriente de la bobina; cuando el aspa se aleja disminuye el flujo magnético y la f.e.m. inducida se opone a la corriente de la bobina.

Los impulsos generados por la bobina son señales variables; el tipo de señal condiciona el circuito electrónico que debe acoplarse a un generador de impulsos. La variedad de posibilidades electrónicas posibilita la existencia de infinidad de soluciones para tratar las señales del generador de impulsos que permitan conseguir un bloqueo rápido, y en el momento preciso, del transistor de potencia, que controla la corriente del primario de la bobina de encendido.

En la figura 2.28 podemos observar un esquema eléctrico de encendido con bobina captadora y rueda de ferrita.

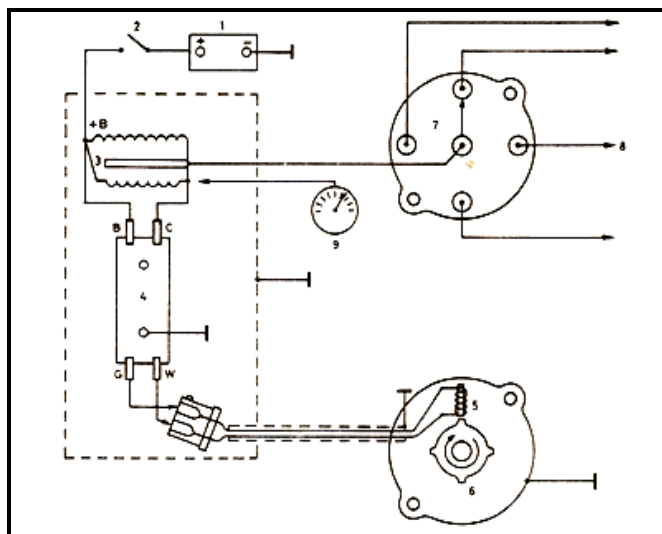


Figura 2.28.- Esquema eléctrico de encendido con bobina captadora y rueda de ferrita

- 1) Batería, 2) interruptor de encendido, 3) bobina de encendido, 4) módulo electrónico de mando, 5) bobina captadora, 6) rueda de ferrita del generador de impulsos, 7) distribuidor, 8) bujías.

En la figura 2.29 podemos observar la onda senoidal producida por la bobina de captación, la cual se obtiene con el uso de un osciloscopio.

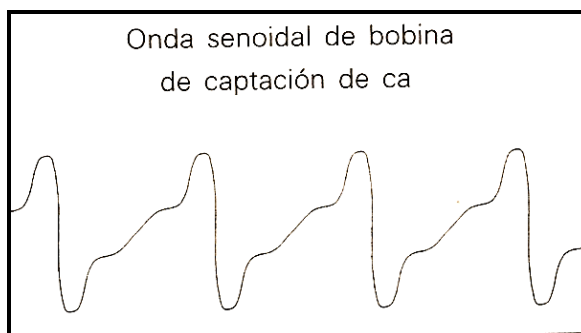


Figura 2.29.- Onda senoidal producida por la Bobina de captación

2.3.3.- MÓDULO ELECTRÓNICO DE MANDO

El módulo electrónico está dividido en tres etapas fundamentales: modulador de impulsos, mando del ángulo de cierre y estabilizador. El

modulador de impulsos transforma la tensión alterna que llega al generador, en impulsos de longitud e intensidad adecuadas para el gobierno de la corriente primaria y el instante de corte de la misma. Estas magnitudes (longitud e intensidad de los impulsos), son independientes de la velocidad de rotación del motor.

El estabilizador tiene la misión de mantener la tensión de alimentación lo más constante posible.

El mando del ángulo de cierre, varía la duración de los impulsos en función de la velocidad de rotación del motor.

La figura 2.30 muestra un módulo electrónico de mando, en el que puede verse la situación y el número de componentes que incorpora, que están montados sobre una placa impresa, que a su vez va fijada a un bastidor metálico, a través del cual se disipa el calor producido en los componentes.

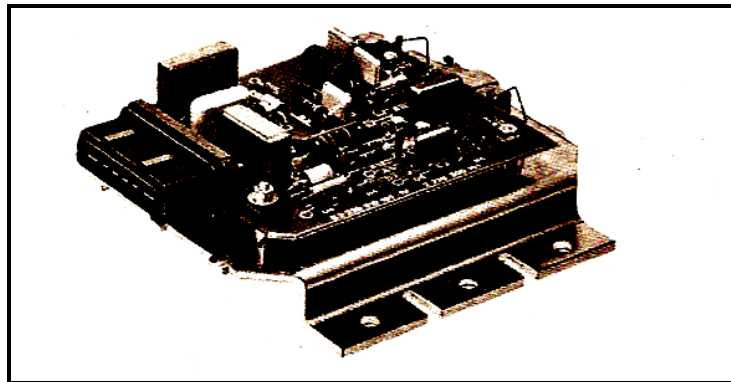


Figura 2.30.- Módulo electrónico de mando

Tanto la tapa que cierra este conjunto, como el bastidor metálico en que se apoyan los componentes, disponen en muchos casos de aletas de refrigeración, para evacuar mejor el calor, impidiendo el deterioro de los componentes, muy sensibles al mismo como se sabe.

⁴“En la figura 2.31 se ha representado de forma simplificada un esquema electrónico de un módulo de mando, conectado en el circuito de encendido. Antes de que el arrollamiento **G** envíe su impulso, la corriente fluye desde la batería y a través del circuito emisor-colector del transistor **T₁** hasta el primario de la bobina. Para esto ha sido necesario que conduzca este transistor, cuya base se encuentra conectada al emisor de **T₂**, que en ese instante conduce.

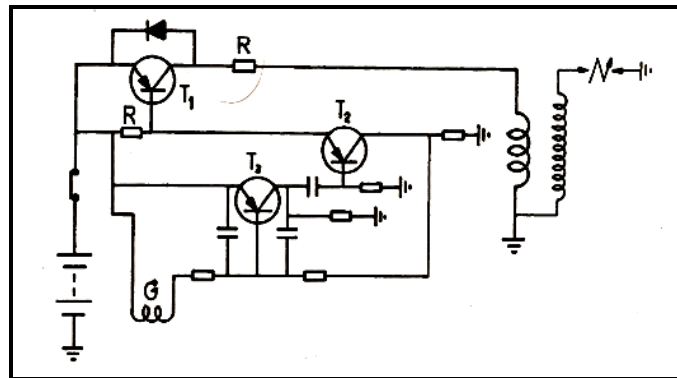


Figura 2.31.- Esquema electrónico de un Módulo de mando

Quando el arrollamiento del generador envía un impulso, el transistor **T₃**, que anteriormente estaba bloqueado, se pone ahora a conducir debido al impulso de corriente que llega desde el generador hasta su base. De esta manera, los portadores de corriente son desviados de la base de **T₂** y éste quede bloqueado, lo que implica inmediatamente el bloqueo de **T₁** y, en consecuencia, se corta la corriente del primario de la bobina, induciéndose la alta tensión en el secundario, que se hace llegar a la bujía que corresponda.”

2.3.4.- MANTENIMIENTO Y PRUEBAS AL SISTEMA

Se realiza la verificación del estado de sus partes, además de realizar pruebas a la bobina de captación y ver el correcto funcionamiento del módulo.

⁴ J.M. Alonso, Técnicas del automóvil, equipo eléctrico, séptima edición, Pág. # 321

Conectando un ohmiómetro a los terminales de la bobina de captación y medimos la resistencia. Una lectura común para una bobina captadora en buen estado de estar entre 500 y 1.500 ohms.

Conectando un voltímetro digital a los terminales de la bobina de captación y girando la rueda reluctora a 1 revolución por segundo, se obtendrá una lectura entre 0.5 y 1.5 voltios.

Con la ayuda de un osciloscopio podemos verificar que la curva que nos da, representa a la típica onda senoidal de una bobina de captación ca.

2.4.- SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR GENERACIÓN DE IMPULSOS

El sistema de encendido de generación de impulsos es muy parecido al de bobina de captación, se basa en el mismo efecto, pero se usa una técnica diferente. El efecto se basa en la permeabilidad magnética.

2.4.1.- COMPONENTES Y REQUERIMIENTO DEL SISTEMA

Este sistema de encendido dispone de los mismos elementos que los empleados en un encendido convencional, e igualmente para la variación del punto encendido utiliza los mismos dispositivos. La variación se da en el distribuidor, al sustituir el ruptor por un generador cuyos impulsos se hacen llegar a un módulo electrónico, que luego de tratarlos convenientemente, determina el instante de corte de la corriente primaria en la bobina y, con ello, el salto de chispa en la bujía.

Ya que el cambio se da en el distribuidor nos enfocaremos en los componentes que se encuentran en este. En la figura 2.32 se muestra un distribuidor seccionado, donde puede verse que el devanado de inducción (1) va arrollado en un núcleo (2), que tiene forma circular y

recibe el nombre de disco polar. En la figura 2.32, puede verse también en detalle.

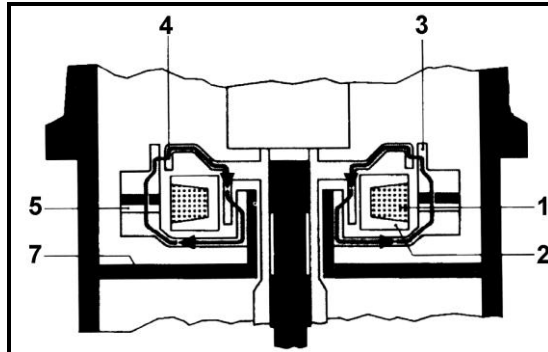


Figura 2.32.- Distribuidor seccionado

En el disco polar se forman los dientes (3) del estator, que están doblados en ángulo recto hacia arriba, coincidiendo con los de la rueda generadora e impulsos (4). En la parte inferior del disco polar está situado el imán permanente (5).

El conjunto del estator se apoya en la placa portadora (7), fijada a la carcasa del distribuidor, y puede girar un cierto ángulo sobre ella, por la acción de la cápsula de depresión. Este giro, como en el caso de los distribuidores convencionales, es contrario al del rotor.

La rueda generadora de impulsos (4), está unida al eje del distribuidor mediante el sistema de avance centrífugo. Sus dientes coinciden con los del estator, quedando una distancia entre ambos cuando están frente a frente de 0,5 mm. Encima de esta rueda se dispone el dedo distribuidor (9).

El generador de impulsos por inducción presenta dos ventajas esenciales: a) Es muy poco sensible a las vibraciones o sacudidas y, b) la irregularidad de los intervalos de encendido es sólo de $0,3^\circ$, o sea, mucho menor que la de los sistemas de encendido convencionales.

2.4.2.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Este sistema es uno de los más usados y también es conocido como de efecto alternador. En la figura 2.33 tenemos un esquema de un conjunto generador de impulsos de encendido donde disponemos de una serie de arrollamientos colocados sobre los núcleos, lo que constituirá el estator (1) y a su vez de un imán permanente giratorio (2) que establezca circuito magnético cada vez que se enfrente con las masas polares de los arrollamientos. De esta manera se genera una corriente alterna, la cual pasa a la unidad de encendido electrónico, y establece el punto exacto en el que ha de saltar la chispa entre los electrodos de la bujía. El giro del rotor provoca una variación periódica del entrehierro (3), entre los dientes del rotor (2) y el estator (1), y, en consecuencia, una variación del flujo magnético. Como consecuencia de esta variación de flujo se induce en el devanado una tensión alterna.

El valor de la cresta de la tensión, está en función de la velocidad de rotación, pudiendo variar desde 0,5 a 100 V AC.

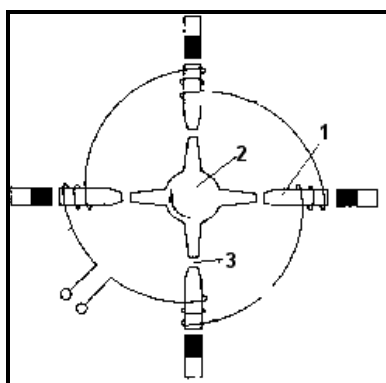


Figura 2.33.- Esquema de un conjunto Generador de Impulsos de encendido.

En la figura 2.34 podemos observar una curva característica de la corriente generada por un generador de impulsos.

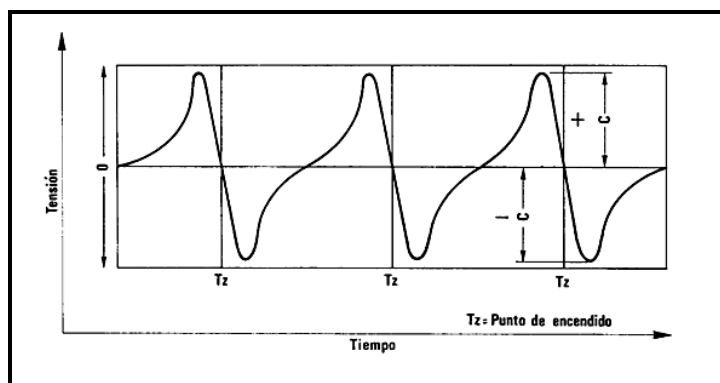


Figura 2.34.- Curva característica de la corriente Generada por un generador de impulsos

2.4.3.- PROCESO COMPLETO DE DESARROLLO Y TRANSFORMACIÓN DE LOS IMPULSOS

⁵“La figura 2.35 mostramos el proceso completo de desarrollo y transformación de los impulsos, desde la generación de los mismos hasta el salto de la chispa en la bujía de encendido. Según este esquema, la tensión alterna de mando pasa del generador de impulsos **1** al bloque electrónico **2** y concretamente al modulador **2a**, que transforma la señal recibida en impulsos rectangulares, cuya longitud determina el ángulo de cierre y está gobernada por el mando de dicho ángulo **2b**, adaptándolos a la velocidad de rotación del motor. Posteriormente, estos impulsos son amplificados en la etapa de excitación **2c** y adaptados a la etapa final **2d** que conecta y desconecta la corriente primaria por medio de un transistor Darlington. Cualquier interrupción de los impulsos rectangulares motiva una corte de la corriente primaria y, con ello, el salto de la chispa en la bujía, proporcionada por el secundario de la bobina **3**.”

⁵ J.M. Alonso, Técnicas del automóvil, equipo eléctrico, séptima edición, Pág. # 320

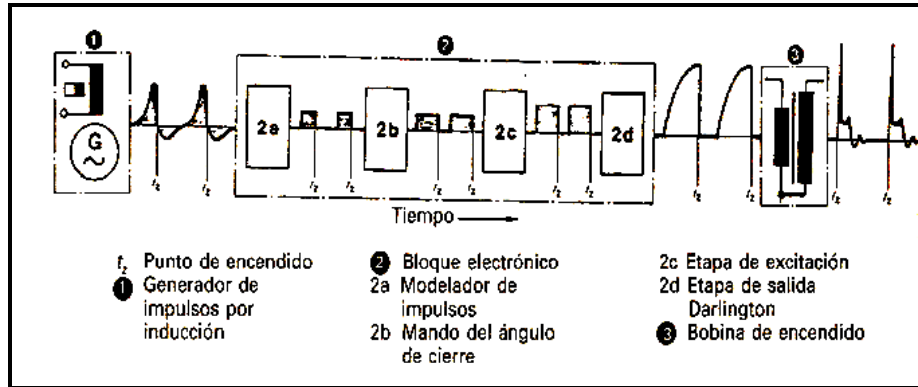


Figura 2.35.- Desarrollo y transformación de los impulsos

2.5.- SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR EFECTO HALL

El efecto Hall es un fenómeno que se da en base a una propiedad de los semiconductores, observada en muchas aplicaciones de procesos de control y generación de señales. Es la producción de un campo eléctrico transversal y la consiguiente diferencia de potencial entre los lados respectivos de una pastilla de semiconductor portadora de una corriente de intensidad constante, sumergida en un campo magnético y situado perpendicularmente al mismo. Este fenómeno se le denominó así en honor a su descubridor.

En la figura 2.36 podemos apreciar como un galvanómetro G indica una diferencia de potencial entre A y A', en un semiconductor rectangular portador de una corriente de intensidad I y colocado dentro del campo magnético del imán NS. Esta diferencia de potencial es debida al efecto Hall.

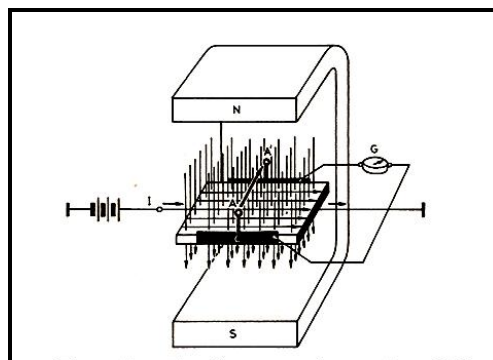


Figura 2.36.- Tensión generada por efecto Hall

2.5.1.- COMPONENTES Y REQUERIMIENTO DEL SISTEMA

Los componentes que requiere este sistema de encendido son los mismos que los usados en los sistemas de encendido electrónico anteriormente vistos, la variación se encuentra en el distribuidor, ya que la generación de impulsos se realiza por efecto hall.

⁶“Los componentes del distribuidor para este sistema se muestran en la figura 2.37a. El cuerpo del distribuidor (9) contiene en su interior la pantalla obturadora (1) solidaria de la pipa del distribuidor (10); el mecanismo de avance centrífugo situado debajo de la placa soporte (8) actúa sobre el eje de mando (7) para variar el calado de la pantalla según la velocidad del motor. En el soporte (2) se sitúan el electroimán (3) y el semiconductor (5) separados por el entrehierro (4); este soporte va montado sobre un anillo móvil que es desplazado por el mecanismo de avance por vacío mediante la membrana situada a la derecha del cuerpo del distribuidor; el mazo de cables (6) sirve para alimentar a la pastilla de semiconductor y recoger la señal o impulso de salida.”

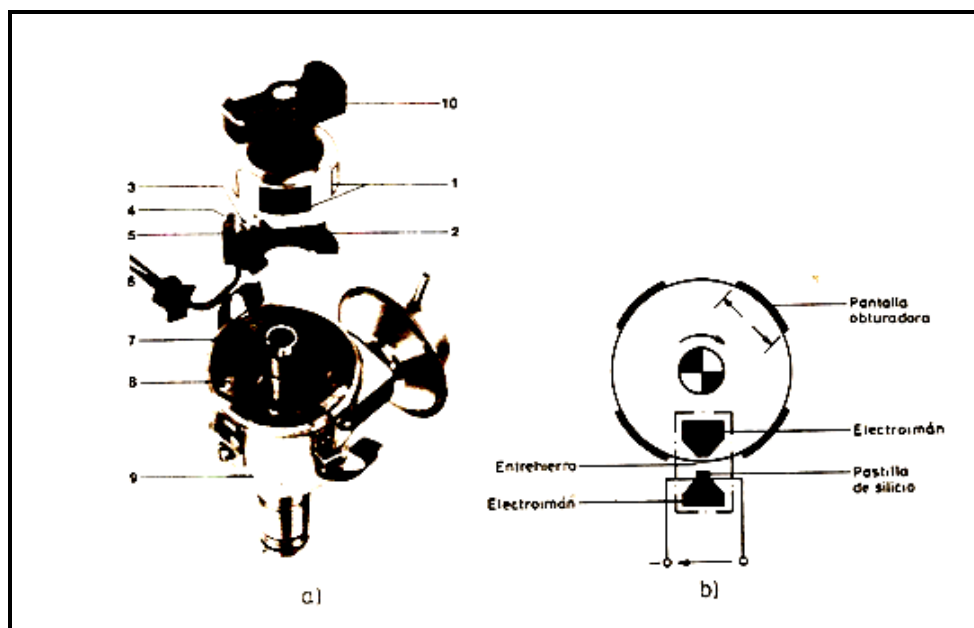


Figura 2.37.- Generador de impulsos por efecto hall

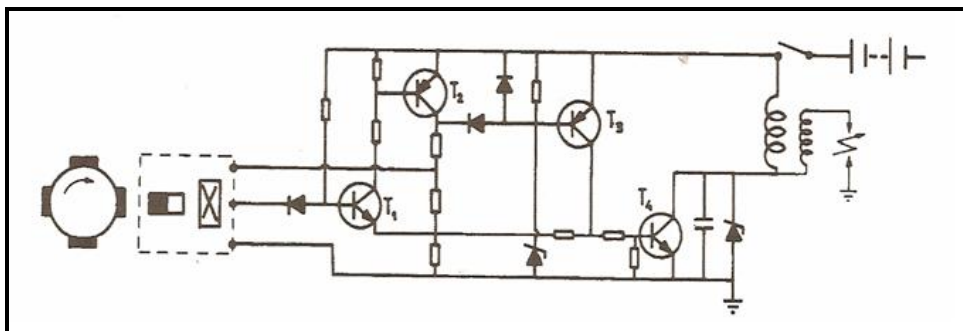
⁶ J.M. Alonso, Técnicas del automóvil, equipo eléctrico, séptima edición, Pág. # 324

2.5.2.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Cuando una de las pantallas del tambor obturador se sitúa en el entrehierro de la barrera magnética, desvía el campo magnético impidiendo que pase al circuito integrado. La capa de hall queda prácticamente sin campo, con lo que se anula la tensión entre los bornes del generador, diciéndose entonces que el circuito integrado Hall desconecta. Cuando la pantalla del tambor obturador abandona el entrehierro, el campo magnético atraviesa de nuevo la capa Hall y la tensión en bornes del generador es activa, conectando el circuito integrado. En ese momento tiene lugar el encendido.

El módulo electrónico de este sistema de encendido, es similar al de los sistemas de encendido con ayuda electrónica. Al pasar una pantalla del tambor por la barrera magnética, el circuito integrado Hall desconecta su corriente de señal y la etapa de salida Darlington conecta la corriente primaria de bobina. El encendido tiene lugar tan pronto como el circuito integrado Hall conecta de nuevo la corriente de señal, pues en este caso el Darlington interrumpe la corriente primaria.

En la figura 2.38 podemos observar un esquema simplificado del circuito de encendido para generador Hall.



**Figura 2.38.- Esquema simplificado del circuito de encendido
Para generador Hall**

2.5.3.- PRUEBA DEL DISPOSITIVO DE EFECTO HALL

Las pruebas a un dispositivo de efecto hall las podemos realizar con diferentes tipos de instrumentos.

Conectando un osciloscopio a la terminal de señal de la unidad de efecto hall, patrón de oscilograma en la pantalla debe ser una onda cuadrada como lo vemos en la figura 2.39 que varía dependiendo de la velocidad de rotación de las aspas.

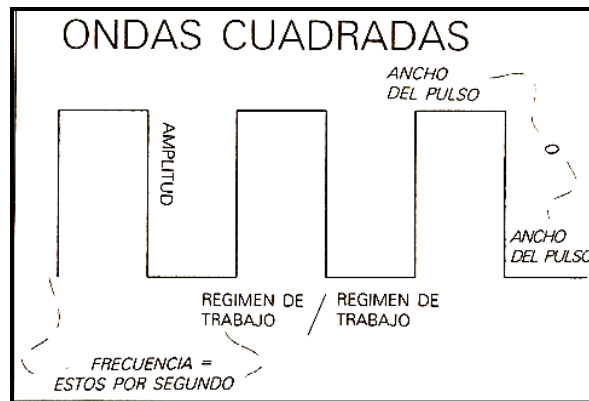


Figura 2.39.- Esquema de una onda cuadrada

Con la ayuda de un voltímetro, conectado a la salida de efecto hall, este deberá dar una lectura de un máximo digital de 5 voltios o un mínimo digital alrededor de 0 voltios.

III.- DISEÑO, SELECCIÓN DEL MÓDULO DE PRUEBAS PARA SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRÓNICOS

3.1.- ANTECEDENTES

La misión de la escuela politécnica del ejército sede Latacunga, es formar profesionales teórico prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo, que impulsen el desarrollo de país.

La carrera de ingeniería automotriz, forma profesionales calificados para la construcción, potenciación y mantenimiento de sistemas automotrices.

El tema de proyecto se enfoca a conseguir la especialización en los sistemas de encendido electrónicos, para motores de combustión interna a gasolina.

Contando con el recurso profesional, laboratorios de autotrónica, talleres de mantenimiento, proponemos el siguiente plan, tomando en cuenta que la educación en la ESPE - Latacunga se fundamenta en la excelencia académica, el cultivo de valores humanos, equilibrio de la teoría con la práctica, e incorporando tecnología actualizada.

3.2.- JUSTIFICATIVO

El tema propuesto, se orienta a obtener profesionales capacitados para solucionar problemas competentes con los sistemas de encendido electrónicos de motores de combustión interna, como también el mejoramiento de encendidos convencionales.

El avance 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 de encendido eléctricos y electrónicos aplicadas en los modernos automóviles.

La realización de este proyecto es muy importante ya que el estudio de este tema logrará que como futuros ingenieros nos especialicemos y obtengamos experiencia que luego podremos en práctica en nuestro desarrollo profesional en la reparación, construcción, adaptación y optimización de los diferentes sistemas de encendido y por ende los parámetros fundamentales de la aplicación en los motores de combustión interna como son: salto de chispa con voltajes más elevados, tipos de disparadores para sistemas de encendidos, avances de encendido, para mejorar resultados en la potencia, torque, consumo de combustible e incluso la reducción de la emisiones de gases nocivos y contaminantes productos de las malas combustiones.

Por otro lado se genera información bibliográfica, circuitos eléctricos y electrónicos, diagramas de funcionamiento de todos los sistemas estudiados serán de gran interés y ayuda ya que dicha información solamente lo poseen talleres autorizados de las diferentes firmas automotrices.

3.3.- OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.

Construir un módulo de pruebas de sistemas de encendido eléctrico y electrónico aplicados en motores de combustión interna.

3.4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO.

1. Analizar como se produce la auto inducción de voltaje, para inflamar la mezcla aire combustible desde el sistema elemental de encendido hasta los de última tecnologías.
2. Determinar la operación de los disparadores de los circuitos primarios de encendidos utilizados en los motores gasolina.

3. Utilizar instrumentos de medición y comprobación para realizar un diagnóstico técnico y práctico de los diversos sistemas de encendido.
4. Seleccionar elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos para construir el módulo de pruebas.
5. Obtener información concerniente al tema.
6. Elaborar guías de laboratorio para la operación de los sistemas de encendido.

3.5.- METAS DEL PROYECTO.

1. Instalar los sistemas de encendidos conmutados a través de, platino transistorizado, bobina captadora, generador de impulsos y de efecto hall.
2. Elaborar un proyecto de aplicación tecnológica de alta rigurosidad.
3. Realizar un documento que permita tecnificar las labores de diagnóstico y mantenimiento en talleres especializados.
4. Desarrollar destrezas y habilidades para desempeñarse eficazmente en tareas que involucren sistemas de encendido electrónicos.
5. Implementar el área de sistemas de encendido electrónico en el laboratorio de autotrónica mediante la construcción de módulo didácticos que abarquen los principales sistemas.

3.6.- INFORMACIÓN GENERAL

El módulo de pruebas se ha construido sobre una base de tubería cuadrada de hierro 1 plg., el cual se apoya un tablero de material aglomerado de color blanco, el diseño se lo hizo con puertas corredizas en la parte posterior del tablero para que las conexiones sean internas y solo se muestren en la parte frontal del tablero puntos de pruebas, el mismo nos facilita la ubicación y centrado de cada uno de los componentes, de los diversos sistemas de encendidos.

Sobre el módulo se encuentran adhesivos en la parte superior del tablero, en cada sistema y cada componente de los sistemas de encendido, con el fin de poder identificarlos y saber donde se tiene que hacer las mediciones.

Todos los componentes de los sistemas de encendidos tienen sus conexiones con sus respectivas borneras o puntos de pruebas hacia el exterior lo cual nos permite poder hacer las pruebas necesarias en cada uno de los sistemas.

El sistema está distribuido en cuatro partes para los sistemas de encendido, el módulo consta en su construcción de 5 sistemas de encendido, como son convencional y transistorizado el cual dispone de un solo sistema para los dos, incluyendo el uso de un selector de mando para seleccionar si se quiere trabajar en encendido convencional o transistorizado, bobina captadora, generador de impulsos y efecto hall, dejando espacios que nos permitan poner los títulos y encabezados.

A continuación se presenta el módulo de pruebas, figura 3.1



Figura 3.1.- Módulo de pruebas de sistemas de encendido

3.7.- SELECCIÓN DE COMPONENTES UTILIZADOS PARA EL MÓDULO DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE ENCENDIDO

Los materiales utilizados en la construcción del módulo fueron seleccionados para que el diseño del mismo, quede lo más estético posible y que estén a nuestra disposición.

Partes y elementos que constituyen el módulo de encendido son las siguientes:

- **Tablero:**
Es de tubería de hierro y aglomerado de (192 x 25 x 120)cm. Sirve como soporte para los componentes de los diversos sistemas de encendido instalados en el módulo, figura 3.2



Figura 3.2.- Tablero del modulo

- **Batería de 12V:**
Es la fuente de energía encargada de generar el voltaje de 12V a los sistemas de encendido, posee 6 celdas de 2 voltios cada una, figura 3.3



Figura 3.3.- Batería

- Caja de fusibles:

Sirve como protector de los sistemas, en caso de existir un sobre voltaje se quema el fusible y no sufre daño ningún componente del sistema instalado, figura 3.4.



Figura 3.4.- Caja de fusibles

- Cuatro Dimmer:

Es el que da las revoluciones necesarias al motor para girar el distribuidor en altas bajas y medianas revoluciones, en todos los sistemas de encendido, figura 3.5



Figura 3.5.- Dimmer

- Cuatro interruptores de encendidos:

Permite que pase la corriente a los sistema, simula al interruptor que le conductor acciona al girar la llave de contacto, tiene dos posiciones on esta pasando corriente al sistema y off esta apagado, figura 3.6.



**Figura 3.6.-
Interruptor de
encendido**

- Banda:

Transmite el movimiento del motor al distribuidor, en todos los sistemas, con la ayuda de una polea en el eje del distribuidor y en el eje del motor, figura 3.7



**Figura 3.7.- Banda de
transmisión**

- Cuatro motores:

Es un motor de maquina de cocer que es suficiente para dar el movimiento al distribuidor, figura 3.8



Figura 3.8.- Motor

- Bobinas de encendido:

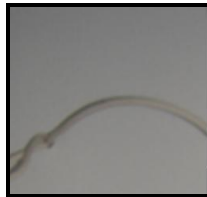
Son cuatro bobinas para los sistemas. La cual acumula la energía de encendido del sistema, elevando el voltaje, y la transmite en forma de impulsos de alta tensión para hacer saltar la chispa en las bujías, figura 3.9



Figura 3.9.- Bobina de encendido

- Cable:

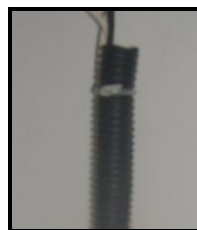
Sirve para poder realizar las conexiones los sistemas, de color blanco y negro y de número 16, figura 3.10



**Figura 3.10.- cable
automotriz**

- Mangueras:

Las mangueras sirven para empotrar los cables en los sistemas y tener conexiones más seguras y estéticas, figura 3.11



**Figura 3.11.-
mangueras para
cales**

- Cables de bobina:

Es un cable llamado de alta tensión ya que circulan voltajes muy elevados, el cual transmite la tensión generada por la bobina al distribuidor, figura 3.12



Figura 3.12.- Cable de bobina

- Cables de bujías:

Se los considera de alta tensión, están encargados de transmitir el alto voltaje del distribuidor a las bujías, figura 3.13.



Figura 3.13.- cables de bujías

- Cajas de bujías:

Son el soporte de las bujías en cada uno de los diferentes sistemas, son de platina delgada de metal de (5 x 5 x 25) cm. de color negro, figura 3.14



Figura 3.14.- Caja de bujías

- **Borneras:**

Son puntos de medición o pruebas, están colocados debajo de los principales componentes a medir de cada sistema de encendido con sus respectivos nombres y bornes para su diferenciación, figura 3.15

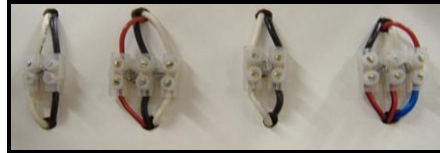


Figura 3.15.- Borneras

- **Vidrio:**

Es de color oscuro de (5 x 25) cm. de 3 tres líneas de grueso, sirve para observar mejor el salto de la chispa, figura 3.16



Figura 3.16.- Vidrio oscuro

- **Distribuidor:**

Esta provisto con platino y condensa, distribuye a las bujías la descarga de alta tensión producidas en la bobina a través de los cables de alta tensión que van de la tapa del distribuidor a las bujías, figura 3.17



**Figura 3.17.- Distribuidor
con platino y condensa**

- Módulo transistorizado:

Permite que el encendido convencional se lo controle electrónicamente, por medio de un transistor, que se haga el corte en el primario de la bobina, para el salto de la chispa, figura 3.18



Figura 3.18.- Modulo transistorizado

- Conmutador:

Es de 2 posiciones el cual realiza el cambio del sistema convencional al transistorizado, figura 3.19



Figura 3.19.- Conmutador

- Distribuidor:

Esta provisto con una bobina captadora y una rueda reluctora, sirve para enviar la señal al módulo, realizando el disparo de corte en el primario de la bobina, figura 3.20.

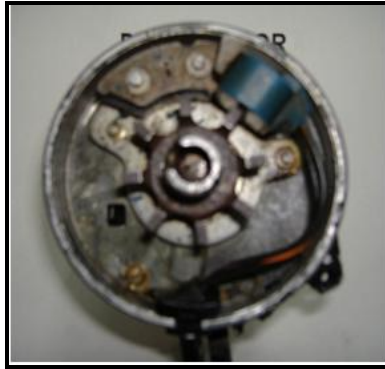


Figura 3.20.- Distribuidor con bobina captadora

- Módulo motorcraft:
Tiene 6 pines conectores de diferentes colores el cual uno queda nulo, dos van al distribuidor, uno a la bobina, uno alimentación, y masa, realiza el corte en el primario de la bobina para el salto de la chispa en el sistema de encendido por bobina captadora, figura 3.21



Figura 3.21.- Módulo motorcraft

- Distribuidor:
Consta de una bobina captadora pequeña que por intermedio de la rueda genera pulsos de señal al módulo, sirve para el sistema de encendido por generador de impulsos, figura 3.22



**Figura 3.22.- Distribuidor
con generador de
impulsos**

- **Módulo Bosch**

Tiene cinco pines conectores, dos van al distribuidor, uno alimentación, uno a la bobina y masa, este módulo nos permite que se haga el corte en el primario de la bobina permitiendo el salto de la chispa en el sistema de encendido por generador de impulsos, figura 3.23



**Figura 3.23.-
Módulo bosch**

- **Distribuidor**

Consta de un sensor Hall para emitir la señal cuadrada al módulo de encendido para realizar el corte en la bobina, figura 3.24



Figura 3.24.- Distribuidor con sensor hall

- **Módulo**

Se lo utiliza como disparador para el sistema Hall, envía la señal para realizar el corte en primario de la bobina para el salto de la chispa, figura 3.25



**Figura 3.25.-
Módulo**

- **Circuito de simulación de la ECM:**

El circuito permite una simulación de la computadora a bordo de un vehículo ya que el módulo que se utiliza en sistema de encendido Hall necesita de voltaje de operación muy bajos, figura 3.26

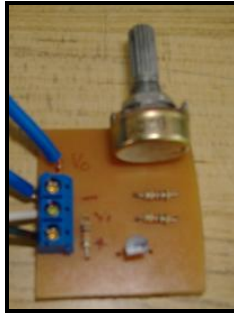


Figura 3.26.- Circuito

- Regleta de luz:
Nos sirve como fuente múltiple de energía para conectar los motores que dan movimiento a los distribuidores, figura 3.27



Figura 3.27.- Regleta de luz

3.8.-COMPONENTES DEL SISTEMA CONVENCIONAL-TRANSISTORIZADO

El sistema convencional-transistorizado tiene una particularidad en relación a los otros sistemas, ya que el mismo se encuentra dos sistemas insertados en uno y ocupa un solo distribuidor, el intercambio del sistema convencional a transistorizado, se lo realiza con un conmutador de dos posiciones para seleccionar el sistema que se quiere trabajar.

Para este sistema utilizamos los siguientes componentes:

1. Fusible,
2. Distribuidor de cuatro cilindros con platino y condensador,
3. Bobina de encendido,
4. Caja de cuatro bujías de color negro de (25 x 5 x 5)cm. con un vidrio oscuro de (5 x 25)cm. Y una riel en los marcos para poder sacar los vidrios y realizar mediciones en las bujías,
5. Dimmer,

6. Interruptor de encendido,
7. Borneras,
8. Cable # 16,
9. Módulo transistorizado,
10. Motor de maquina de cocer,
11. Banda,
12. mangueras para empotrar cables,
13. Conmutador de dos posiciones,
14. Juego de cables de alta tensión de bujías de 4 cilindros,
15. Cable de alta tensión de bobina.

3.9.- MONTAJE DE COMPONENTES

El sistema se lo ubico instalado en la parte inferior derecha del tablero, con cada uno de sus componentes: dimmer, interruptor de encendido, conmutador de posición, distribuidor, bobina, caja de bujías y módulo, fueron colocados de esta forma, para facilitar al momento de hacer las conexiones y sacar los puntos de pruebas, figura 3.28.



Figura 3.28.- Sistema convencional-transistorizado

Para el montaje de los elementos del sistema utilizamos un taladro para realizar perforaciones con un juego de copas circulares para orificios grandes como de la bobina, distribuidor y dimmer, también utilizamos broca de madera de 3/16 para orificios pequeños como puntos de pruebas, orificios para cajas, borneras.

El motor junto con las conexiones, se instalo en la parte posterior, con sus bases que nos sirve como soporte del motor y ángulos para poder fijarlo a la madera.

3.10.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA CONVENCIONAL-TRANSISTORIZADO

Para la instalación del sistema se utilizo un motor de máquina de cocer para mover el distribuidor el cual esta acoplado con una polea y una banda para transmitir el movimiento, figura 3.29



**Figura 3.29.- Acople
Motor distribuidor**

Un dimmer se encuentra conectado al motor para simular la velocidad o un acelerador, para dar movimiento al sistema, el dimmer esta alimentado con una regleta la cual esta conectado al interruptor de luz.

Por intermedio de una batería y un fusible se da paso a la corriente al interruptor de encendido para comenzar con la conexión de los componentes del sistema como son bobina, distribuidor asistido con platino de cuatro cilindros, caja de 4 bujías, guiándonos con el diagrama eléctrico del sistema de encendido convencional-transistorizado, en la figura 3.30.



Figura 3.30.- Sistema Transistorizado-Convencional

Para facilidad de mediciones y de pruebas hemos sacado puntos de pruebas debajo de cada uno de los componentes del sistema con sus respectivos nombres.

3.11.- CABLEADO ELÉCTRICO

El cableado eléctrico se lo realizó con cable # 16, de dos colores negro y blanco para las conexiones.

Para las uniones de los cables se utilizó estaño y cautín para que sean más seguras, no sufran daños y aislarlas con tape para que no se note las uniones y evitar algún corto circuito por uniones de cables.

El cableado se trato de hacer lo mas estético, figura 3.31.



Figura 3.31.- Cableado eléctrico.

Se utilizó mangueras para empotrar los cables y que de cómo resultado instalaciones seguras, se trato de no dejar cables sueltos, simulando la forma como vienen los vehículos modernos sin cables visibles, figura 3.32.



**Figura 3.32.- Mangueras
Para empotrar cables.**

3.12.- DIAGRAMA ELÉCTRICO

El diagrama para la conexión del sistema es un diagrama normal para instalación de un sistema transistorizado para un vehiculo de 4 cilindros, figura 3.33

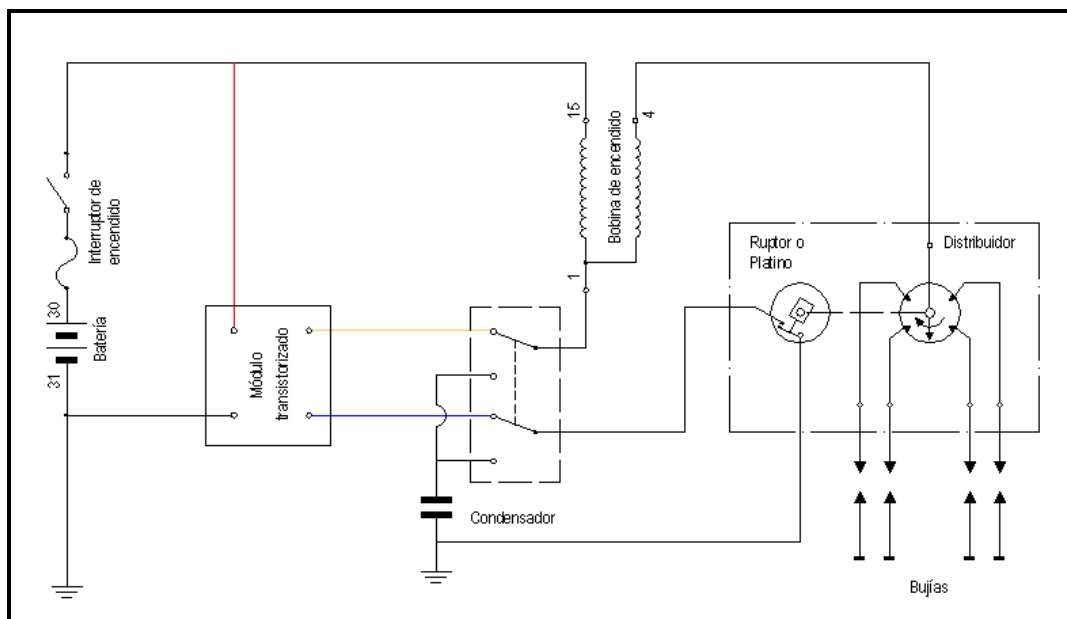


Figura 3.33.- Diagrama eléctrico convencional-trasistorizado

3.13.- COMPONENTES DEL SISTEMAS POR BOBINA CAPTADORA

El distribuidor y el módulo se encuentran en vehículos de marca ford de ocho cilindros, con lo cual nos ocupo mas espacio en el tablero

Se dispone de un sistema con todos sus componentes completos como, si el sistema estuviera instalado en un vehículo, de esta forma se puede tomar mediciones de forma lógica y secuencial.

Los componentes principales que se utilizó en este sistema son los siguientes:

1. Fusible,
2. Distribuidor asistido por una bobina captadora de tres pines conectores de ocho cilindros,
3. Bobina de encendido,
4. Dos cajas de cuatro bujías de color negro de (25 x 5 x 5)cm. con un vidrio oscuro de (5 x 25)cm. Y una riel el los marcos para poder sacar los vidrios y realizar mediciones en las bujías,
5. Dimmer,
6. Interruptor de encendido,
7. Borneras,
8. Cable # 16,
9. Módulo motrocraf de 6 pines conectores,
10. Motor de maquina de cocer,
11. Banda,
12. mangueras para empotrar cables,
13. Juego de cables de alta tensión de bujías de 8 cilindros,
14. Cable de alta tensión para la bobina.

3.14.- MONTAJE DE COMPONENTES

El montaje de los elementos de este sistema se realizó con distribuidor de 8 cilindros y por ende utilizamos dos cajas de cuatro bujías, lo cual nos ocupó más espacio en el tablero,

El sistema se encuentra ubicado en la parte superior izquierda del tablero, con su respectivo título, figura 3.34.



Figura 3.34.- Sistema por Bobina Captadora.

Los componentes fueron montados en el espacio ya antes mencionado de forma lógica secuencial: dimmer, interruptor de encendido, distribuidor, bobina, las dos cajas de bujías colocadas en forma paralela y módulo, fueron colocados de esta forma, para facilitar al momento de hacer las conexiones y sacar los puntos de pruebas.

Para el montaje de los elementos del sistema utilizamos un taladro para realizar perforaciones con un juego de copas circulares para orificios grandes como de la bobina, distribuidor y dimmer, también utilizamos broca de madera de 3/16 para orificios pequeños como puntos de pruebas, orificios para cajas, borneras.

El motor junto con las conexiones, se lo montó en la parte posterior, para el motor se utilizó bases que nos sirven como soporte del motor y ángulos para poder fijar contra la madera.

3.15.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA POR BOBINA CAPTADORA

Para la instalación del sistema se utiliza un motor de maquina de cocer para mover el distribuidor el cual está acoplado con una polea y una banda para transmitir el movimiento, figura 3.35



Figura 3.35.- Acople Motor-distribuidor.

Un dimmer se encuentra conectado al motor para simular la velocidad o un acelerador, para dar movimiento a este sistema, el cual se encuentra alimentado por una regleta que esta conectada al interruptor de luz.

Por intermedio de una batería y un fusible damos paso a la corriente al interruptor de encendido para comenzar con la conexión de los componentes del sistema como son bobina, distribuidor asistido por bobina captadora de ocho cilindros, dos cajas de cuatro bujías, guiándonos con el diagrama eléctrico del sistema de encendido por bobina captadora, figura 3.36.



Figura 3.36.- Sistema por Bobina Captadora.

Para facilidad de mediciones y de pruebas hemos sacado puntos de pruebas debajo de cada uno de los componentes del sistema con sus respectivos nombres.

3.16.- CABLEADO ELÉCTRICO

El cableado eléctrico se lo realizó con cable # 16, de dos colores negro y blanco para las conexiones.

Para las uniones de los cables se utilizó estaño y cautín para que las uniones queden mas firmes seguras y no sufran danos, en las uniones se aisló con tape.

El cableado se trato de hacer lo más seguro posible tratando de que no queden cables muy largos para las conexiones, figura 3.37.



Figura 3.37.- Cableado eléctrico.

Se utilizó mangueras para empotrar los cables y que de como resultado instalaciones más seguras, se trato de no dejar cables sueltos, simulando la forma como vienen los vehículos modernos sin cables visibles, figura 3.38.



**Figura 3.38.- Mangueras
Para empotrar cables.**

3.17.- DIAGRAMA ELÉCTRICO

El diagrama para la conexión del sistema es un diagrama normal para instalación de un sistema de encendido por bobina captadora para un vehículo ford de ocho cilindros, figura 3.39

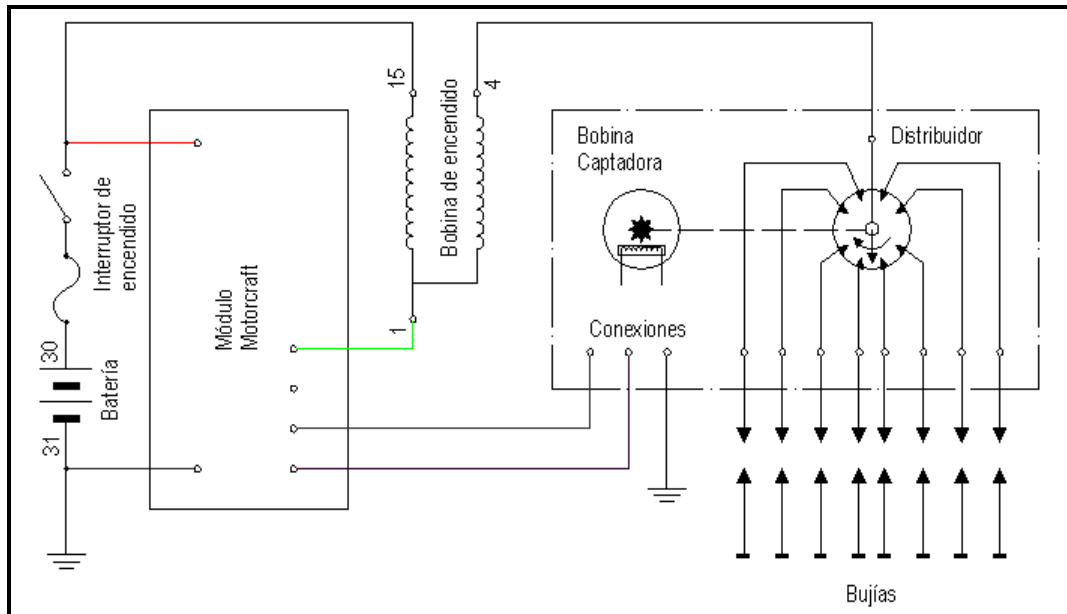


Figura 3.39.- Diagrama eléctrico de bobina captadora

3.18.- COMPONENTES DEL SISTEMA POR GENERADOR DE IMPULSOS.

Esta clase de sistemas normalmente vienen montados en vehículos San Remo y Fiat el cual tiene como principales componentes un distribuidor con generador de impulsos de cuatro cilindros

Se dispone de un sistema con todos sus componentes completos como, si el sistema estuviera instalado en un vehiculo, de esta forma se puede tomar mediciones de forma lógica y secuencial.

Los componentes principales que se utilizo en este sistema son los siguientes:

1. Fusible,
2. Distribuidor asistido por un generador de impulso y una bobina captadora pequeña, de dos pines conectores de cuatro cilindros,
3. Bobina de encendido,
4. Caja de cuatro bujías de color negro de (25 x 5 x 5)cm. con un vidrio oscuro de (5 x 25)cm. Y una riel el los marcos para poder sacar los vidrios y realizar mediciones en las bujías,
5. Dimmer,
6. Interruptor de encendido,
7. Borneras,
8. Cable # 16,
9. Módulo Bosch de 5 pines conectores,
10. Motor de maquina de cocer,
11. Banda,
12. Mangueras para empotrar cables,
13. Juego de cables de alta tensión de bujías de 4 cilindros,
14. Cable de alta tensión para la bobina.

3.19.- MONTAJE DE COMPONENTES

Este sistema se encuentra en la parte inferior izquierda del tablero con su respectivo título, figura 3.40



Figura 3.40.- Sistema generador de impulsos

Los componentes fueron montados en el espacio ya antes mencionado en línea recta y de forma lógica secuencial: dimmer, interruptor de encendido, distribuidor de generador de impulsos de cuatro cilindros, bobina, caja de bujías y módulo bosch de 5 pines conectores, fueron colocados de esta forma, para facilitar al momento de hacer las conexiones y sacar los puntos de pruebas.

Para el montaje de los elementos del sistema utilizamos un taladro para realizar perforaciones con un juego de copas circulares para orificios grandes como de la bobina, distribuidor y dimmer, también utilizamos broca de madera de 3/16 para orificios pequeños como puntos de pruebas, orificios para cajas, borneras.

El motor junto con las conexiones, se lo monto en la parte posterior, para el motor se utilizo bases que nos sirve como soporte del motor y ángulos para poder fijar contra la madera.

3.20.-INSTALACIÓN DEL SISTEMA POR GENERADOR DE IMPULSOS

Para la instalación del sistema utilizamos un motor de maquina de cocer para mover el distribuidor el cual esta acoplado con una polea y una banda para transmitir el movimiento, figura 3.41.



Figura 3.41.- Acople Motor-Distribuidor.

Un dimmer se encuentra conectado al motor para simular la velocidad o un acelerador, para dar movimiento a este sistema se encuentra conectado a una fuente de energía.

Por intermedio de una batería y un fusible damos paso a la corriente al interruptor de encendido para comenzar con la conexión de los componentes del sistema como son bobina, distribuidor asistido por generador de impulsos, caja de 4 bujías, guiándonos con el diagrama eléctrico del sistema de encendido por generador de impulsos, figura 3.42.



Figura 3.42.- Sistema generador de impulsos

3.21.- CABLEADO ELÉCTRICO

El cableado eléctrico se lo realizó con cable # 16, de dos colores negro y blanco para las conexiones.

Para las uniones de los cables se utilizó estaño y cautín para que las uniones queden más firmes seguras, en las uniones se colocó tape.

El cableado se trató de hacer lo más seguro posible tratando de que no queden cables muy largos para las conexiones, figura 3.43.

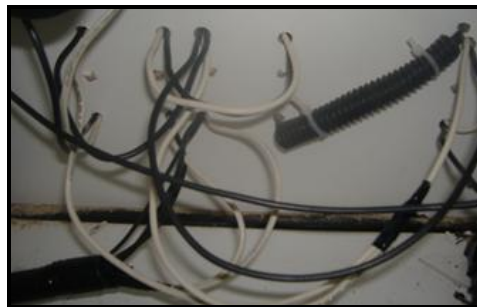


Figura 3.43.- Cableado eléctrico.

Se utilizó mangueras para empotrar los cables y que de cómo resultado instalaciones más seguras, se trató de no dejar cables sueltos, simulando la forma como vienen los vehículos modernos sin cables visibles, figura 3.44.



**Figura 3.44.- Mangueras
Para empotrar cables.**

3.22.- DIAGRAMA ELÉCTRICO

El diagrama para la conexión del sistema es un diagrama normal para instalación de un sistema de encendido por generador de impulsos, para un vehículo de cuatro cilindros, figura 3.45.

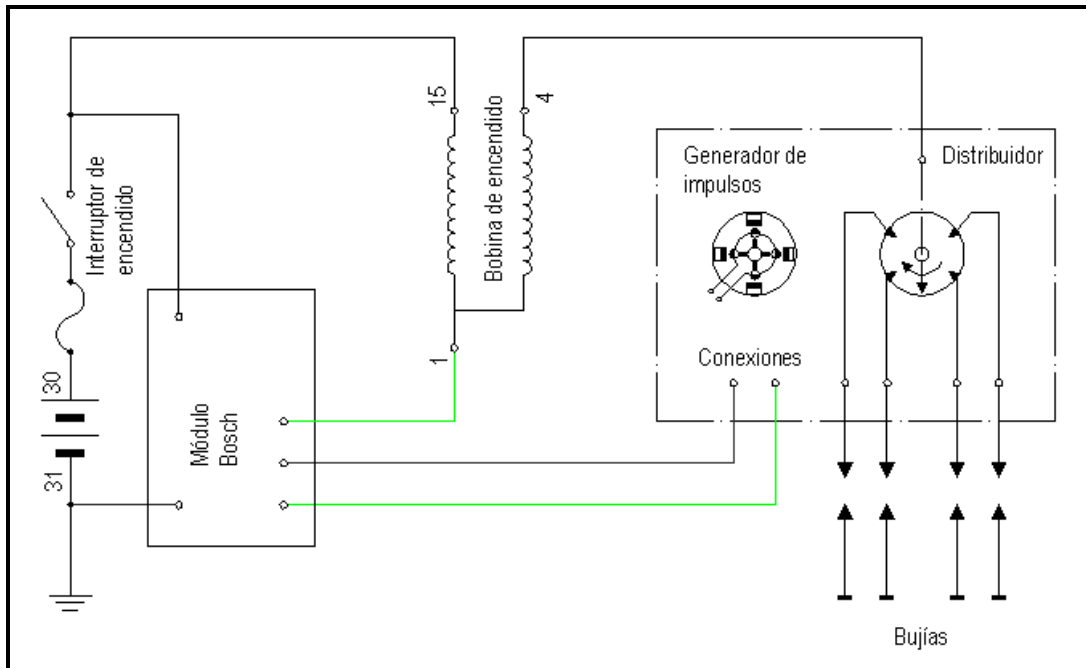


Figura 3.45.- Diagrama eléctrico de generador de impulsos

3.23.- SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMAS DE EFECTO HALL

Se dispone de un sistema con todos sus componentes completos como, si el sistema estuviera instalado en un vehiculo, de esta forma se puede tomar mediciones de forma lógica y secuencial.

Los componentes principales que se utilizó en este sistema son los siguientes:

1. Fusible,
2. Distribuidor asistido por un sensor hall de tres pines conectores, de cuatro cilindros,
3. Bobina de encendido,
4. Caja de cuatro bujías de color negro de (25 x 5 x 5)cm. con un vidrio oscuro de (5 x 25)cm. Y una riel el los marcos para poder sacar los vidrios y realizar mediciones en las bujías,
5. Dimmer,
6. Interruptor de encendido,
7. Borneras,
8. Cable # 16,
9. Módulo de 3 pines conectores,
10. Motor de maquina de cocer,
11. Banda,
12. Mangueras para empotrar cables,
13. Juego de cables de alta tensión de bujías de 4 cilindros,
14. Cable de alta tensión para la bobina
15. Circuito para voltaje de operación del modulo.

3.24.-MONTAJE DE COMPONENTES

Este sistema se encuentra en la parte superior derecha del tablero con su respectivo título.

Los componentes fueron montados en el espacio ya antes mencionado en línea recta y de forma lógica secuencial: dimmer, interruptor de encendido, distribuidor con sensor hall de cuatro cilindros, bobina, caja de bujías y módulo de 3 pines conectores, fueron colocados de esta forma, para facilitar al momento de hacer las conexiones y sacar los puntos de pruebas.

Para el montaje de los elementos del sistema utilizamos un taladro para realizar perforaciones con un juego de copas circulares para orificios grandes como de la bobina, distribuidor y dimmer, también utilizamos broca de madera de 3/16 para orificios pequeños como puntos de pruebas, orificios para cajas, borneras.

El motor, conexiones y circuito de operación del módulo, se los monto en la parte posterior, para el motor se utilizo bases que nos sirve como soporte del motor y ángulos para poder fijar contra la madera.

3.25.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA POR EFECTO HALL

El principal punto a tratar en este sistema es que el funcionamiento del módulo es diferente al de los demás encendidos ya que el mismo es de colector abierto, lo cual instalamos un transistor en serie para que el módulo pueda hacer el disparo, figura 3.46.

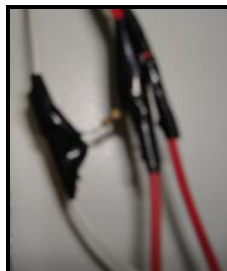


Figura 3.46.- Transistor en serie

Se realizó un circuito con resistencias, transistor y un divisor de voltaje para disminuir el voltaje de entrada al módulo, ya que el voltaje de operación del módulo es de aproximadamente de 1V, lo cual se lo estaba alimentado con

12 V directamente y se calentaba mucho, con esta instalación que se realizó se puede realizar mediciones para observar que voltaje de operación tiene el módulo, figura 3.47.

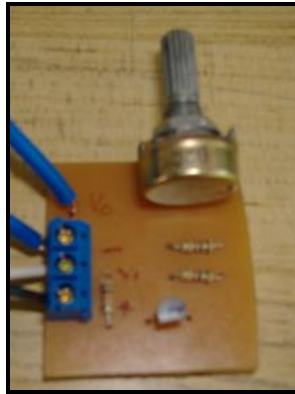


Figura 3.17.- Circuito de divisor de voltaje

Se utilizó un disipador de calor de riel de ventana de aluminio para el módulo, figura 3.48.



Figura 3.48.- Disipador de calor

Al igual que los otros sistemas utilizamos un motor de maquina de coser para mover el distribuidor el cual esta acoplado para dar movimiento por una polea y una banda que transmite el movimiento, figura 3.49.

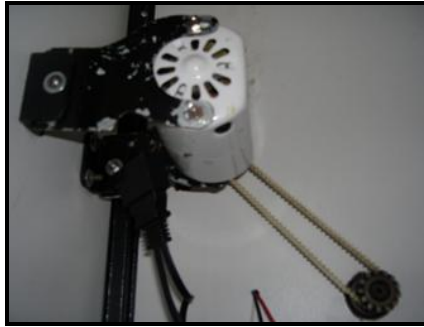


Figura 3.49.- Acople motor distribuidor.

El motor se encuentra conectado a un Dimmer el cual nos sirve como un acelerador para dar las r.p.m al motor, este dimmer se encuentra alimentado por una regleta que recibe la corriente del interruptor de luz.

Por intermedio de una batería y un fusible damos paso a la corriente al interruptor de encendido para comenzar con la conexión de los componentes del sistema siguiendo el diagrama eléctrico para un sistema de efecto hall de 4 cilindros, figura 3.50 se observa el sistema completo.



Figura 3.50.- sistema de encendido por efecto hall

3.26.- CABLEADO ELÉCTRICO

El cableado eléctrico se utilizó cable blanco y negro para la mayoría de conexiones a excepción de los cables del módulo que se utilizó cable color rojo y negro con rojo para diferenciar la instalación que se realizó en el sistema y no tener confusiones en el cableado al momento de querer seguir el diagrama eléctrico.

Para las uniones de los cables se utilizó estaño y cautín para que las uniones queden más firmes seguras y no sufran danos, en las uniones se coloco type para que no se note las uniones y evitar algún corto circuito por uniones de cables.

El cableado se trato de hacer lo más estético posible tratando de que no queden cables muy largos para las conexiones, figura 3.51.



Figura 3.51.- Cableado eléctrico

Se utilizó mangueras para empotrar los cables y que de cómo resultado instalaciones más seguras, se trato de no dejar cables sueltos, simulando la forma como vienen los vehículos modernos sin cables visibles, figura 3.52.



**Figura 3.52.- Mangueras
Para empotrar cables.**

3.27.- DIAGRAMA ELÉCTRICO

El diagrama, para la conexión del sistema es un diagrama normal para instalación de un sistema de encendido por efecto Hall, para un vehiculo de cuatro cilindros, figura3.53.

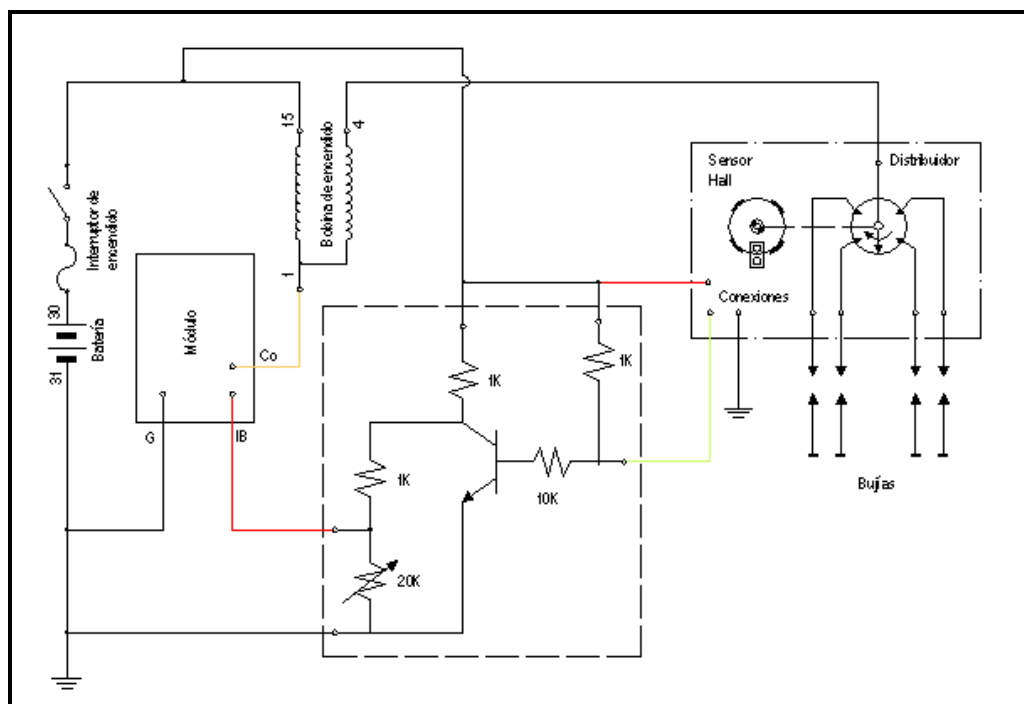


Figura 3.53.- Diagrama eléctrico de efecto hall

IV.- OBTENCIÓN DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO

4.1.- INTRODUCCIÓN

Los sistemas de encendido tienen partes comunes como son: la batería, bobina, cables de alta tensión y bujías, que operan bajo los mismos parámetros de operación.

El voltaje de la batería para su correcto funcionamiento oscila entre los 11,5 y 12,5 voltios, y se lo mide con el uso de un voltímetro de corriente continua entre los puntos **30** (positivo) y **31** (tierra) para cada sistema, figura 4.1.



Figura 4.1.- Puntos de medición de la batería

La bobina de encendido está formada por un arrollamiento primario y un secundario. La resistencia del arrollamiento primario está entre los 1.8 y 2.4 ohms y se lo mide con el uso del óhmetro entre los puntos **1** (negativo) y **15** (positivo) para cada sistema, figura 4.2.

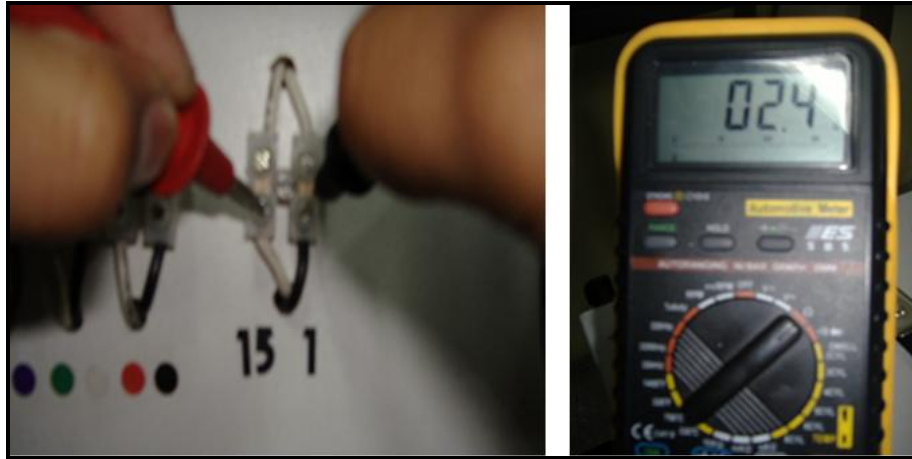


Figura 4.2.- Puntos de medición de resistencia del primario de la bobina

La resistencia del arrollamiento secundario oscila entre los 8 y 10 kilohms, se lo mide con un óhmetro entre los puntos **1** (negativo de la bobina) y **4** (salida de alto voltaje de la bobina) para cada sistema, figura 4.3.



Figura 4.3.- Puntos de medición de resistencia del secundario de la bobina

La calibración de los electrodos de las bujías de un sistema de encendido de un vehículo debe estar entre 0,7 y 1,2 mm, y se lo calibra con el uso de un calibrador de láminas, figura 4.4. La abertura entre electrodos depende del tipo de sistema de encendido, en el sistema convencional 0,8 mm y en los sistemas electrónicos puede estar entre 0,9 y 1,2 mm.



Figura 4.4.- Calibración de electrodos

La resistencia de el cable de alta tensión depende de la longitud y del material, será menos de 15.000 ohms pero más de 1.000 ohms por cada 30 cm. Esta resistencia se la mide con un óhmetro, figura 4.5. Este cable debe tener una buena continuidad y libre de impurezas que impidan el paso de la corriente.

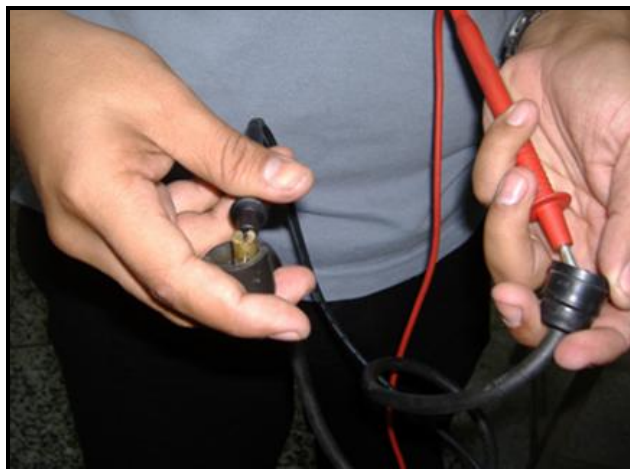


Figura 4.5.- Resistencia de cables de alta tensión

Los sistemas de encendido tienen partes que los identifican como lo son: los distribuidores y sus mandos electrónicos para la conmutación del encendido, que trabajan bajo diferentes parámetros de operación.

Con el analizador de motores podemos obtener parámetros de alto y bajo voltaje del sistema de encendido, oscilogramas tanto del primario como del secundario del sistema de encendido, y otros como revoluciones por minuto

del motor y porcentaje de ángulo DWELL. El analizador de motores necesita de las siguientes conexiones para su funcionamiento, figura 4.6:

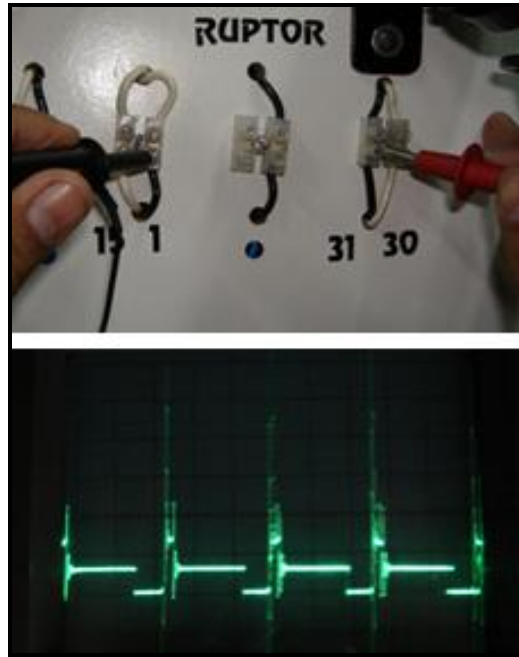
- dos pinzas de color rojo conectadas al positivo de la batería
- dos pinzas de color negro conectadas al negativo de la batería
- una pinza verde conectada al negativo de la bobina
- una pinza azul conectada al cable de alta tensión de la bobina
- una pinza captadora conectada al cable de la bujía.



Figura 4.6.- Conexión de osciloscopio de alto voltaje

4.2.- SISTEMA DE ENCENDIDO CONVENCIONAL

Cuando el sistema de encendido convencional-transistorizado se encuentra con el conmutador en la posición convencional, con el osciloscopio de bajo voltaje colocando un cable a tierra y la punta del osciloscopio al 1 (negativo de la bobina), se obtiene el oscilograma de voltaje en el primario, figura 4.7.



**Figura 4.7.- Puntos de medición
y oscilograma del primario
en el convencional**

Con el analizador de motores conectado al sistema se obtiene los oscilogramas del primario y del secundario del sistema de encendido, figura 4.8.



**Figura 4.8.- Oscilogramas del primario
y secundario del sistema de encendido**

Con el multímetro que dispone el analizador de motores se obtuvo las revoluciones a las que gira el motor, el voltaje generado por la bobina, y el ángulo DWELL en porcentaje con el cual podemos determinar el estado del platino, figura 4.9.

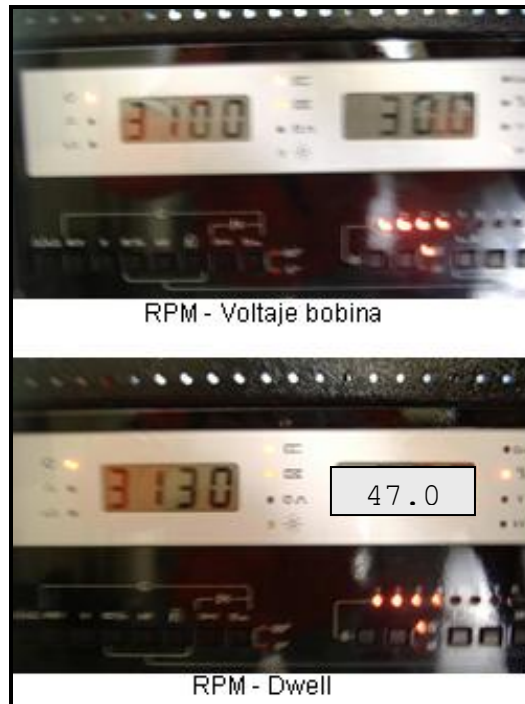


Figura 4.9.- Medidas con multímetro

Se observa que las revoluciones a las que gira el motor están alrededor de las 3.000 RPM, el voltaje de la bobina es de 30 kilovoltios, y el ángulo DWELL en porcentaje es de 47 %.

4.3.- SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

En el sistema de encendido convencional-transistorizado, con el conmutador en la posición transistorizado, con un voltímetro de corriente continua colocamos la punta negra a masa y la otra al punto rojo del módulo (voltaje de entrada al módulo), figura 4.10 se mide el voltaje de operación del módulo el cual debe estar entre los 11,5 y 12,5 Voltios.

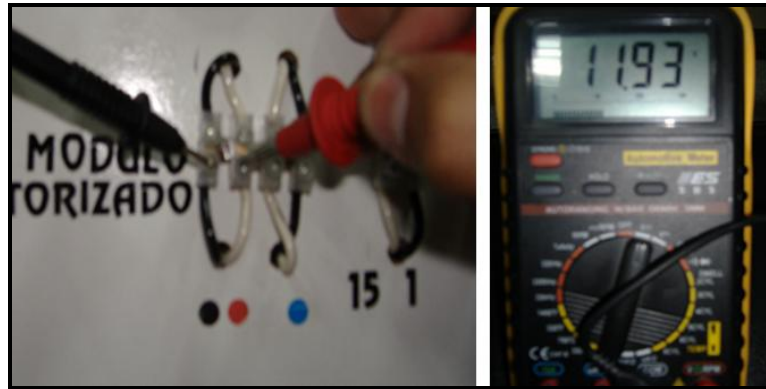


Figura 4.10.- Puntos de medición de voltaje de operación del módulo

Con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 5 ms y 2 V, colocamos un cable a tierra y la punta del osciloscopio al punto azul (punto de llegada del ruptor) de la entrada al módulo, se observa el oscilograma de corte del ruptor, figura 4.11.

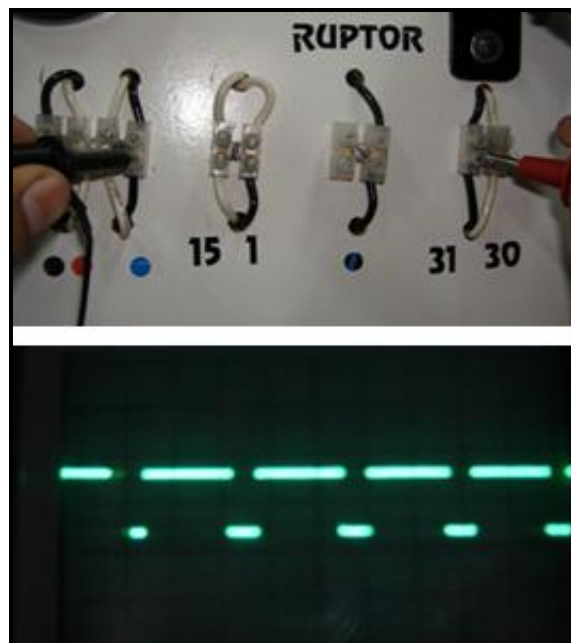


Figura 4.11.- Puntos de medición y oscilograma de corte del ruptor

Desconectando el cable del negativo de la bobina, con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 5 ms y 2 V, colocamos un cable a tierra y la punta del osciloscopio al punto blanco del módulo (salida del módulo transistorizado), se observa el oscilograma de la salida del módulo, figura 4.12.

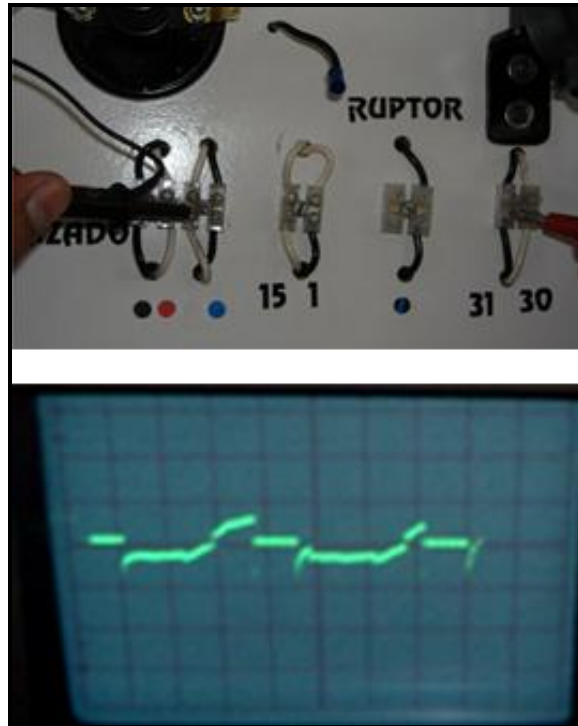


Figura 4.12.- Puntos de medición y oscilograma de salida del módulo

Con un osciloscopio ubicado en el rango de 5 ms y 10 V, colocando un cable a tierra y la otra al punto 1 (negativo de la bobina), se observa el oscilograma del primario de la bobina, figura 4.13.

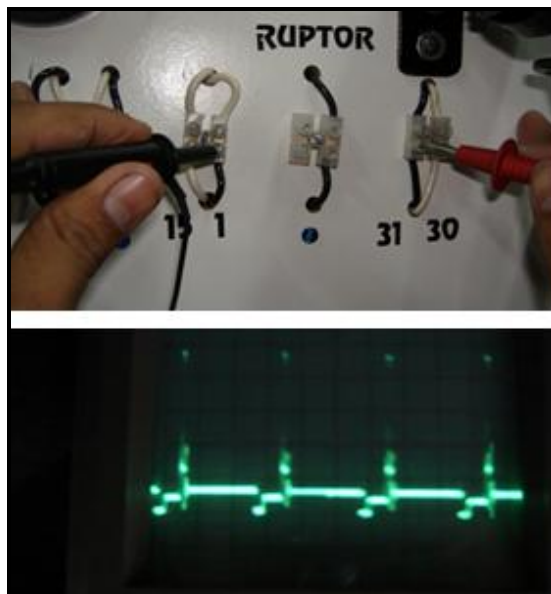


Figura 4.13.- Puntos de medición y oscilograma del primario de la bobina

Con el analizador de motores conectado al sistema se obtiene los oscilogramas del primario y del secundario del sistema de encendido, figura 4.14.



Figura 4.14.- Oscilogramas del primario y secundario del sistema de encendido

Con el multímetro que dispone el analizador de motores se obtuvo las revoluciones a las que gira el motor, el voltaje generado por la bobina, y el ángulo DWELL en porcentaje con el cual podemos determinar el estado del platino, figura 4.15.

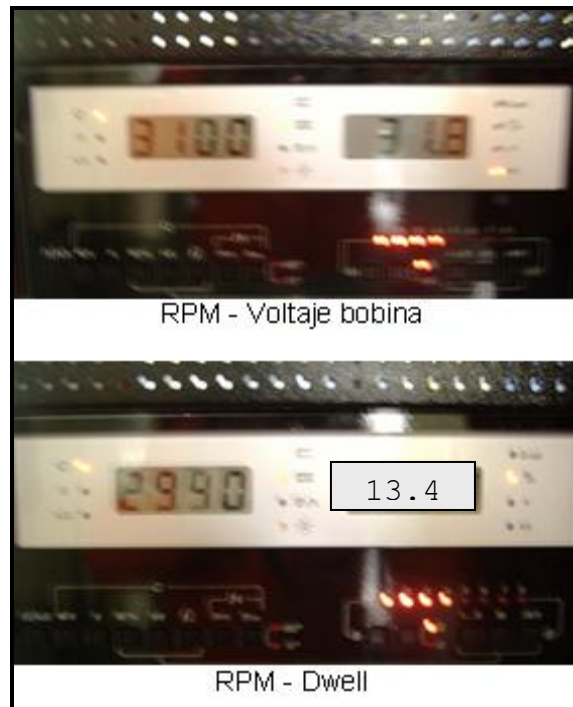


Figura 4.15.- Medidas con multímetro

Se observa que las revoluciones a las que gira el motor están alrededor de las 3.000 RPM, el voltaje de la bobina es de 31.8 kilovoltios, y el ángulo DWELL en porcentaje es de 13.4 %.

4.4.- SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR BOBINA CAPTADORA

En este sistema, la generación del pulso se hace por medio de una bobina captadora, el voltaje generado depende de la velocidad a la que gira el motor. Se mide el voltaje con la ayuda de un voltímetro de corriente alterna entre los puntos naranja y violeta del módulo (puntos de bobina captadora), figura 4.16. El voltaje debe encontrarse entre los 2 Voltios cuando está en bajas revoluciones y 20 Voltios cuando esta en altas revoluciones, figura 4.17.



Figura 4.16.- Puntos de medición



Figura 4.17.- Valores de voltaje en bajas y altas revoluciones

Con un óhmetro se mide la resistencia de la bobina captadora entre los puntos naranja y violeta (puntos de bobina captadora), la cual debe estar entre 0,5 y 1,5 Kilo-ohms, figura 4.18.

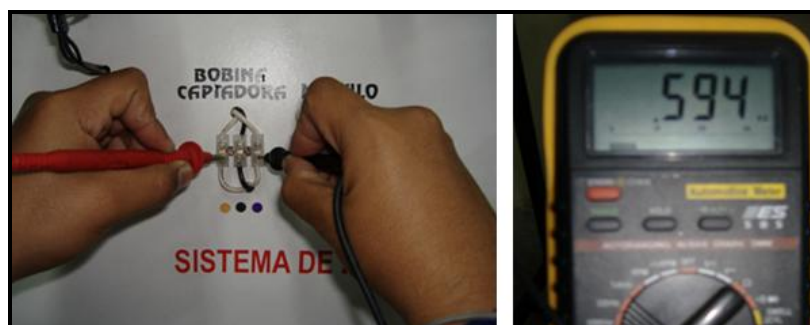


Figura 4.18.- Puntos de medición de resistencia de la bobina captadora

Usando el voltímetro de corriente directa, colocamos la punta negra en el punto negro del módulo (tierra del módulo) y la otra al punto rojo del módulo (entrada de voltaje del módulo), se mide el voltaje de entrada del módulo el cual debe estar entre los 11,5 y 12,5 Voltios, figura 4.19.

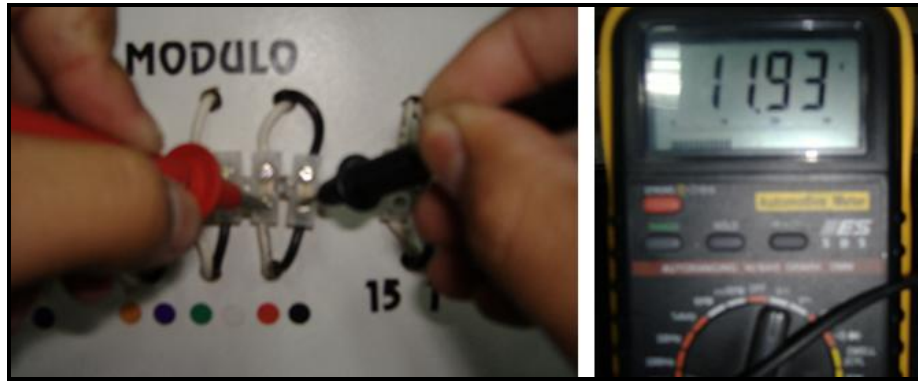
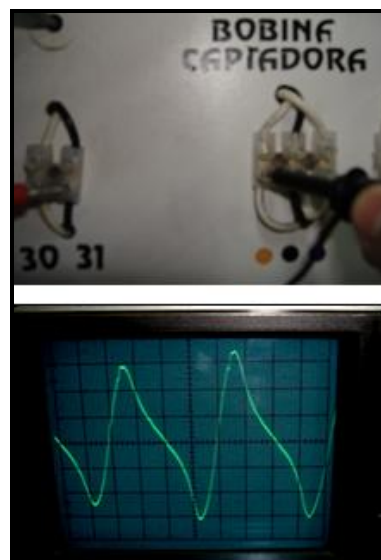


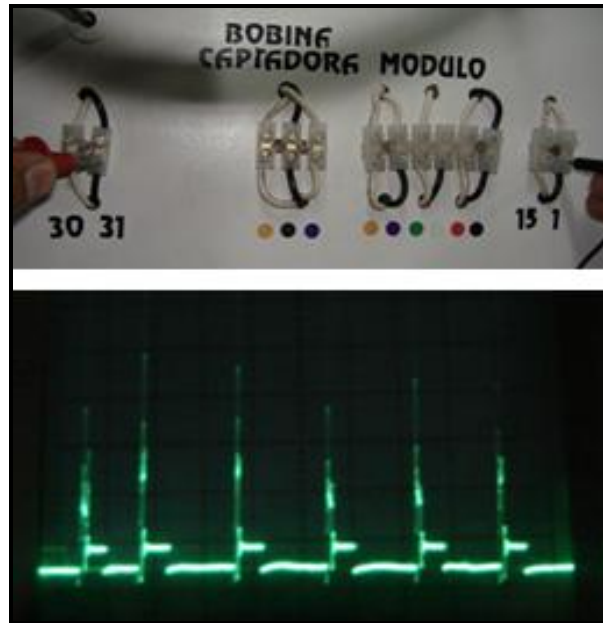
Figura 4.19.- Puntos de medición de voltaje de entrada al módulo

Con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 10V y 10ms, colocamos un cable a tierra y la punta del osciloscopio al punto naranja del módulo (salida de la bobina captadora), se observa la curva característica de una bobina captadora, figura 4.20.



**Figura 4.20.- Puntos de medición
y oscilograma generado
por bobina captadora**

Con un osciloscopio ubicado en el rango de 5 ms y 10 V, colocando un cable a tierra y la otra al punto **1** (negativo de la bobina), se observa el oscilograma normal del primario de la bobina, figura 4.21.



**Figura 4.21.- Puntos de medición
Y oscilograma del primario de la bobina**

Con el cable del negativo de la bobina desconectado, con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 5 ms y 2 V, colocamos un cable a tierra y la punta del osciloscopio al punto verde del módulo (salida del módulo), se observa el oscilograma de la salida del módulo, figura 4.22.



**Figura 4.22.- Puntos de medición
y oscilograma de salida del módulo**

Con el analizador de motores conectado al sistema se obtiene los oscilogramas del primario y del secundario del sistema de encendido, figura 4.23.

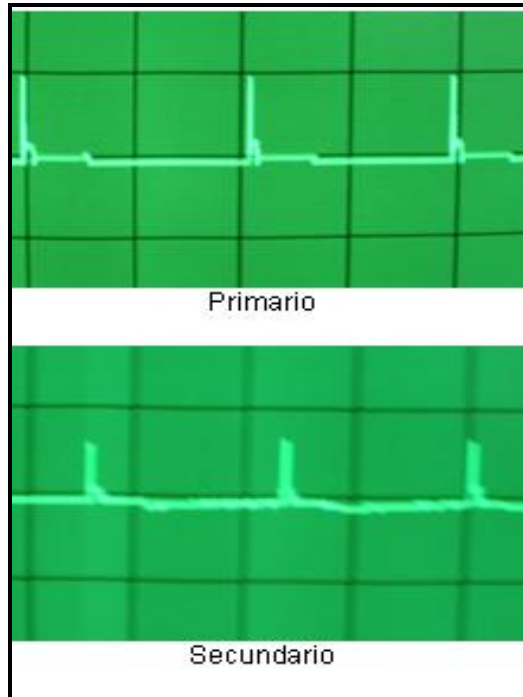


Figura 4.23.- Oscilogramas del primario y secundario del sistema de encendido

Con el multímetro que dispone el analizador de motores se obtuvo las revoluciones a las que gira el motor y el voltaje generado por la bobina, figura 4.24.



Figura 4.24.- Medidas con multímetro

Se observa que las revoluciones a las que gira el motor están alrededor de las 2.000 RPM, el voltaje de la bobina es de 12.9 kilovoltios.

4.5.- SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR GENERADOR DE IMPULSOS

Con un voltímetro de corriente alterna, colocando una punta en el punto café y la otra en el verde (puntos de generador de impulso) se mide el voltaje que da el generador de impulsos, figura 4.25. El voltaje generado depende de las revoluciones del motor, cuando este se encuentra en bajas revoluciones el voltaje generado es de 0.6 Voltios y cuando esta en altas revoluciones llega a los 5.5 Voltios, figura 4.26.



Figura 4.25.- Puntos de medición



Figura 4.26.- Valores de voltaje en bajas y altas revoluciones

Con un óhmetro se mide la resistencia del generador de impulsos entre los puntos café y verde (puntos de generador de impulso), la cual debe estar entre 0,8 y 1,5 Kilo-ohms, figura 4.27.

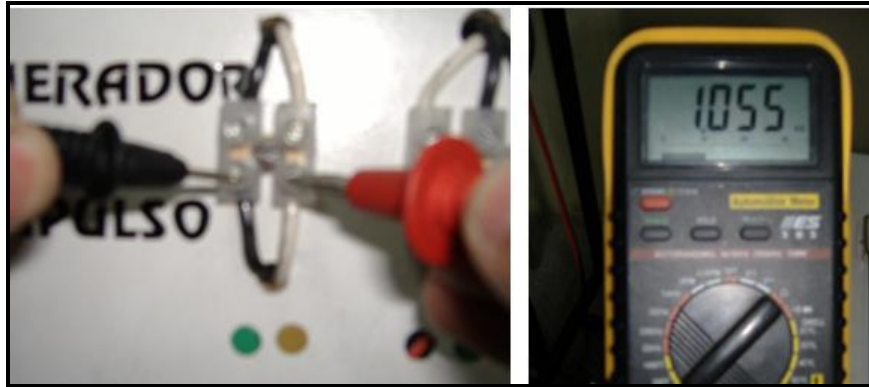


Figura 4.27.- Puntos de medición de resistencia del generador de impulsos

Usando el voltímetro de corriente continua, colocamos la punta negra a masa y la otra al punto negro con franja roja (entrada de voltaje al módulo), se mide el voltaje de entrada del módulo el cual debe estar entre los 11,5 y 12,5 Voltios, figura 4.28.

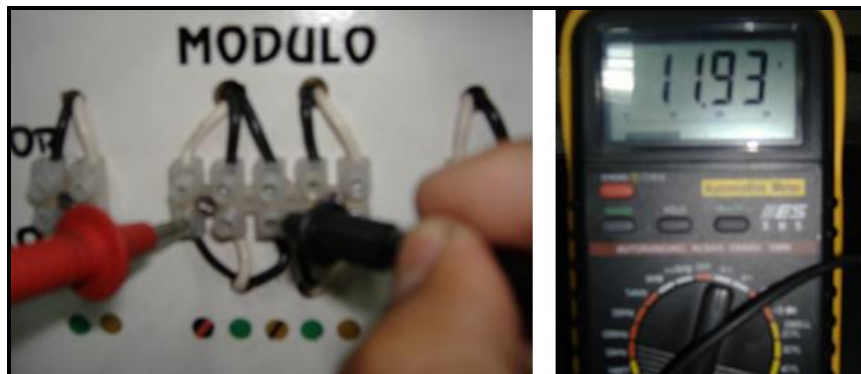
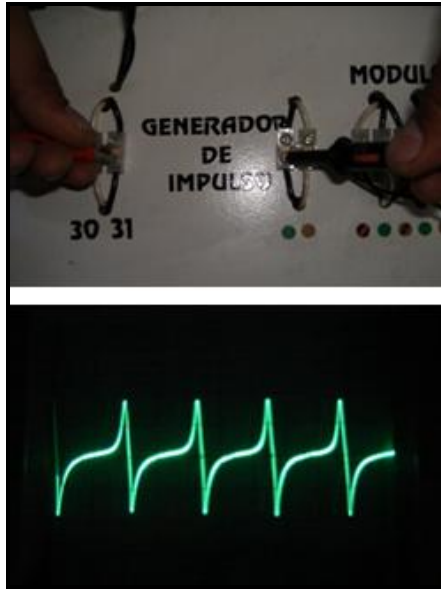


Figura 4.28.- Puntos de medición de voltaje de operación del módulo

Con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 5 V y 2 ms, colocamos un cable a tierra y la punta del osciloscopio al punto verde (salida del generador de impulsos), podemos observar la curva característica del generador de impulsos, figura 4.29.



**Figura 4.29.- Puntos de medición
y oscilograma de
generador de impulsos**

Desconectando el cable del negativo de la bobina, con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 5 ms y 2 V, colocamos un cable a tierra y la punta del osciloscopio al punto verde del módulo (salida del módulo), se observa el oscilograma de la salida del módulo, figura 4.30.



Figura 4.30.- Puntos de medición y oscilograma de salida del módulo

Con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 5 ms y 10 V, colocando un cable a tierra y la punta del osciloscopio en el punto 1 (negativo de la bobina), se observa el oscilograma del primario de la bobina, figura 4.31.

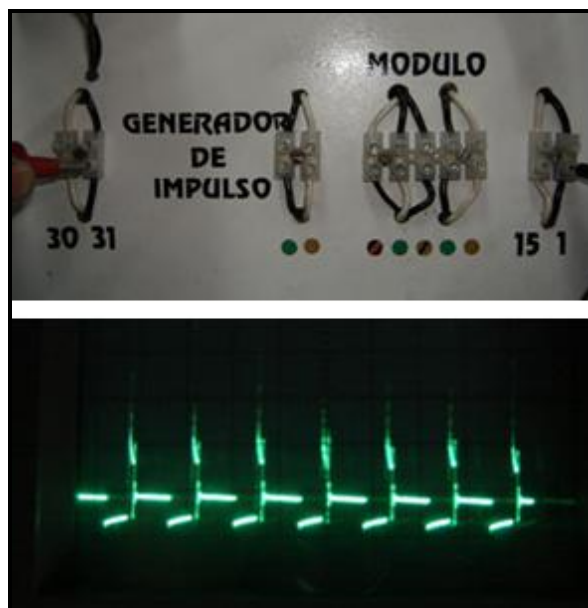


Figura 4.31.- Puntos de medición y oscilograma del primario de la bobina

Con el analizador de motores conectado al sistema se obtiene los oscilogramas del primario y del secundario del sistema de encendido, figura 4.32.



Figura 4.32.- Oscilogramas del primario y secundario del sistema de encendido

Con el multímetro que dispone el analizador de motores se obtuvo las revoluciones a las que gira el motor y el voltaje generado por la bobina, figura 4.33.



Figura 4.33.- Medidas con multímetro

Se observa que las revoluciones a las que gira el motor están en 1.200 RPM, el voltaje de la bobina es de 20.4 kilovoltios.

4.6.- SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO POR EFECTO HALL

Con un voltímetro de corriente directa, colocando una punta a tierra y la otra al punto blanco con franja verde (salida del sensor), figura 4.34, se mide el voltaje de salida del sensor, el cual debe indicar un máximo digital de 5 Voltios o un mínimo digital alrededor de 0 Voltios, figura 4.35.

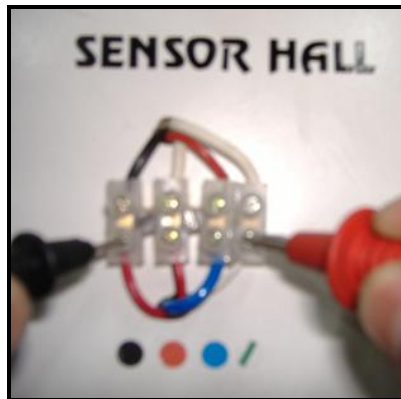


Figura 4.34.- Puntos de medición



Figura 4.35.- Voltaje de salida del sensor hall

Usando el voltímetro de corriente directa, colocamos la punta negra a masa y la otra al punto rojo (entrada del voltaje al sensor), figura 4.36, se mide

el voltaje de entrada del sensor hall el cual debe estar entre los 11,5 y 12,5 Voltios.

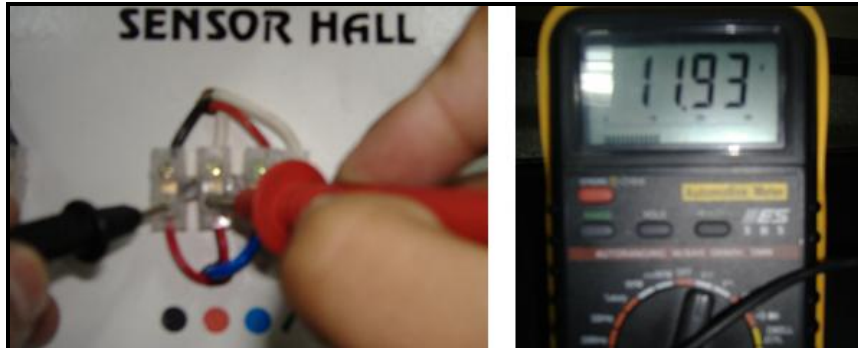


Figura 4.36.- Puntos de medición y voltaje de entrada al sensor hall

Con un voltímetro de corriente directa, colocando una punta a tierra y la otra al punto IB del módulo (entrada de voltaje al módulo), se mide el voltaje de operación, el cual debe estar alrededor de 1 Voltio, figura 4.37



Figura 4.37.- Puntos de medición y voltaje de entrada al módulo

Con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 5 ms y 5 V, colocando un cable a tierra y la punta del osciloscopio al punto blanco con franja verde (salida del sensor hall), se observa el oscilograma característico de un sensor hall, figura 4.38.

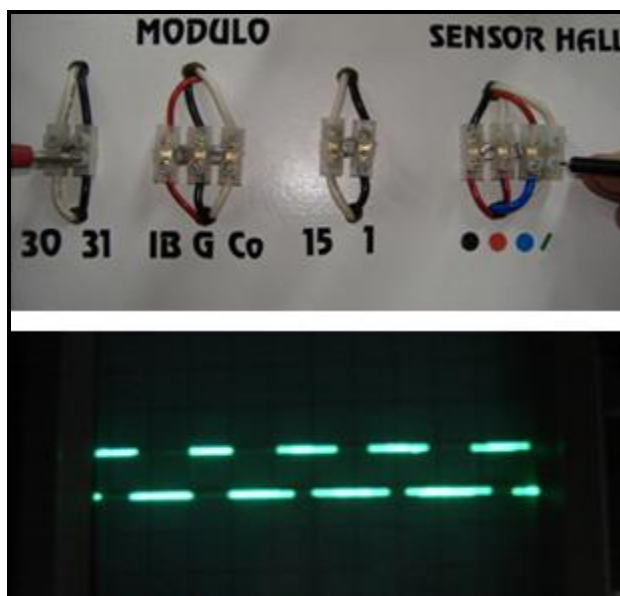


Figura 4.38.- Puntos de medición y oscilograma característico del sensor hall

Con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 5 V y 2 ms, se coloca un cable a tierra y la punta del osciloscopio al punto celeste (salida del simulador del ECM), podemos observar el oscilograma de la salida del simulador del ECM, figura 4.39.

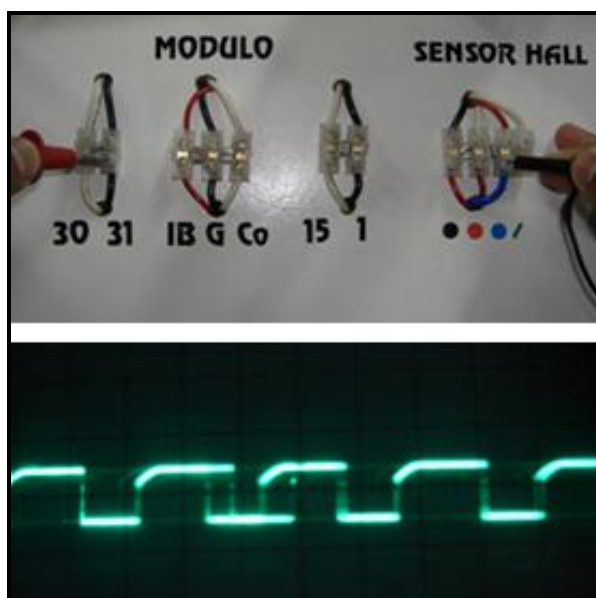


Figura 4.39.- Oscilograma de salida de simulador del ECM

Con un osciloscopio de bajo voltaje ubicado en el rango de 5 ms y 10 V, colocando la punta roja a tierra y la otra en el punto **1** (negativo de la bobina), se observa el oscilograma del primario de la bobina, figura 4.40.

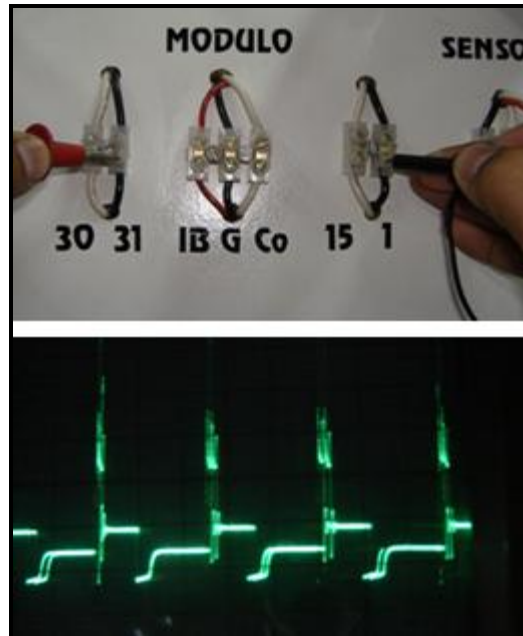


Figura 4.40.- Puntos de medición y oscilograma del primario de la bobina

Con el analizador de motores conectado al sistema se obtiene los oscilogramas del primario y del secundario del sistema de encendido, figura 4.41.



Figura 4.41.- Oscilogramas del primario y secundario del sistema de encendido

Con el multímetro que dispone el analizador de motores se obtuvo las revoluciones a las que gira el motor y el voltaje generado por la bobina, figura 4.42.



Figura 4.42.- Medidas con multímetro

Se observa que las revoluciones a las que gira el motor están en 1.980 RPM, el voltaje de la bobina es de 9.8kilovoltios.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Finalizado el presente trabajo de investigación se ha obtenido las siguientes conclusiones:

- Se construyó un módulo de pruebas de sistemas de encendido aplicados a motores de combustión interna,
- La auto inducción de voltaje en los sistema de encendido comienza en la bobina elevando el voltaje recibido de la batería, la sincronización de la chispa la realiza el distribuidor por intermedio de la tapa y el rotor, mientras que el corte en el primario de la bobina, la realiza en el encendido convencional el platino junto con el condensa, en los encendido electrónicos lo realiza los módulos de encendidos o disparadores.
- Los disparadores en los sistemas de encendidos trabaja como un procesador, reciben la señal del distribuidor y este envía la señal de corte al primario de la bobina para el salto de la chispa.
- En los sistemas de encendido transistorizado, bobina captadora, generador de impulsos, los disparadores tienen un voltaje de operación directamente con 12V, mientras que el sistema de efecto hall el voltaje de operación es de 1V.
- Todos los sistemas de encendido utilizan diferentes métodos para realizar el corte en el primario de la bobina.
- Con la ayuda del osciloscopio de bajo voltaje, en el sistema convencional el corte del primario de la bobina es mas brusco que en los sistemas controlados electrónicamente.
- Se obtuvo todas las curvas de operación en los diversos sistemas a través de osciloscopio de alto y bajo voltaje,
- La utilización de este módulo de pruebas de encendido permite conocer, detectar fallas y probar distintos elementos de los sistemas de encendidos de un vehículo.

- El tema de tesis esta enfocado en un aspecto teórico práctico, con el fin de solucionar problemas de índole técnica de manera que se pueda utilizar en cualquier taller automotriz.
- Los profesionales automotrices debemos estar preocupados en el campo electrónico de los sistemas de encendidos en vista de que son tecnologías que se aplican en los automóviles modernos.

RECOMENDACIONES:

- Antes de comenzar a realizar las pruebas en los sistemas se recomienda revisar los diagramas eléctricos y continuidad en los cables para que no existan conexiones falsas y resultados erróneos.
- Se recomienda que siempre se utilicen fusibles en cada sistema para que en caso de una mala conexión o una elevación de voltaje no sufran daños los elementos de cada sistema.
- En el sistema de efecto hall se recomienda trabajar con un voltaje de operación del módulo de 1 a 2 voltios, ya que si se trabaja con más voltaje puede existir un calentamiento excesivo en el módulo.
- Cuando se trabaje en el encendido convencional o transistorizado tener precaución que el conmutador de cambio de sistema se encuentre en el sistema adecuado.
- Al realizar mediciones con el multímetro o con el osciloscopio escoger las escalas adecuadas para no tener falsas lecturas y se pueda observar bien los oscilogramas en los sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

- William H. Crouse – Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, ED. Alfaomega, México, 1992
- Albert Martí Pareda – Encendido electrónico, Ed. Alfaomega, México, 1991
- Watson Ben – Manual de encendido Electrónico (Instalación, afinado y modificación), Ed. Prentice Hall.
- José Miguel Alonso Pérez – Tecnologías avanzadas del automóvil, Ed. Paraninfo, Madrid, 1995
- José Miguel Alonso Pérez – Técnicas del automóvil, Ed. Paraninfo, Madrid, 1996
- M. de Castro – Encendido electrónico.
- CEAC – Electricidad del automóvil.
- Bosch – Electrónica aplicada al motor
- William H. Crouse, Motores de automóviles
- José M. Alonso, Tecnología avanzada del automóvil, Ed Paraninfo, Madrid, 1994.
- Apuntes de electricidad del automóvil, Ing. German Erazo
- Folletos de Autotrónica II, III, Ing. German Erazo.
- Manual del automóvil, reparación y mantenimiento, Hermogenes Gil Martínez.

ANEXOS

ANEXO “A”

GUÍA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO CONVENCIONAL

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ – ESPE LATACUNGA							
PRÁCTICA N°1							
					SISTEMA CONVENCIONAL		

OBJETIVOS:

- Comprender el funcionamiento del sistema,
- Realizar verificaciones y mediciones al sistema y elementos del sistema.

EQUIPO NECESARIO:

- Sistema de encendido convencional,
- Multímetro,
- Analizador de motores,
- Osciloscopio de bajo voltaje,
- Calibrador de bujías,
- Juego de destornilladores.

MARCO TEÓRICO:

El encendido clásico parte de la batería como fuente de energía y los siguientes componentes para realizar el encendido clásico mecánico.

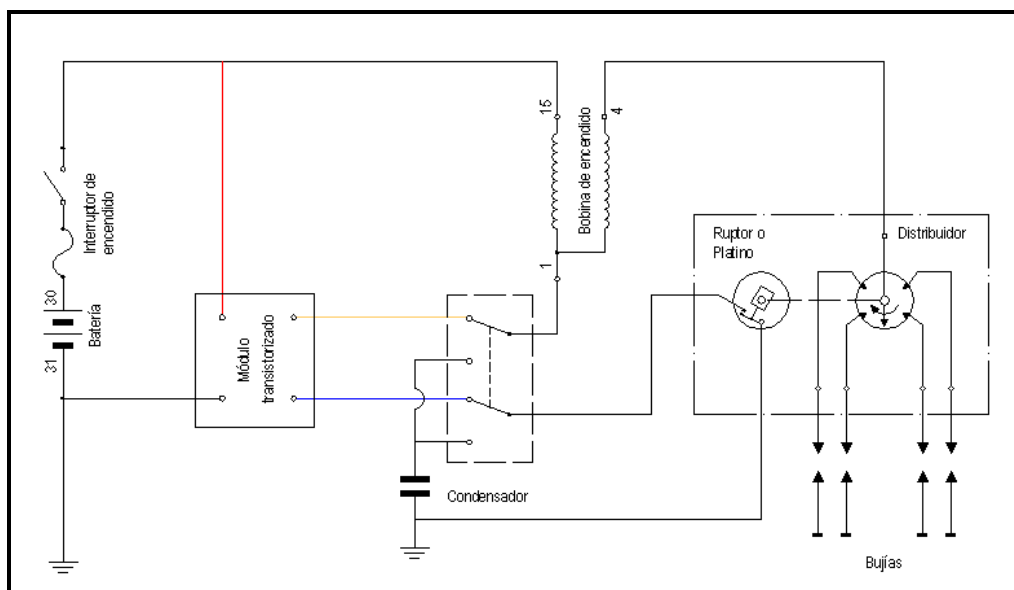
Este compuesto por el propio distribuidor como repartidor de chispa y además forman parte del mismo conjunto el ruptor, el condensador, el sistema de avance centrífugo completado por uno o varios sistemas de corrección por depresión y el dedo distribuidor, figura 1.



Figura 1.- distribuidor convencional

PROCEDIMIENTO:

- Revisar el diagrama eléctrico del sistema de encendido convencional.



- Con la ayuda de un óhmetro realizar continuidad o resistencia en todos los cables o puntos de prueba para verificar si no existe malas conexiones,
- Conectar la batería,
- Conectar cable de alimentación a toma de corriente,
- Revisar que la regleta de alimentación este encendida,



Figura 2.- Analizador de motores Profex.

- Mida las RPM en el multímetro.
- Mida el ángulo de leva o dwell en % y milisegundos en el multímetro a 1000, 2000 y 3000 RPM. Registre estos valores en la tabla V.
- Anote el valor generado por la bobina a 1000, 2000, y 3000 RPM. Registre los valores en la tabla VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Voltaje de la batería _____

Tabla I.- Datos de resistencia en la bobina.

Resistencia del primario	
Resistencia del secundario	

Tabla II.- resistencia en cables de bujías

Cable de bobina	
Cable # 1	
Cable # 2	
Cable # 3	
Cable # 4	

Tabla III.- Calibración de las bujías

Bujía # 1	
Bujía # 2	
Bujía # 3	
Bujía # 4	

Tabla IV.- Datos de voltaje de entrada en la bobina

Voltaje entrada punto 15	
Voltaje entrada punto 1	

Tabla V.- Mediciones en el analizador Profex

	1000 RPM	2000 RPM	3000 RPM
Ángulo Dwell (%)			
Ángulo Dwell (ms)			
Voltaje de la Batería			

Tabla VI.- Mediciones de la bobina en el analizador Profex

	1000 RPM	2000 RPM	3000 RPM
Voltaje de la bobina			

PREGUNTAS DE REPASO:

- Graficar los oscilograma del primario y secundario,
- Comparar los oscilogramas del primario obtenidos en el osciloscopio de bajo y alto voltaje
- Que es el ángulo DWELL.
- Cuales son los elementos de alta y baja tensión en el circuito.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

ANEXO “B”

GUÍA DE SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ – ESPE									
LATACUNGA									
PRÁCTICA N°2									
					SISTEMA TRANSISTORIZADO				

OBJETIVOS:

- Comprender el funcionamiento del sistema,
- Realizar verificaciones y mediciones a los elementos del sistema.

EQUIPO NECESARIO:

- Sistema de encendido transistorizado,
- Multímetro,
- Calibrador de bujías,
- Juego de destornilladores
- Analizador de motores,
- Osciloscopio de bajo voltaje

MARCO TEÓRICO:

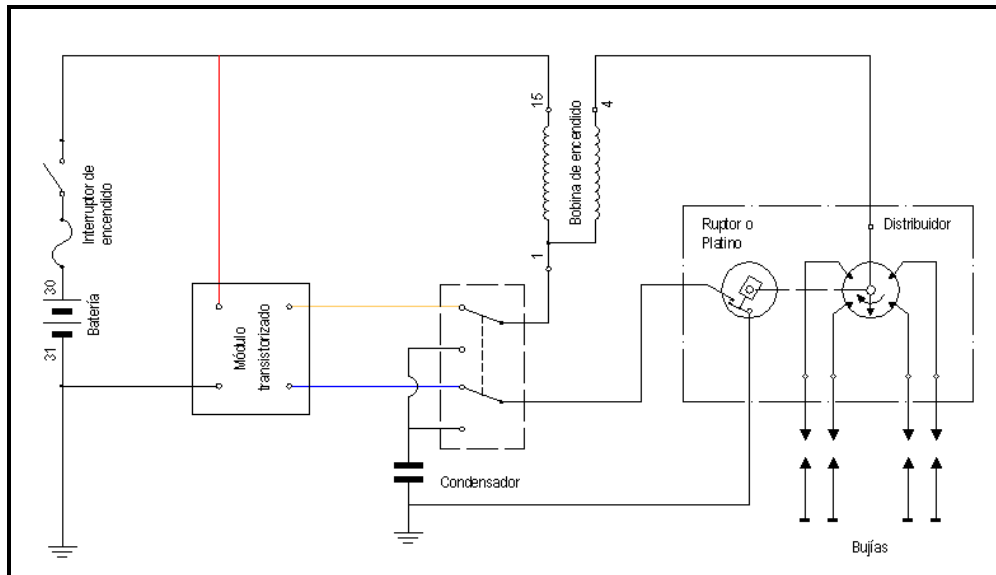
En el encendido transistorizado es prácticamente el mismo que el convencional con los mismos componentes y partes constructivas, con la diferencia que es asistido por una parte electrónica “transistor”, el cual nos ayuda a dar mas vida a los contactos del distribuidor no permitiendo que haya una disgregación de los puntos de contactos. Figura 1



Figura 1.- Módulo y distribuidor transistorizado

PROCEDIMIENTO:

- Revisar el diagrama eléctrico del sistema de encendido convencional.



- Con la ayuda de un óhmetro realizar continuidad o resistencia en todos los cables o puntos de prueba para verificar si no existe malas conexiones,
- Conectar la batería,
- Conectar cable de alimentación a toma de corriente,

Tabla II.- resistencia en cables de bujías

Cable de bobina	
Cable # 1	
Cable # 2	
Cable # 3	
Cable # 4	

Tabla III.- Calibración de las bujías

Bujía # 1	
Bujía # 2	
Bujía # 3	
Bujía # 4	

Tabla IV.- Datos de voltaje de entrada en la bobina

Voltaje entrada punto 15	
Voltaje entrada punto 1	

Tabla V.- Mediciones en el analizador Profex

	1000 RPM	2000 RPM	3000 RPM
Ángulo Dwell (%)			
Ángulo Dwell (ms)			
Voltaje de la Batería			

Voltaje de entrada al módulo_____

Tabla VI.- Mediciones de la bobina en el analizador Profex

	1000 RPM	2000 RPM	3000 RPM
Voltaje de la bobina			

PREGUNTAS DE REPASO:

- ¿Que es un sistema de encendido transistorizado por contactos?
- ¿Que ventajas tiene este encendido con relación al convencional?

- ¿Hay necesidad de usar una bobina de alta para este sistema y porque?
- ¿Que función realiza el transistor en este sistema?
- Dibujar los oscilograma del primario y secundario de la bobina y comparar con los del encendido convencional,
- Analizar las curvas de salida módulo y de salida del ruptor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

ANEXO “C”

GUÍA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO POR BOBINA CAPTADORA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ – ESPE LATACUNGA										
PRÁCTICA N°3										
					SISTEMA POR BOBINA CAPTADORA					

OBJETIVOS:

- Comprender el funcionamiento del sistema,
- Realizar verificaciones y mediciones al sistema y elementos del sistema.

EQUIPO NECESARIO:

- Sistema de encendido por bobina captadora,
- Multímetro,
- Osciloscopio de bajo voltaje,
- Analizador de motores,
- Calibrador de bujías,
- Juego de destornilladores.

MARCO TEÓRICO:

La bobina captadora es un transductor de reluctancia variable. Este sensor produce una corriente alterna cuando el eje del distribuidor gira. El sensor consiste en una bobina de alambre, un imán permanente y una rueda reluctora que forma parte del eje del distribuidor. Al girar la rueda reluctora, distorsiona el campo magnético, primero en un sentido y luego en el otro, sobre la bobina de alambre. Esta distorsión induce una corriente alterna en la bobina de alambre.

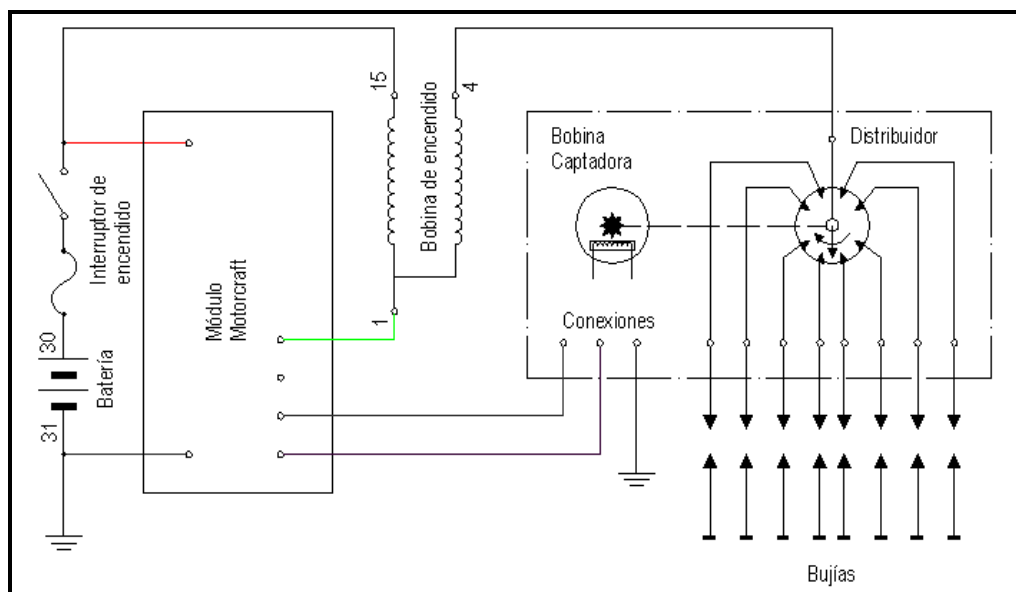
Al aumentar la velocidad de rotación del eje del distribuidor, también aumenta la amplitud (salida de voltaje) del sensor y, lo que es más importante, como la señal de ca es una onda senoidal, la frecuencia de la onda cambia al cambiar la velocidad del eje del distribuidor. La frecuencia de la onda senoidal le indica al módulo de encendido la velocidad y la posición del eje del distribuidor. Puesto que dicho eje está sincronizado con el árbol de levas, el encendido está sincronizado con el árbol de levas, el encendido está sincronizado con los componentes mecánicos del motor. La unidad electrónica de control utiliza la señal de la bobina de captación como disparador para la acción de la bobina de encendido, figura 1



Figura 1.- bobina captadora

PROCEDIMIENTO:

- Revisar el diagrama eléctrico del sistema de encendido por bobina captadora,



- Revisar la continuidad entre los cables del modulo y los puntos de prueba,
- Conectar la batería,
- Conectar cable de alimentación a toma de corriente,
- Revisar que la regleta de alimentación este encendida,
- Medir el voltaje de la batería entre los puntos 30 y 31 del sistema,
- Con la ayuda del óhmetro medir la resistencia en el primario entre los puntos 15 y 1 de la bobina, anote el valor en la tabla I
- Con la ayuda de un óhmetro medir la resistencia en el secundario entre los puntos 4 y 1 de la bobina, anote el valor en la tabla I
- Mida la resistencia de la bobina captadora entre los puntos naranja y violeta, y anote el valor en la tabla I
- Revise el estado de del carbón de la tapa del distribuidor,
- Con la ayuda de un calibrador de laminas revise la calibración de las bujía, y anotar las calibraciones en la tabla II
- Con la ayuda de un óhmetro mida la resistencia en los cables de bujía de cada cilindro, y anote los valores en la tabla III
- Encienda el interruptor de encendido,
- Con la ayuda del voltímetro mida el voltaje que llega al punto 15 de la bobina y punto 31, anote el valor en la tabla IV,



Figura 2.- Analizador de motores Profex.

- Mida las RPM en el multímetro.
- Anote el valor generado por la bobina a 1000, 2000, y 3000 RPM. Registre los valores en la tabla VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Voltaje de la batería _____

Tabla I.- Resistencia en la bobina y bobina captadora

Resistencia del primario	
Resistencia del secundario	
Resistencia bobina captadora	

Tabla II.- Continuidad en cables de bujías

Cable de bobina	
Cable # 1	
Cable # 2	
Cable # 3	
Cable # 4	
Cable # 5	
Cable # 6	
Cable # 7	
Cable #8	

Tabla III.- Calibración de las bujías

Bujía # 1	
Bujía # 2	
Bujía # 3	
Bujía # 4	
Bujía # 5	
Bujía # 6	
Bujía # 7	
Bujía # 8	

Tabla IV.- Voltaje de entrada en la bobina y módulo

Voltaje entrada punto 15	
Voltaje entrada punto 1	
Voltaje de entrada al modulo	

Tabla V.- Voltaje generado en la bobina captadora

Baja velocidad	
Media velocidad	
Alta velocidad	

Tabla VI.- Mediciones de la bobina en el analizador Profex

	1000 RPM	2000 RPM	3000 RPM
Voltaje de la bobina			

PREGUNTAS DE REPASO:

- ¿Grafique la onda generada por la bobina captadora?
- ¿Cual es el principio de funcionamiento del sistema de encendido por bobina captadora?
- ¿El pico en la onda generada permite el corte en el secundario?

- ¿Al variar la velocidad se realiza una variación del periodo o de la amplitud de la onda?, porque
- Graficar los oscilograma de primario y secundario de la bobina

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

ANEXO “D”

**GUÍA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO POR
GENERADOR DE IMPULSO**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ – ESPE LATACUNGA							
PRÁCTICA N°4							
					SISTEMA POR GENERADOR DE IMPULSOS		

OBJETIVOS:

- Comprender el funcionamiento del sistema,
- Realizar verificaciones y mediciones al sistema y elementos del sistema.

EQUIPO NECESARIO:

- Sistema de encendido por generador de impulsos,
- Multímetro,
- Osciloscopio,
- Analizador de motores,
- Calibrador de bujías,
- Juego de destornilladores.

MARCO TEÓRICO:

En sustitución del clásico ruptor mecánico, se han desarrollado en la actualidad diferentes tipos de mando electrónico para la conmutación del encendido. Tales sistemas se de totalmente electrónicos y están completamente exentos de mantenimiento, permitiendo una observancia más exacta del punto de encendido hasta el régimen máximo de revoluciones.

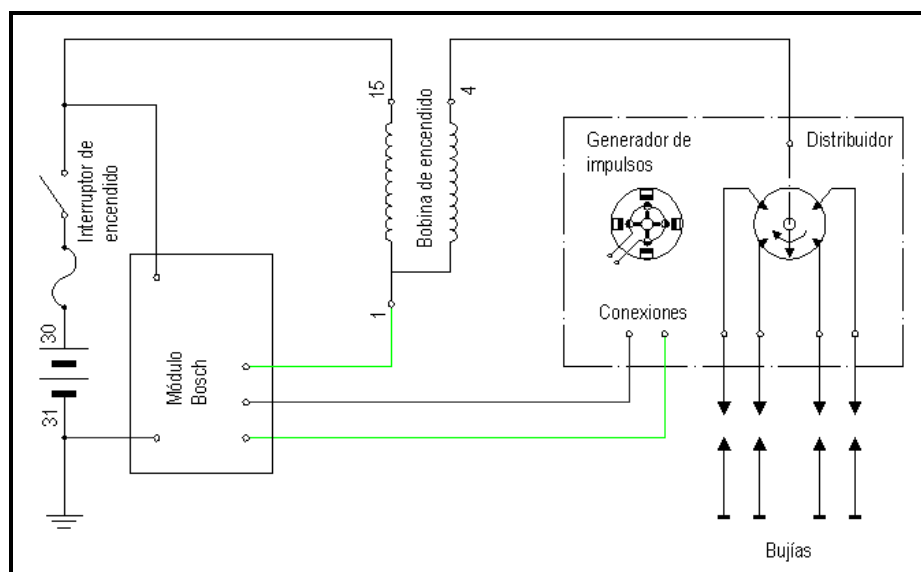
Uno de los sistemas totalmente electrónicos es el de generador de impulsos, donde el ruptor ha sido sustituido por un sistema capaz de engendrar golpes de corriente y entregarles al formador de impulsos, donde son amplificados y transmitidos al circuito de mando de un transistor que realiza la conmutación. Los impulsos suelen ser engendrados mediante generadores de inducción o generadores fotoeléctricos, figura 1



Figura 1.- distribuidor de generador de impulso

PROCEDIMIENTO:

- Revisar el diagrama eléctrico del sistema de encendido por generador de impulsos,



- Revisar la continuidad entre los cables del modulo y los puntos de prueba,
- Conectar la batería,
- Conectar cable de alimentación a toma de corriente,
- Revisar que la regleta de alimentación este encendida,
- Medir el voltaje de la batería entre los puntos 30 y 31 del sistema,
- Con la ayuda del óhmetro medir la resistencia en el primario entre los puntos 15 y 1 de la bobina, anote el valor en la tabla I
- Con la ayuda de un óhmetro medir la resistencia en el secundario entre los puntos 4 y 1 de la bobina, anote el valor en la tabla I
- Mida la resistencia del generador de impulsos entre los puntos verde y café, y anote el valor en la tabla I
- Revise el estado de del carbón de la tapa del distribuidor,
- Con la ayuda de un calibrador de laminas revise la calibración de las bujía, y anotar las calibraciones en la tabla II
- Con la ayuda de un óhmetro mida la resistencia en los cables de bujía de cada cilindro, y anote los valores en la tabla III
- Encienda el interruptor de encendido,
- Con la ayuda del voltímetro mida el voltaje que llega al punto 15 de la bobina y punto 31, anote el valor en la tabla IV,
- Con la ayuda del voltímetro mida el voltaje que llega al punto 1 de la bobina y punto 31, anote el valor en la tabla IV,
- Con la ayuda de un voltímetro mida el voltaje de entrada del módulo entre los puntos 31 y el punto negro con franja roja del módulo y retrace el valor en la tabla IV
- Girar el dimmer en forma horaria para encender el sistema y observar el salto de la chispa,
- Con el osciloscopio de bajo voltaje obtener la curva característica del generador de impulso entre los puntos 31 y verde del generador de impulso,
- Con la ayuda de un voltímetro mida el voltaje generado del generador de impulso, al tener el dimmer a velocidad baja, a media velocidad, alta

velocidad entre los puntos café y verde del generador de impulso, y anote los valores en la tabla V,

- Verificar el cambio de la onda al incrementa la velocidad, con el osciloscopio de bajo voltaje entre los puntos 31 y verde del generador,
- Con el osciloscopio de bajo voltaje obtener el corte en el primario de la bobina entre los puntos 31 y 1,
- Desconecte el negativo de la bobina, con el osciloscopio de bajo voltaje obtener el oscilograma de salida del módulo entre los puntos 31 y verde del módulo,
- Conecte el negativo de la bobina,
- Conecte el analizador de motores PRÜFREX como se indica:
 - Cable Rojo Positivo de la Batería
 - Cable Negro Negativo de la Batería
 - Cable Verde Negativo de la Bobina
 - Cable Azul Alta Tensión de la Bobina
 - Pinza Captadora Primer Cilindro
- Seleccione el número de cilindros en el osciloscopio y en el multímetro del equipo PRÜFREX.
- Obtener los oscilogramas del primario y secundario de la bobina,



Figura 2.- Analizador de motores Profex.

- Mida las RPM en el multímetro.
- Anote el valor generado por la bobina a 1000, 2000, y 3000 RPM. Registre los valores en la tabla VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Voltaje de la batería _____

Tabla I.- Resistencia en la bobina y bobina captadora

Resistencia del primario	
Resistencia del secundario	
Resistencia del generador de impulso	

Tabla II.- Continuidad en cables de bujías

Cable de bobina	
Cable # 1	
Cable # 2	
Cable # 3	
Cable # 4	

Tabla III.- Calibración de las bujías

Bujía # 1	
Bujía # 2	
Bujía # 3	
Bujía # 4	

Tabla IV.- Voltaje de entrada en la bobina y módulo

Voltaje entrada punto 15	
Voltaje entrada punto 1	
Voltaje de entrada al modulo	

Tabla V.- Voltaje generado por generador de impulso

Baja velocidad	
Media velocidad	
Alta velocidad	

Tabla VI.- Mediciones de la bobina en el analizador Profex

	1000 RPM	2000 RPM	3000 RPM
Voltaje de la bobina			

PREGUNTAS:

- ¿Grafique la onda del generador de impulsos?
- ¿Cual es la diferencia entre el generador de impulso y el de bobina captadora?
- ¿El distribuidor de encendido por generador de impulso consta de un eje con levas?
- Grafique los oscilogramas del primario y secundario de la bobina
- ¿Porque aumenta el voltaje en el generador de impulsos al aumentar la velocidad?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

ANEXO “E”

GUÍA DEL SISTEMA DE ENCENDIDO POR EFECTO HALL

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ – ESPE LATACUNGA										
PRÁCTICA N°5										
					SISTEMA POR EFECTO HALL					

OBJETIVOS:

- Comprender el funcionamiento del sistema,
- Realizar verificaciones y mediciones al sistema y elementos del sistema.

EQUIPO NECESARIO:

- Sistema de encendido por efecto hall,
- Multímetro,
- Osciloscopio,
- Analizador de motores,
- Calibrador de bujías,
- Juego de destornilladores.

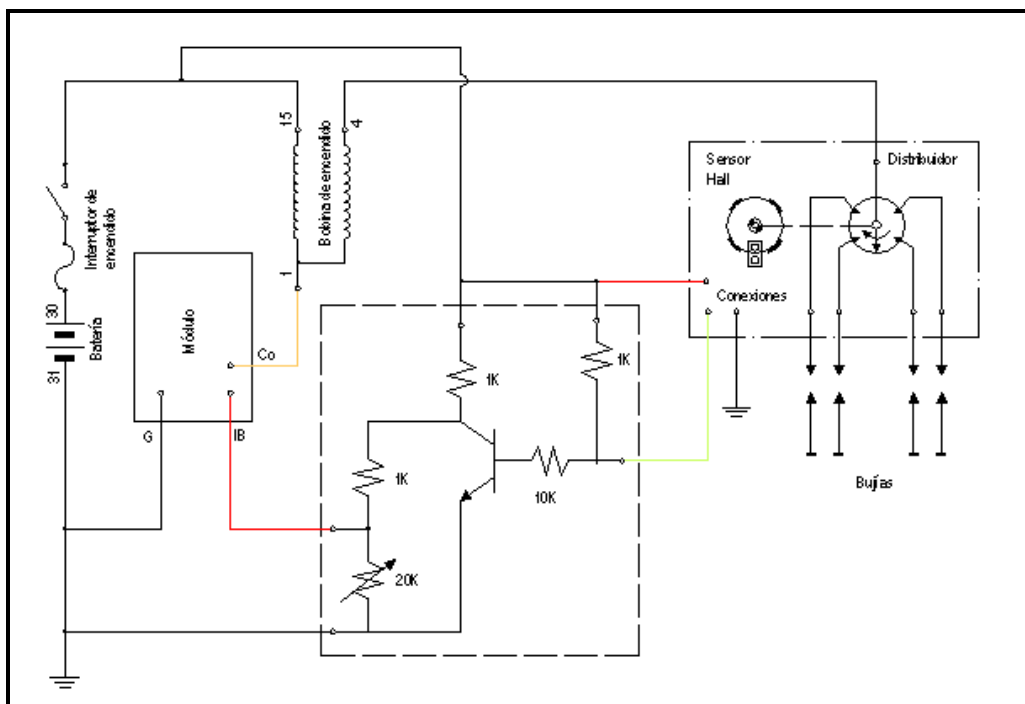
MARCO TEÓRICO:

El efecto Hall se utiliza en los sistemas de encendido electrónico para generar la señal que produce el bloqueo del transistor de potencia. En un encendido electrónico por efecto Hall, que lo vemos en la figura 6.x, se dispone una pantalla obturadora de material diamagnético, solidaria al eje del distribuidor de encendido, con tantas ranuras como cilindros tenga el motor. La pantalla obturadora, en su giro, se interpone entre un cristal semiconductor alimentado con corriente continua y un electroimán. Cuando la parte metálica

de la pantalla se sitúa entre el semiconductor y el electroimán, el campo magnético de este último es desviado y cuando entre ambos se sitúa la ranura del semiconductor, recibe el campo magnético del imán y se genera el efecto Hall.

PROCEDIMIENTO:

- Revisar el diagrama eléctrico del sistema de encendido por efecto hall,



- Revisar la continuidad entre los cables del modulo y los puntos de prueba,
- Conectar la batería,
- Conectar cable de alimentación a toma de corriente,
- Revisar que la regleta de alimentación este encendida,
- Medir el voltaje de la batería entre los puntos 30 y 31 del sistema,
- Con la ayuda del óhmetro medir la resistencia en el primario entre los puntos 15 y 1 de la bobina, anote el valor en la tabla I
- Con la ayuda de un óhmetro medir la resistencia en el secundario entre los puntos 4 y 1 de la bobina, anote el valor en la tabla I

Tabla II.- Continuidad en cables de bujías

Cable de bobina	
Cable # 1	
Cable # 2	
Cable # 3	
Cable # 4	

Tabla III.- Calibración de las bujías

Bujía # 1	
Bujía # 2	
Bujía # 3	
Bujía # 4	

Tabla IV.- Voltaje de entrada en la bobina, módulo y sensor hall

Voltaje entrada punto 15	
Voltaje entrada punto 1	
Voltaje de entrada al modulo	
Voltaje de entrada al sensor	
Voltaje de salida del sensor	

Tabla V.- Mediciones de la bobina en el analizador Prufex

	1000 RPM	2000 RPM	3000 RPM
Voltaje de la bobina			

PREGUNTAS:

- ¿Que función cumple el sensor hall en el sistema?
- ¿Porque se necesita un simulador de la ECM. En el sistema?
- Grafique los oscilogramas del primario y secundario de la bobina
- Que características tiene la onda del sensor hall en comparación con el sistema de generador de impulsos y bobina captadora.

- Puede el sensor hall enviar voltaje de salida de mas de 5 voltios, si o no y porque.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

