



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE - SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

**“ANÁLISIS DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UN
SISTEMA DE ENCENDIDO SIN DISTRIBUIDOR (DIS)”**

JOSÉ LUIS PORTILLA CHACÓN

LATACUNGA – ECUADOR

2006

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto “ANÁLISIS DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE ENCENDIDO SIN DISTRIBUIDOR (DIS)” fue realizado en su totalidad por el señor José Luis Portilla Chacón bajo nuestra dirección y codirección.

Ing. Germán Erazo
Director de Tesis

Ing. Luis Mena
Codirector de Tesis

DEDICATORIA

Este trabajo dedico con todo cariño a mis queridos Padres Hugo e Inés quienes me han dado su amor su apoyo y comprensión.

De igual forma a Rinna, Eduardo, Juan Francisco, Gonzalo y César mi hermano político, quienes con su entusiasmo me impulsaron a seguir adelante en conseguir el objetivo propuesto. Y a toda mi familia que de diferentes maneras contribuyeron durante mi trayectoria estudiantil.

A Florcita por su amor, comprensión y apoyo incondicional, que me estimularon a seguir adelante en esta etapa de mi vida.

Quiero con este pequeño trabajo, demostrar mi gratitud a los esfuerzos de todos quienes han estado a mi lado durante mi formación profesional.

José Luis Portilla Chacón

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios, por darme la vida, la oportunidad de llegar a culminar mi carrera y de permitirme tener una familia.

A mis Padres y hermanos por su constante apoyo y amor incondicional, a la familia López Chacón, a mis tíos Marlene y Mario, por su ayuda generosa en los momentos oportunos, a mi abuelita Lucila por su abnegación, ternura y sus constantes bendiciones.

Doy gracias a los profesores de la Escuela Superior Politécnica del Ejército, en especial al Ing. Germán Erazo, por compartir sus valiosos conocimientos y forjarme para que sea un excelentemente profesional.

A mis compañeros y amigos con quienes he compartido estos años estudiantiles esforzándonos día a día para lograr nuestro objetivo. Me llevo en el corazón lo mejor de cada uno de ellos.

José Luis Portilla Chacón

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE ENCENDIDO SIN DISTRIBUIDOR (DIS)	1
1.1. Introducción	1
1.1.1. Principio de funcionamiento	1
1.1.2. Esquema básico de un sistema de inyección	5
1.1.3. Comparación de los sistemas de encendido	7
1.2. Principio de encendido	12
1.3. Requerimiento de los sistemas de encendido	15
1.3.1. Encendido independiente	17
1.3.2. Encendido simultáneo	18
1.4. Ventajas del sistema de encendido sin distribuidor	26
1.5. Clasificación de los sistemas de encendido	27
1.5.1. Encendido convencional	27
1.5.2. Circuito de encendido	29
1.5.3. La Bobina	30
1.5.4. El Distribuidor	32
1.5.5. Encendido con ayuda electrónica	34
1.5.6. Encendido electrónico sin contacto	35
1.5.7. El generador de impulsos inductivo y efecto hall	36
1.5.8. Encendido Electrónico integral	38
1.5.9. Encendido electrónico por inyección de gasolina	42
1.5.10. Encendido por descarga de condensador	45

II.	ANÁLISIS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO SIN DISTRIBUIDOR	48
2.1.	Chispa de evento y desperdicio	48
2.2.	Oscilogramas del circuito primario y secundario	52
2.3.	Pulsos de disparo del cigüeñal	56
2.4.	Limite de corriente primaria	60
2.5.	Temporización del encendido	64
2.6.	Reglaje del encendido	68
2.7.	Velocidad del motor y temporización del encendido	72
2.8.	Sensor de depresión	75
2.8.1.	Sensor de presión absoluta MAP	75
2.8.2.	Control del ECM según información del MAP	78
2.8.3.	Código 33.- Señal de voltaje del MAP demasiado alta	79
2.8.4.	Código 63.- Señal de voltaje del MAP demasiado alta bajo vacío	81
2.8.5.	Código 64.- Señal de voltaje del MAP demasiado baja alto vacío	82
2.8.6.	Código 34.- Señal de voltaje del MAP demasiado baja alto vacío	84
2.8.7.	Sensor MAP por variación de tensión	86
2.8.8.	Sensor MAP por variación de frecuencia	87
2.9.	Temperatura del motor y temporización del encendido	87
2.9.1.	Sensor de temperatura del refrigerante del motor (CTS)	88
2.9.2.	Código 14.- Señal de voltaje del CTS demasiado baja alta temperatura	90
2.9.3.	Código 15.- Señal de voltaje del CTS demasiado alta baja temperatura	91
2.10.	Control de golpeteo	93

III.	SELECCIÓN, CARACTERÍSTICAS Y MONTAJE DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO	98
3.1.	Introducción	98
3.2.	Antecedentes	98
3.3.	Objetivo General	99
3.4.	Objetivos específicos	99
3.5.	Planteamiento del problema	100
3.6.	Justificación	100
3.7.	Información general	101
3.8.	Construcción y característica del módulo de prueba	102
IV.	PRUEBA DEL MÓDULO DEL SISTEMA DIS	116
4.1.	Características del tablero	116
V.	PRUEBAS Y OBTENCIÓN DE PARÁMETROS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DIS.	126
5.1.	Diagrama eléctrico del sistema de encendido DIS	126
5.2.	Chispa de evento y desperdicio	129
5.3.	Verificación de componentes del circuito primario	131
5.4.	Verificación del circuito de encendido DIS mediante el osciloscopio	134
	CONCLUSIONES	139
	RECOMENDACIONES	140
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de encendido conjuntamente con la alimentación de combustible son los sistemas que más han experimentado cambios de diseño desde la aplicación de la electrónica como herramienta de control.

Todos los sistemas de encendido operan bajo el mismo principio básico de cambiar la corriente de bajo voltaje del circuito primario, en corriente de alto voltaje en el circuito secundario, para encender las bujías. Las demandas cada vez más altas de control de emisiones y requisitos de economía de combustible que determinaron un control más exacto y uniforme de la sincronización del encendido y la chispa. Los sistemas electrónicos permiten controlar la operación del motor con mayor exactitud y facilidad que lo hacían los dispositivos electromecánicos.

Con la incorporación de la inyección electrónica de combustible hoy es muy común encontrar sistemas de inyección y encendido integrados, donde un microprocesador gobierne el encendido y la inyección, utilizando señales de los mismos captadores para determinar el momento de encendido, su avance, el inicio y duración de la inyección.

Con los sistemas de encendido sin distribuidor (DIS), carente de partes móviles se ha logrado mayor eficiencia en la combustión del motor aumentando la potencia reduciendo las emisiones.

Se desea construir un módulo de entrenamiento de un sistema de encendido sin distribuidor con el objetivo de que el estudiante pueda adquirir conocimientos destrezas y habilidades al realizar sus prácticas en este módulo.

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 la electricidad y electrónica aplicadas en los modernos automóviles

El tema propuesto, se orienta a obtener profesionales capacitados para solucionar problemas competentes en los sistemas de encendido sin distribuidor de motores de combustión interna.

La realización de este proyecto es muy importante ya que el estudio de este tema logrará que como futuros ingenieros nos especialicemos y obtengamos mayor experiencia que luego podremos en práctica en nuestro desarrollo profesional en la reparación, adaptación y optimización de los diferentes sistemas de encendido sin distribuidor 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, avance de encendido, alta compresión, mayor distancia disruptiva de la bujía de encendido para mejorar resultados en la potencia máxima del motor, torque, economía en el consumo de combustible, reducción de la emisiones de gases nocivos y eliminación del golpeteo del motor.

I. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE ENCENDIDO SIN DISTRIBUIDOR (DIS)

1.1 Introducción.

El equipo de encendido constituye actualmente un complejo sistema electrónico que controla también la inyección de combustible e incorpora avanzada tecnología. El principio de funcionamiento, a partir de una batería de 12 voltios, genera voltajes lo suficientemente elevados como para superar el espacio entre los electrodos de las bujías.

1.1.1 Principios de Funcionamiento.

Cuando las líneas de fuerza de un campo magnético son interrumpidas por un conductor (alambre) en movimiento, se crea en éste una corriente eléctrica. Este fenómeno es conocido con el nombre de inducción electromagnética.

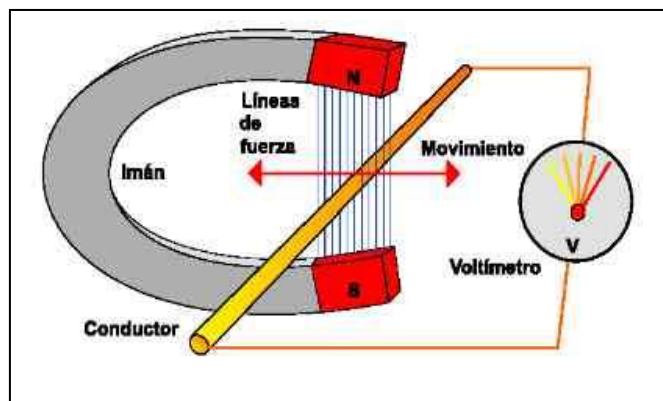


Figura 1.1 Líneas de fuerzas de un campo magnético

“Este fenómeno se manifiesta de igual manera ya sea que se mueva el campo magnético, el conductor o ambos. Obviamente, el voltaje inducido en el conductor variará según la intensidad del campo magnético pero también tendrá que ver la velocidad con que se mueva el conductor o

el campo magnético. Asimismo, si enrollamos el conductor formando una bobina y con ella interrumpimos las líneas de fuerza, el voltaje en el conductor se multiplicará tantas veces como vueltas del alambre pasen a través del campo.”¹

Este fenómeno también es reversible, es decir, que si una corriente eléctrica fluye por un conductor, alrededor de éste se crea un campo magnético.

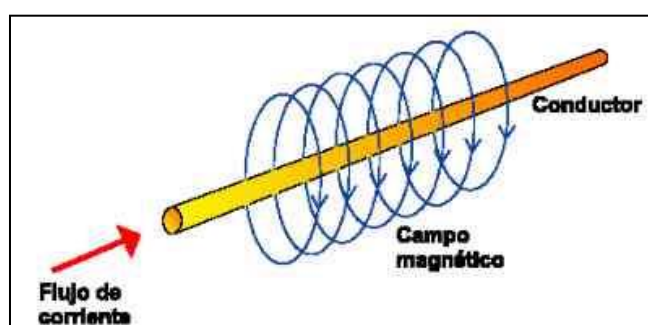


Figura 1.2 Flujo de corriente

En la figura 1.3 se aprecia la estructura básica de un transformador de encendido. La corriente de la batería (12V) fluye por el arrollamiento primario y crea un potente campo magnético que se concentra en el núcleo y envuelve al arrollamiento secundario. Al interrumpirse la corriente por medio del sistema electrónico de encendido, el campo se colapsa hacia el núcleo férreo atravesando en su camino al arrollamiento secundario donde se induce un elevado voltaje (35 000 V aprox.) Este proceso de carga y descarga del transformador se repite tan rápido como lo requiera el régimen del motor para el encendido de las bujías

¹ CUESTA, Gabriel. Camiones y Vehículos Pesados. Editorial Cultural, Madrid –España, 2003
Pág. 237

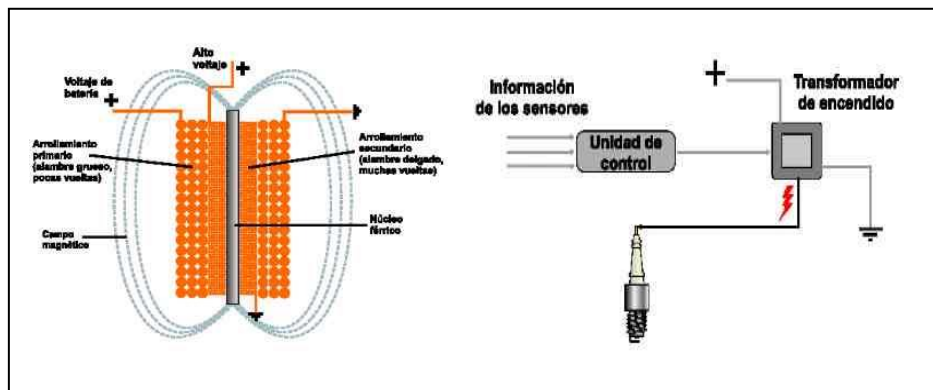


Figura 1.3 Transformador de encendido

El encendido electrónico es un concepto muy amplio pues existen tantos sistemas diferentes como recursos tecnológicos. Algunos sistemas a base de transistores; otros con sistema Hall y algunos más que utilizan un reluctor, todos realizan, a un nivel de alta tecnología, lo que el sistema mecánico de platinos desempeñó durante muchos años para lograr el mismo objetivo.

Sobre estas líneas se encuentra un esquema muy simplificado de un sistema de encendido electrónico donde la Unidad de Control se encarga de abrir y cerrar el circuito primario, con base en la información que le llega de los sensores indicándole las condiciones de funcionamiento del motor.

Un sistema de encendido sin distribuidor es totalmente electrónico por lo que son eliminadas las partes móviles; con esto se evitan desgastes y la necesidad de mantenimiento. Como ya sabemos, la Unidad de Control recibe información de los sensores acerca de las condiciones de funcionamiento del motor y además, recibe la señal de un transmisor Hall ubicado frente al engrane del árbol de levas, de tal modo que puede leer las vueltas que da éste. Con base en esta señal, la Unidad de Control ordena al transformador el disparo de alto voltaje en la secuencia determinada por el orden de encendido. Este voltaje sale en ese orden, directamente de la etapa final del transformador hacia las bujías.

El sistema de la figura 1.4 corresponde a un motor VW VR6, donde el orden de encendido es determinado por la Unidad de Control a través del transformador de encendido.



Figura 1.4 Inyección electrónica

Con la inyección controlada electrónicamente, el motor obtendrá precisamente lo que necesita, en el momento en que lo necesita y en la cantidad exacta en que lo necesita, sin márgenes holgados de tolerancia, debido a que en la memoria de la unidad de control están previstas todas las posibilidades de operación del motor.

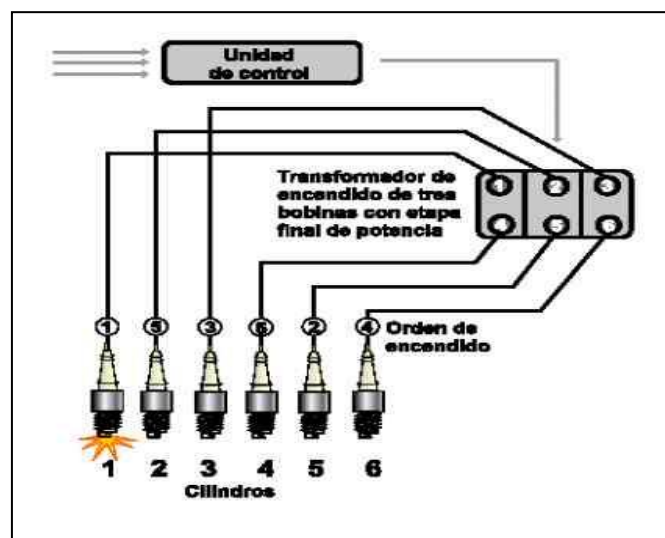


Figura 1.5 Orden de encendido.

“La inyección electrónica permite aproximarse al motor ideal con "cero emisiones", es decir, con una combustión tan completa que el combustible se consume totalmente sin dejar residuos contaminantes. Sin embargo no es así en la práctica, debido a los constantes cambios de régimen de operación en el tráfico congestionado de las grandes ciudades, donde la marcha mínima alterna con aceleraciones súbitas, arranques y paradas frecuentes”.²

1.1.2 Esquema Básico de un sistema de inyección.

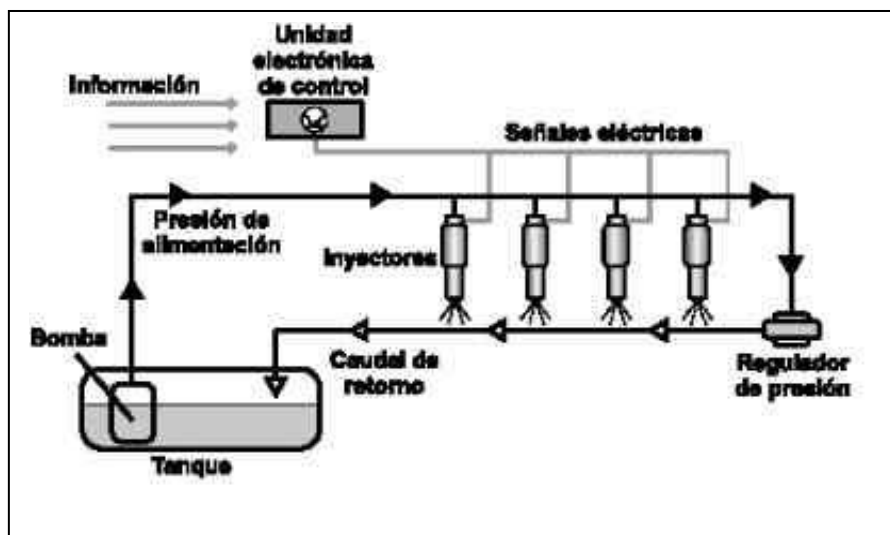


Figura 1.6 Sistema de inyección

Dentro de los sistemas de inyección electrónica existen algunas diferencias, dependiendo de las características de los motores en los que se aplican. El cuadro siguiente puede darnos una idea de esas diferencias.

² http://mecanicavirtual.iespana.es/inyeccion_gasolina1.htm



Figura 1.7 Tipos de inyectores

- **Por la ubicación del inyector.**
 - 1- Los inyectores están en los puertos de entrada de las válvulas.
 - 2- Es un sólo inyector central en lugar del carburador.
 - 3- El inyector dispara directamente en el interior de la cámara de combustión (Diesel).
- **Por el régimen de trabajo del inyector.**
 - 1- El inyector emite disparos intermitentes, que pueden ser simultáneos (todos los inyectores al mismo tiempo) o en secuencia (1-3-4-2).
 - 2- El inyector emite un disparo continuo de cantidad variable.
- **Por la operación del inyector.**
 - 1- Los inyectores trabajan al recibir una señal eléctrica.
 - 2- Los inyectores funcionan por presión hidráulica.

Sistema DIS: se conoce como sistema DIS (sistema de encendido directo), a los componentes, que remplazan la función del distribuidor.

Un sistema DIS esta compuesto de los siguientes: Bobinas, una para cada cilindro o pistón (en algunos casos son duales, o sea una para

dos pistones). La chispa en la bobina, se origina por contracción, al cortarse la corriente en su circuito primario.

Este sistema se vale de un sensor de posición de cigüeñal. Este sensor lleva la señal al módulo de encendido, el módulo de encendido, recibe la señal y corta la corriente para que se origine la contracción, y se genere la chispa.

La función es rápida y repetitiva, que en este sistema, es importante conectar de una manera adecuada, el sensor de posición del cigüeñal, al conector y alambrado, que lleva la señal al módulo. Con frecuencia hemos encontrado, estas partes dañadas mordidas o quemadas, dando como consecuencia fallas intermitentes. Como aquella de fallar cuando el motor esta caliente, y volver a funcionar cuando se enfría.

1.1.3 Comparación de los Sistemas de encendido

➤ Platinos (Puntos)

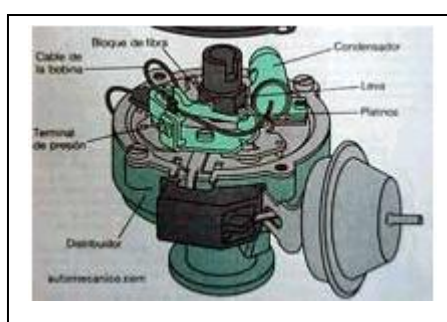


Figura 1.8 Distribución Platinos

- “**Distribuidor.**”- En este caso, el distribuidor tiene un engrane en la parte baja, que conecta, al árbol de levas, (también mueve la bomba de aceite, en algunos casos) y en la parte de arriba, esta

flecha, lleva una deformación, que podríamos llamarles jorobas, parecidas a las del árbol de levas, y lleva tantas jorobas, como bujías lleve el motor. Cuando da vueltas, estas jorobas son las encargadas, de abrir y cerrar los platinos.

- **Bobina.-** Es una bobina, típica de forma cilíndrica,
- **Platinos (puntos).-** Los platinos hacen el trabajo de un interruptor, de alta velocidad, la función de abrir y cerrar, lo hace obedeciendo al numero de jorobas que tiene, la flecha o eje del distribuidor, cada vez que el platino se separa, se corta la corriente en la bobina, y se genera la contracción que, origina la chispa de alto voltaje.
- **Condensador.-** Cuando los puntos, abren y cierran, cortan y conectan la corriente, el problema, se origina, a que este tipo de conexión genera un arco de chispa, que queman, o pegan los puntos. El condensador, es el encargado de resistir, o amortiguar el voltaje, evitando con esto, que los puntos, se calienten y suelten baba metálico.
- **Rotor y tapa de distribuidor.-** El rotor, acompaña, a la flecha o eje en su rotación, distribuyendo, la chispa entre los conectores de la tapa.
- **Cables y bujías.-** Los cables, (chicotes), y bujías, son los encargados de trasladar, la chispa hacia la cámara de combustión.”³

³ VARGAS, Juan Carlos. Manual de Mecánica. Editorial Intermedio, Bogotá–Colombia, 1999. Pág. 32

➤ **Distribuidor electrónico**



Figura 1.9 Distribuidor electrónico

- **Distribuidor.-** En este tipo de encendido, existen distribuidores, que ya no llevan engranes en la parte baja, debido a que están diseñados con una muesca de posición fija, de tal manera que solo encajan en la posición de encendido para el pistón # 1.
- **Bobina.-** Las bobinas cilíndricas, y bobinas de alto encendido, algunas de ellas posesionadas dentro del distribuidor. (Como se muestra en la figura 1.9); estas bobinas, generan chispa; en base al trabajo de rotación del reluctor dentro del distribuidor.
- **Pick coil [bobina captadora].-** La Bobina captadora, es la encargada, de captar, los impulsos magnéticos del momento en que el reluctor, o estrella, alinea sus puntas, con el magneto receptor[bobina captadora], Esta señal es enviada hacia el módulo de encendido.(la señal es interpretada, para cortar la corriente, logrando con esto la contracción en la bobina de encendido) El pick coil esta instalado en la base, o parte baja central del distribuidor; la flecha o eje del distribuidor, pasa por la parte central, rotando, y alineando sus puntas, con el magneto receptor .

- **Módulo de encendido.-** El módulo de encendido [ignición module, pastilla], es un componente, que reemplaza la función del condensador y al mismo tiempo evita el constante cambio de platinos. La función o trabajo que realiza, lo consigue en base a un sistema de diodos instalados dentro del módulo.
- **Rotor y tapa de distribuidor.-** El rotor, acompaña, a la flecha o eje en su rotación, distribuyendo, la chispa entre los conectores de la tapa.
- **Cables y bujías.-** Los cables, (chicotes), y bujías, son los encargados de trasladar, la chispa hacia la cámara de combustión.

➤ **DIS Sistema de Encendido Directo**



Figura 1.10 Bobinas encendido DIS

- **Sensor de posición del árbol de levas.-** En este caso, no hay distribuidor, la señal de posición llega al módulo electrónicamente, este sensor se encuentra posesionado, regularmente, en el mismo lugar, donde se instalaba anteriormente el distribuidor.

- **Bobina.-** Estas bobinas, por lo general, se mantienen entregando chispa, obedeciendo al sensor de posición del cigüeñal, y árbol de levas.
- **Sensor de posición de cigüeñal.-** Este sensor, posesionado cerca del cigüeñal detecta la rotación del mismo, debido a una especie de rueda con ventanas acoplada al cigüeñal, la señal es enviada al módulo de encendido. Aquí se administra el corte de corriente, que genera la contracción, en las bobinas, originándose la chispa de alto voltaje.
- **Módulo de encendido.-** La función primaria es igual, la diferencia, se encuentra en el programa, instalado dentro de el, la chispa, es entregada en forma constante y que además son varias bobinas, en algunos modelos; 1 por cilindro.
- **Rotor y tapa de distribuidor no aplica.-** No hay rotor, ni tapa (no hay distribuidor) Las bobinas conectan directamente hacia las bujías.
- **Cables y bujías.-** Aquí, la función es la misma, en cuanto a trasladar la chispa, pero difieren en cuanto a la figura, y diseño de cable, debido a que en algunos casos, las bobinas vienen instaladas en los cables.

Cuando un sistema usa distribuidor; el hecho de conectar la señal de chispa; de la bobina al rotor, del rotor a los conectores de la tapa, de los conectores a los cables o chicotes, de los cables a las bujías; se puede considerar un tramite, que desgasta la intensidad de la chispa, que finalmente llega a la bujía. Por defecto, el sistema DIS, conecta directamente la chispa a la bujía.

1.2 Principio de encendido.

En la figura 1.11, mostramos, un conjunto de bobinas para un motor de 4 cilindros, A este sistema, se le conoce como sistema de distribución directa (DIS).



Figura 1.11 Bobina DIS

Las bobinas de encendido sirven para generar la chispa que el distribuidor entrega a cada una de las bujías, la diferencia entre la bobina de forma cilíndrica, y la HEI radica en la capacidad que tiene cada una de ellas, para poder generar un arco de chispa, entre los electrodos de las bujías.

“La bobina HEI, produce un arco de chispa, muy superior a las de forma cilíndrica tradicionales; los distribuidores con platinos o puntos, usaban una apertura (gap) entre los electrodos de las bujías de 0.035 in máxima mientras que la bobina HEI, puede soportar una apertura de 0.065 in.

Se denomina apertura a la distancia que hay, entre los electrodos de cada bujía, mientras mas abierta, sea la distancia, más grande sería el arco de la chispa, de esta manera, la mezcla de aire gasolina dentro, de la cámara de combustión, se puede inflamar con mas facilidad, que con una chispa débil”.⁴

⁴ CROUSE WILLIAM H., Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil, Editorial Alfa Omega Marcombo, 1992. México. Pág. 135

El Sistema DIS utiliza bobinas que entregan chispa, constante a las bujías y se diferencian del distribuidor tradicional, porque en este caso la chispa, no es distribuida de bujía a bujía.



Figura 1.12 Bloque de Bobinas

En la Figura 1.2 se observa tres bobinas con sus 6 conectores lo que indica, que es para un motor de 6 cilindros, estamos de acuerdo, que para que la bobina genere chispa el distribuidor tendría que hacer la función de cortar la corriente; pero; en este caso ya no tenemos distribuidor, solo bobinas; Las bobinas generen alto voltaje debido a que, bajo el cuerpo de ensamblaje de las bobinas está un módulo de encendido, en forma diferente a las que ya conocemos, este módulo responde a señales programadas en la computadora de a bordo.

En la polea principal del cigüeñal, está instalado una especie de reluctor, que están diseñadas varias ventanas; las mismas que al pasar por un sensor, instalado, y fijo al motor, originan el corte de corriente a la bobina, y por consiguiente, se origina la chispa.

Es necesario considerar que el cigüeñal tiene que dar 2 vueltas, para que el árbol de levas de 1; por esta razón; cada bobina está diseñada con 2 conectores los mismos que están numerados para ser utilizados por dos

pistones que suben al mismo tiempo. Supongamos que el reluctor, alinea la ventana del pistón numero 1 con el sensor; en ese momento se origina una chispa para el pistón # 1 y por el otro conector de la bobina, se origina una chispa mas débil para el pistón # 4; luego sucederá lo mismo con el pistón # 2 y 5 y seguirá el # 3 y 6 y en la siguiente vuelta del cigüeñal, la chispa seguirá el orden siguiente: #4 chispa fuerte # 1 chispa débil, y seguirá #5 y 2 y luego #6 y 3.. Resumiendo el orden de encendido es 1 2 3 4 5 6

Los motores de 4 y 8 cilindros, funcionan de la misma manera, teniendo en cuenta el orden de encendido, y tener bien claro el numero de los pistones, que suben al mismo tiempo .Si se cambia la posición de los cables en las bobinas, la falla quedara limitada, a la experiencia que usted tenga, con relación a la fuerza, y poder que usted le conoce a su vehiculo, porque el motor seguirá funcionando, debido a que el cable que conecto mal también tiene chispa, aunque débil; y este hecho hace que uno no tome conciencia total de la falla , aunque un motor de 4 cilindros, es mas sensible a este tipo de falla; por eso es muy importante tener un conocimiento completo de este sistema

La chispa débil llega a la cámara de combustión cuando el pistón está expulsando gases sobrantes de la explosión, la idea es que ayude a inflamarlo y así los residuos contaminantes sean más bajos.

Los motores que tienen diseñados, sus engranes para el distribuidor por ejemplo el motor 2.3 de la Ford, tiene su banda del tiempo sincronizado a una rueda dentada del distribuidor. En estos casos se debe ignorar, la sincronización de la rueda del distribuidor; y únicamente tratarla, como una rueda de apoyo.

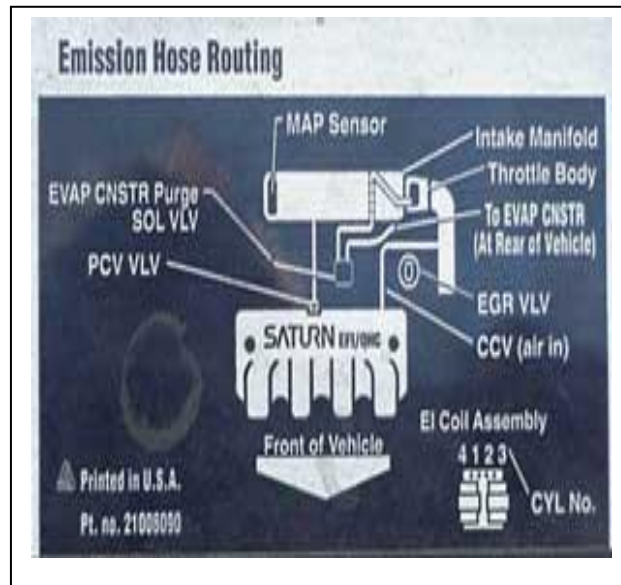


Figura 1.13 Sistema de emisiones

En la figura 1.13 se muestra una etiqueta, que identifica la diferencia. El sistema DIS se constituye a diferencia del distribuidor, en parte importante del sistema de emisiones. Los ajustes o afinamientos vienen, preajustados de fábrica. No hace falta ni necesita, ajustes, debido, a que, es el computador, el encargado de mantener, una combustión libre de contaminantes. (Es muy importante tomar conocimiento de esto, porque también origina cambios en nuestro, criterio tradicional de diagnostico)

1.3 Requerimientos de los sistemas de encendido.

En un principio se utilizaron las bobinas dobles de encendido (figura 1.14) pero se mantenían los cables de alta tensión como vemos en la figura 1.15. A este encendido se le denomina: sistema de encendido sin distribuidor o también llamado encendido "estático".

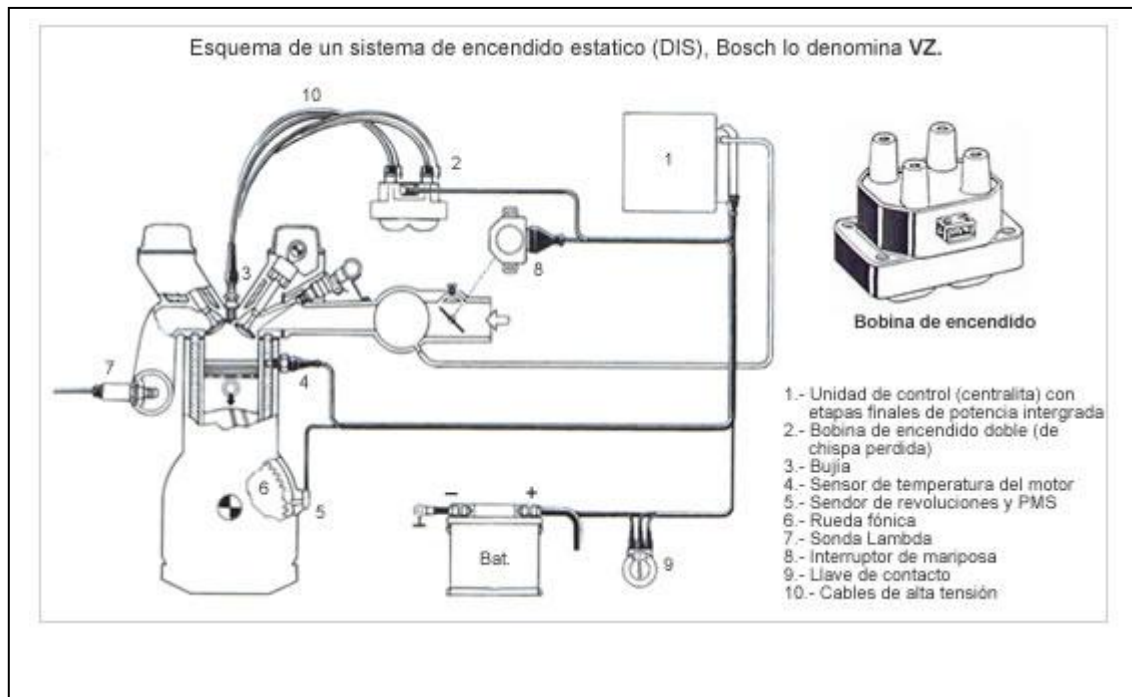


Figura 1.14 Chispa perdida

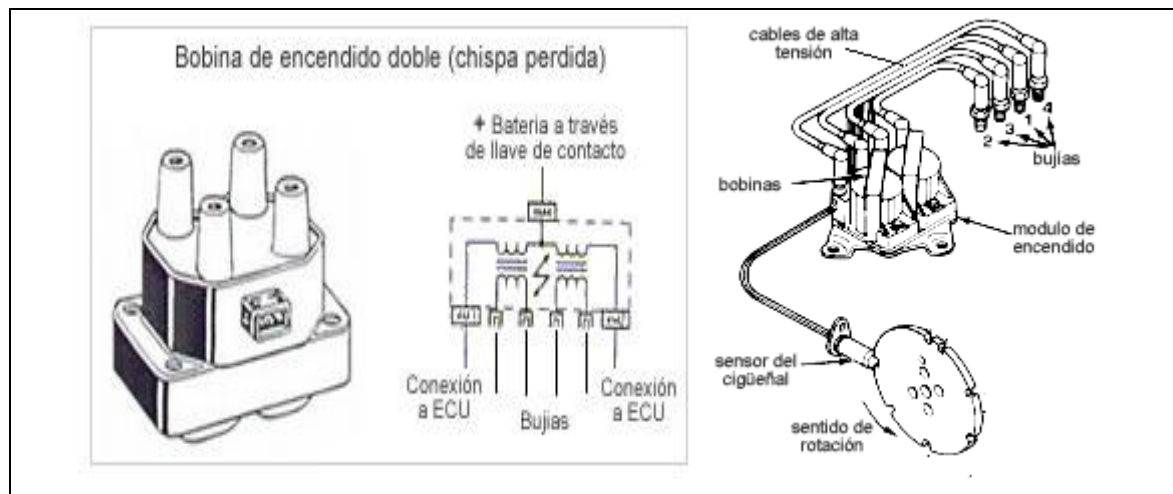


Figura 1.15 Esquema de un sistema de encendido sin distribuidor para un motor de 4 cilindros

“Una evolución en el sistema DIS ha sido integrar en el mismo elemento la bobina de encendido y la bujía (se eliminan los cables de alta tensión). A este sistema se le denomina sistema de encendido directo o también conocido

como encendido estático integral, para diferenciarle del encendido estático aunque los dos eliminen el uso del distribuidor.”⁵

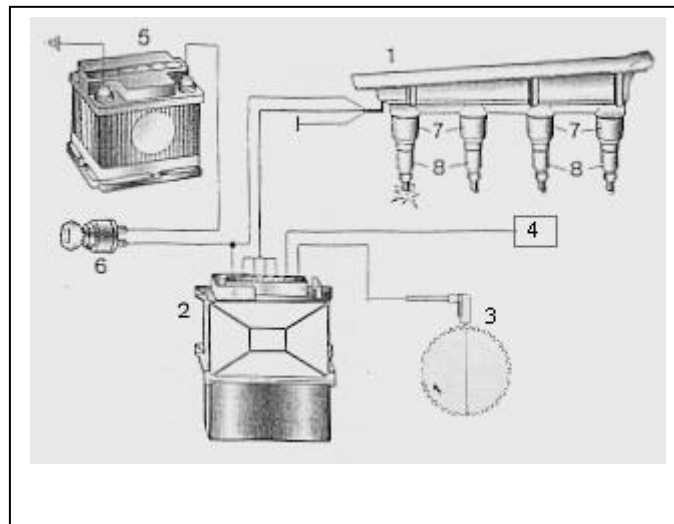


Figura 1.16 Esquema de un sistema de encendido directo para motor de 4 cilindros.

- 1.- Módulo de alta tensión
- 2.- Módulo de encendido, unidad electrónica.
- 3.- Captador posición-régimen.
- 4.- Captador de presión absoluta.
- 5.- Batería.
- 6.- Llave de contacto.
- 7.- Mini bobina de encendido.
- 8.- Bujías.

1.3.1 Encendido independiente

Utiliza una bobina por cada cilindro.

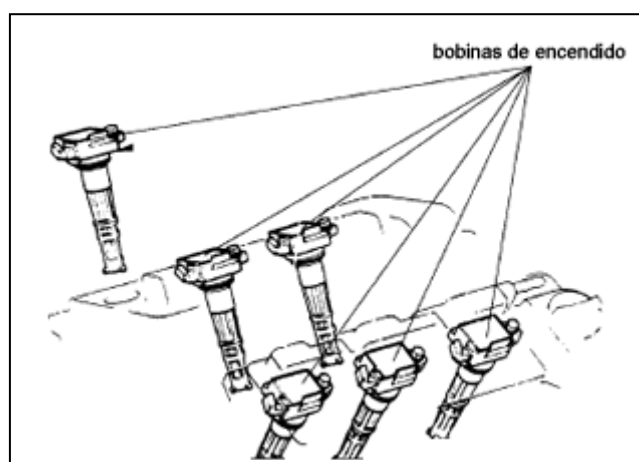


Figura 1.17 Sistema DIS implantado en un motor en "V" de 6 cilindros.

⁵ http://mecanicavirtual.iespana.es/inyeccion_gasolina1.htm

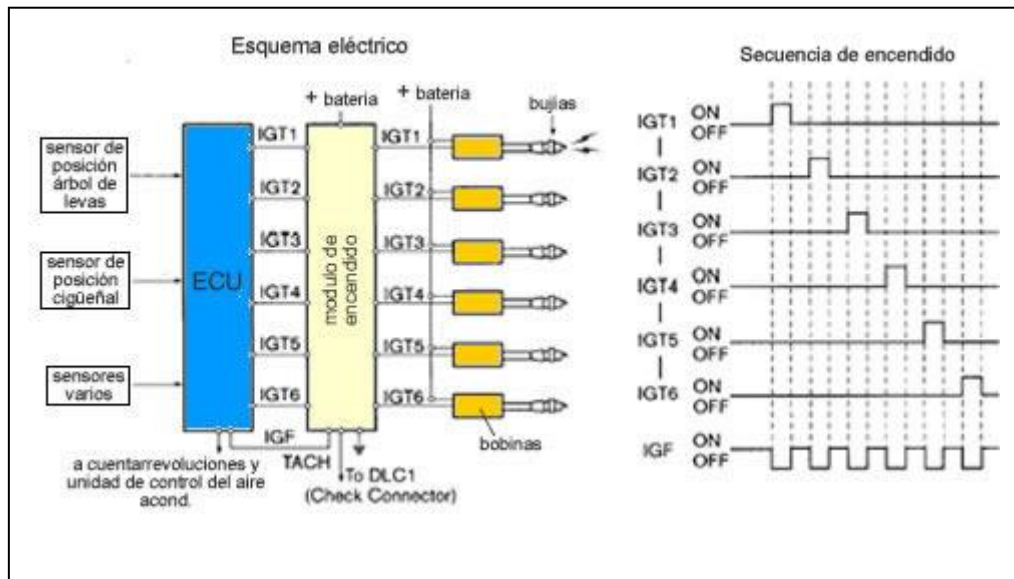


Figura 1.18 Sistema de distribución de un encendido independiente

1.3.2 Encendido simultáneo

Utiliza una bobina por cada dos cilindros. La bobina forma conjunto con una de las bujías y se conecta mediante un cable de alta tensión con la otra bujía.

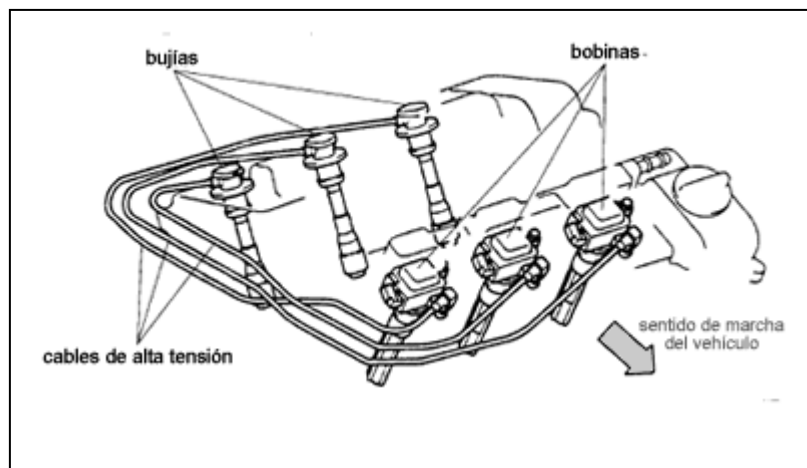


Figura 1.19 Sistema DIS implantado en un motor en "V" de 6 cilindros.

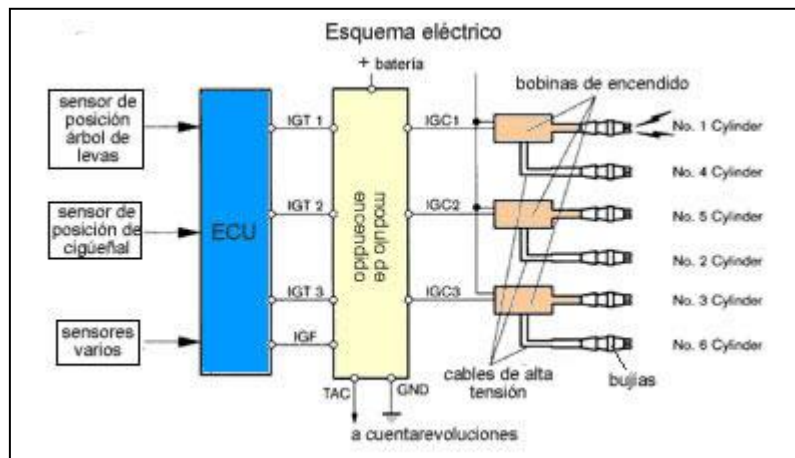


Figura 1.20 Sistema de distribución de un encendido simultáneo

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

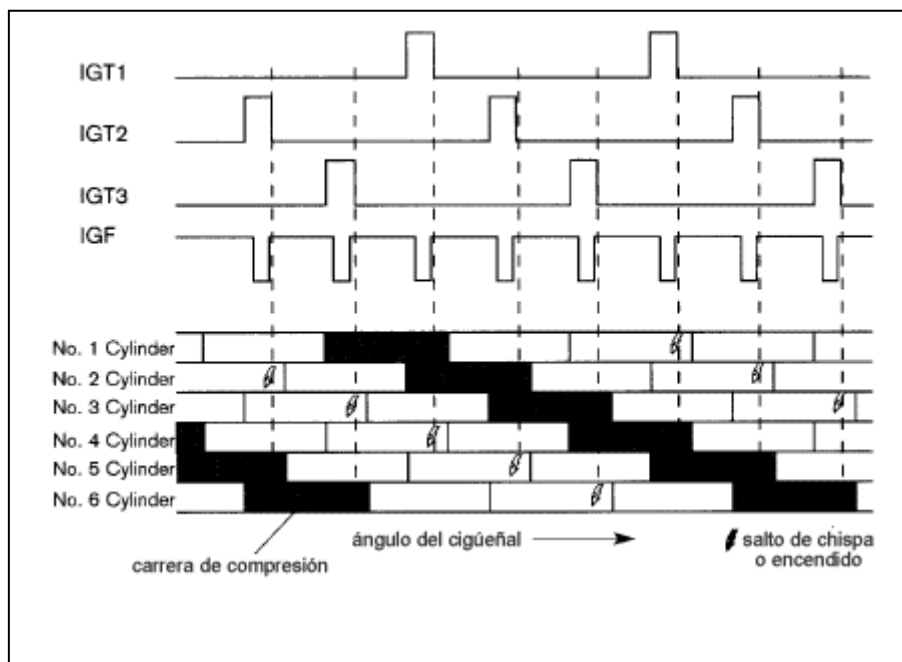


Figura 1.21 Secuencia de encendido en un sistema de encendido "simultáneo" ("chispa perdida").

Se observa como salta chispa en el cilindro número 2 y 5 a la vez, pero solo está el cilindro número 5 en compresión.

Las bujías utilizadas en este sistema de encendido son de platino sus electrodos, por tener como característica este material: su estabilidad en las distintas situaciones de funcionamiento del motor.

El voltaje necesario para que salte la chispa entre los electrodos de la bujía depende de la separación de los electrodos y de la presión reinante en el interior de los cilindros. Si la separación de los electrodos está regulada igual para todas las bujías entonces el voltaje será proporcional a la presión reinante en los cilindros. "La alta tensión de encendido generada en la bobina se dividirá teniendo en cuenta la presión de los cilindros. El cilindro que se encuentra en compresión necesitara más tensión para que salte la chispa que el cilindro que se encuentra en la carrera de escape"⁶. Esto es debido a que el cilindro que se encuentra en la carrera de escape está sometido a la presión atmosférica por lo que

⁶ CASTRO, Miguel, Manual del Automóvil. Editorial CEAC. Barcelona-España. 2003

necesita menos tensión para que salte la chispa. Si se compara un sistema de encendido DIS y uno tradicional con distribuidor tenemos que la alta tensión necesaria para hacer saltar la chispa en la bujía prácticamente es la misma. La tensión que se pierde en los contactos del rotor del distribuidor viene a ser la misma que se pierde en hacer saltar la "chispa perdida" en el cilindro que se encuentra en la carrera de escape de un sistema de encendido DIS.

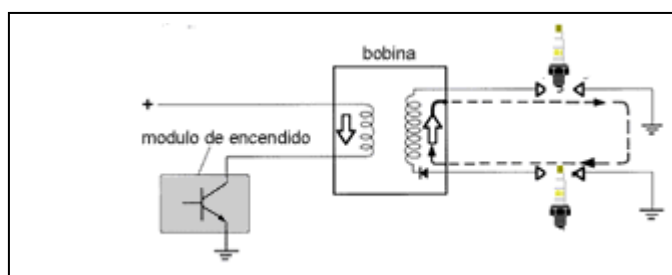


Figura 1.22 Corriente eléctrica

En este sistema de encendido la corriente eléctrica hace que en una bujía la chispa salte del electrodo central al electrodo de masa, y al mismo tiempo en la otra bujía la chispa salta del electrodo de masa al electrodo central.

El "igniter" o módulo de encendido será diferente según el tipo de encendido, siempre dentro del sistema DIS, y teniendo en cuenta que se trate de encendido:

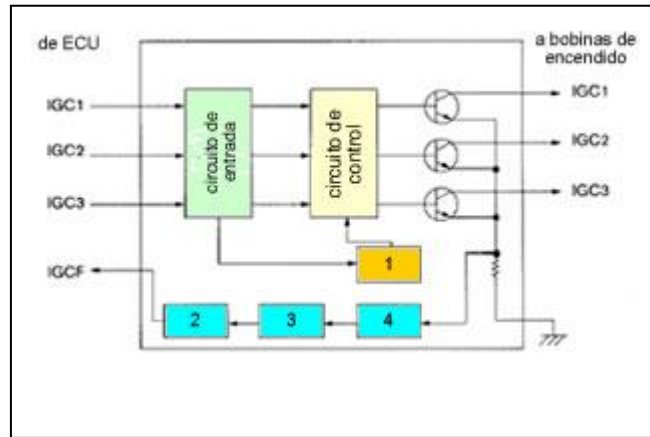


Figura 1.23 Módulo de encendido simultáneo: 1.- circuito prevención de bloqueo; 2.- circuito señal de salida IGF; 3.- circuito detección de encendido; 4.- circuito prevención de sobre corrientes.

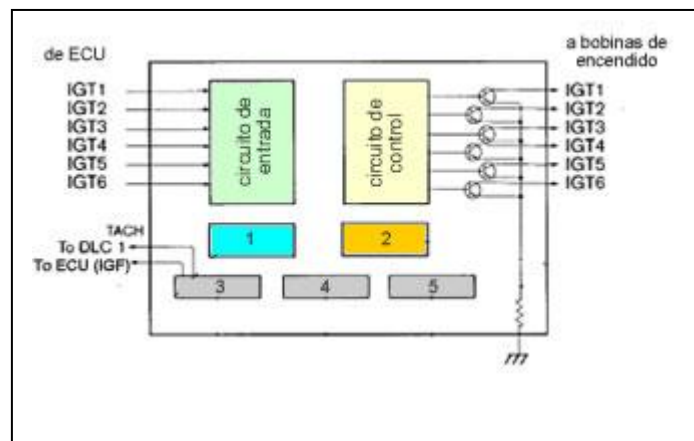


Figura 1.24 Módulo de encendido independiente: 1.- circuito de control de ángulo Dwell; 2.- circuito prevención de bloqueo; 3.- circuito de salida señal IGF; 4.- circuito detección de encendido; 5.- control de corriente constante.

Existe una evolución a los modelos de encendido y es el que integra la bobina y el módulo de encendido en el mismo conjunto.

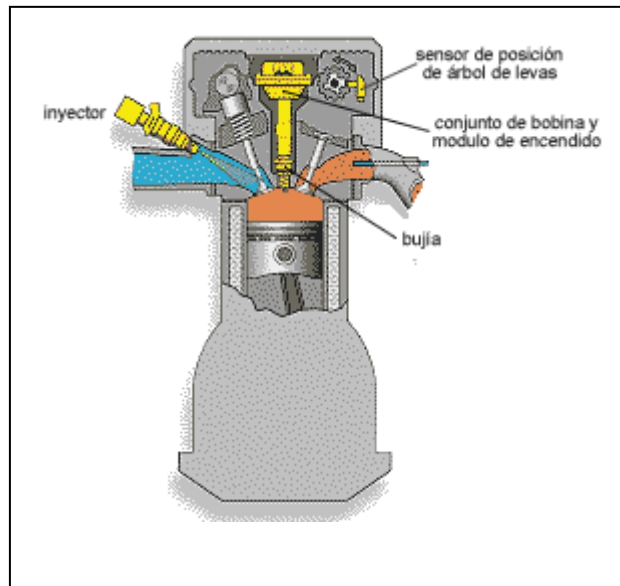


Figura 1.25 Módulo de encendido en el mismo conjunto

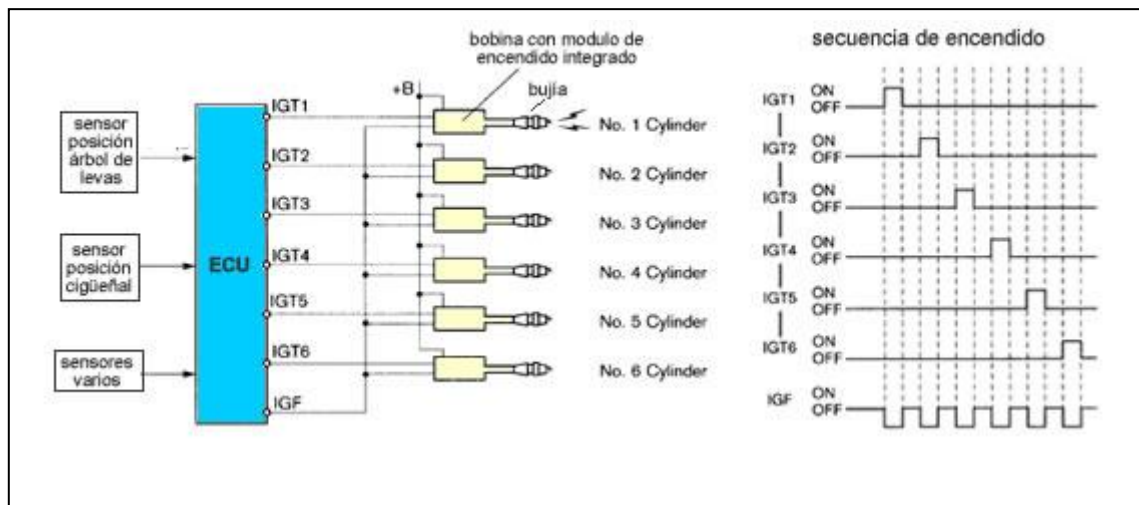


Figura 1.26 Distribución de encendido

Las bobinas de encendido utilizadas en el sistema DIS son diferentes según el tipo de encendido para el que son aplicadas.

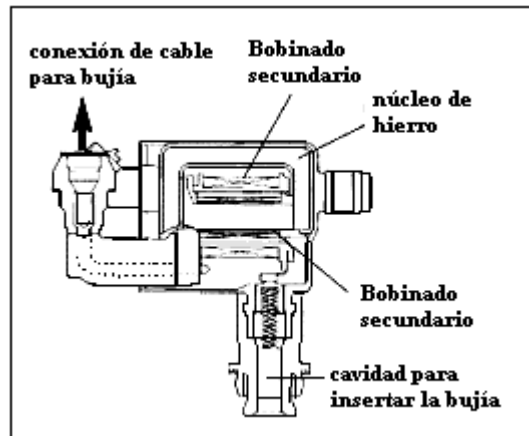


Figura 1.27. Esquema eléctrico de la bobina "simultáneo".

Las dos imágenes de las figuras 1.27 y 1.28 son el mismo tipo de bobina de encendido, con la diferencia de que una es más alargada que la otra para satisfacer las distintas características constructivas de los motores.

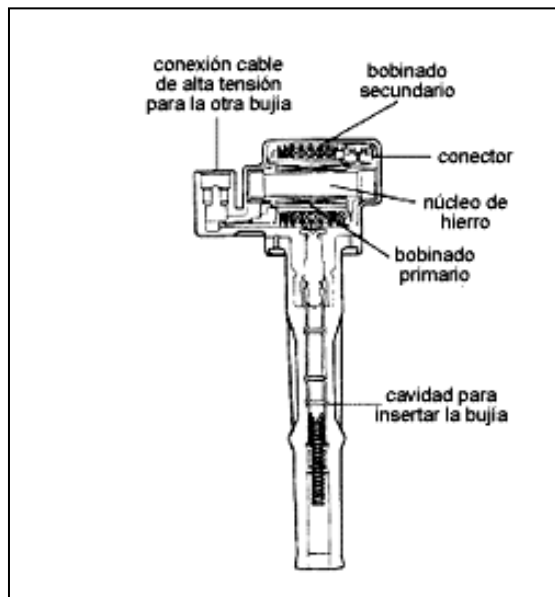


Figura 1.28. Esquema de la bobina individual.

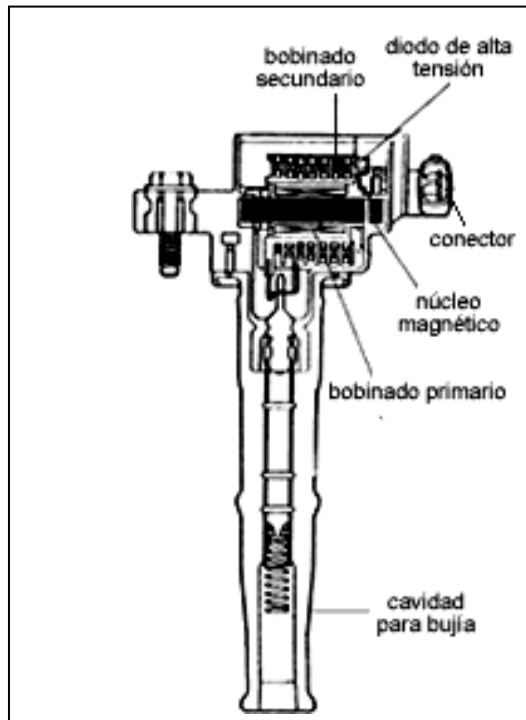


Figura 1.29. Bobina individual "Independiente"

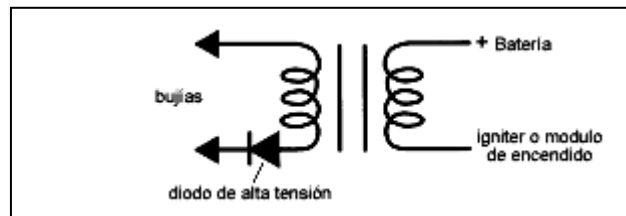


Figura 1.30. Esquema eléctrico de la bobina individual.

La bobina de este sistema de encendido utiliza un diodo de alta tensión para un rápido corte del encendido en el bobinado secundario.

Esta bobina tiene el módulo de encendido integrado en su interior. Al conector de la bobina llegan 4 hilos cuyas señales son:

- + Batería.
- IGT.
- IGF.
- masa.

La ECU puede distinguir que bobina no está operativa cuando recibe la señal IGF. Entonces la ECU conoce cuando cada cilindro debe ser encendido.

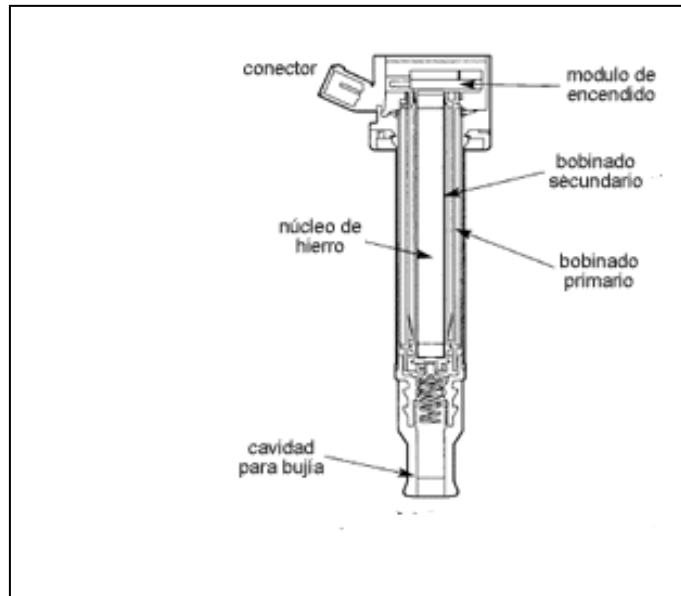


Figura 1.31 Bobina y módulo de encendido integrados en el mismo conjunto.

El sistema DIS con encendido "independiente" tiene la ventaja de una mayor fiabilidad y menos probabilidad de fallos de encendido. El problema que tienen las bobinas integradas con el módulo de encendido es que no es posible medir la resistencia de su bobinado primario para hacer un diagnóstico en el caso de que existan fallos en el encendido.

1.4 Ventajas del sistema de encendido sin distribuidor.

El sistema de encendido DIS (**D**irect **I**gnition **S**ystem) también llamado: sistema de encendido sin distribuidor (**D**istributorless **I**gnition **S**ystem), se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor, con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías. Además la utilización del sistema DIS tiene las siguientes ventajas:

- Tiene un gran control sobre la generación de la chispa ya que hay más tiempo para que la bobina genere el suficiente campo magnético para hacer saltar la chispa que inflame la mezcla. Esto reduce el número de fallos de encendido a altas revoluciones en los cilindros por no ser suficiente la calidad de la chispa que impide inflamar la mezcla.
- Las interferencias eléctricas del distribuidor son eliminadas por lo que se mejora la fiabilidad del funcionamiento del motor, las bobinas pueden ser colocadas cerca de las bujías con lo que se reduce la longitud de los cables de alta tensión, incluso se llegan a eliminar estos en algunos casos.
- Existe un margen mayor para el control del encendido, por lo que se puede jugar con el avance al encendido con mayor precisión.
- El ajuste del tiempo es realizado por la computadora por lo que no necesita ser manipulado.
- Existe un menor número de partes móviles, menor mantenimiento.

1.5 Clasificación de los sistemas de encendido.

1.5.1 Encendido convencional

Permite un buen funcionamiento para exigencias normales (capaz de generar hasta 20.000 chispas por minuto, es decir puede satisfacer las exigencias de un motor de 4 cilindros hasta 10.000 r.p.m. Para motores de 6 y 8 cilindros ya daría más problemas). La ejecución técnica del ruptor, sometido a grandes cargas por la corriente eléctrica que pasa por el primario de la bobina, constituye un compromiso entre el comportamiento de conmutación a baja velocidad de rotación y el rebote de los contactos a alta velocidad. Derivaciones debidas a la condensación de agua, suciedad, residuos de combustión, etc. disminuyen la tensión disponible en medida muy considerable.

El fabricante **BOSCH** hace una clasificación particular de sus sistemas de encendido.

Tabla I.1 Clasificación de sistemas de encendido BOSCH

Función	Sistemas de encendido			
	SZ Encendido por bobina	TZ Encendido transistorizado	EZ Encendido electrónico	VZ Encendido totalmente electrónico
Iniciación del encendido	mecánico (ruptor)	electrónica	Electrónica	electrónica
Determinación del ángulo de encendido según el régimen y estado de carga del motor	mecánico	mecánico	Electrónica	electrónica
Generación de alta tensión (bobina)	inductiva	inductiva	Inductiva	inductiva
Distribución y transmisión de la chispa de encendido al cilindro correcto (distribuidor)	mecánico	mecánico	Mecánico	electrónica
Etapas de encendido (centralita)	mecánico	electrónica	Electrónica	electrónica

1.5.2 Circuito de encendido.

“El circuito de encendido utilizado en los motores de gasolina, es el encargado de hacer saltar una chispa eléctrica en el interior de los cilindros, para provocar la combustión de la mezcla aire-gasolina en el momento oportuno. La encargada de generar una alta tensión para provocar la chispa eléctrica es la bobina”⁷. La bobina es un transformador que convierte la tensión de batería 12 V. en una alta tensión del orden de 12.000 a 15.000. Una vez generada esta alta tensión necesitamos un elemento que la distribuya a cada uno de los cilindros en el momento oportuno, teniendo en cuenta que los motores poli cilíndricos trabajan en un ciclo de funcionamiento con un orden de explosiones determinado para cada cilindro (ejemplo: motor de 4 cilindros orden de encendido: 1-3-4-2). El elemento que se encarga de distribuir la alta tensión es el "distribuidor o delco".

La alta tensión para provocar la chispa eléctrica en el interior de cada uno de los cilindros necesita de un elemento que es "la bujía", hay tantas bujías como numero de cilindros tiene el motor.

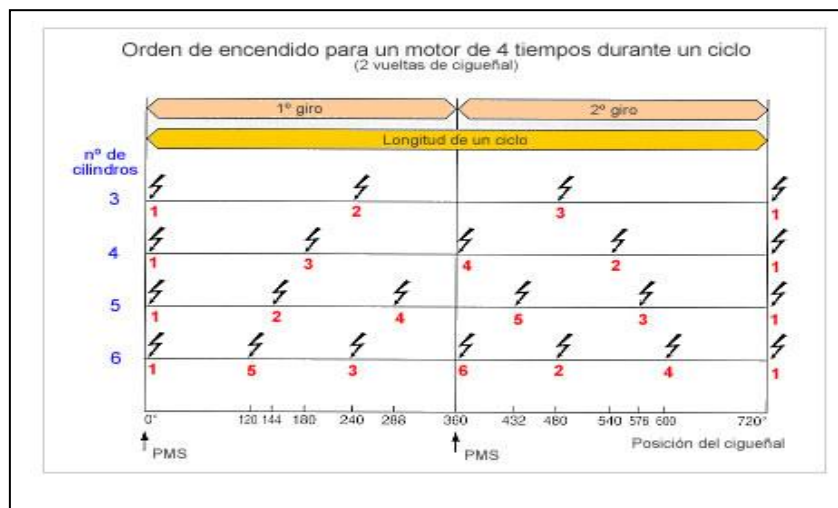


Figura 1.32 Alta tensión para provocar chispa eléctrica

⁷ RUEDA Jesús, Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz. Editorial DISELI, 1ra edic. 2003. Bogotá, Colombia. Pág. 74

En la figura 1.33 y 1.34 vemos un "encendido convencional" o también llamado "encendido por ruptor".

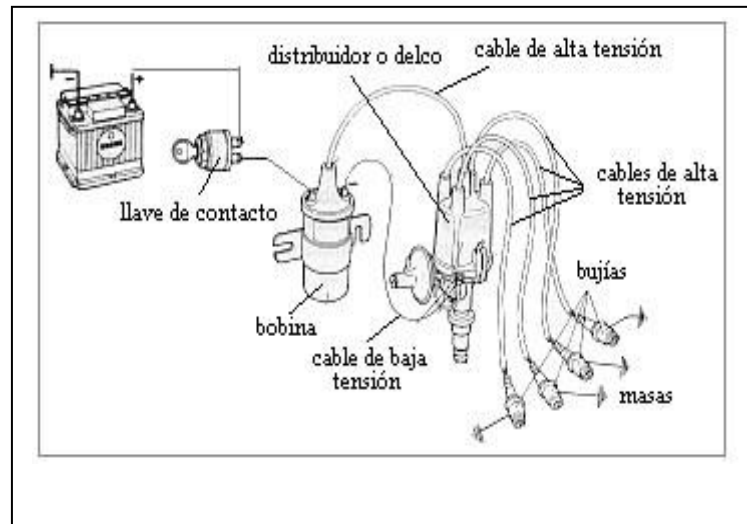


Figura 1.33 Elementos básicos que componen el circuito de encendido

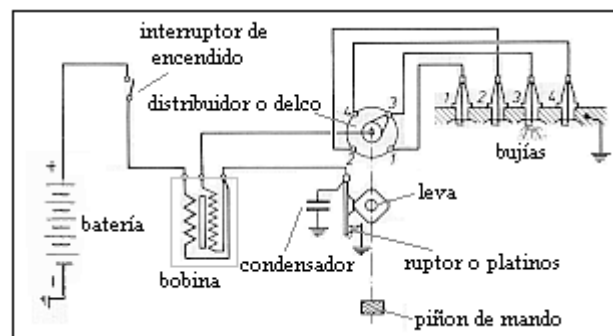


Figura 1.34 Esquema eléctrico del circuito de encendido

1.5.3 La bobina

Formado por gran cantidad de espiras de hilo fino de cobre (entre 15.000 y 30.000) debidamente aisladas entre sí y el núcleo. Encima de este arrollamiento va enrollado el bobinado primario, formado por algunos centenares de espiras de hilo grueso, aisladas entre sí y del secundario. La relación entre el número de espiras de ambos arrollamiento (primario y secundario) está comprendida entre 60 y 150.

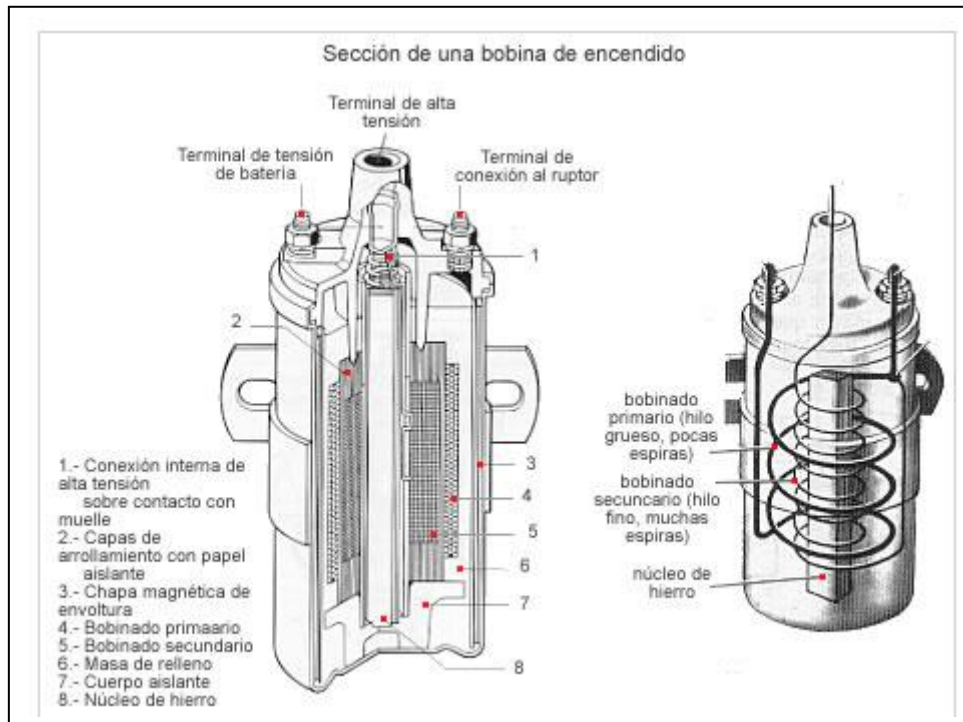


Figura 1.35 Sección de una bobina de encendido

El conjunto formado por ambos bobinados y el núcleo, se rodea por chapa magnética y masa de relleno, de manera que se mantengan perfectamente sujetas en el interior del recipiente metálico o carcasa de la bobina. Generalmente están sumergidos en un baño de aceite de alta rigidez dieléctrica, que sirve de aislante y refrigerante.

Todas las bobinas son iguales, existen algunas cuyas características son especiales. Una de estas es la que dispone de dos bobinados primarios. Uno de los bobinados se utiliza únicamente durante el arranque (bobinado primario auxiliar), una vez puesto en marcha el motor este bobinado se desconecta. Este sistema se utiliza para compensar la caída de tensión que se produce durante la puesta en marcha del motor cuando se está accionando el motor de arranque, que como se sabe, este dispositivo consume mucha corriente.

El arrollamiento primario auxiliar se utiliza únicamente en el momento del arranque, mediante el interruptor (I) (llave de contacto C) que lo pone en

circuito, con esto se aumenta el campo magnético creado y por lo tanto la tensión en el bobinado secundario de la bobina aumenta. Una vez puesto en marcha el motor en el momento que se deja de accionar la llave de arranque, el interruptor (I) se abre y desconecta el bobinado primario auxiliar, quedando en funcionamiento exclusivamente el bobinado primario

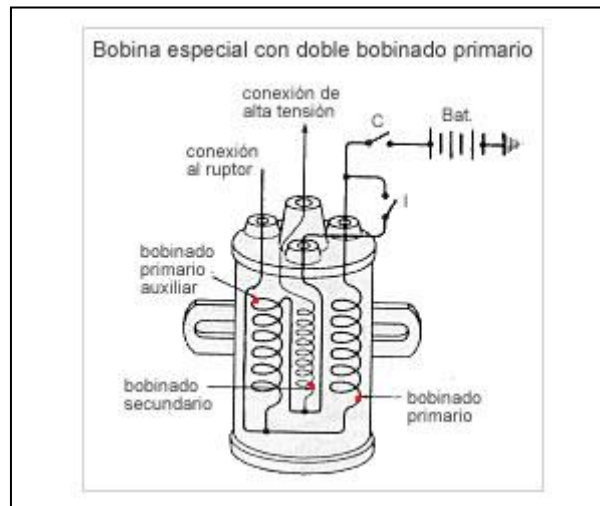


Figura 1.36 Bobina especial con doble bobinado primario

“Para corregir los efectos de caída de tensión en el momento del arranque del motor, algunas bobinas disponen de una resistencia (R) a la entrada del arrollamiento primario de la bobina conectada en serie con el, que es puesta fuera de servicio en el momento del arranque y puesta en servicio cuando el motor ya está funcionando.”⁸

1.5.4 El distribuidor

El distribuidor también llamado delco ha evolucionado a la vez que lo hacían los sistemas de encendido llegando a desaparecer actualmente en los últimos sistemas de encendido. En los sistemas de encendido por ruptor, es el elemento más complejo y que mas funciones

⁸ CASTRO Miguel, Manual del Automóvil. Editorial CEAC, 4ta edic. Barcelona, España. 2003
Pág. 23.

cumple, por que además de distribuir la alta tensión como su propio nombre indica, controla el corte de corriente del primario de la bobina por medio del ruptor generándose así la alta tensión. También cumple la misión de adelantar o retrasar el punto de encendido en los cilindros por medio de un "regulador centrífugo" que actúa en función del número de revoluciones del motor y un "regulador de vacío" que actúa combinado con el regulador centrífugo según sea la carga del motor.

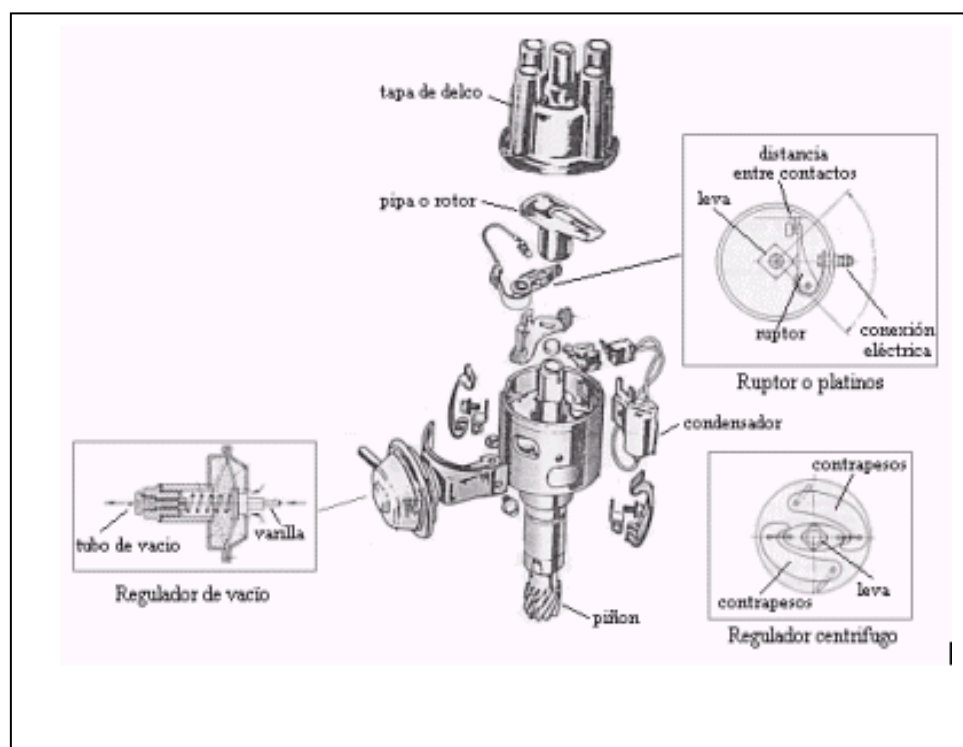


Figura 1.37 Despiece de un distribuidor

El distribuidor o delco es accionado por el árbol de levas girando el mismo número de vueltas que este y la mitad que el cigüeñal. La forma de accionamiento del distribuidor no siempre es el mismo, en unos el accionamiento es por medio de una transmisión piñón-piñón, quedando el distribuidor en posición vertical con respecto al árbol de levas (figura 1.38). En otros el distribuidor es accionado directamente por el árbol de levas sin ningún tipo de transmisión, quedando el distribuidor en posición horizontal.

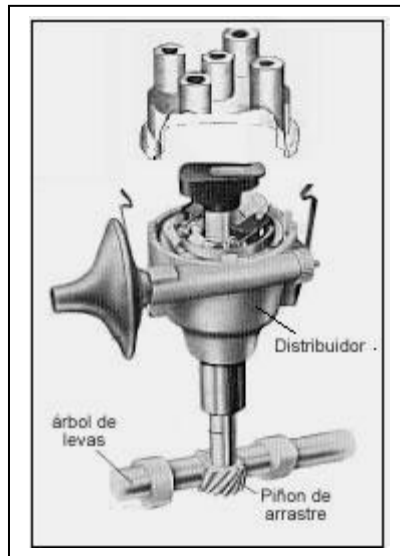


Figura 1.38 Posición vertical del distribuidor.

1.5.5 Encendido con ayuda electrónica

Existe una mayor tensión disponible en las bujías, especialmente en los altos regímenes del motor. Utilizando un ruptor de reducido rebote de contactos, puede conseguirse que este sistema trabaje sin perturbaciones hasta 24.000 chispas por minuto. El ruptor no está sometido a grandes cargas de corriente eléctrica por lo que su duración es mucho mayor lo que disminuye el mantenimiento y las averías de este tipo de encendido. Se suprime el condensador.

El encendido convencional por ruptor se beneficia de la aplicación de la electrónica en el mundo del automóvil, salvando así los inconvenientes del encendido por ruptor que son: la aparición de fallos de encendido a altas revoluciones del motor así como el desgaste prematuro de los contactos del ruptor, lo que obliga a pasar el vehículo por el taller cada pocos km. A este tipo de encendido se le llama: "encendido con ayuda electrónica", el ruptor ya no es el encargado de cortar la corriente eléctrica de la bobina, de ello se encarga un transistor (T). "El ruptor solo tiene funciones de mando por lo que ya no obliga a

pasar el vehículo por el taller tan frecuentemente, se elimina el condensador, ya no es necesario y los fallos a altas revoluciones mejora hasta cierto punto ya que llega un momento en que los contactos del ruptor rebotan provocando los consabidos fallos de encendido”⁹.

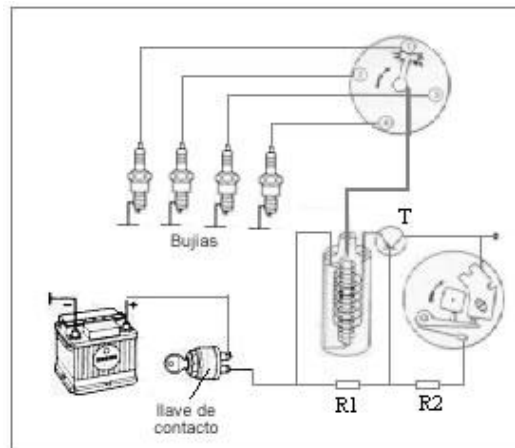


Figura 1.39 Encendido con ayuda electrónica

1.5.6 Encendido electrónico sin contactos

Estos modelos satisfacen exigencias aun mayores. El ruptor se sustituye por un generador de impulsos ("inductivo" o de "efecto Hall") que están exentos de mantenimiento. El numero de chispas es de 30.000. Como consecuencia de la menor impedancia de las bobinas utilizadas, la subida de la alta tensión es más rápida y, en consecuencia, la tensión de encendido es menos sensible a las derivaciones eléctricas.

Una evolución importante del distribuidor o delco vino provocada por la sustitución del "ruptor", elemento mecánico, por un "generador de impulsos" que es un elemento electrónico. Con este tipo de distribuidores se consiguió un sistema de encendido denominado:

⁹ ALONSO JoséM., Tecnología Avanzada del Automóvil, Ed Paraninfo, Madrid. 1944. Pag 87

"Encendido electrónico sin contactos" como se ve en el esquema de la figura 1.40.

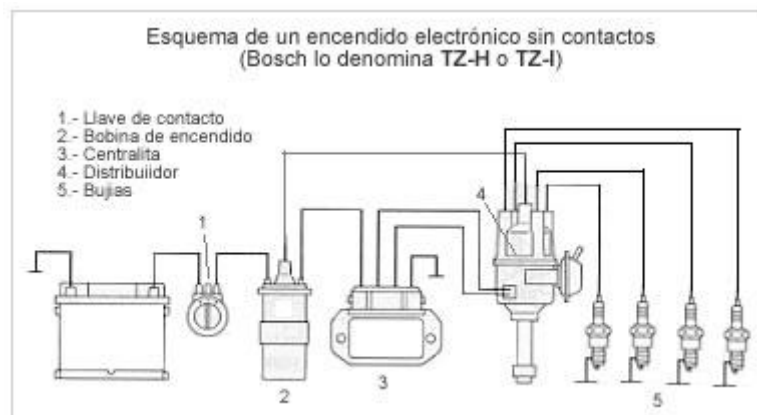


Figura 1.40 Esquema de un encendido electrónico sin contactos

El distribuidor dotado con "generador de impulsos" es igual al utilizado en los sistemas de encendido convencionales, es decir, cuenta con los elementos de variación del punto de encendido ("regulador centrifugo" y "regulador de vacío") y de mas elementos constructivos. La diferencia fundamental esta en la sustitución del ruptor por un generador de impulsos y la eliminación del condensador.

1.5.7 El generador de impulsos "inductivo", y "efecto Hall".

El generador de impulsos de inducción: es uno de los más utilizados en los sistemas de encendido. Este instalado en la cabeza del distribuidor sustituyendo al ruptor, la señal eléctrica que genera se envía a la unidad electrónica que gestiona el corte de la corriente del bobinado primario de la bobina para generar la alta tensión que se manda a las bujías.

El generador de impulsos esta constituido por una rueda de aspas llamada rotor, de acero magnético, que produce durante su rotación una variación del flujo magnético del imán permanente que induce de esta

forma una tensión en la bobina que se hace llegar a la unidad electrónica. La rueda tiene tantas aspas como cilindros tiene el motor y a medida que se acerca cada una de ellas a la bobina de inducción, la tensión va subiendo cada vez con mas rapidez hasta alcanzar su valor máximo cuando la bobina y el aspa estén frente a frente (+V). Al alejarse el aspa siguiendo el giro, la tensión cambia muy rápidamente y alcanza su valor negativo máximo (-V). En este cambio de tensión se produce el encendido y el impulso así originado en el distribuidor se hace llegar a la unidad electrónica. Cuando las aspas de la rueda no están enfrentadas a la bobina de inducción no se produce el encendido.

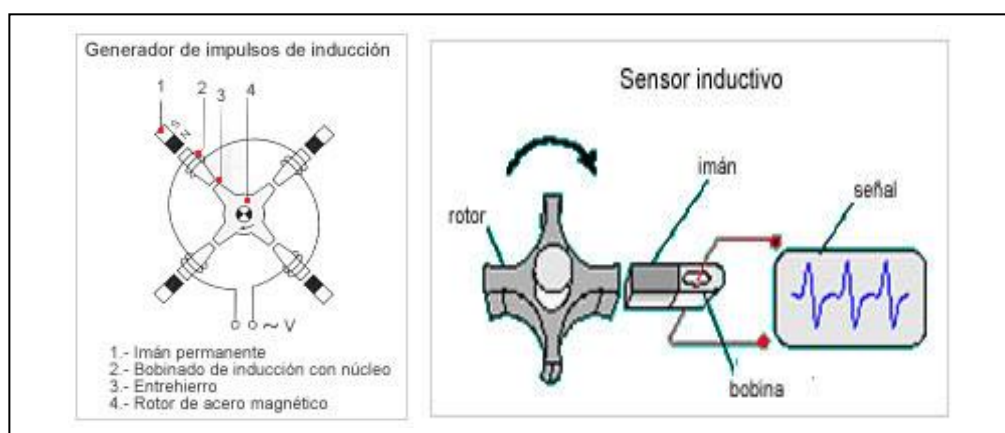


Figura 1.41 Generador de impulsos inductivo

El generador de impulsos de "efecto Hall" se basa en crear una barrera magnética para interrumpirla periódicamente, esto genera una señal eléctrica que se envía a la centralita electrónica que determina el punto de encendido.

Este generador esta constituido por una parte fija que se compone de un circuito integrado Hall y un imán permanente con piezas conductoras. La parte móvil del generador esta formada por un tambor obturador, que tiene una serie de pantallas tantas como cilindros tenga el motor. Cuando una de las pantallas del obturador se sitúa en el entrehierro de la barrera magnética, desvía el campo magnético impidiendo que pase el campo magnético al circuito integrado. Cuando la

pantalla del tambor obturador abandona el entrehierro, el campo magnético es detectado otra vez por el circuito integrado. Justo en este momento tiene lugar el encendido. La anchura de las pantallas determina el tiempo de conducción de la bobina.

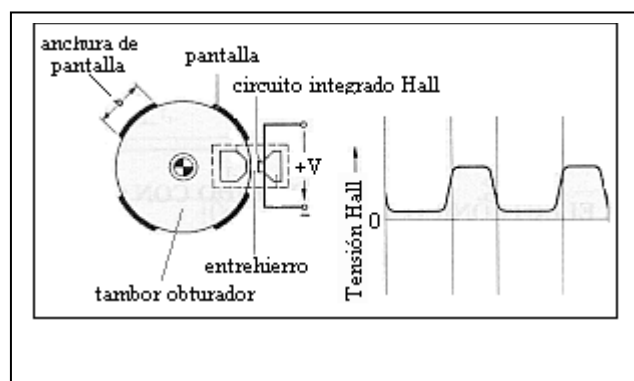


Figura 1.42 Esquema de un generador de impulsos de "efecto Hall" y señal eléctrica correspondiente.

Para distinguir si un distribuidor lleva un generador de impulsos "inductivo" o de "efecto Hall" solo tendremos que fijarnos en el número de cables que salen del distribuidor a la centralita electrónica. Si lleva solo dos cables se trata de un distribuidor con generador de impulsos "inductivo", en caso de que lleve tres cables se trataría de un distribuidor con generador de impulsos de "efecto Hall".

Para el buen funcionamiento del generador de impulsos hay que comprobar la distancia entre la parte fija y la parte móvil del generador, que siempre deben de mantener la distancia que nos preconiza el fabricante.

1.5.8 Encendido electrónico integral

Al quedar suprimidos los dispositivos mecánicos de los sistemas de corrección de avance del encendido por la aplicación de componentes electrónicos, se obtiene mayor precisión en las curvas de avance, que pueden adaptarse cualquiera que sea su ley, cumpliendo perfectamente

con la normativa de anticontaminación. El mantenimiento de estos sistemas de encendido es prácticamente nulo.

Una vez más el distribuidor evoluciona a la vez que se perfecciona el sistema de encendido, esta vez desaparecen los elementos de corrección del avance del punto de encendido ("regulador centrífugo" y "regulador de vacío") y también el generador de impulsos, a los que se sustituye por componentes electrónicos. El distribuidor en este tipo de encendido se limita a distribuir, como su propio nombre indica, la alta tensión procedente de la bobina a cada una de las bujías

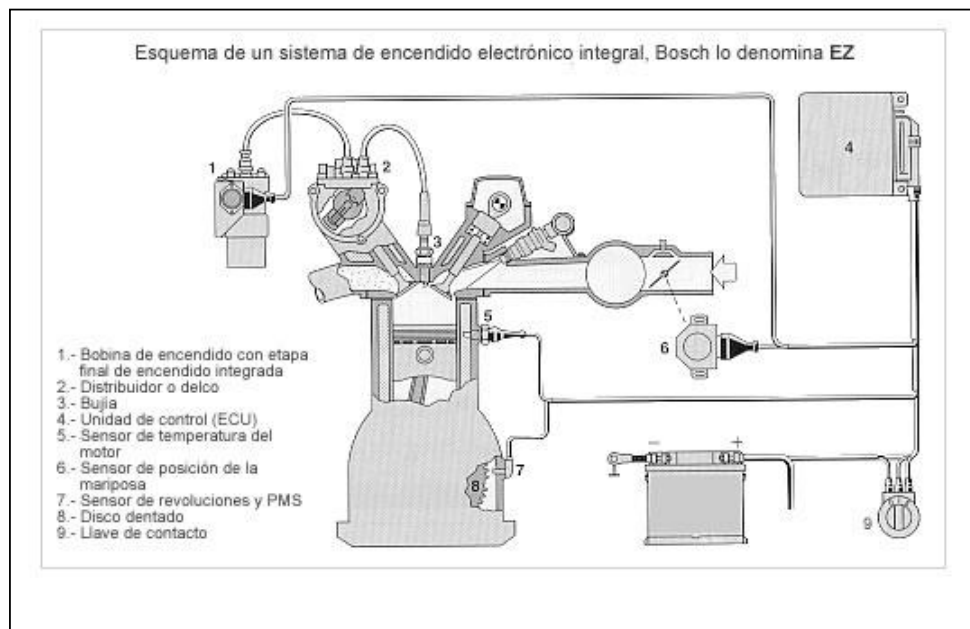


Figura 1.43 Esquema de un sistema de encendido electrónico integral

El tipo de sistema de encendido al que nos referimos ahora se le denomina: "encendido electrónico integral" y sus particularidades con respecto a los anteriores sistemas de encendido son el uso de:

Un generador de impulsos del tipo "inductivo".- Esta constituido por una corona dentada que va acoplada al volante de inercia del motor y un captador magnético frente a ella El captador esta formado por un imán permanente, alrededor esta enrollada una bobina donde se induce una

tensión cada vez que pasa un diente de la corona dentada frente a él. Como resultado se detecta la velocidad de rotación del motor. La corona dentada dispone de un diente, y su correspondiente hueco, más ancho que los demás, situado 90° antes de cada posición P.M.S. Cuando pasa este diente frente al captador la tensión que se induce es mayor, lo que indica a la centralita electrónica que el pistón llegara al p.m.s. 90° de giro después.

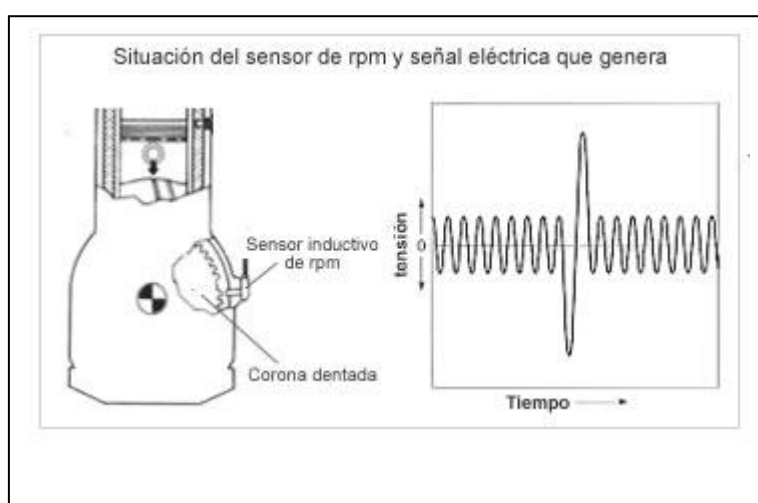


Figura 1.44 Situación del sensor de rpm

Un captador de depresión.- Tiene la función de transformar el valor de depresión que hay en el colector de admisión en una señal eléctrica que será enviada e interpretada por la centralita electrónica. Su constitución es parecido al utilizado en los distribuidores ("regulador de vacío"), se diferencia en que su forma de trabajar ahora se limita a mover un núcleo que se desplaza por el interior de la bobina de un oscilador, cuya frecuencia eléctrica varía en función de la posición que ocupe el núcleo con respecto a la bobina.

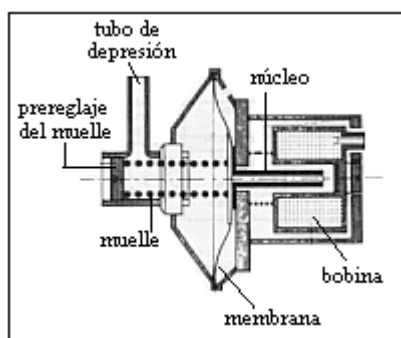


Figura 1.45 Captador de depresión

La centralita electrónica.- La centralita del "encendido electrónico integral" recibe señales del captador o generador de impulsos para saber el número de r.p.m. del motor y la posición que ocupa con respecto al p.m.s, también recibe señales del captador de depresión para saber la carga del motor. Además de recibir estas señales tiene en cuenta la temperatura del motor mediante un captador que mide la temperatura del refrigerante (agua del motor) y un captador que mide la temperatura del aire de admisión. Con todos estos datos la centralita calcula el avance al punto de encendido.

“En estos sistemas de encendido en algunos motores se incluye un captador de picado que se instala cerca de las cámaras de combustión, capaz de detectar en inicio de picado. Cuando el par resistente es elevado (ejemplo: subiendo una pendiente) y la velocidad del un motor es baja, un exceso de avance en el encendido tiende a producir una detonación a destiempo denominada "picado" (ruido del cojinete de biela)”¹⁰. Para corregir este fenómeno es necesario reducir las prestaciones del motor adoptando una curva de avance inferior

El captador de picado viene a ser un micrófono que genera una pequeña tensión cuando el material piezoeléctrico del que esta construido

¹⁰ MARTÍNEZ Hermógenes, Manual del Automóvil, Editorial Cultural, Madrid-España. 2002.Pág. 44

sufre una deformación provocada por la detonación de la mezcla en el interior del cilindro del motor.

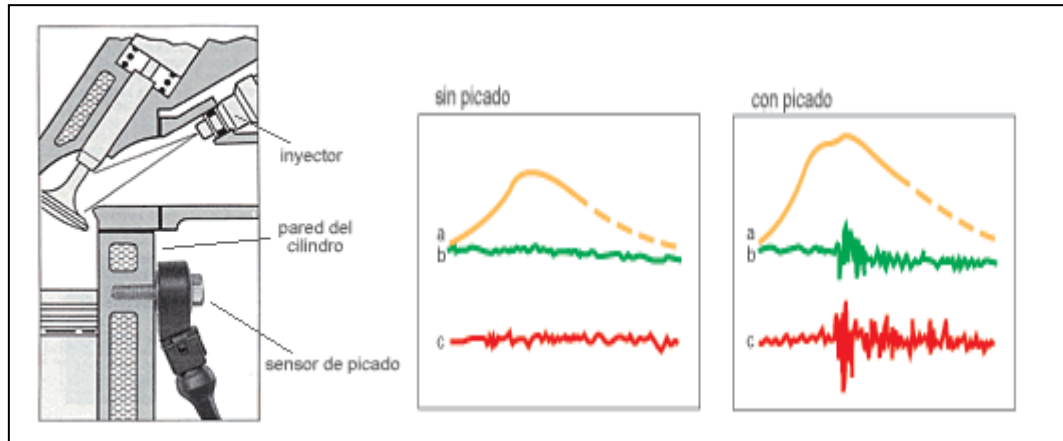


Figura 1.46 Captador de picado a.- nivel de presión dentro del cilindro
b.- señal que recibe la ECU c.- señal generada por el sensor de picado

1.5.9 Encendido electrónico para inyección de gasolina

En los actuales sistemas de inyección electrónica de gasolina se combinan con un encendido electrónico integral aprovechando muchos de los sensores que les son comunes y la propia unidad de control (UCE) para gobernar ambos sistemas. Dentro de estos sistemas de encendido podemos encontrar los que siguen usando el distribuidor y los que lo suprimen por completo (encendido electrónico estático DIS).

Los actuales sistemas de inyección electrónica de gasolina se combinan con un encendido electrónico integral aprovechando muchos de los sensores que les son comunes y la propia unidad electrónica de control UCE para gobernar ambos sistemas.

Se utilizan dos tipos de encendido electrónico: el convencional (figura 1.47a) con distribuidor, en el que la UCE determina el instante de salto de chispa en cada cilindro y el distribuidor reparte la chispa a cada bujía en el orden de encendido adecuado, y el encendido electrónico

estático (DIS) que suprime el distribuidor. El sistema de encendido DIS (figura 1.47 b) usa una bobina doble con cuatro salidas de alta tensión.

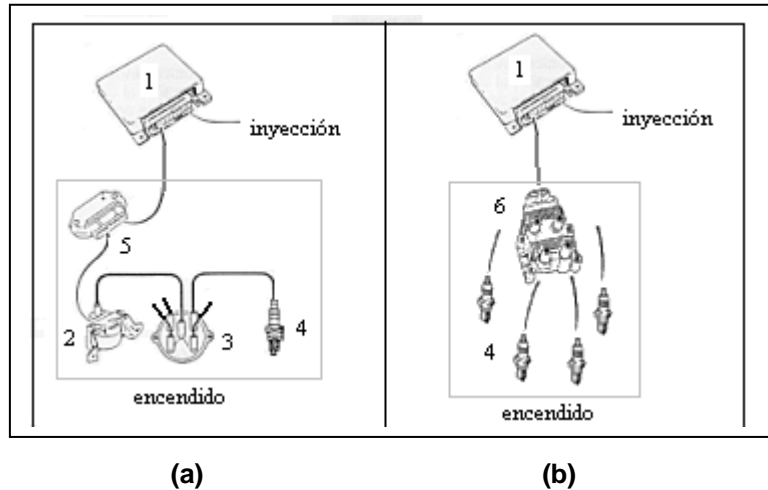


Figura 1.47 Encendido convencional y DIS Amplificador: tiene la función de amplificar la señal de mando que manda la UCE a la bobina. 1- UCE. 2 Bobina. 3- Distribuidor o delco. 4- Bujías. 5- Amplificador. 6- Bobina doble con 4 salidas.

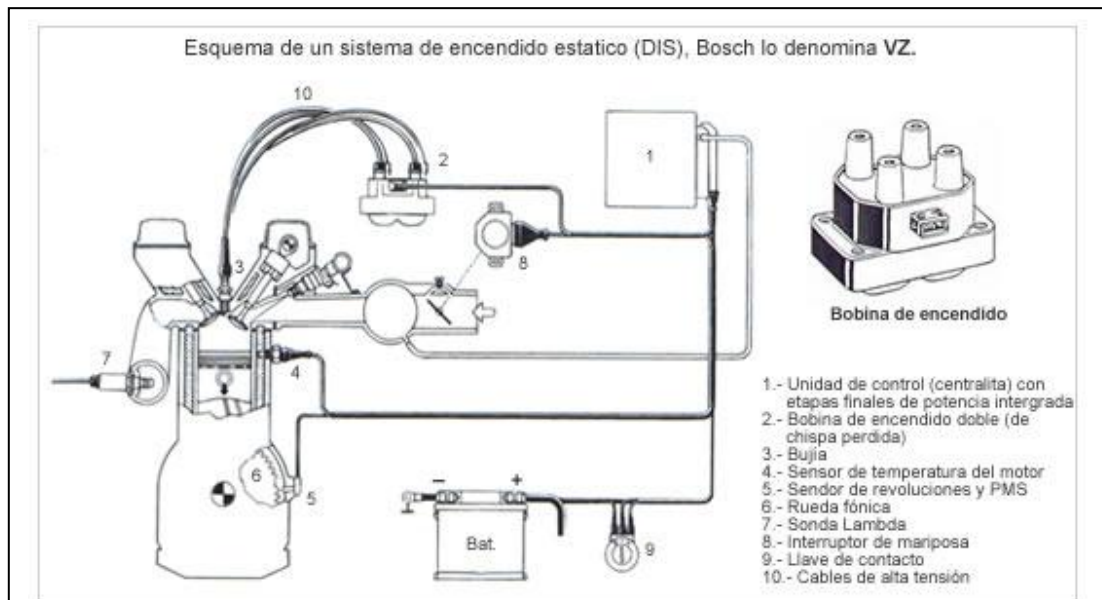


Figura 1.48 Esquema de un sistema de encendido estatico DIS

El utilizar este tipo de bobinas tiene el inconveniente de la chispa perdida. Como sabemos estas bobinas hacen saltar chispas en dos cilindros al mismo tiempo, cuando solo es necesaria una de ellas, la chispa perdida puede provocar explosiones en la admisión en aquellos motores de elevado cruce de válvula.

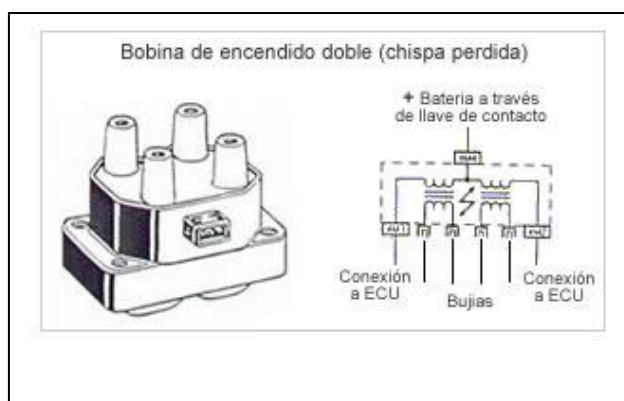


Figura 1.49 Bobina de encendido doble

Para evitar este problema se usa una bobina por cada cilindro (figura 1.50). Todas ellas controladas por la ECU, también tiene la ventaja este sistema de suprimir los cables de alta tensión que conectan las bobinas con las bujías.

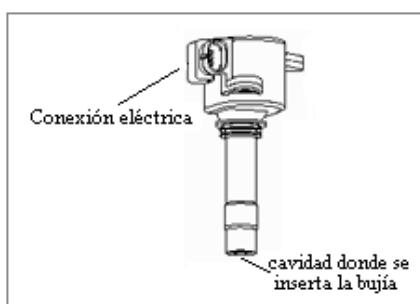


Figura 1.50 Bobina individual por cada cilindro

1.5.10 Encendido por descarga de condensador

Este sistema que se aplica a motores que funcionan a un alto número de revoluciones por su elevada tensión en las bujías. La subida rápida en extremo de la tensión de encendido hace a la instalación insensible a derivaciones eléctricas. Sin embargo la chispa de encendido es de muy corta duración.

Este sistema llamado también "encendido por tiristor" funciona de una manera distinta a todos los sistemas de encendido. Su funcionamiento se basa en cargar un condensador con energía eléctrica para luego descargarlo provocando en este momento la alta tensión que hace saltar la chispa en las bujías.

Este tipo de encendido se aplica en aquellos vehículos que funcionan a un alto número de revoluciones como coches de altas prestaciones o de competición, no es adecuado para los demás vehículos ya que tiene fallos de encendido a bajas revoluciones.

La chispa de encendido en las bujías resulta extraordinariamente intensa. Aunque su duración es muy corta, lo que puede provocar fallos de encendido, para solucionar este inconveniente se aumenta la separación de los electrodos de las bujías para conseguir una chispa de mayor longitud.

El transformador utilizado en este tipo de encendido se asemeja a la bobina del encendido convencional solo en la forma exterior, ya que en su construcción interna varia, sobre todo la inductancia primaria que es bastante menor.

Como se observa en la figura 1.51 el distribuidor es similar al utilizado en los demás sistemas de encendido, contando en este caso con un generador de impulsos del tipo de "inductivo". Dentro de la centralita electrónica tenemos una fuente de tensión continua capaz de subir los

12V. De batería a 400V. También hay un condensador que se cargara con la energía que le proporciona la fuente de tensión, para después descargarse a través de un tiristor sobre el primario del transformador que generara la alta tensión que llega a cada una de las bujías a través del distribuidor. Como se ve aquí el transformador de encendido no tiene la misma misión que la bobina de los sistemas de encendido mediante bobina, pues la energía no se acumula en el transformador, sino en el condensador

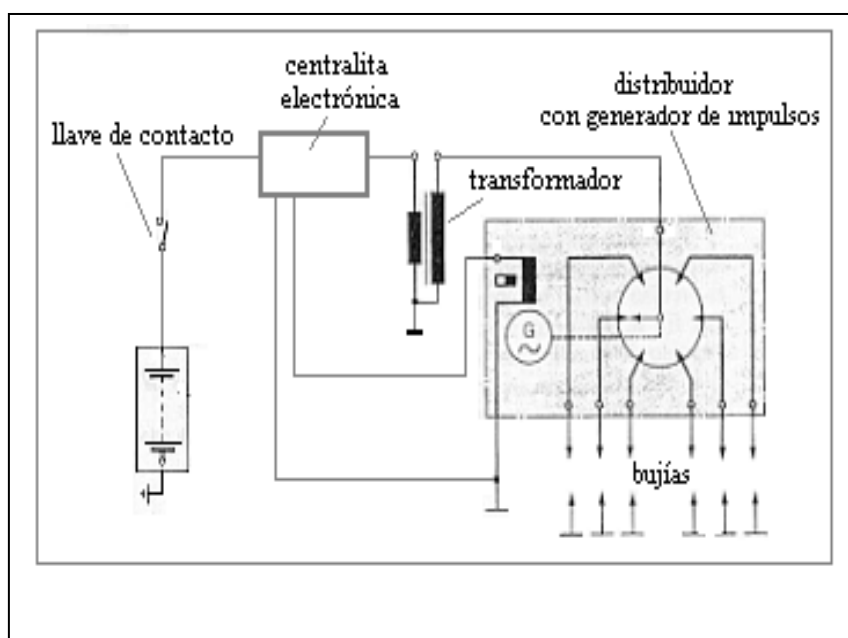


Figura 1.51

Encendido por tiristor

Las Bujías son las encargadas de hacer saltar la chispa eléctrica entre sus electrodos, para inflamar la mezcla de aire-combustible situada dentro de la cámara de combustión en el cilindro del motor. La parte más importante de las bujías son los electrodos que están sometidos a todas las influencias químicas y térmicas que se desarrollan dentro de la cámara de combustión, incidiendo notablemente sobre la calidad de la chispa y por tanto sobre el encendido.

Para proteger los electrodos de las condiciones adversas en las que debe trabajar y por lo tanto prolongar su duración, se emplean en su fabricación aleaciones especiales a base de níquel, más manganeso, silicio y cromo con el propósito de elevar el límite de temperatura de trabajo

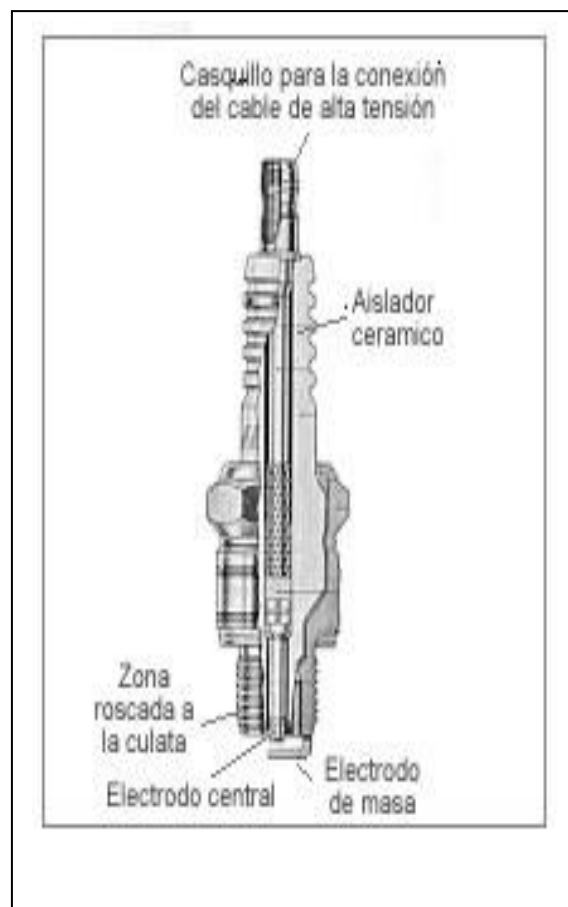


Figura 1.52 Partes de la Bujía

II. ANÁLISIS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO SIN DISTRIBUIDOR

2.1 Chispa de evento y desperdicio

Este circuito consiste en el desarrollo secundario de una bobina de encendido DIS, dos bujías de encendido y camino de conducción metálico del motor, el cual conecta las dos bujías de encendido.

Una vez que el circuito primario se interrumpe, se induce una alta tensión en el arrollamiento secundario, con la polaridad marcada en la figura. Esta tensión inducida se eleva muy rápidamente, hasta que alcance el nivel que inicia una chispa entre los electrodos de la bujía de encendido que forman parte del circuito secundario.

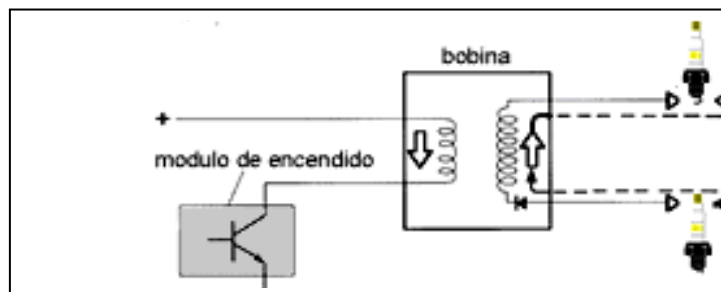
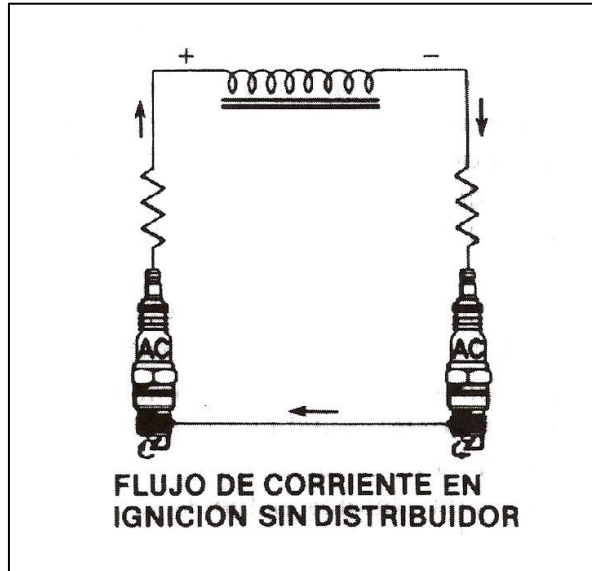


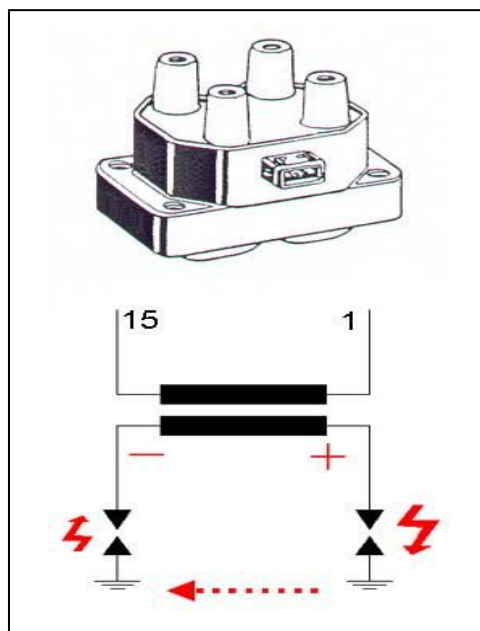
Figura 2.1. Esquema eléctrico de la bobina doble.

Las flechas de la figura 2.1, muestran el sentido del desplazamiento del electrón en el circuito cuando ocurre la chispa. Es posible observar que el pasaje del desplazamiento del electrón es del extremo derecho (-) del arrollamiento secundario a través del electrodo central de la bujía de encendido derecha, donde salta la distancia disruptiva (intervalo de chispa) al electrodo exterior, y se desplaza a través del cabezal del motor al electrodo exterior de la bujía izquierda. Después de saltar la distancia disruptiva al electrodo central, se desplaza hacia el extremo derecho (+) del arrollamiento secundario.



**Figura 2.2 Flujo de Corriente en ignición
sin distribuidor**

La conexión en serie de las distancias disruptivas causa que una de las dos bujías de encendido conecta a cada bobina de encendido siempre encienda en el sentido inverso, es decir, desplazamiento del electrón desde la parte exterior puesta a tierra hasta el electrodo central aislado.



**Figura 2.3 Circulación de corriente
en las bujías**

En sistemas de encendido convencionales, el arrollamiento primario de la bobina de encendido está conectado de manera tal, que el lado del arrollamiento secundario (conectado a la torre de la bobina de encendido) sea siempre negativo en el momento en que las bujías de encendido se disparan. Esto se hace porque los electrodos tienden a salir de una superficie relativamente fría (el electrodo exterior está mucho más frío, porque disipa calor al cabezal del cilindro). Por lo tanto, se requiere aproximadamente un 30% más de energía para encender una bujía en sentido inverso (desde el electrodo exterior al central).

Dado que el DIS está diseñado para producir una muy alta energía de encendido, puede suministrar una tensión mayor que 40kW dentro de cualquier gama de revoluciones. Este hecho elimina cualquier dificultad en disparar las dos bujías de encendido.

La disposición de los pistones en un motor de cuatro cilindros se realiza por parejas. “De esta forma los pistones 1 y 4 se desplazan a la par y con un desfase de 180° con los pistones 2 y 3. Cada bobina doble se conecta a dos bujías. Una bobina doble corresponde con los cilindros uno y cuatro. La otra bobina doble corresponde a los cilindros dos y tres”.¹¹

Cuando una bobina origina la alta tensión, la chispa salta en las dos bujías a la vez. Una chispa se utiliza para inflamar la mezcla en el cilindro que se encuentra en compresión, mientras que la otra chispa salta en el otro cilindro al finalizar la carrera de escape y empezar la de admisión.

Este funcionamiento origina una chispa principal y otra secundaria. La chispa principal tiene un alto valor de tensión al tener que producirse el arco eléctrico cuando la presión en la cámara de combustión es alta. La chispa secundaria tiene un valor de tensión menor porque necesita menos energía acumulada para que salte la chispa en una cámara de combustión con poca

¹¹ VARGAS, Juan Carlos, Manual de Mecánica. Editorial Intermedio, Bogotá – Colombia, 1999. Pág. 32

presión. La chispa secundaria no produce combustión porque la mezcla ha entrado al cilindro es reducida y su temperatura baja al no haberse realizado la compresión.

Esta situación se produce a la inversa cuando el cigüeñal gire 360°. Entonces el cilindro que está en compresión pasará a estar en escape, y el cilindro que está en escape pasará a estar en compresión. La chispa principal y la secundaria se intercambiarán de cilindro

En la otra pareja de cilindros la situación se repite. A los 360° de giro de cigüeñal se produce una chispa en cada bobina. Produciéndose un salto de chispa cada 180°, al estar desfasadas las dos bobinas media vuelta de giro del cigüeñal.

Cada bobina de encendido DIS está conectada a un par de bujías de encendido, que encienden al mismo tiempo en el cilindro compañero. Una bujía se enciende al final de la carrera de compresión, encendiendo la mezcla de combustible, esta es la bujía de EVENTO.

La segunda bujía enciende al mismo tiempo en el extremo de la carrera de escape, y no hace nada. Esta es la bujía de DESPERDICIO.

Cuando los pistones de los mismos cilindros compañeros se aproximan al punto muerto superior (PMS) del próximo ciclo, las bujías de encendido cambian sus roles. La figura 2.4 muestra gráficamente el orden de los eventos de encendido en un motor de 4 cilindros equipado con DIS en un orden de encendido de 1-3-4-2.

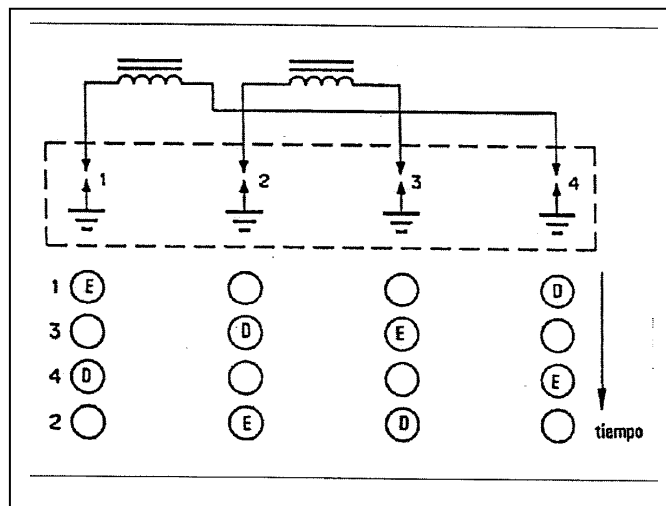


Figura 2.4 Orden de encendido

En la figura 2.4, los círculos muestran los cuatro cilindros en un ciclo de cuatro eventos de encendido de bujía. E en un círculo indica una chispa de evento y D en el cilindro compañero representa una chispa de desperdicio.

2.2 Oscilogramas del circuito primario y secundario

La bobina de encendido DIS enciende simultáneamente dos chispas en el cilindro compañeros. En un cilindro la chispa de evento y en el otro la chispa de desperdicio.

Las condiciones existentes en los cilindros compañeros en el momento en que se encienden las bujías son:

En el cilindro donde ocurre la chispa de evento, la carrera de compresión está en su etapa final. En estas circunstancias, la presión en el cilindro alcanza un valor de 10 atm (147psi) o más.

En cuanto se abre el circuito primario, muy rápidamente comienza a formarse una tensión secundaria. Esta tensión secundaria se eleva a un nivel

que es suficiente para saltar las distancias disruptivas. El valor de esta tensión se denomina tensión de encendido.

Diversos factores afectan la tensión de encendido, siendo las más dominantes la presión de compresión, la temperatura del motor, la distancia disruptiva y forma del electrodo de la bujía de encendido.

Se puede indicar que la tensión requerida para saltar una distancia disruptiva de 0.5mm (0.020") a una temperatura de 20°C. Es posible observar que cuanto mayor es la presión, tanto mayor es la tensión. Por otra parte, es posible observar en la figura 2.5, que el aumento de temperatura causa en la tensión requerida, para originar una descarga de la chispa a través de una distancia disruptiva determinada a una presión dada.

Por lo tanto, podemos concluir que la tensión de encendido de una chispa de evento debe ser superior debido a la alta compresión en el cilindro.

La alta temperatura del motor reduce la tensión de encendido requerida. Sin embargo, en la mayoría de los motores modernos, el aumento del intervalo disruptivo del electrodo aumenta la tensión de encendido requerida

Por otra parte, la tensión requerida para crear una chispa de desperdicio es proporcionalmente muy baja. Esto se debe al hecho de que la chispa de desperdicio ocurre al final de la carrera de escape, cuando existen baja presión y alta temperatura en el intervalo disruptivo de la chispa de desperdicio.

La mejor manera de analizar la operación del sistema de encendido es mediante el uso de un osciloscopio. La figura 2.5 muestra la secuencia de eventos que conducen a la explosión de una bujía de encendido.

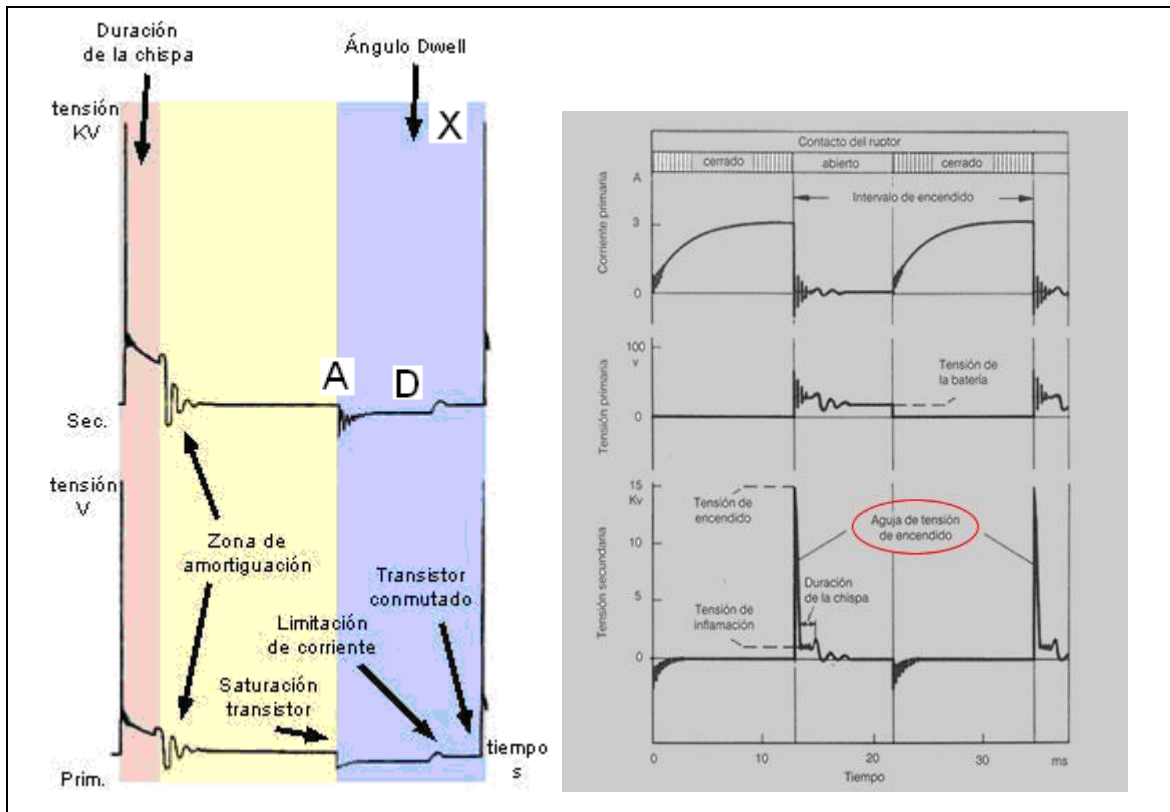


Figura 2.5 Pauta de tensión del secundario

A en la figura 2.5, indica el cierre del circuito primario, causando una tensión inducida en el arrollamiento secundario. D indica el periodo de tiempo necesario para llevar la bobina de encendido a la saturación. Una vez que el circuito primario se abre, la tensión secundaria aumenta rápidamente hasta alcanzar la tensión de encendido, lo que se mide en kilovoltios en la pantalla del osciloscopio.

Cuando una bujía de encendido enciende en sentido inverso, es decir, desde el electrodo a tierra hacia el central, el oscilograma que se muestra en la figura 2.5, aparecerá invertido (el pico marcado X bajará).

La figura 2.6, muestra un DIS de 4 cilindros y los oscilogramas secundarios del osciloscopio para cada uno de los cuatro cilindros.

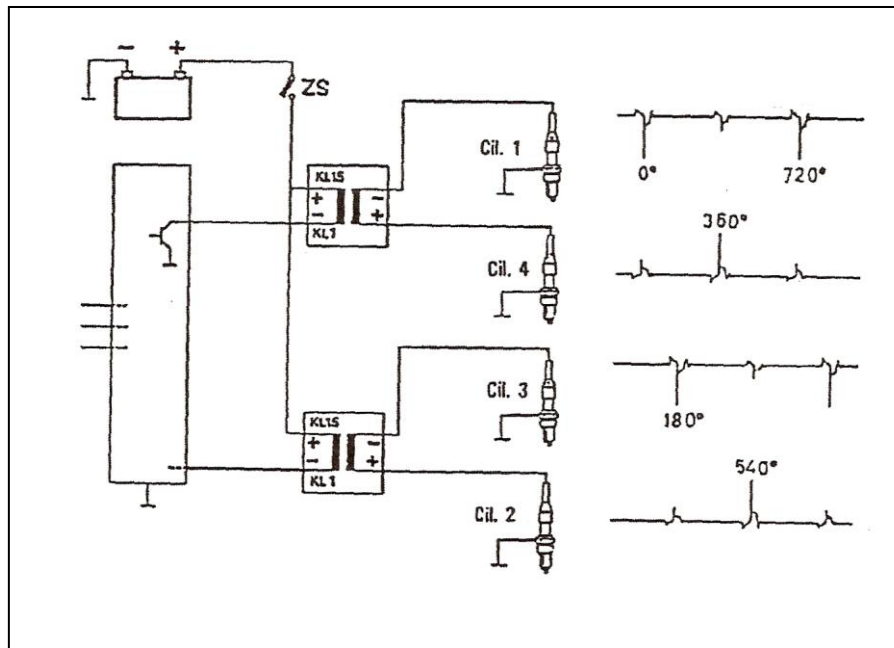


Figura 2.6 Oscilogramas del secundario del DIS

Los oscilogramas están dispuestos de manera tal que muestran la secuencia de encendido, la chispa de evento opuesta a la chispa de desperdicio, la tensión de encendido de cada bujía de encendido y la polaridad de la chispa. Es posible observar en la figura 2.6, que las bujías de encendido en los cilindros 1 y 3 siempre encienden hacia atrás. Las bujías de encendido de los cilindros 4 y 2 siempre encienden hacia delante.

Como se ve en la figura 2.6, el pico de la chispa de evento del cilindro 1 está marcada 0°.

El pico exactamente opuesto es la chispa de desperdicio del cilindro 4. El pico muy corto de esta y otras chispas de desperdicio muestran que las tensiones de encendido de desperdicio son inferiores a la tensión de la chispa de evento.

Después de que el motor gira 180°, aparece una chispa de evento en el cilindro 3 y así sucesivamente, en un orden de encendido 1-3-4-2

2.3 Pulsos de disparo del cigüeñal.

Todo DIS, al igual que otros sistemas de encendido, está equipado con algún tipo de mecanismo sensor que detecta con exactitud la posición relativa del cigüeñal con respecto a los pistones del motor.

Algunos modelos de motores también están equipados con sensores de posición de cigüeñal.

Las señales suministradas por el sensor de posición del cigüeñal son usadas por la ECU (unidad de encendido electrónico) como señales de referencia para determinar el tiempo de encendido y lograr la función de la selección de bobina.

La ECU también usa la salida del sensor del cigüeñal para determinar la velocidad del motor.

Los métodos de detección de posición del cigüeñal más populares son:

- a) Sensor magnético (tipo reluctor)
- b) Sensor de efecto Hall.

La figura 2.7 muestra un tipo de reluctor común usado en el sistema detector del cigüeñal en automóviles GM.

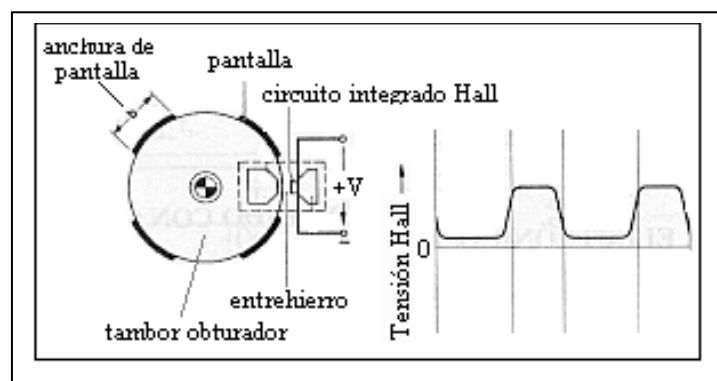


Figura 2.7 Sensor inductivo de posición del cigüeñal.

Este sistema consiste en una rueda denominada disco reluctor y un sensor de tipo reluctor magnético.

Hay una gran cantidad de muescas torneadas en la circunferencia de este disco. Están igualmente espaciadas a intervalos. Una muesca se encuentra espaciada con el resto de muescas. Esta muesca, marcada SINC (sincronización), habilita la función de selección de bobina, que es la sincronización de la secuencia de la bobina con la posición del cigüeñal.

La figura 2.8 muestra la construcción de un sensor magnético que incluye un imán permanente y una bobina, donde se inducen pulsos de tensión como se describe a continuación.

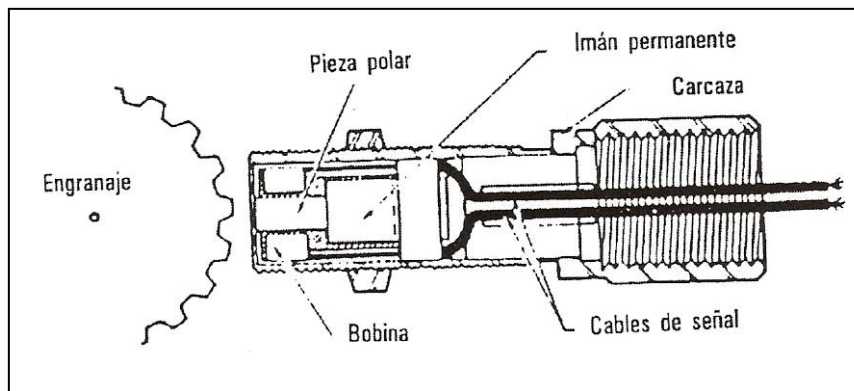


Figura 2.8 Sensor magnético

La figura 2.8 muestra como pulsos de tensión son inducidos en un sensor magnético cuando gira el disco reluctor. El campo magnético alrededor de los arrollamientos de la bobina del sensor (causado por su imán permanente) disminuye rápidamente, una vez que se acerca la muesca del disco reluctor.

Como la muestra la figura 2.9, el resultado es una tensión de C/A inducida que se torna positiva cuando la muesca se mueve hacia el sensor y negativa cuando se aleja.

Los puntos de cruce cero son reconocidos por la ECU como señales de referencia en todas sus funciones.

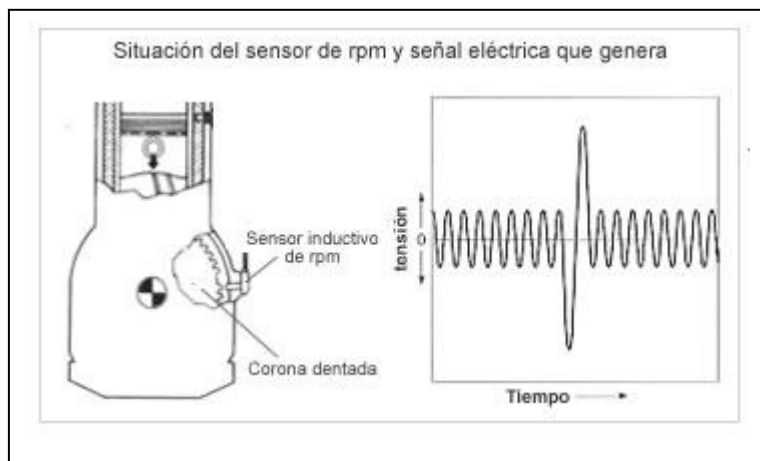


Figura 2.9 Señal eléctrica que genera el sensor

“La escala de porcentajes indica la carrera del reluctor desde el comienzo hasta el final de la señal inducida. La amplitud de la tensión inducida depende de la velocidad, en una gama que va desde aproximadamente 500mV a muy baja velocidad de giro del motor durante el arranque, hasta 100 v y aún más para altas velocidades del motor”¹²

Las señales entregadas por el sensor del cigüeñal son convertidas, en señales de referencia que se ponen bajas 60° antes del PMS, para todos los cilindros, y se ponen altas en el PMS.

Además de ello cada uno de los sensores a intervalos de 60° que envía una señal en el cruce de cero hace que la señal de 5V se ponga baja durante 400 a 600 us. Esta señal se denomina la señal 6x por que se generan 6 de estos pulsos por cada revolución del cigüeñal.

¹² CASTRO Miguel, Manual del Automóvil. Editorial CEAC, 4ta edic. Barcelona, España. 2003
Pág. 138.

Cuando se está dando arranque al motor la señal de referencia determina la sincronización del encendido. Cuando el motor trabaja en otros modos (por encima de 400rpm) la ECU utiliza la información de sincronización de 60° antes del PMS.

Esta información es utilizada por la ECU para determinar la sincronización electrónica del la chispa, su intervalo de avance está rotulado AVA ENC.

La velocidad del motor es determinada mediante la conversión de las rpm a frecuencia, multiplicando:

En muchos automóviles equipados con DIS, la posición del cigüeñal y del árbol de levas es detectada por interruptores de efecto hall.

El interruptor de Efecto Hall puede ser activado en diversos modos. En la figura 2.8, se muestra un modo de activación.

En este caso, un imán permanente está ubicado en la posición opuesta al dispositivo de efecto hall. En la figura, las líneas magnéticas penetran a través del dispositivo de efecto hall, ACTIVADO su transistor NPN de etapa final.

Una vez que una paleta de hierro o interruptor ingresa al entrehierro del imán del dispositivo de efecto hall, como se muestra en la figura 2.9, las líneas magnéticas son cortocircuitadas a través de la paleta y el transistor en el dispositivo de efecto hall se apaga.

Aquí se demuestra el modo deslizante de la activación del interruptor de efecto hall. Cuando el imán permanente, añadido a un elemento en movimiento, alcanza una distancia definitiva desde la línea central del dispositivo, el dispositivo se enciende.

En el DIS, se utiliza ambos modos de activación de interruptores de efecto hall.

El DIS está instalado en motores V6 de GM, donde los cilindros compañeros son 1-4, 2-5 y 3-6. Estos motores están equipados con dos tipos de sistemas de detección de elementos hall.

El primer sistema de detección es usado en motores con sistemas de inyección secuencial de combustible (SFI) (las señales de temporización de inyección derivan de sensores que sirven el sistema de encendido.)

Como en estos sistemas el proceso de inyección a cada cilindro sigue el orden de encendido, la identificación del cilindro en particular es obligatoria.

2.4 Límite de corriente primaria.

La Operación del DIS requiere una muy alta energía de encendido, altas tensiones que se encuentran en la gama de los 40kV.

El requerimiento de alta energía de encendido es causado por:

- Alta compresión
- Mayor distancia disruptiva de la bujía de encendido.
- Encendido inverso de cada segunda bujía de encendido.

La figura 2.10, se muestra la tensión disponible en el DIS, comparando con otros sistemas de encendido de alta energía.

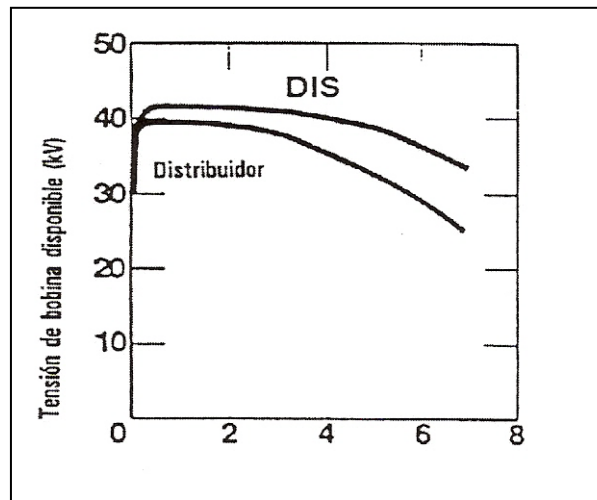


Figura 2.10 Tensión el DIS

Aún a 6000 rpm, la tensión de la bobina disponible que el sistema puede producir sobre los 35kV y la energía de la chispa es de aproximadamente 45mJ. Se logra este desempeño del DIS mediante el uso de bobinas de encendido especialmente desarrolladas.

Un obstáculo que deben vencer los fabricantes de estas poderosas bobinas de encendido es la contra tensión, generada por autoinducción, que evita la rápida saturación de la bobina.

La saturación define el estado cuando la corriente primaria alcanza su valor nominal máximo.

La autoinducción se ve drásticamente reducida mediante la reducción del número de vueltas en el arrollamiento primario. Esto resulta en arrollamiento primarios de baja resistencia <1 Ohm.

La conexión de este arrollamiento a la fuente de 14 v de los vehículos resulta en una circulación de corriente destructiva, que excede los 14 A.

Este problema se resuelve de la manera mostrada en la parte izquierda de la figura 2.11, en donde un circuito limitador de corriente evita que la corriente exceda el límite de 8.5-10 A

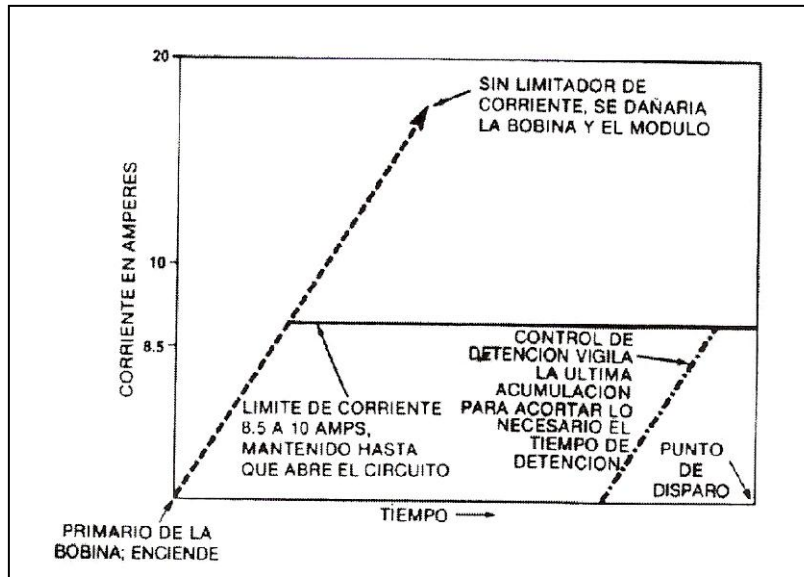


Figura 2.11 Limite de corriente

Una vez que la corriente alcanza su valor nominal máximo, la corriente que circula por el arrollamiento primario es desperdiciada, porque genera calor pernicioso.

Esto se evita mediante el circuito de control de intervalo, que monitorea el tiempo durante el cual la corriente es limitada. Si el tiempo es demasiado largo, cierra el circuito primario, como se muestra a la derecha de la figura 2.11.

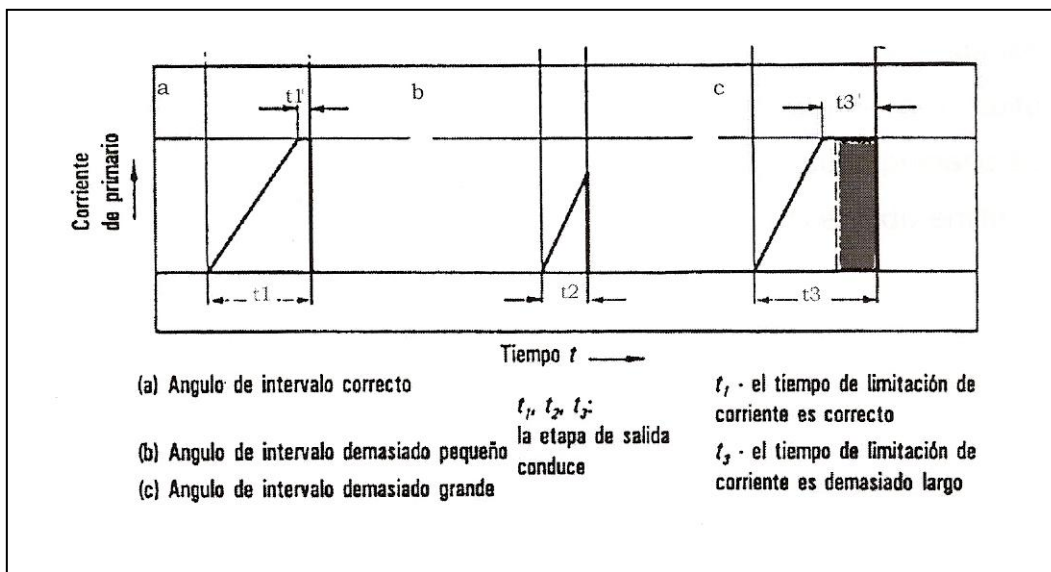


Figura 2.12 Ángulos de intervalo

En la figura 2.12, se muestran tres situaciones relevantes al control de intervalo.

La figura a, muestra el ajuste correcto del ángulo de intervalo que asegura la máxima saturación de la bobina sin sobrecalentamiento.

La figura b, muestra un ángulo de intervalo demasiado pequeño. Esto causa una chispa de energía reducida. El circuito de intervalo cerrar antes el circuito primario en el próximo ciclo.

La figura c, muestra un ángulo de intervalo demasiado extenso. La sección oscura muestra el período durante el cual se genera calor pernicioso. El circuito de control de intervalos cerrará el circuito primario mas tarde en el próximo ciclo.

Este proceso es conocido como control de intervalos de bucle (o lazo) cerrado.

“El período de saturación de la bobina y la temporización de la chispa, es posible calcular cuando debe ocurrir el cierre del circuito primario, de modo que la bobina se saturará justo antes de abrirse el circuito, de modo que la bobina se saturará justo antes de abrirse el circuito, sin necesidad de un circuito de control de bucle cerrado.”¹³

El control del intervalo de bucle cerrado es activado a velocidades superiores a los 400 RPM. Por debajo de esta velocidad el circuito primario es controlado por la señal de referencia. El circuito primario se cerrará a 60° antes del PMS y se abrirá (la bujía de encendido emite la chispa) en el PMS.

2.5 Temporización del encendido.

La exacta temporización del encendido es muy crítica en motores modernos de alta eficiencia.

Es necesario seleccionar el punto de encendido exacto, durante la operación del motor a cualquier velocidad y bajo cualquier carga, de modo de cumplir con los siguientes requisitos:

- Economía en el consumo de combustible.
- Que no haya golpeteo del motor.
- Escape limpio.

Como no siempre es posible cumplir con estos requisitos en forma simultánea, es necesario encontrar alguna relación respecto a la temporización de la chispa.

Un tiempo demasiado corto de avance del encendido reduce el torque del motor y puede aumentar el consumo de combustible.

¹³ VARGAS, Juan Carlos, Manual de Mecánica. Editorial Intermedio, Bogotá – Colombia, 1999. Pág. 65

El tiempo excesivo de avance de encendido, no solamente causa la pérdida de potencia sino que puede causar detonación, que es un fenómeno destructivo.

Cada tipo de motor posee su propio mapa de encendido, que aparte de depender principalmente de la velocidad y de la carga del motor, depende de la temperatura, del diseño del motor y de la calidad del combustible.

En la Figura 2.13, se muestra gráficamente el efecto de la sincronización del encendido cuando se producen a 10°, 20°, 30°, y 40° antes del PMS, sobre la presión que actúa sobre el pistón del motor. Esta figura muestra las posiciones del pistón con respecto al PMS cuando se produce el pico de presión de combustión.

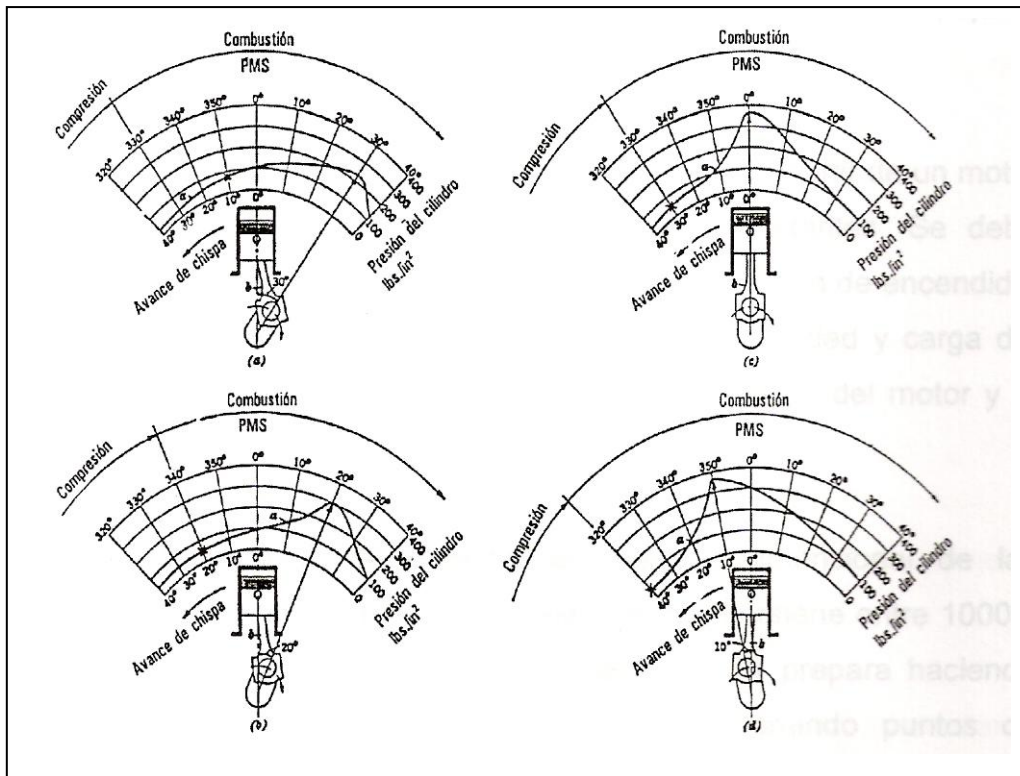


Figura 2.13 Posicionamiento del cilindro

En (a) la chispa se produce 10° antes del PMS. En este punto la presión comienza a elevarse hasta alcanzar un valor máximo, tal como lo muestra la curva de presión (a), de aproximadamente 200 PSI, pero no antes que el pistón llegue a 30° después del PMS.

En (b) la chispa se produce 20° antes del PMS. La máxima presión sobre la cabeza del pistón llegará a 300 PSI, 20° después del PMS.

En (c) la chispa se produce 30° antes del PMS. La máxima presión alcanza a 350 PSI justo que el pistón pase por el PMS. Este es el punto correcto de encendido. Bajo estas circunstancias la fuerza que actúa sobre el pistón es máxima, con lo cual se obtiene el máximo par.

En (d) la chispa se produce 40° antes del PMS. La presión alcanza un máximo de 350 PSI, pero se produce 10° antes del PMS, con lo cual se pierde potencia desperdiciada en superar la presión que empuja al pistón hacia atrás. Los resultados de la figura, fueron obtenidos a partir de un motor determinado trabajando a velocidad y cargas constantes. Se debe comprender que cada tipo de motor tiene su propio mapa de encendido, el cual además de depender básicamente de la velocidad y la carga del motor, es también función de la temperatura, el diseño del motor y la calidad del combustible.

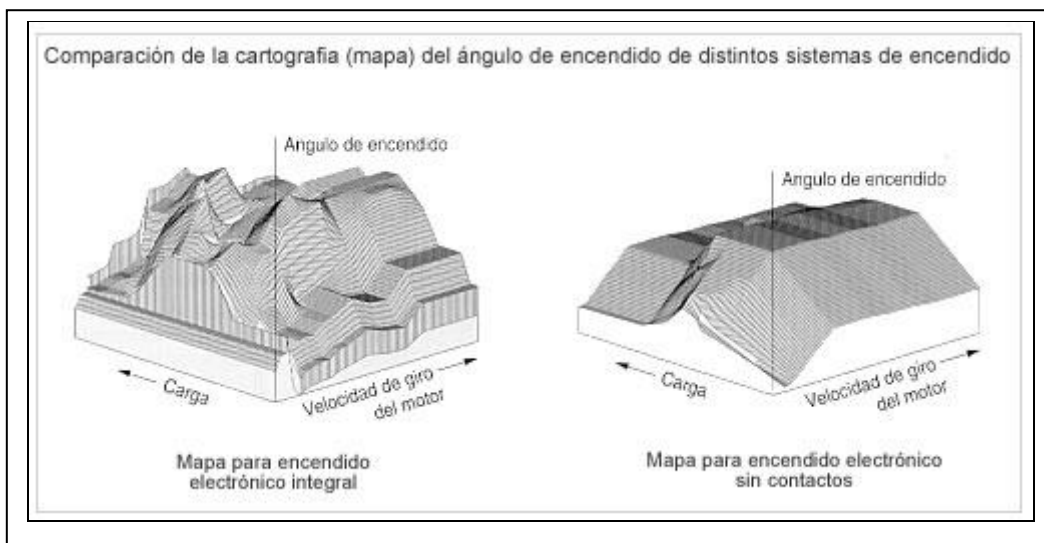


Figura 2.14 Mapa del ángulo de encendido.

En la figura 2.14, se muestra un mapa tridimensional de la característica de encendido de un motor, el cual contiene entre 1000 y 4000 ángulos de encendido. Este tipo de mapa se prepara haciendo trabajar el motor en un dinamómetro y seleccionando puntos de encendido uno a uno, de modo que se obtenga un óptimo funcionamiento del motor bajo cualquier condición de trabajo.

La información de carga del motor son suministrados por un sensor MAP (presión absoluta del múltiple) que convierte el vacío del múltiple en una salida eléctrica.

El sensor MAP tiene una fuente de 5 V y su salida es:

- 1.3 V para una válvula mariposa cerrada (vacío alto).
- 4.8 V para una válvula mariposa abierta (vacío bajo).

Es posible ejecutar un MAP de avance de chispa solamente mediante un sistema controlado por microprocesador, donde los datos de temporización de la chispa están almacenados en la memoria.

Puede verificarse la temporización de la chispa de diversas maneras, usando diferentes técnicas de verificación.

El sistema más sofisticado es el uso del equipo de prueba de diagnóstico (incluyendo instrumentos manuales) donde la temporización de la chispa, expresada en grados antes o después de PMS, aparece en forma numeral en la pantalla.

2.6 Reglaje del encendido.

El control de la distribución del encendido consta de dos controles básicos:

Control de encendido durante el arranque.- Cuando el motor está virando, el encendido se produce en un cierto ángulo fijo del cigüeñal, sin tener en cuenta las condiciones de operación del motor. Este es denominado “ángulo de la distribución de encendido inicial”.

Control del encendido después del arranque.- Durante la operación normal son añadidas varias correcciones del ángulo de distribución de encendido inicial y el ángulo de avance de encendido básico, este depende del modelo de motor que tengamos.

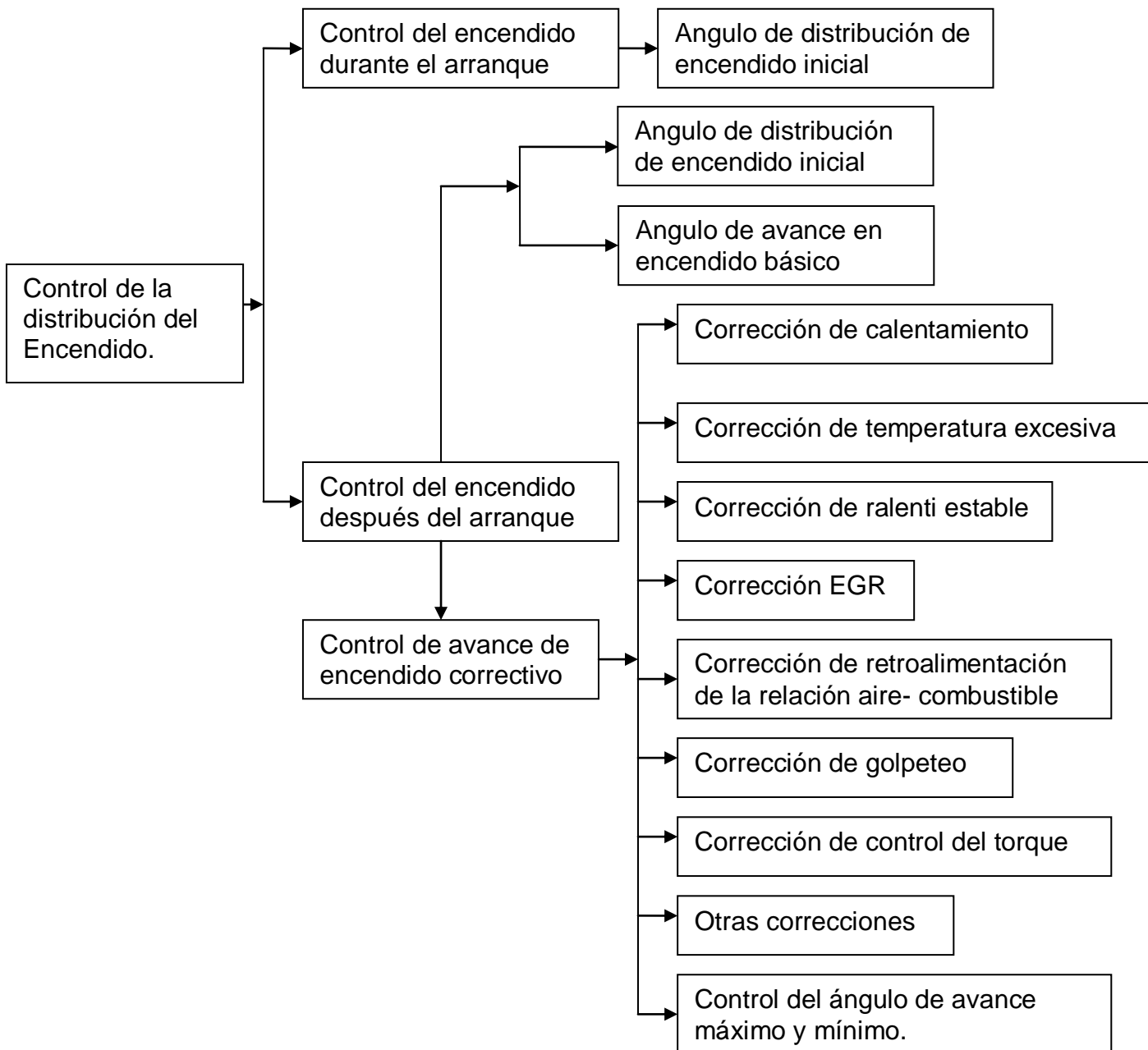


Figura 2.15 Tipos de control

La relación entre los controles principales, la constitución del control de la distribución de encendido y las señales principales de cada sensor se muestra en la figura 2.16.

		SEÑALES											
		Voltaje de la Batería	Presión del múltiple de admisión	Volumen del aire de admisión	Posición de la válvula de obturación		Ángulo del cigüeñal	Velocidad del motor	Temperatura del refrigerante	Sensor de oxígeno	Velocidad del vehículo	Conector del interruptor de control de combustible	Golpeteo del motor
		+B	PIM	VS O KS	IDL PSW	G	NE	THW	OX	SPD	RP	KNK	
CONTROL DE LA DISTRIBUCIÓN DE ENCENDIDO													
Control del encendido durante el arranque						○	○						
Control de encendido después del arranque	Ángulo de avance de encendido		○	○	○			○			○		
	Control de avance de encendido correctivo	Corrección de calentamiento		○	○				○				
		Corrección de temperatura excesiva							○				
		Corrección de ralentí estable				○		○			○		
		Corrección EGR		○	○	○	○	○					
		Corrección de retroalimentación de la relación aire-combustible				○			○	○	○		
		Corrección de golpeteo											○
		Corrección del control del torque	○				○		○	○			

Figura 2.16 Señal vs. Control de la distribución de encendido

El control del encendido durante el arranque que es llevado a cabo inmediatamente después de la salida de la señal NE siguiendo a la señal G. Esta distribución de encendido es llamada ángulo de distribución de encendido inicial.

Durante el arranque, cuando la velocidad del motor aún está por debajo de ciertas rpm. Puesto que la señal de presión del múltiple de admisión ó la señal del volumen de aire de admisión es inestable, la distribución de encendido es fijada en la distribución de encendido inicial. Esta distribución de encendido inicial es fijada directamente mediante el circuito integrado IC de protección en la ECU del motor.

Señales relevantes

- Ángulo de giro del cigüeñal (G)
- Velocidad del motor (NE)

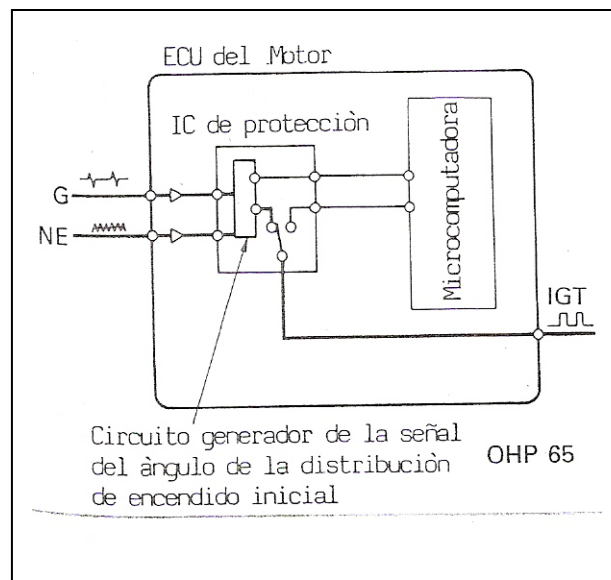


Figura 2.17 Señales de control del encendido inicial

El control del encendido después del arranque se lleva a cabo durante la operación normal.

Las diferentes correcciones (las cuales están basadas en las señales procedentes de los sensores pertinentes) son añadidas al ángulo de distribución de encendido inicial y al ángulo de avance de encendido básico (el cual está determinado por la señal de la presión del múltiple de admisión ó la señal de volumen de aire de admisión y por la señal de velocidad del motor).

Distribución de encendido = ángulo de distribución de encendido inicial
+ Ángulo de avance de encendido básico
+ Ángulo de avance de encendido correctivo.

Durante la operación normal del control del encendido después del arranque, la señal de distribución del encendido (IGT) que es calculada por la microcomputadora sale a través del circuito integrado (IC) de protección.

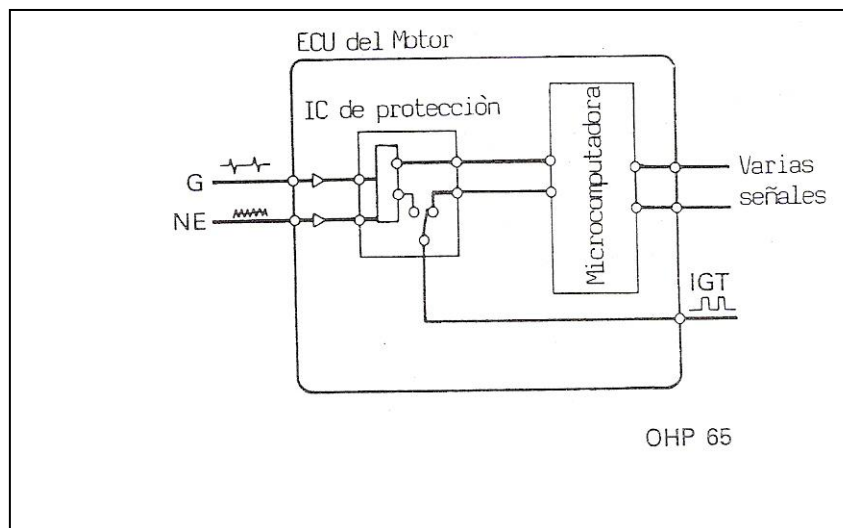


Figura 2.18 Señales de control del encendido final

2.7 Velocidad del motor y Temporización del encendido.

El disco reluctor giratorio provee pulsos de 60° (ignorando el pulso de sincronización) que son convertidos en dos tipos de pulsos de señal y referencia.

Vamos a ver donde son procesados estos pulsos, los detalles de cómo se utilizan. La figura 2.19 muestra un diagrama esquemático de un DIS de cuatro cilindros utilizado en varios vehículos.

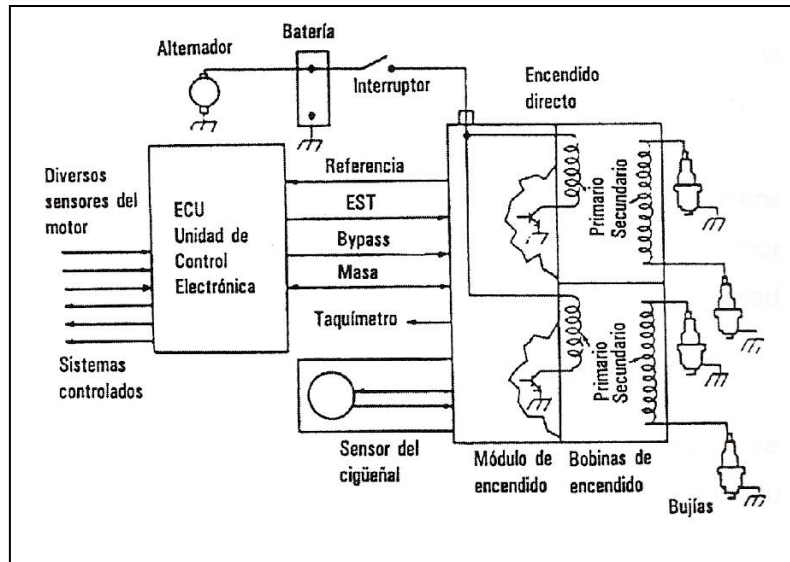


Figura 2.19 Unidad de control y Módulo de encendido DIS

Este sistema consta de dos secciones principales. A la derecha, dos bobinas de encendido montadas en el módulo de encendido. Este módulo realiza dos tareas:

- Procesamiento de los pulsos del sensor del cigüeñal a ondas cuadradas de 0-5V, de referencia.
- Conmutación en la secuencia correcta, de la corriente primaria en las bobinas de encendido por transistores de potencia, limitación de la corriente máxima que circula por las bobinas, y mantenimiento del intervalo dentro de límites óptimos.

Desde el momento en que comienza el arranque del motor hasta que alcanza los 400 RPM, el circuito primario se cierra a 60° antes del PMS y abre en PMS, es decir, ocurre el encendido.

Cuando el motor alcanza una velocidad de 400 RPM, dos modos de operación cambian. Primero el tiempo de la chispa es levemente avanzado. Segundo, el intervalo es controlado por bucle cerrado.

Todas estas funciones son realizadas por el módulo de encendido sin intervención de la ECU, el cual es la segunda sección principal del sistema de encendido. Esta unidad está conectada al módulo de encendido mediante cuatro conductores.

Cuando la velocidad del motor va aumentando hasta la velocidad operativa, la ECU mide la velocidad del motor a través del conductor de referencia y se hace cargo del control de temporización de la chispa.

Esto se logra mediante el ECU, el cual aumenta la tensión en la línea de sobrepaso, desde menos que 1.2 v hasta 5 v. A partir de ahora, la temporización de la chispa es controlada por el ECU a través de la línea de sincronización electrónica de la chispa.

“La temporización de la chispa sigue un mapa de encendido, cuyos puntos están ajustados para obtener el desempeño óptimo de los motores para cada condición operativa”¹⁴.

Se debe avanzar la chispa como aparece en el mapa de encendido y se basa en dos factores.

- Con una relación de carga aire-combustible constante, el tiempo de encendido y combustión de la carga nueva en el cilindro permanece igual, es decir, 0.002 a 0.003 segundos.
- Para obtener una presión de combustión óptima, la combustión debe estar completada cuando el pistón pasó aproximadamente 10° después del PMS.

¹⁴ CUESTA, Gabriel. Camiones y Vehículos Pesados. Editorial Cultural, Madrid –España, 2003
Pág. 256

2.8 Sensores de depresión.

2.8.1 Sensor de presión absoluta MAP.

Sensa la diferencia de presión en la admisión con respecto a la presión atmosférica es un sensor piezo resistivo.

Este sensor, MAP, conectado a la admisión por un tubo y al ambiente, ya que se encuentra instalado en la parte externa del motor y tiene un conducto abierto, variará la señal de acuerdo a la diferencia existente entre el interior y el exterior del múltiple de admisión, generando una señal que puede ser ANALÓGICA o DIGITAL.

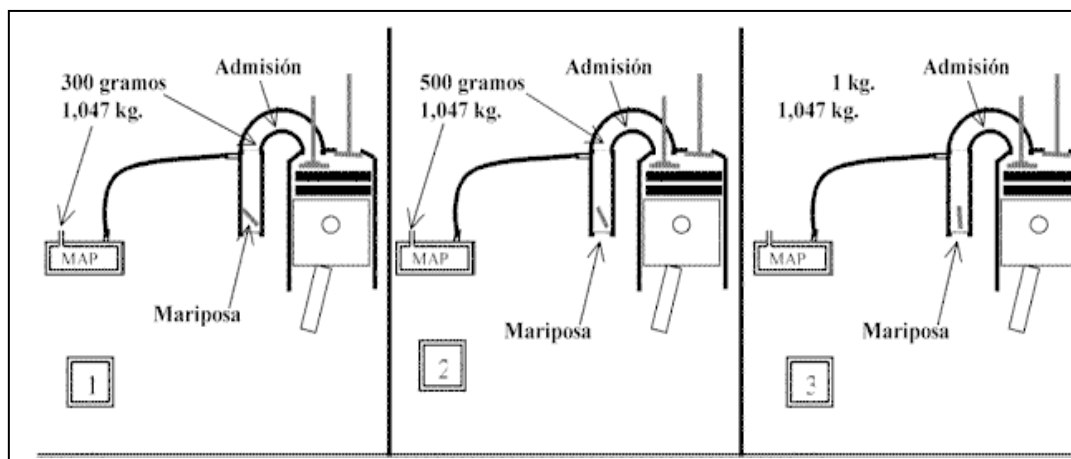


Figura 2.20 Diferencia de presión

En el gráfico Número 1 es cuando existe la mayor diferencia de presión, estando la mariposa en posición ralenti (como así también con el motor a cualquier régimen de revoluciones "en vacío"). En el gráfico Número 2 vemos la mariposa a medio acelerar y el motor con carga de trabajo, la diferencia de presión disminuyó considerablemente, y en el tercer caso tenemos la mariposa "a fondo" y con carga de trabajo, siendo este el momento de menor diferencia de presión existente entre el interior

y el exterior del múltiple de admisión. Esto nos indica claramente que un motor acelerado en vacío prácticamente no variará el tiempo de inyección por ciclo, ya sea a 900 r.p.m. como a la mitad de sus revoluciones (3.000 r.p.m.) o al corte de las mismas, porque el tiempo de inyección, que está corregido por la UC tomando diversos datos de los distintos sensores, efectúa sus mayores correcciones directamente relacionadas con el MAP.

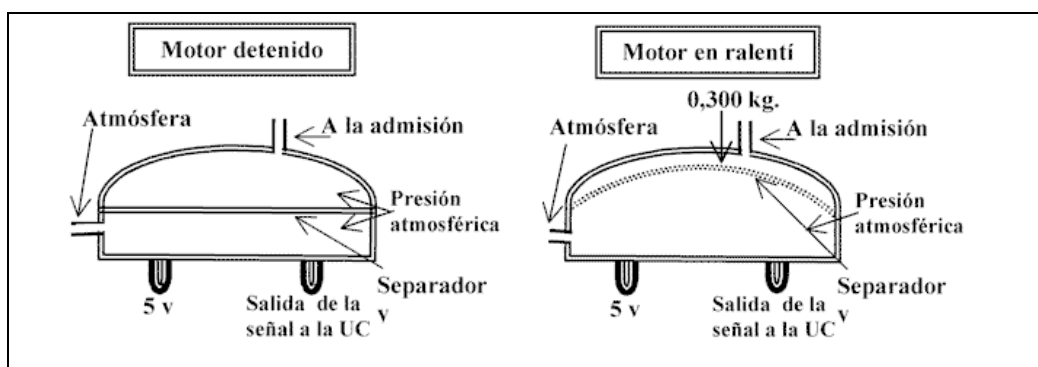


Figura 2.21 Comparación entre motor detenido y motor en ralentí

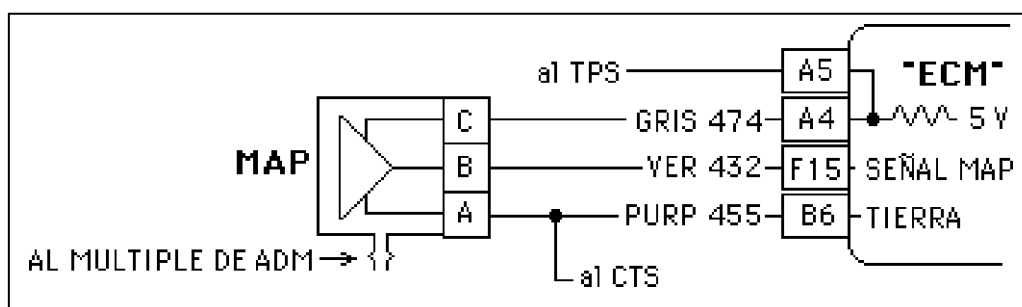


Figura 2.22 Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)

El sensor MAP (Manifold Absolute Pressure) se encarga de medir la presión absoluta del múltiple de admisión convirtiendo el vacío a una señal de voltaje la cuál interpreta el ECM como presión absoluta en el múltiple. Este sensor le indica también al ECM la presión barométrica o sea la altura sobre el nivel del mar.

A mayor altura sobre el nivel del mar existirá menos presión y mandará a la terminal F15 del ECM menos voltaje así como también entre más vacío exista en el múltiple de admisión el voltaje será menor.

Al poner la llave en "ON", ECM "lee" el voltaje de la terminal F15 y monitorea la presión barométrica existente o altura sobre el nivel del mar y determina la cantidad de combustible a inyectar, así como también la curva de avance del tiempo de encendido. Esto también lo hace en una aceleración repentina a fondo cuando el vacío en el múltiple de admisión es cero.

Estando funcionando el motor, el sensor MAP informa a ECM de la carga aplicada al motor leyendo el vacío en el múltiple de admisión.

El sensor MAP tiene tres cables y un conector de vacío conectado al múltiple de admisión.

El cable gris viene de la terminal A4 del ECM con un voltaje de referencia (VREF) de 5 voltios. Si no existe voltaje de referencia, el problema está en el cable o en ECM.

El cable verde es la salida de la señal de referencia y se conecta a la terminal F15 del ECM. Al ensamblarse el conector en el sensor, su voltaje será de aproximadamente a 4.5 voltios; si el voltaje es cero o queda en 5 voltios, el sensor está defectuoso. Por medio de la señal de referencia transformada a voltaje, ECM modifica la curva de avance del tiempo del encendido y la inyección de combustible.

En el cable púrpura no existirá voltaje ya que éste está conectado a tierra en la terminal B6 del ECM. Si no es tierra al revisarlo con un Ohmetro, el problema está en el cable o en el ECM.

Para probar el MAP es necesario utilizar un voltímetro entre las terminales A y B del conector (F15 y B6 del ECM) y aplicar vacío con la llave de encendido en "ON". El voltaje bajará de aproximadamente 4.5 a 1.5 voltios.

2.8.2 Control del ECM según información del MAP

Dependiendo de la presión barométrica ECM controla:

- Tiempo de encendido.
- Inyección del combustible.

Dependiendo del vacío del motor ECM controla:

- Tiempo de encendido.
- Inyección de combustible.
- Corte momentáneo de la inyección de combustible en desaceleración.

Según el vacío en el múltiple de admisión es la carga aplicada al motor. -Al forzar el motor se requiere mayor potencia. En éste momento el vacío en el múltiple es muy poco y el MAP manda la señal por la terminal F15 para que el ECM mande mayor cantidad de combustible y retrase el tiempo de encendido para que no cascabelee ya que la mezcla rica arde rápidamente.

Al aumentar el vacío en el múltiple de admisión, el MAP manda la señal para que el ECM mande menor cantidad de combustible y como la mezcla pobre arde más lentamente ECM adelanta el tiempo comportándose como un avance de vacío.

En una desaceleración, el vacío en el múltiple de admisión aumenta considerablemente y en éste momento el ECM recibe la señal para cortar el suministro de combustible y evitar emisión de gases contaminantes.

Cuando falla el MAP genera los siguientes códigos:

Código 33.- Señal de voltaje del MAP demasiado alta (bajo vacío).

Código 34.- Señal de voltaje del MAP demasiado baja (alto vacío).

2.8.3 Código 33.- Señal de voltaje del MAP demasiado alta (Bajo vacío)

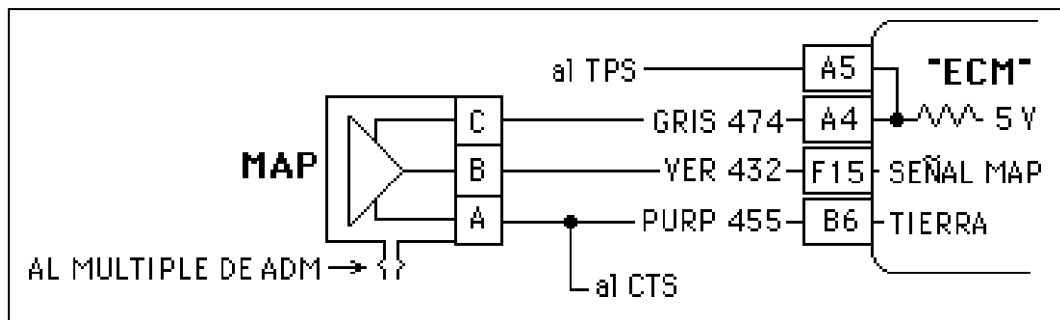


Figura 2.23 Señal de voltaje del MAP (bajo vacío)

Con el motor funcionando en marcha lenta el voltaje del MAP (Manifold Absolute Pressure) será de aproximadamente 1.5 voltios. Si la señal que manda el sensor MAP está arriba de 4 voltios con el motor en marcha lenta, se genera el código 33 indicándole al ECM que están forzando el motor. El ECM aumenta el pulso de inyección saliendo humo negro por el mofle y manchando las bujías de hollín.

1.- La primer prueba a realizar sería revisar que el vacío del múltiple llegue al sensor MAP (que la manguera no esté rota o desconectada). Si esto está bien proceda con lo siguiente:

2.- Mida el voltaje en el cable verde sin desconectar el conector y con el motor funcionando. Si el voltaje es alto, desconecte el conector y el voltaje deberá ser cero; si es así revise el cable púrpura que tenga tierra efectiva y si la tierra está bien, cambie el sensor. Si no tiene tierra efectiva y también tiene el código de voltaje alto en el CTS (sensor de temperatura del refrigerante) aterrice físicamente el cable púrpura.

3.- Si al desconectar el conector el voltaje en el cable verde sigue alto, revise que no se haya cruzado el cable gris con el verde y si está bien, cambie el ECM.

Nota: Un motor con marcha mínima inestable por falla de válvulas, toma de aire por el múltiple o por el pleno, falla del sistema de encendido o mal sincronizado puede ocasionar que aparezca éste código.

Si tiene monitor de diagnóstico, la lectura que presentará estando presente el código 33 será arriba de 4 voltios, desconecte el sensor y la lectura deberá ser de cero voltios. Si es así cambie el sensor. Si la lectura sigue siendo alta, realice los pasos 1, 2 y 3.

2.8.4 Código 63.- Señal de voltaje del MAP demasiado alta (bajo vacío) (1a. Generación)

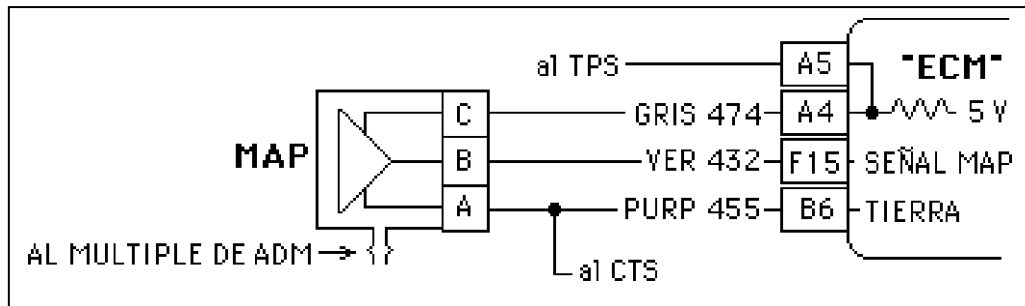


Figura 2.24 Señal de voltaje del MAP demasiado alta (bajo vacío)

Con el motor funcionando en marcha lenta el voltaje del MAP (Manifold Absolute Pressure) será de aproximadamente 1.5 voltios. Si la señal que manda el sensor MAP está arriba de 4 voltios con el motor en marcha lenta, se genera el código 63 indicándole al ECM que están forzando el motor. El ECM aumenta el pulso de inyección saliendo humo negro por el mofle y manchando las bujías de hollín.

1.- La primer prueba a realizar sería revisar que el vacío del múltiple llegue al sensor MAP (que la manguera no esté rota o desconectada). Si esto está bien proceda con lo siguiente:

2.- Mida el voltaje en el cable verde sin desconectar el conector y con el motor funcionando. Si el voltaje es alto, desconecte el conector y el voltaje deberá ser cero; si es así revise el cable púrpura que tenga tierra efectiva y si la tierra está bien, cambie el sensor. Si no tiene tierra efectiva y también tiene el código de voltaje alto en el CTS (sensor de temperatura del refrigerante) aterrice físicamente el cable púrpura.

3.- Si al desconectar el conector el voltaje en el cable verde sigue alto, revise que no se haya cruzado el cable gris con el verde y si está bien, cambie el ECM.

Nota: Un motor con marcha mínima inestable por falla de válvulas, toma de aire por el múltiple o por el pleno, falla del sistema de encendido o mal sincronizado puede ocasionar que aparezca éste código.

Si tiene monitor de diagnóstico, la lectura que presentará estando presente el código 63 será arriba de 4 voltios, desconecte el sensor y la lectura deberá ser de cero voltios. Si es así cambie el sensor. Si la lectura sigue siendo alta, realice los pasos 1, 2 y 3.

2.8.5 Código 64.- Señal de voltaje del MAP demasiado baja (alto vacío) (1a. Generación)

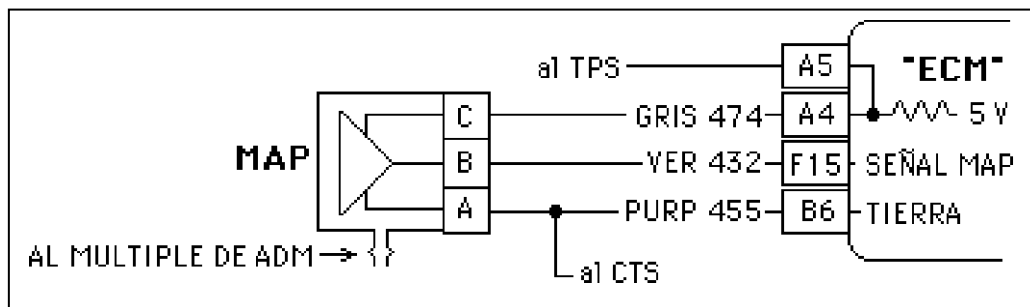


Figura 2.25 Señal de voltaje del MAP demasiado baja (alto vacío)

Este código se genera cuando el voltaje en el MAP (Manifold Absolute Pressure) es menor de 0.3 voltios con el motor funcionando en marcha lenta. En una desaceleración el voltaje puede bajar hasta 0.3 voltios pero ECM no lo reconoce como código de falla porque el acelerador está suelto y las revoluciones son muchas como en el caso de frenar con motor.

1.- Mida el voltaje en el cable verde sin desconectar el conector y con el motor funcionando. Si el voltaje es bajo apague el motor, desconecte el conector y mida el voltaje en el cable gris, el voltaje

deberá ser de casi 5 voltios, si no es así; revise continuidad del cable gris hasta el ECM y que no esté aterrizado.

2.- Si esto está bien y no le llegan los 5 voltios y también presenta el código de señal baja en el TPS, cambie el ECM.

3.- Si no le llegan los 5 voltios y el TPS no presenta el código de señal baja, haga un puente de la terminal A4 a la A5 del ECM. Si en el cable gris tiene 5 voltios, revise el cable verde que no esté aterrizado y si éste está bien, cambie el sensor.

4.- Otra prueba que puede realizar es desconectar el sensor y en el arnés puentear las terminales gris y verde. Al hacer esto estamos generando el código de señal alta (código 63), ponga a funcionar el motor y si la lámpara "MIL" se enciende y sale humo negro por el mofle, apague el motor y pida códigos, si aparece el código 63 el problema es el sensor.

5.- Una prueba más cuando tiene el código 64 es desconectar la manguera de vacío del sensor y poner a funcionar el motor y si la lámpara "MIL" se enciende y sale humo negro por el mofle, apague el motor y pida códigos, si aparece el código 63 el problema es el sensor.

Si tiene monitor de diagnóstico, la lectura que presentará estando presente el código 64 será menor de 0.3 voltios, desconecte el sensor y haga un puente entre las terminales gris y verde, la lectura deberá ser más de 4 voltios. Si es así cambie el sensor. Si la lectura sigue siendo baja, realice los pasos descritos.

2.8.6 Código 34.- Señal de voltaje del MAP demasiado baja (Alto vacío)

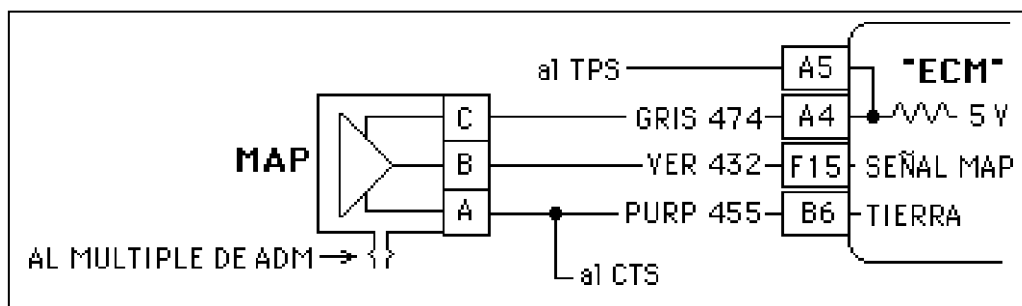


Figura 2.26 Señal de voltaje del MAP demasiado baja (Alto vacío)

Este código se genera cuando el voltaje en el MAP (Manifold Absolute Pressure) es menor de 0.3 voltios con el motor funcionando en marcha lenta. En una desaceleración el voltaje puede bajar hasta 0.3 voltios pero ECM no lo reconoce como código de falla porque el acelerador está suelto y las revoluciones son muchas como en el caso de frenar con motor.

1.- Mida el voltaje en el cable verde sin desconectar el conector y con el motor funcionando. Si el voltaje es bajo apague el motor, desconecte el conector y mida el voltaje en el cable gris, el voltaje deberá ser de casi 5 voltios, si no es así; revise continuidad del cable gris hasta el ECM y que no esté aterrizado.

2.- Si esto está bien y no le llegan los 5 voltios y también presenta el código de señal baja en el TPS, cambie el ECM.

3.- Si no le llegan los 5 voltios y el TPS no presenta el código de señal baja, haga un puente de la terminal A4 a la A5 del ECM. Si en el cable gris tiene 5 voltios, revise el cable verde que no esté aterrizado y si éste está bien, cambie el sensor.

4.- Otra prueba que puede realizar es desconectar el sensor y en el arnés puentear las terminales gris y verde. Al hacer esto estamos generando el código de señal alta (código 33), ponga a funcionar el motor y si la lámpara "MIL" se enciende y sale humo negro por el mofle, apague el motor y pida códigos, si aparece el código 33 el problema es el sensor.

5.- Una prueba más cuando tiene el código 34 es desconectar la manguera de vacío del sensor y poner a funcionar el motor y si la lámpara "MIL" se enciende y sale humo negro por el mofle, apague el motor y pida códigos, si aparece el código 33 el problema es el sensor.

Si tiene monitor de diagnóstico, la lectura que presentará estando presente el código 34 será menor de 0.3 voltios, desconecte el sensor y haga un puente entre las terminales gris y verde, la lectura deberá ser más de 4 voltios. Si es así cambie el sensor. Si la lectura sigue siendo baja siga con los pasos descritos.

Sensores MAP

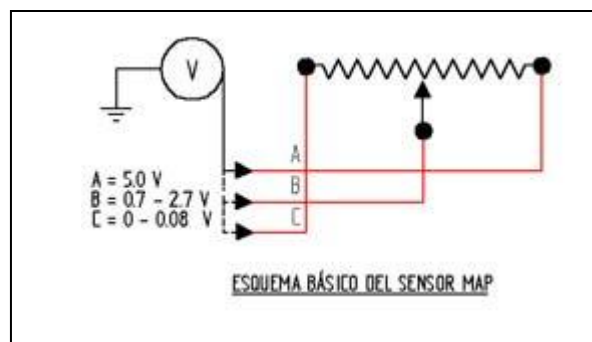


Figura 2.27 Esquema básico del sensor MAP

2.8.7 Sensor MAP por variación de tensión

El sensor MAP es un sensor que mide la presión absoluta en el colector de admisión. MAP es abreviatura de Manifold Absolute Presion. Este sensor tiene su principio de funcionamiento como la válvula EGR, a la cual describimos en esta misma sección en el apartado de alimentación.

El vacío generado por la admisión de los cilindros hace actuar una resistencia variable (ver esquema) que a su vez manda información a la unidad de mando del motor, de la carga que lleva el motor.

La señal que recibe la unidad de mando del sensor de presión absoluta junto con la que recibe del sensor de posición del cigüeñal (régimen del motor) le permite elaborar la señal que mandará a los inyectores.

El sensor MAP consta de una resistencia variable y de tres conexiones, una de entrada de corriente que alimenta al sensor y cuya tensión suele ser de +5.0 V, una conexión de masa que generalmente comparte con otros sensores, cuya tensión suele oscilar ente 0 V y 0.08 V y una conexión de salida que es la que manda el valor a la unidad de mando y cuyo voltaje oscila entre 0.7 y 2.7 V.

La comprobación mediante vacío y la eléctrica más detallada, la pueden encontrar en la sección de manual de reparaciones, dentro de diagnóstico con instrumentos.

El sensor cuyo funcionamiento describimos pertenece al grupo de sensores MAP por variación de tensión, es decir, existen dos tipos de sensores MAP, sensores por variación de tensión y sensores por variación de frecuencia.

2.8.8 Sensor MAP por variación de frecuencia

El sensor por frecuencia tiene dos misiones fundamentales, medir la presión absoluta del colector de admisión y la presión barométrica.

Este tipo de sensores mandan información a la unidad de mando de la presión barométrica existente sin arrancar el vehículo y cuando está completamente abierta la válvula de mariposa, por lo que se va corrigiendo la señal de inyector mientras hay variaciones de altitud.

La relación para determinar la presión absoluta a partir de la barométrica es sencilla, es decir, la presión absoluta es igual a la presión barométrica menos la succión o vacío creada por los cilindros.

No es posible comprobar estos sensores de la misma forma que los sensores por variación de tensión, si lo hacemos obtendremos un valor que oscila sobre los 3.0 Voltios, pero no varía según la presión solamente es una tensión que nos indica que está funcionando dicho sensor.

La salida de la señal a la unidad de mando es de Hertzios, por lo que tendremos que medirlo mediante un osciloscopio o un tester con opción de medición de frecuencia.

La frecuencia de esta señal suele oscilar entre 90 y 160 Hertzios, la tensión de alimentación del sensor es de +5.0 V, la toma de masa debe presentar una tensión máxima de 0.08 V igual que el de variación de tensión.

2.9 Temperatura del motor y Temporización del encendido.

“La distribución de encendido es avanzada para mejorar la capacidad de conducción cuando la temperatura del refrigerante es baja”¹⁵.

¹⁵ CASTRO Miguel, Manual del Automóvil. Editorial CEAC, 4ta edic. Barcelona, España. 2003 Pág. 238.

En algunos modelos de motor, esta corrección cambia el ángulo de avance de acuerdo con la presión del múltiple de admisión ó el volumen de aire de admisión.

Para esta corrección el ángulo de distribución del encendido es avanzado a un valor aproximado de 15° durante tiempos extremadamente fríos

Corrección de la sobre temperatura.- Para evitar los golpeteos y el sobrecalentamiento la distribución del encendido es retardada cuando la temperatura del refrigerante es extremadamente alta. Para esta corrección, el ángulo de la distribución es retardado a un valor máximo de aproximadamente 5°.

2.9.1 Sensor de temperatura del refrigerante del motor (CTS)

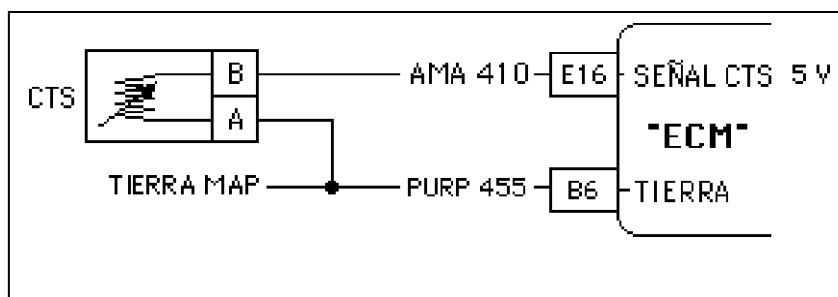


Figura 2.28 Sensor de temperatura del motor

El sensor de temperatura del refrigerante CTS (Coolant Temperature Sensor) es un termistor que al aumentar su temperatura su resistencia disminuye, por lo general va colocado en la parte inferior de la caja del termostato y tiene un conector de dos terminales.

Este sensor convierte temperatura en señal de referencia. CTS está conectado a ECM a las terminales B6 y E16. La terminal B6 está conectada a tierra dentro de ECM para obtener una lectura más precisa. ECM por medio de la terminal E16 (cable amarillo) manda un voltaje de

referencia de 5 voltios de bajo amperaje regulado por una resistencia reguladora en su interior.

Al aumentar la temperatura disminuye su resistencia y ECM detecta bajo voltaje por la terminal E16 modificando el funcionamiento del motor. Cuando el motor está frío la resistencia de CTS es mucha y ECM detecta alto voltaje condicionando el motor para funcionamiento en frío.

Tabla II.3 Referencias de temperaturas

TEMPERATURA	TEMPERATURA	RESISTENCIA	Voltaje en el
°F	°C	Ω	cable amarillo
212	100	180	.46
176	80	350	.78
140	60	600	1.33
104	40	1700	2.13
68	20	3400	3.07
50	10	6000	3.51

Para probar el sensor se mide el voltaje pero éste debe de hacerse con un voltímetro de alta impedancia, de preferencia digital.

Cuando falla el CTS genera los siguientes Códigos:

14 Voltaje bajo (alta temperatura).

15 Voltaje alto (baja temperatura)

2.9.2 Código 14.- Señal de voltaje del CTS demasiado baja (Alta temperatura)

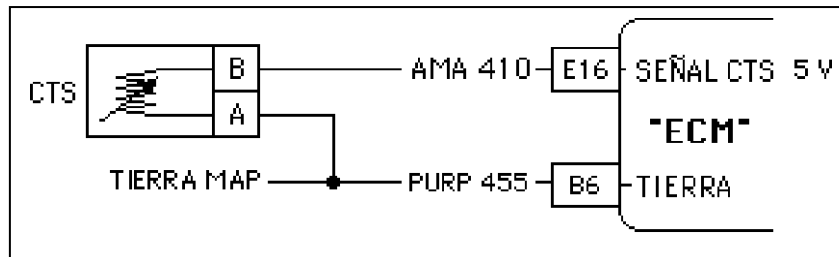


Figura 2.29 Señal de voltaje del CTS demasiado baja (alta temperatura)

Si el sensor CTS (Coolant Temperature Sensor) está en cortocircuito o el cable de señal de 5 voltios está aterrizado, el ECM leerá un voltaje demasiado bajo y registrará el código 14. Para detectar el problema primero borre códigos, haga funcionar el motor por 5 minutos y si el código aparece, haga lo siguiente.

1.- Poner la llave en "ON".

2.- Desconectar el sensor y medir el voltaje en cada una de las terminales del arnés, una deberá tener 5 voltios y la otra tierra efectiva. Si no llegan los 5 voltios el cable está aterrizado o ECM no tiene sus alimentaciones de corriente y tierras o ECM o Mem-Cal está defectuoso.

3.- Si tiene los 5 voltios y tierra efectiva, conectar el arnés y medir el voltaje en el cable que tenía 5 voltios, ahora el voltaje bajará según la temperatura que tenga el motor conforme la siguiente tabla. Si el voltaje es mucho menor que el de la tabla, cambie el sensor.

Tabla II.2. Temperatura la el código 14

TEMPERATURA	TEMPERATURA	RESISTENCIA	Voltaje en el
°F	°C	Ω	cable amarillo
212	100	180	.46
176	80	350	.78
140	60	600	1.33
104	40	1700	2.13
68	20	3400	3.07
50	10	6000	3.51

Nota: Si no aparece el código 14 después de funcionar el motor por 5 minutos, esto se debe a un falso contacto.

Si tiene monitor de diagnóstico, la lectura que presentará estando presente el código 14 será arriba de 130°C, desconecte el sensor y la lectura deberá ser de menos de -30°C. Si es así cambie el sensor. Si la lectura sigue siendo alta, realice los pasos 1 y 2.

2.9.3 Código 15.- Señal de voltaje del CTS demasiado al (Baja temperatura)

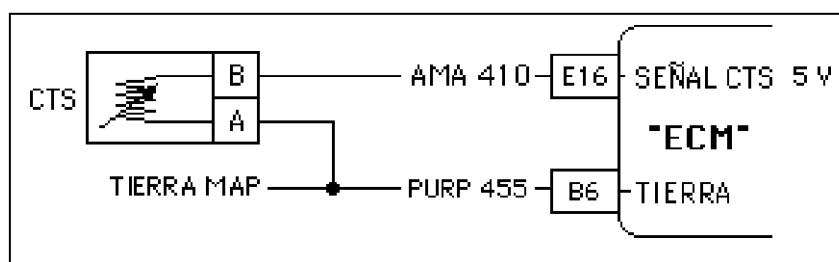


Figura 2.30 Código 15.- Señal de voltaje del CTS demasiado alta (Baja temperatura)

ECM está detectando un voltaje muy alto, cerca de los 5 voltios. Si el sensor **CTS** (**Coolant Temperature Sensor**) está abierto o uno de sus cables no tiene continuidad, el ECM leerá un voltaje alto y registrará el

código 15. Para detectar el problema primero borre códigos, haga funcionar el motor por 5 minutos y si el código aparece, haga lo siguiente:

1.- Poner la llave en "ON", desconectar el sensor y medir el voltaje en cada una de las terminales del arnés, una deberá tener 5 voltios y la otra tierra efectiva. Si no llegan los 5 voltios el cable está abierto o ECM no tiene sus alimentaciones de corriente y tierras o ECM o Mem-Cal está defectuoso.

2.- Si el cable de tierra no tiene tierra efectiva y si también tiene el código del sensor MAP, revise continuidad del arnés a ECM o aterricelo.

3.- Si tiene los 5 voltios y tierra efectiva, conectar el arnés y medir el voltaje en el cable que tenía 5 voltios, ahora el voltaje bajará según la temperatura que tenga el motor conforme la siguiente tabla. Si el voltaje es mucho mayor que el de la tabla, cambie el sensor.

Tabla II.3 Temperaturas en el código 15

TEMPERATURA	TEMPERATURA	RESISTENCIA	Voltaje en el
°F	°C	Ω	cable amarillo
212	100	180	.46
176	80	350	.78
140	60	600	1.33
104	40	1700	2.13
68	20	3400	3.07
50	10	6000	3.51

Si tiene monitor de diagnóstico, la lectura que presentará estando presente el código 15 será menos de -30°C. Desconecte el sensor y haga

un puente en las terminales del arnés. La lectura deberá ser arriba de 130°C. Si es así cambie el sensor. Si la lectura sigue siendo baja, realice los pasos 1 y 2.

2.10 Control de golpeteo.

Si ocurre el golpeteo en el motor, el sensor de golpeteo convierte las vibraciones generadas por el golpeteo en señales de voltaje y las envía a la ECU del motor.

“La ECU juzga si la intensidad del golpeteo está en uno de los tres niveles, fuerte, medio o débil, de acuerdo a la intensidad de las señales del golpeteo del motor, y cambia de acuerdo a esto el ángulo de retardo de encendido correctivo. En otras palabras, si el golpeteo es fuerte, el retardo de la distribución de encendido es mayor, mientras si el golpeteo es débil, es retardada solamente un poco”.¹⁶

Cuando cesan los golpeteos del motor, la ECU detiene el retardo y comienza el avance de la distribución del encendido poco a poco cada vez mediante ángulos fijos.

Este avance de la distribución del encendido continúa hasta que vuelva ha ocurrir el golpeteo del motor, en el cual la distribución de encendido es nuevamente retardado.

El Ángulo de la distribución de encendido es retardado a un valor máximo de aproximadamente 10° mediante esta corrección.

El retardo de la distribución de encendido durante el golpeteo es llevado a cabo dentro del rango de corrección de golpeteo. En algunos motores, esto significa que cuando el motor está operando bajo una carga pesada (vacío

¹⁶ http://mecanicavirtual.iespana.es/inyeccion_gasolina1.htm

aprox. a 26.7kPa, 200 mmHg, 7.9pulg.Hg.), mientras en otros motores, esto cubre virtualmente la totalidad del rango de carga del motor.

Las señales de retroalimentación de la ECU procedentes del sensor de golpeteo corrigen la distribución de encendido como se muestra en el gráfico inferior.

- **Sensor de golpeteo (KS)**

Llamado también sensor de ruido o sensor de detonación, es un acelerómetro piezo eléctrico, es decir, un dispositivo generador de voltaje ac que convierte la señal mecánica (la detonación o vibración del motor, de alrededor de 5 a 6 KHz. en ralentí) en una señal eléctrica que es enviada al ECU, de modo que la computadora pueda hacer ajustes como el retrasar el tiempo de encendido cuando la vibración es muy alta, o viceversa. Produce un voltaje proporcionalmente más alto cuando el golpeteo o cascabeleo va aumentando. El sensor de detonación está insertado en el bloque de cilindros. Puede revisarse golpeando el motor firmemente mientras se observa a pantalla de un multímetro, lo que debe indicar un voltaje alterno momentáneamente. Fallas que provoca este sensor: pérdida de señal momentánea al sensor de oxígeno (falla intermitente) así mismo este sensor se ve afectado por un soporte de motor en mal estado o línea de escape suelto.



Figura 2.31 Sensores de detonación

Los motores modernos que permiten relaciones de compresión elevadas, tienen un claro inconveniente: su diseño incrementa el golpeteo (detonación) y puede dañar el motor.

“Los sensores de detonación miden de forma fiable la vibración del bloque de motor que indica claramente el golpeteo. Esto permite ajustar el ángulo de encendido y otros parámetros para que el motor funcione correctamente sin sobrepasar el umbral del golpeteo. Así no sólo se protege el motor, sino que también se reduce el consumo”¹⁷.

Para garantizar la precisión, los sensores de detonación de Siemens VDO utilizan una tecnología con un ancho de banda puntero.

Cada vez que se registra detonación el sensor produce una señal eléctrica. Cuando la computadora recibe señal de voltaje del sensor sobre ciertos rangos, sabe que el motor tiene detonación. El sensor tiene dos terminales de conexión: Una de ellas transporta la señal de detonación a la computadora; la otra refuerza la señal (tierra de señal o aislada). Un tercer alambre se conecta a la computadora, mismo que funciona como un blindaje que evita que la señal se distorsione o se pierda en su recorrido hacia la computadora.

Los fabricantes de motores procuran tener el encendido un poco más retrasado de lo que sería posible, para obtener toda la potencia del motor y así subsanar los problemas en los momentos más desfavorables. Para evitar el fenómeno de picado o detonación, incluso en condiciones tan desfavorables como altas temperaturas que se producirán en cargas prolongadas, con alta temperatura exterior, así como la carbonilla acumulada en la cámara de combustión, que puede

¹⁷ MARTÍNEZ Hermógenes, Manual del Automóvil, Editorial Cultural, Madrid-España. 2002.Pág. 69

generar fenómenos de autoencendido que provoquen el mismo efecto de picado.

Sensor de Detonación, picado o golpeteo (Knock Sensor)
Ubicación y función: Está situado en el bloque del motor en el múltiple de admisión o en la tapa de válvulas. Es un sensor de tipo piezoeléctrico. La detonación o cascabeleo del motor provoca que el sensor genere una señal de bajo voltaje y esta es analizada por el ECM. Esta información es usada por el ECM para controlar la regulación del tiempo, atrasa el tiempo hasta un límite que varía según el fabricante y puede ser de 17 a 22 grados. Esto lo hace a través de un módulo externo de encendido, llamado control electrónico de la chispa.

Síntomas de la detonación: Pérdida de potencia o cascabeleo de pistones (golpes) del motor y por lo tanto deterioro grave de algunas partes mecánicas del conjunto móvil.

Fallas que provocan la detonación y el autoencendido en los motores: Daño en pistones y anillos, desgaste prematuro de los cilindros, deformación de bielas, daño en los metales y puños del cigüeñal y desbalanceo del cigüeñal.

- **Sensor de Pistoneo o Detonaciones**

El sensor de pistoneo monitorea la vibración del motor y la convierte en voltaje eléctrico. El sensor de detonaciones consiste en un cristal de cuarzo especial en medio de dos electrodos conductores, esta "afinado" para responder solamente al tipo de vibración producida por el golpeteo del motor. El sensor de pistoneo capta la señal de vibración y la convierte en una salida eléctrica.

Sensor de pistoneo piezo eléctrico.- Va colocado sobre el bloc motor, percibe las vibraciones ocasionadas por el pistoneo, generando

una señal de corriente continúa, que al ser recibida por la UC, esta la procesará y ordenará el atraso correspondiente del encendido, que será constante o progresivo, según la frecuencia con que reciba la señal.

Este sensor se podrá medir en función CORRIENTE CONTINUA del téster y con pequeños golpes. Tiene el principio de trabajo del magiclik, que al accionarse recibe un golpe y produce corriente.

“El sensor de detonación esta localizado en el bloque del motor debajo del múltiple de admisión. El sensor de detonación detecta las vibraciones anormales en el motor. El sensor produce un voltaje de rendimiento que aumenta con la severidad de la detonación. La señal es enviada hacia adentro del ECM y el tiempo es retardado hasta un máximo de 10 grados para compensar por la detonación severa. Cualquier problema con el sensor de detonación almacenara un código 34 en los sistemas mpfi”¹⁸.

- **Tipo de sensor:** es un generador de voltaje de corriente alterno piezo eléctrico.
- **Localización:** se encuentra sujeto al monoblock cerca del filtro de aceite.
- **código de falla 34** 304 p0325 +

¹⁸ CROUSE WILLIAM H., Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil, Editorial Alfa Omega Marcombo, México,1992.Pág. 82

III. SELECCIÓN, CARACTERÍSTICAS Y MONTAJE DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO.

3.1 INTRODUCCIÓN.

“La construcción e instalación del módulo de pruebas del sistema de encendido sin distribuidor (DIS), tiene la misión de obtener y determinar parámetros de funcionamiento del sistema en forma experimental, con el objetivo de que el estudiante esté en la capacidad de reconocer los componentes y saber los parámetros que se utilizan en este tipo de sistema de encendido”¹⁹.

3.2 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 del país.

La Carrera de Ingeniería Automotriz, forma profesionales calificados para la construcción, repotenciación y mantenimiento de sistemas automotrices.

El tema de Proyecto se enfoca a conseguir la especialización en el sistema de encendido sin distribuidor (DIS), para motores de combustión interna a gasolina.

Contando con el recurso profesional, laboratorios de Autotrónica, talleres de mantenimiento, tomando en cuenta que la educación en la ESPE - Latacunga se fundamenta en la excelencia académica, el cultivo de valores

¹⁹ VARGAS, Juan Carlos, Manual de Mecánica. Editorial Intermedio, Bogotá – Colombia, 1999. Pág. 32

humanos, equilibrio de la teoría con la práctica, e incorporando tecnología actualizada.

El presente proyecto fue elaborado por la necesidad de equipar al laboratorio de nuevas tecnologías, acorde a las necesidades actuales de los estudiantes para un mejor desenvolvimiento en el campo profesional.

Con la construcción de este módulo de pruebas de encendido sin distribuidor, el estudiante podrá entrenarse de una forma adecuada para posteriormente enfrentarse a problemas reales en la vida práctica.

3.3 OBJETIVO GENERAL.

“Analizar la operación e implementar un Sistema de Encendido Sin Distribuidor (DIS) aplicados en Motores de Combustión Interna para el laboratorio de Autotrónica”.

3.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar las funciones de las chispas de evento y desperdicio
- Analizar las variantes del sistema de encendido sin distribuidor.
- Determinar la operación de los disparadores de los circuitos primarios de encendidos utilizados en los motores gasolina.
- Utilizar instrumentos de medición y comprobación para realizar un diagnóstico técnico y práctico de los diversos sistemas de encendido.
- Seleccionar elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos para construir el módulo de pruebas.
- Obtener información concerniente al tema.

3.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Se desea construir un módulo de entrenamiento de un sistema de encendido sin distribuidor con el objetivo de que el estudiante pueda adquirir conocimientos destrezas y habilidades al realizar sus prácticas en este módulo.

Una vez que el estudiante domine el conocimiento y funcionamiento de este módulo estará capacitado para enfrentar situaciones reales en vehículos que posean un sistema similar al descrito en este proyecto.

Para la construcción de este proyecto se ha realizado un extenso estudio e investigación del mismo, basado en el sistema de encendido del CHEVROLET CORSA para luego llevarlo a la práctica en la construcción del módulo de pruebas.

Para llevar a cabo el proyecto se requiere de todos los elementos del sistema de encendido del CHEVROLET CORSA y una vitrina porta equipo diseñada para contener a dichos elementos.

3.6 JUSTIFICACIÓN.

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 la electricidad y electrónica aplicadas en los modernos automóviles

El tema propuesto, se orienta a obtener profesionales capacitados para solucionar problemas competentes en los sistemas de encendido sin distribuidor de motores de combustión interna.

La realización de este proyecto es muy importante ya que el estudio de este tema logrará que como futuros ingenieros nos especialicemos y obtengamos mayor experiencia que luego podremos en práctica en nuestro desarrollo profesional en la reparación, adaptación y optimización de los

diferentes sistemas de encendido sin distribuidor 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, avance de encendido, alta compresión, mayor distancia disruptiva de la bujía de encendido para mejorar resultados en la potencia máxima del motor, torque, economía en el consumo de combustible, reducción de la emisiones de gases nocivos y eliminación del golpeteo del motor.

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.

3.7 INFORMACIÓN GENERAL.

El módulo consta de varios elementos sensores y actuadores que conforman el sistema DIS y componentes de subsistemas adicionales. Todos los aditamentos están ubicados en una vitrina porta equipo, constituida por una estructura de acero conformada por tubos, la cual soporta dos chapas de madera aglomerada en la parte frontal y un par de puertas corredizas en la parte posterior.

Para que sea rápida la identificación de cada componente, existen adhesivos junto al sensor y demás componentes de los diferentes subsistemas con la finalidad de poderlos identificar y saber donde podemos conectar los elementos de medición para verificar si estos se encuentran en buen estado.

3.8 CONSTRUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE PRUEBAS.

Se conoce como sistema DIS (sistema de encendido directo), a los componentes, que remplazan la función del distribuidor.

Un sistema DIS esta compuesto de los siguientes: Bobinas, una para cada cilindro o pistón (en algunos casos son duales, o sea una para dos pistones).No olvidemos que la chispa en la bobina, se origina por contracción, al cortarse la corriente en su circuito primario.

Básicamente, este sistema se vale de un sensor de posición de cigüeñal. Este sensor lleva la señal al módulo de encendido, el módulo de encendido, recibe la señal y corta la corriente para que se origine la contracción, y se genere la chispa.

Esta función es rápida y repetitiva. Lo que quiere decir, que en este sistema, es importante ponerle cuidado, al sensor de posición del cigüeñal, al conector y alambrado, que lleva la señal al módulo. Con frecuencia hemos encontrado, estas partes dañadas mordidas o quemadas, dando como consecuencia fallas intermitentes. Como aquella de fallar cuando el motor esta caliente, y volver a funcionar cuando se enfría.

Primero realizamos la construcción de la vitrina porta equipo la cual está ubicada sobre un soporte de tubo de sección cuadrada con ruedas que facilitan su movilidad, la vitrina posee paredes de madera enchapada fijas en la parte frontal y puertas corredizas en la parte posterior.



Figura 3.1 Vitrina porta equipo

Sobre esta vitrina se colocaran los diferentes elementos de tal forma que al funcionar el sistema simule exactamente los mismos parámetros que se dan en un vehículo real.

El módulo está distribuido de una forma en la cual el estudiante observe de una mejor manera los diferentes componentes.



Figura 3.2 Tablero de Pruebas

En primer lugar se procedió a instalar la bobina de encendido fijándolos al tablero mediante pernos, este tipo de bobina nos entrega corriente a las bujías en pares de dos en dos, con lo que nos entrega corriente el primero con el cuarto y el segundo con el tercero, entregándonos así las chispas de encendido.



Figura 3.3 Bobina DIS

La Unidad de Control Electrónico se colocó en la parte superior derecha del tablero con la ayuda de abrazaderas construidas a la medida del ECU.



Figura 3.4 ECU

Esta computadora es el cerebro del vehículo y nos ayuda a controlar todos los elementos utilizados, consta de dos conectores en el primero los terminales A y B con 12 pines y en el segundo C y D con dieciséis pines, en estos terminales se podrá realizar mediciones con un voltímetro con alta impedancia o un voltímetro del tipo digital. Con estos se obtendrán mediciones precisas para las posiciones del terminal del conector del ECM (A1, A2....a A12; B1, B2...a B12; C1, C2...C16 y D1, D2...D16).

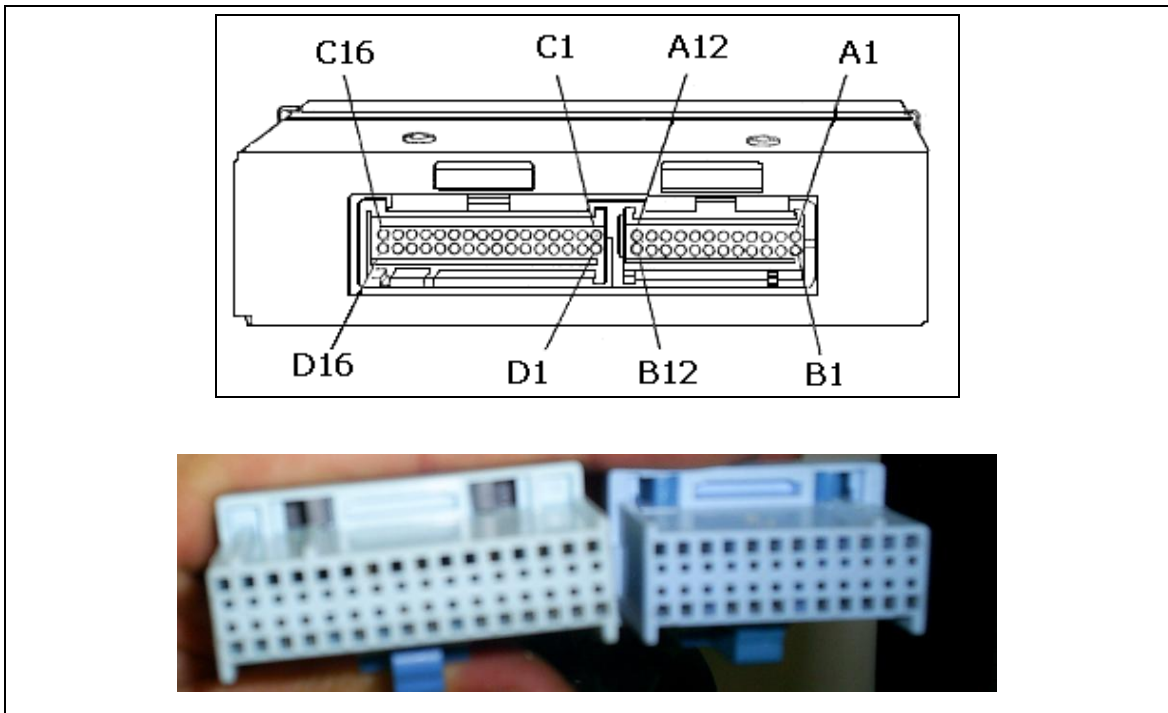


Figura 3.5 Conectores

Tabla III.1. Pines y conectores A – B.²⁰

PIN	FUNCIÓN
A1	No utilizado
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35
A3	Relé de corte del A/C K60
A4	Relé del Ventilador K1
A5	Relé del Ventilador K2
A6	No utilizado
A7	Línea del. Sensor de Presión Absoluta en el Colector (MAP) P23
A8	Línea del serial del Sensor del Posición de la Mariposa de aceleración (IPS) P 34
A9	No utilizado
A10	Entrada del TCM solamente A/T
A11	Líneas de Masa del Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CIS) P30, Sensor de presión Absoluta en el Colector (MAP) P23 y el Sensor de Presión del Acondicionador de Aire P80 Conector de Octanaje XI5
A12	Masa del ECM
B1	Voltaje de la batería.
B2	Línea de señal del Sensor de velocidad del vehículo (VSS).
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35.
B4	No utilizado.
B5	No utilizado.
B6	Relé de la bomba de combustible K58.
B7	Línea de datos Seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13.
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de Presión Absoluta del colector P23, sensor de posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P34
B9	No utilizado
B10	Masa de ECM.
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O2) P33
B12	Línea de señal del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS) P30.

²⁰ CHEVROLET, Manual Complementario de Servicio. Corsa 1.6 L, 2000. Brasil

Tabla III .2. Pines y conectores C – D.

PIN	FUNCION
C1	Control de la masa de verificación del borne H30.
C2	Señal de la salida del Tacómetro (si está equipado).
C3	Línea de señal EST B.
C4	Voltaje de encendido.
C5	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C6	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C7	No utilizado.
C8	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C9	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C10	No utilizado.
C11	Control de Masa de los inyectores 1/4.
C12	No utilizado.
C13	Conector del inyector
C14	Conector del inyector
C15	Control de Masa de los inyectores 2/3.
C16	Voltaje de la batería.
D1	Masa del ECM
D2	Línea de la masa del sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P354, y Sensor de Temperatura del Aire de la admisión (JAU) P3.1.
D3	Señal del sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (JAU) P31.
D4	No utilizado
D5	Interruptor de solicitud del Acondicionador de Aire.
D6	No utilizado.
D7	No utilizado.
D8	Línea de Activación de diagnóstico del Borne b del enchufe ALDL X13
D9	No utilizado
D10	Línea de Señal EST A.
D11	Señal del conector de Octanaje X15.
D12	No utilizado.
D13	No utilizado.
D14	No utilizado.
D15	No utilizado.
D16	No utilizado.

Luego se procedió a colocar el sensor CKP junto con la rueda reluctora de donde toma la señal dicho sensor. La rueda reluctora fue fijada a un motor eléctrico con su respectivo acelerador para simular las r.p.m. del motor.

Este sensor, posesionado cerca del cigüeñal detecta la rotación del mismo, debido a una especie de rueda con ventanas acoplada al cigüeñal, la señal es enviada al módulo de encendido. Aquí se administra el corte de corriente, que genera la contracción, en las bobinas, originándose la chispa de alto voltaje.



Figura 3.6 Sensor CKP

Se coloco la polea y piñón del cigüeñal acoplada a un motor eléctrico en la cual la polea del cigüeñal tenia 67 ranuras y un espacio el la cual el sensor detecta la señal y es enviada al ECU para que este se encargue de procesar y enviar la señal correspondiente.



Figura 3.7 Polea del cigüeñal

La Polea del árbol de levas se la coloco de tal manera que simule en forma real como esta colocado en el vehiculo.



Figura 3.8 Polea del árbol de levas

La banda dentada es de caucho la cual se utiliza en el vehiculo esta banda nos permite dar movimiento al tren de potencia del motor y así dar movimiento al vehículo, esta va colocada en entre el piñón del árbol de levas y el piñón del cigüeñal.

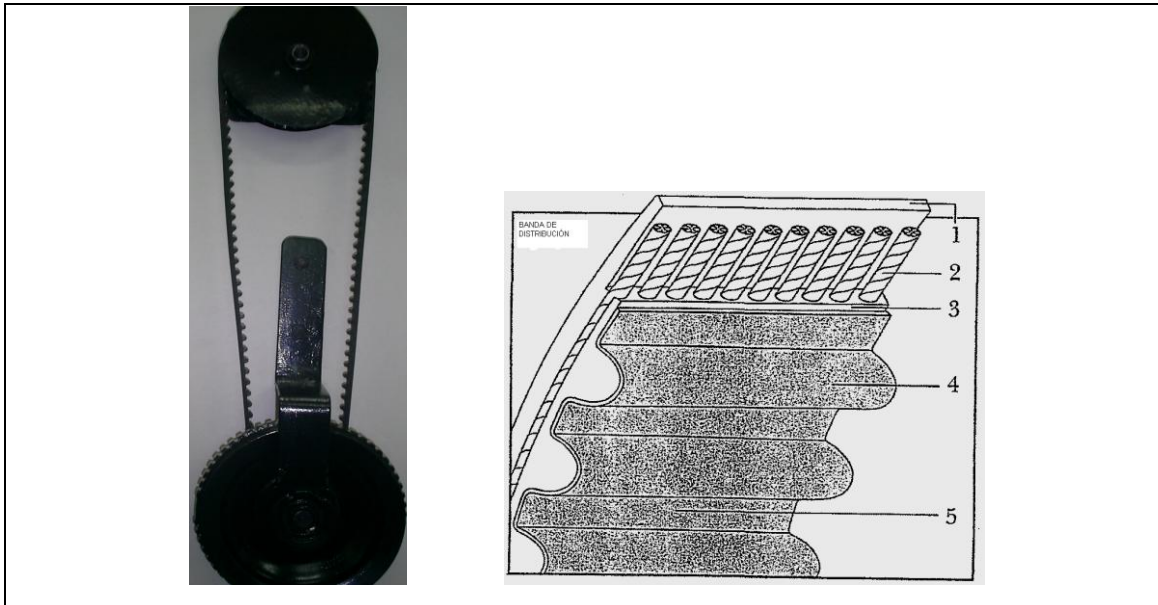


Figura 3.9 Banda de Distribución

Se utilizo dos multímetros los cuales se les puso para que midan la resistencia del sensor de posicionamiento del cigüeñal y el otro para la medición del voltaje del mismo con sus escalas correspondientes el uno en Ohmios y el otro en voltios.



Figura 3.10 Multímetros

Se colocó puntos de medición con unas borneras las cuales ayudan al estudiante que se le facilite al momento de realizar las pruebas



Figura 3.11 Puntos de medición

En el simulador de temperatura se colocó un potenciómetro de $2K\Omega$ el cual nos ayuda a variar la temperatura, simulando cuando el vehículo está en funcionamiento.



Figura 3.12 Variador de Temperatura

Tenemos un indicador de chispa el cual nos permite observar las chispas de las bujías cuando estas están en funcionamiento, este es un hecho de metal una pequeña caja de metal con un vidrio oscuro para que exista mayor visibilidad al momento de ver las chispas que salen del electrodo central hacia tierra como del electrodo de masa hacia el electrodo central.



Figura 3.13.- Indicador de chispa

Las bujías y los cables son indispensables en un sistema de encendido ya por estas circula la corriente que va desde la bobina para que el vehículo se encienda la resistencia de los cables depende del uso el cual vaya a ser dado y las bujías tienen una medición entre electrodo de 0.020 a 0.080 milésimas de pulgada.

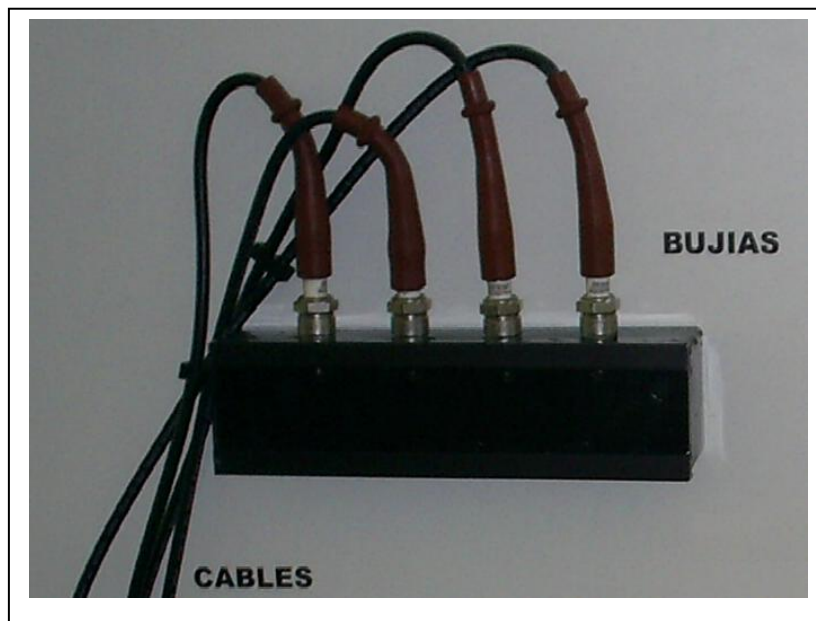


Figura 3.14 Cables de Bujía y Bujías

Se colocó un variador de voltaje el cual nos permite variar la velocidad por tanto lo denominamos un variador de velocidad el cual nos permite accionar el motor eléctrico a las revoluciones que deseemos para realizar las pruebas del módulo de entrenamiento.



Figura 3.15 Variador de Velocidad

El interruptor principal nos ayuda a controlar todos los elementos del módulo de entrenamiento, este también es un sistema de seguridad para realizar las pruebas necesarias del módulo.

Se colocó un interruptor de contactos el cual nos permite transmitir la corriente a los relés los cuales se accionan y permiten que la corriente llegue hacia la unidad de control electrónico ECU.

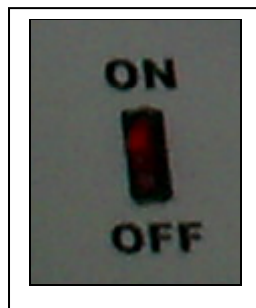


Figura 3.16 Interruptor

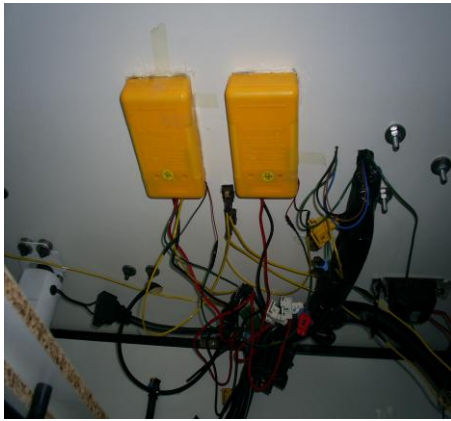
Una vez que estuvieron colocados los elementos antes mencionados en el tablero se realizó la instalación eléctrica con la ECU de acuerdo al diagrama eléctrico. Junto a cada sensor y actuador se colocó borneras por la línea de cables del circuito para facilitar la toma de datos, también se utilizó una fuente de poder de una computadora la cual nos permite conectar la ECU.



A



B



C



D

Figura 3.17 Cableado eléctrico figura (A) fuente de alimentación, (B) cableado, (C) conexión de los elementos de medición (D) relé.

IV PRUEBAS DEL MÓDULO DEL SISTEMA DIS.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL TABLERO

➤ DIS:

- Es un sistema de encendido electrónico
- La distribución de la corriente se la hace de dos en dos
- Los cilindros que están unidos son el 1 con el 4 y el 2 con el 3
- El motor obtendrá precisamente lo que necesita, en el momento en que lo necesita y en la cantidad exacta en que lo necesita.
- Existen diferentes formas de encendido (secuencial, simultáneo, semisequencial).

➤ COMPUTADORA

- Tiene dos sockets con diferentes números de pines.
- Socket A y B con 12 pines cada uno en estos no funcionan el (A₆ al A₁₀) y (B₄, B₅ y B₉)
- En los sockets C y D existen 16 pines por cada conector en los cuales no funcionan o están vacíos (C₁₀ –C₁₂) y (D₄, D₆-D₉, D₁₁-D₁₆).
- El ECU utiliza microprocesadores para reunir información, procesarla y enviar señales a los transistores excitadores para que activen los diferentes circuitos actuadores. Los tres procesadores principales son el RAM (memoria temporal), el ROM (programa básico de computadora) y el PROM (programa de sintonía fina).
- La computadora en este sistema juega un papel indispensable, recibe la información generada por los sensores y manda esta información, ya sea a un módulo de encendido aparte o bien directamente hacia las bobinas para producir el salto de chispa.
- La computadora además controla sincronizadamente la inyección, el tiempo y otros elementos que influyen en el rendimiento de un motor,

para así adecuarse a cada una de las situaciones que se pueden brindar, como aceleración máxima, aceleración brusca, velocidad constante, velocidad de salida, etc.

➤ **SENSOR CKP.-**

“Los sensores juegan ahora un papel mas importante en el encendido, ya que en base a la información de estos así responderá la computadora traduciendo esas señales en información para el salto de chispa”²¹. Para el encendido solo se utilizan dos sensores, pero dependiendo del fabricante puede haber más, los dos sensores son:

- Sensor CKP (Crankshaft Position Sensor) : Capta la información de la posición y ángulo del cigüeñal
- Sensor utilizado, tiene la característica de este sensor es que produce voltaje AC, que es recogida por la computadora analizando que entre mas corriente AC producida por el sensor, así será la rapidez con la cual la computadora debe permitir el salto de chispa. Este sensor tiene por lo general 2 líneas, una llamada NE y la otra un negativo directo. Cuando tiene 3 líneas, hay dos líneas llamadas NE+ y NE- que van directo a la computadora, y un negativo directo.
- Para diferenciar este tipo de sensores, basta con desconectarlo de sus líneas y generar un movimiento constante de rotación, como un ventilador o el mismo motor, cada vez que pase por un punto o un aspa se tiene que verificar, con una lámpara de prueba, si se produce un destello suave o duro, dependiendo de la velocidad de rotación.

²¹ RUEDA Jesús, Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz. Editorial DISELI, 1ra edic. 2003. Bogotá, Colombia. Pág. 74

➤ **Polea del cigüeñal y polea del árbol de levas.-**

La polea del árbol de levas recibe del cigüeñal el giro correspondiente respetando en todo momento la diferencia de vueltas que ha de existir entre los dos.

2 vueltas del cigüeñal = 1 vuelta del árbol de levas

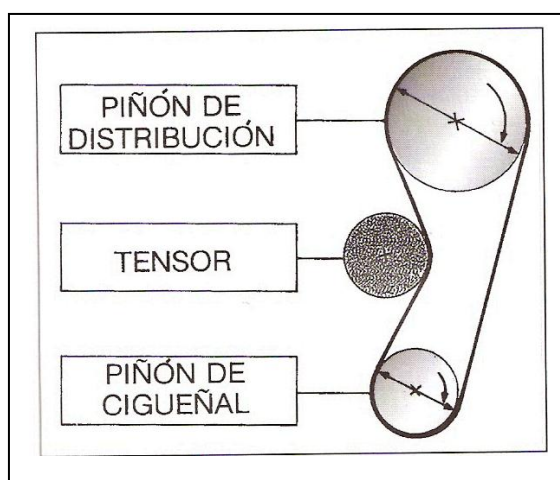


Figura 4.1 Distribución

Para conseguir esta relación, en el extremo anterior del cigüeñal se instala un piñón dentado con la mitad de dientes respecto a la rueda conducida del árbol de levas, con el fin de conseguir la desmultiplicación acordada para cada ciclo de trabajo, general en los motores de 4 tiempos. La transmisión del movimiento entre los dos puede hacerse diversas formas.

➤ **Banda Dentada.-**

Este es el sistema más utilizado actualmente y presenta una serie de ventajas frente a las demás: - Menos ruidosa.

- No necesita engrase.

- Puede situarse en el exterior del bloque.
- Menos costosa.
- Más fácil de sustituir.

Sin embargo, tiene la dificultad de ser menos resistente y duradera, por lo que necesita un mantenimiento más periódico.

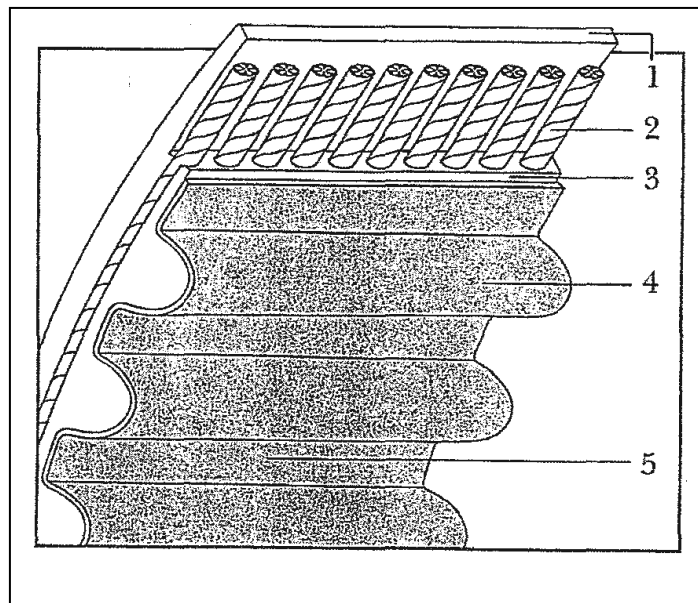


Figura 4.2 Banda de la Distribución

En la Fig. 4.2. Se representan los distintos ponentes de una correa de distribución: El dorso de la correa (1), el cabo de tracción (2), el lecho (3), el dentado (4) y el tejido protector (5).

El dorso de la correa (1) Y también los dientes son de materiales de gran calidad sobre una base policloropreno. Estos se adhieren de forma excelente cabo de tracción (2) y al tejido protector.

Las correas de distribución necesitan tener una gran resistencia a la tracción. Unos cabos de fibra vidrio, en forma de tomillo, cumplen esta exigencia de forma óptima.

Las correas han de estar tensadas correctamente ya que de estado insuficientemente, podrían dar lugar al salto de un diente y provocar una avería.

➤ **Medidores.-**

Se utilizo también dos multímetros los cuales se les puso para que midan la resistencia del sensor de posicionamiento del cigüeñal y el otro para la medición del voltaje del mismo con sus escalas correspondientes el uno en Ohmios y el otro en voltios estos nos ayudan a tener una lectura al momento de realizar las pruebas al sensor.

➤ **Bloque de bobinas.-**

Con el paso del tiempo, las bobinas de encendido han ido aumentando el voltaje de chispa, creando las mismas de manera diferente, el esquema de una bobina de encendido convencional es así:

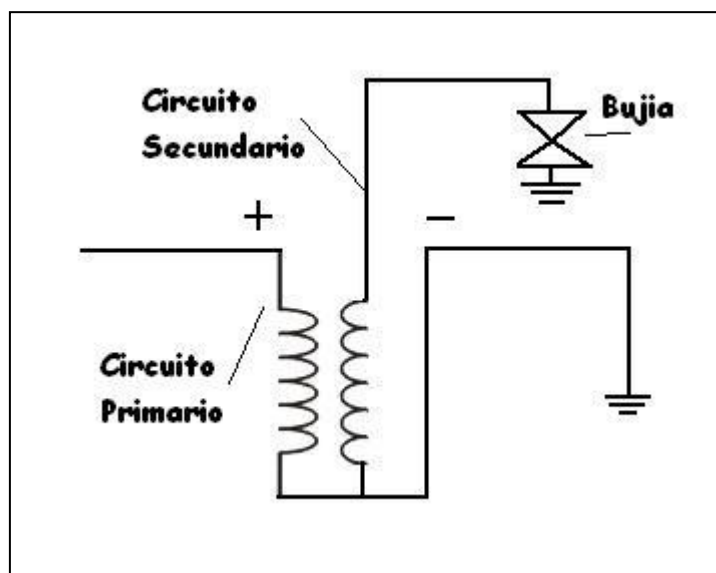


Figura 4.3 Bobina de encendido convencional

El embobinado primario estaba enlazado con el embobinado secundario, de esta forma el salto de chispa que se daba en el

embobinado secundario afectaba en cierta forma el rendimiento de la misma, provocando que el tipo de chispa que generaba esta bobina era bien bajo (alrededor de los 20000 V), afectaba también a las bujías las cuales tenían que tener una separación que no pasara de los 0.030" para no sobrecargar la bobina.

El esquema siguiente muestra la manera en la cual están siendo fabricadas las bobinas en la actualidad:

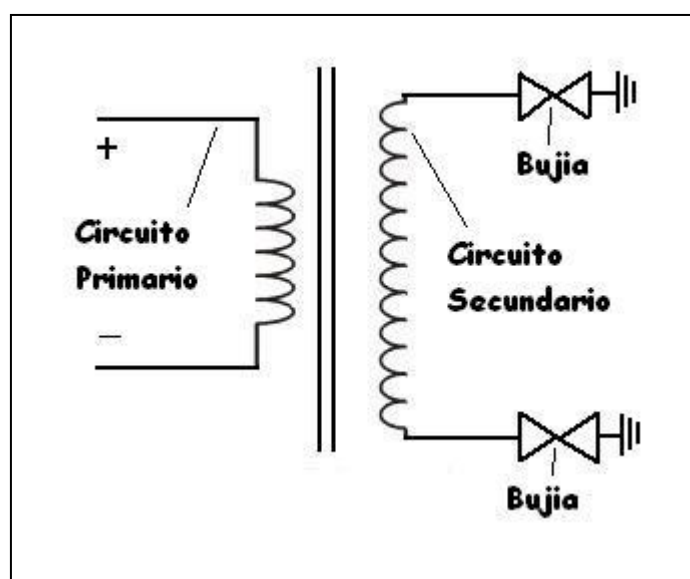


Figura 4.4 Bobinas de encendido Electrónico

En la ilustración se puede apreciar que ahora el circuito primario está separado del secundario teniendo en medio algún medio físico (aire, metal, etc.) que no permite el contacto entre ellos, provocando que el voltaje de salida sea más elevado (45000 V), así como una apertura de bujías de un máximo de 0.050" para una combustión más potente y provechosa, la ilustración corresponde a un encendido DIS por chispa de desecho.

Esa bobina tiene dos salidas, correspondientes a dos cilindros que trabajen apareados (por ejemplo el 1 y el 4), cuando la computadora manda la señal de salto de chispa lo hace en los dos cilindros.

En el momento de salto de chispa los dos cilindros se encuentran en dos etapas del ciclo del motor que son compresión y Escape, la corriente fluye con mas intensidad donde exista mayor resistencia del aire y esa condición la ofrece la carrera de compresión, donde se producen unos 45000 V, cuando salta esa chispa inmediatamente salta la que esta en el cilindro de escape (unos 5000 V- 10000 V), donde termina de inflamar la gasolina restante para ser enviada al tubo de escape, contribuyendo así al medio ambiente con la reducción de hidrocarburos contaminantes en el entorno. Esta chispa aterriza a la otra chispa que proviene de compresión, repitiendo este ciclo una y otra vez provocando mayor salto de chispa en compresión.

En el caso del DIS directo contiene una bobina por cada cilindro, montadas muy cerca de la culata. "Este sistema elimina por completo el uso de cables de bujías, ya que la bobina se conecta con la bujía de manera directa, conectando solamente los cables respectivos para las bobinas"²². Este sistema es el mas reciente, por lo cual es actualmente el que ofrece mayor rendimiento en términos de competencia, este encendido es usado por los carros mas modernos y lujosos mientras que el sistema DIS por bobina de desecho es usado por los carros baratos, siendo este tipo de automóviles los mas económicos que existen en la actualidad.

➤ **Los puntos de medición**

- Facilitan la toma de lecturas que se debe hacer al sensor.
- Ayuda al estudiante a practicar en donde se debe hacer las mediciones.
- Es de fácil visibilidad.

²² VARGAS, Juan Carlos, Manual de Mecánica. Editorial Intermedio, Bogotá – Colombia, 1999.
Pág. 156

➤ **Simulador de temperatura**

- Realiza la función del sensor cuando este se encuentra trabajando en el motor.
- Ayuda a variar la temperatura de acuerdo al régimen que deseemos para realizar las pruebas.

➤ **Indicador de Chispa**

- Este indicador permite tener mayor visibilidad al momento de que la chispa se hace presente por la bujía.
- Ayuda a observar la chispa de evento y desperdicio que se produce al momento de que el módulo se encuentra en funcionamiento.

➤ **Bujías**

Elemento encargado de permitir el salto de una chispa eléctrica en el interior de la cámara de combustión de un motor de gasolina. Está formado por un cuerpo metálico que se rosca en la culata y que tiene unido el electrodo de masa. Por el interior del cuerpo se coloca el electrodo positivo recubierto por un aislante cerámico. Los extremos del electrodo positivos están descubiertos, el superior para permitir la conexión con el cable que viene de la bobina y por el inferior para permitir el salto de la chispa al electrodo negativo. La separación entre los electrodos es muy importante para crear una chispa con la mayor longitud y duración posibles. El aislante cerámico también sirve para disipar el calor que la bujía recoge de la combustión. Según la longitud del aislante se consigue una mayor o menor disipación del calor. “La bujía debe trabajar a una determinada temperatura para que los depósitos de carbonilla no se adhieran a los electrodos. Si la temperatura es inferior, los

depósitos dificultan el salto de la chispa y si es superior, los electrodos se funden y caen sobre el pistón perforándolo²³. Un motor de altas prestaciones necesita bujías frías para que no se calienten en exceso, mientras que un motor más tranquilo necesita bujías más calientes para evitar que su temperatura de funcionamiento sea baja. Las bujías pueden fabricarse con uno, dos, tres y hasta cuatro electrodos de masa para mejorar el salto de la chispa.



Figura 4.5 Bujía

➤ **Cables de Bujías**

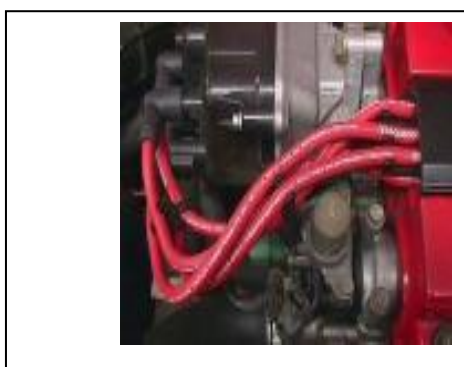


Figura 4.6 Cables de Bujía

²³ http://mecanicavirtual.iespana.es/inyeccion_gasolina1.htm

Los cables de bujía son muy importantes en la instalación eléctrica, ya que por ellos pasa la corriente de alto voltaje -producida por la bobina- que va camino a las bujías. Por el extremo interno de esta última pasa la corriente a la cámara de combustión para encender la mezcla aire-nafta que el motor utiliza para su funcionamiento.

Acto seguido y para confirmar que los cables están deteriorados, hay que encender el motor en un ambiente oscuro y estar muy atento. Si en ese momento usted ve pequeñas descargas eléctricas cerca de los cables de bujía o escucha un chasquido, se acaba de producir una fuga de corriente eléctrica de alto voltaje. Otra forma de constatar la pérdida de corriente es rociar los extremos del cable con agua en una botella con dosificador, con el motor regulando pues el sistema de ignición no trabaja demasiado. De esta forma usted puede asegurarse de la existencia de este tipo de problema.

➤ **Variador de Velocidad.**

- Simula las revoluciones del motor.
- Podemos controlar de una manera manual el motor eléctrico utilizado en el módulo.
- Tiene mayor sensibilidad por lo cual podemos dejarlo en donde nosotros queramos realizar las pruebas.

➤ **Interruptor principal e interruptor de contacto.**

- Dan protección al módulo de entrenamiento.
- Permiten el paso de corriente a los diferentes componentes del módulo.
- Permiten que los relés se activen haciendo que el paso de corriente llegue al bloque de bobinas y se produzca la chispa.

V. PRUEBAS Y OBTENCIÓN DE PARÁMETROS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DIS.

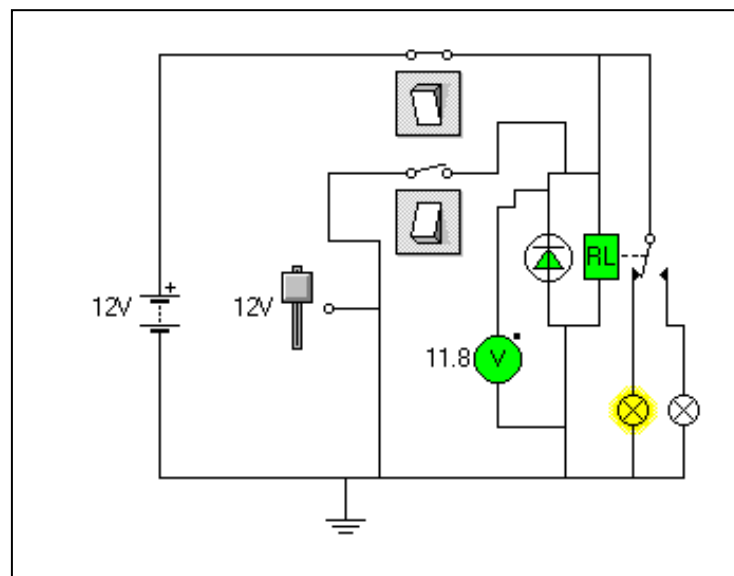
5.1 DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DIS.

Objetivos:

- Determinar las conexiones eléctricas del Módulo de Control Electrónico.
- Determinar las conexiones eléctricas del Módulo de Bobinas.
- Determinar las conexiones eléctricas del sensor CKP.
- Analizar el Diagrama eléctrico de instalación del sistema DIS.

Procedimiento.

1. Conectar el tablero a la fuente principal.
2. Analizar el diagrama de instalación que se presenta a continuación.



- Desconectar los socket de la computadora e identificar el número de pines de cada uno de ellos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A						•				•		
B				•	•				•			



Figura 5.2 Pines A y B

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
										0	1	2	3	4	5	6
C										•		•				
D				•		•	•		•		•	•	•	•	•	•

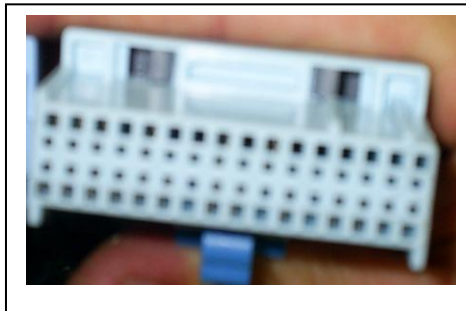


Figura 5.3 Pines C y D

- Con la ayuda del plano identificar los puntos que influyen en el sistema de encendido y realice la medición que se indica en la tabla.

Tabla V.1 Identificación de Puntos

PIN		CONDICIÓN MEDICIÓN
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	Señal al sensor A2-A12
A12	Masa del ECM	C3-D1
B1	Voltaje de la Batería	Voltaje B1-B10
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP)	
B10	Masa del ECM	
C1	Control de la masa de verificación del borne H30	Voltaje C16-D1
C3	Línea de señal EST B	Voltaje C4- C1
C4	Voltaje de encendido	
C16	Voltaje de la batería	Continuidad A2-C3 C3-D10
D1	Masa del ECM	
D10	Línea de señal EST A	

Tabla V.2 Puntos de Medición

CONDICIÓN MEDICIÓN	VALOR MEDICIÓN	Significado
Voltaje C4-D1	12 voltios	Alimentación ECU
Voltaje A2-B3	+24 voltios Motor movimiento	Voltaje sensor CKP
Resistencia A2-B3	563 ohmios	Resistencia sensor CKP
Voltaje C4-D1	12 voltios	Alimentación bloque de bobinas
Señal C3-D1	continuidad	Que llegue señal bobina
Señal D10-D1	continuidad	Que llegue señal bobina
Señal C3-D10	continuidad	Llega señal a los transistores

5.2 CHISPA DE EVENTO Y DESPERDICIO.

OBJETIVOS:

- Verificar el sentido de desplazamiento de la chispa de encendido.
- Observar en que cilindro se produce la chispa de evento y la de desperdicio.

EQUIPO Y MATERIALES:

- Módulo de Pruebas.
- Osciloscopio
- Multímetro.

MARCO TEÓRICO

Este circuito consiste en el desarrollo secundario de una bobina de encendido DIS, dos bujías de encendido y camino de conducción metálico del motor, el cual conecta las dos bujías de encendido.

Es posible observar que el pasaje del desplazamiento del electrón es del extremo derecho (-) del arrollamiento secundario a través del electrodo central de la bujía de encendido derecha, donde salta la distancia disruptiva (intervalo de chispa) al electrodo exterior, y se desplaza a través del cabezal del motor al electrodo exterior de la bujía izquierda. En sistemas de encendido convencionales, el arrollamiento primario de la bobina de encendido está conectado de manera tal, que el lado del arrollamiento secundario (conectado a la torre de la bobina de encendido) sea siempre negativo en el momento en que las bujías de encendido se disparan. Este hecho elimina cualquier dificultad en disparar las dos bujías de encendido.

Cada bobina de encendido DIS está conectada a un par de bujías de encendido, que encienden al mismo tiempo en el cilindro compañero. Esta es la bujía de DESPERDICIO.

Los círculos muestran los cuatro cilindros en un ciclo de cuatro eventos de encendido de bujía.

PROCEDIMIENTO.

1. Encender el módulo de pruebas.
2. Poner en contacto todos los interruptores del módulo.
3. Observar las bujías y verificar el desplazamiento de la chispa.
4. Encender el medidor de tensión del CKP y colocarlo hasta que marque 20V.
5. Observar el salto de chispa.
6. Señale con un visto el cuadro que corresponda.

Tabla V.3 Chispa de Evento y Desperdicio

Bujía	SALTO DE CHISPA	
	CENTRAL A MASA	MASA CENTRAL
1	√	
2	√	
3		√
4		√

Tabla V. 4 Chispa de Evento y Desperdicio

Bujía	SALTO DE CHISPA	
	CENTRAL A MASA	MASA CENTRAL
1		√
2		√
3	√	
4	√	

5.3 VERIFICACIÓN DE COMPONENTES DEL CIRCUITO PRIMARIO

OBJETIVOS.

- Determinar los componentes que forman parte del circuito primario y secundario.
- Realizar medición con el uso del voltímetro y ohmetro en el circuito primario y secundario.

EQUIPO Y MATERIALES:

- Módulo de Pruebas.
- Osciloscopio
- Multímetro.

MARCO TEÓRICO.

Cuando las líneas de fuerza de un campo magnético son interrumpidas por un conductor (alambre) en movimiento, se crea en éste una corriente eléctrica. Obviamente, el voltaje inducido en el conductor variará según la intensidad del campo magnético pero también tendrá que ver la velocidad con que se mueva el conductor o el campo magnético.

Al interrumpirse la corriente por medio del sistema electrónico de encendido, el campo se colapsa hacia el núcleo férreo atravesando en su camino al arrollamiento secundario donde se induce un elevado voltaje (35 000 V aprox.) El sistema ilustrado a la derecha corresponde a un motor VW VR6, donde el orden de encendido es determinado por la Unidad de Control a través del transformador de encendido.

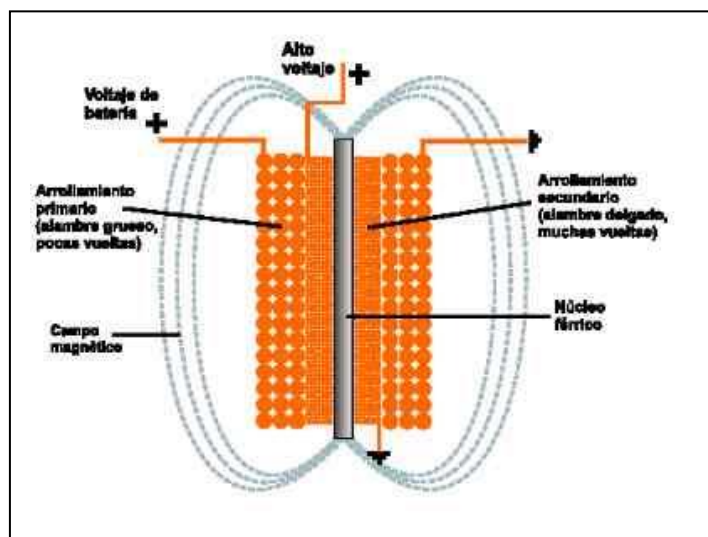


Figura 5.4 Cortes de corriente

PROCEDIMIENTO

Circuito primario

1. Verificar el interruptor de contacto tenga voltaje.
2. Verificar que exista tensión en el punto positivo de la bobina.

3. Medir la resistencia del primario de la bobina.
4. Medir la resistencia del sensor CKP.
5. Poner en contacto y girar el variador de velocidad del motor hasta que este gire, medir en las borneras de cada elemento y detallarlos en la tabla siguiente.

Tabla V. 5 Resistencia Sensor CKP

Medición		Bobina	Sensor
Resistencia	Primario	9.95	455 Ω
	Secundario	19.94	
Voltaje	Primario	12V	
	Secundario	35000 V	
Continuidad		√	√

Circuito secundario

6. Medir la resistencia de los cables.
7. Verificar la abertura de las bujías (1mm)

Tabla V. 6 Resistencia Cables

RESISTENCIA DE CABLES	
CABLE # 1	2.233 k Ω
CABLE # 2	2.380 k Ω
CABLE # 3	3.01 k Ω
CABLE # 4	2.93 k Ω

5.4 VERIFICACIÓN DEL CIRCUITO DE ENCENDIDO DIS MEDIANTE EL OSCILOSCOPIO.

OBJETIVOS.

- Determinar la generación de ondas de trabajo que se producen en un sistema DIS.
- Visualizar el oscilograma de encendido DIS.

EQUIPO Y MATERIALES:

- Módulo de Pruebas.
- Osciloscopio
- Multímetro.

MARCO TEÓRICO.

Como se describió anteriormente, la bobina de encendido DIS enciende simultáneamente dos chispas en el cilindro compañeros. En un cilindro la chispa de evento y en el otro la chispa de desperdicio.

El valor de esta tensión se denomina tensión de encendido. Diversos factores afectan la tensión de encendido, siendo las más dominantes la presión de compresión, la temperatura del motor, la distancia disruptiva y forma del electrodo de la bujía de encendido.

La alta temperatura del motor reduce la tensión de encendido requerida.

Los oscilogramas están dispuestos de manera tal que muestran la secuencia de encendido, la chispa de evento opuesta a la chispa de desperdicio, la tensión de encendido de cada bujía de encendido y la polaridad de la chispa. Las bujías de encendido de los cilindros 4 y 2 siempre encienden hacia delante.

El pico exactamente opuesto es la chispa de desperdicio del cilindro 4. el pico muy corto de esta y otras chispas de desperdicio muestran que las tensiones de encendido de desperdicio son inferiores a la tensión de la chispa de evento.

PROCEDIMIENTO.

1. Energizar el tablero con el interruptor principal.
2. Poner en la posición de contacto.
3. Ajustar los controles del osciloscopio.

CURVA DEL SENSOR CKP.

4. Colocar las puntas del osciloscopio en los contactos del sensor CKP en posición baja, media, alta, grafique y registre las ondas que se producen.

BAJAS

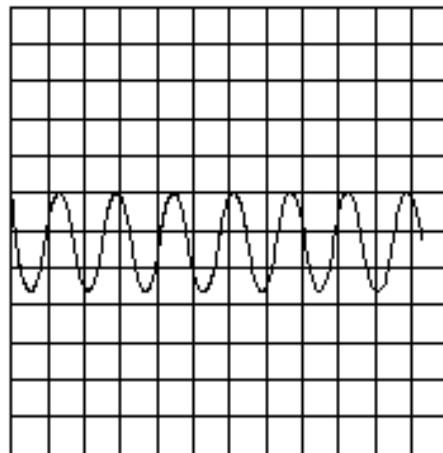
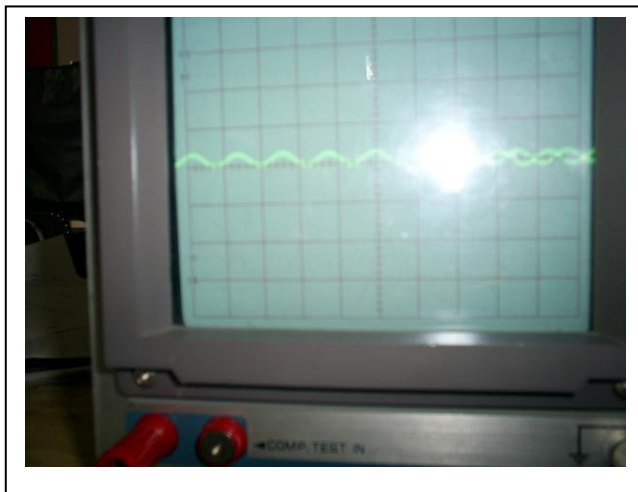


Figura 5.5 Oscilograma CKP Bajas

MEDIAS

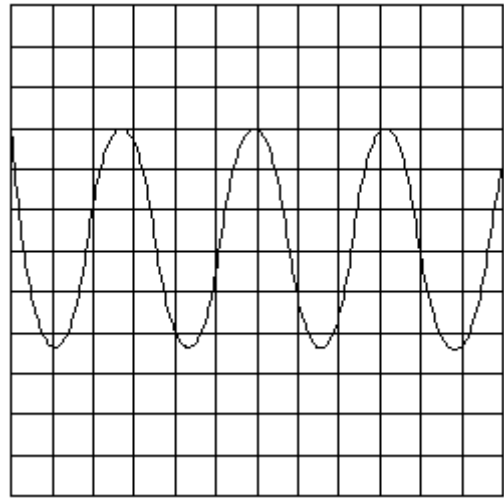
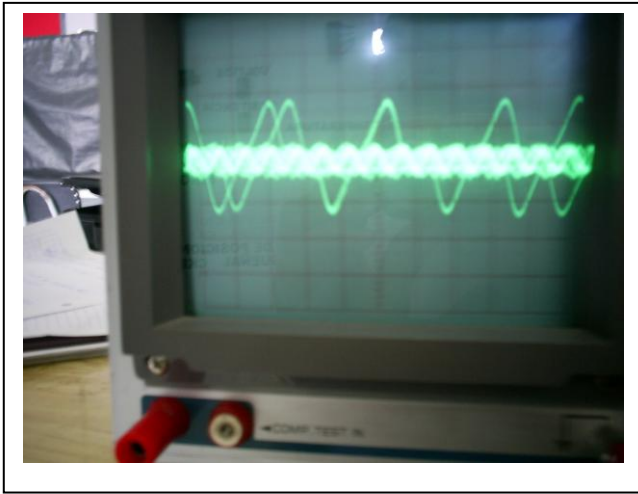


Figura 5.6 Oscilograma CKP Medias

ALTAS

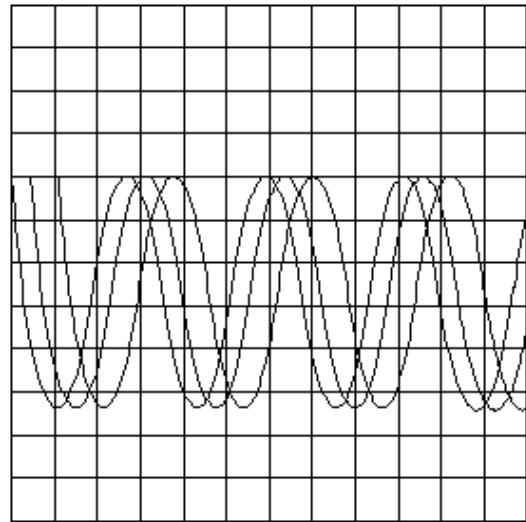
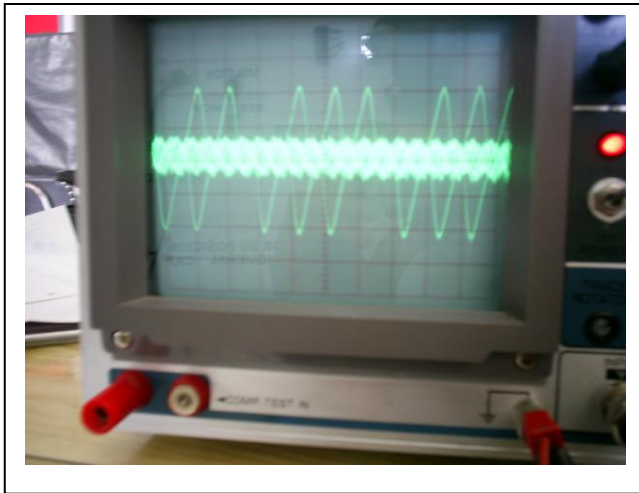


Figura 5.7 Oscilograma CKP Altas

5. Verificar la curva de corte del circuito primario, bajas, medias, altas.

BAJAS

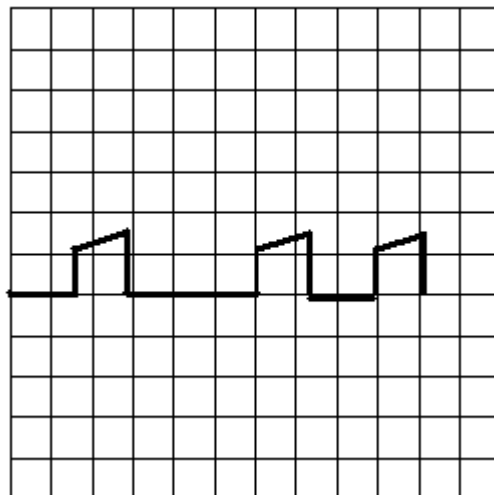


Figura 5.8 Oscilograma Primario Bajas

MEDIAS

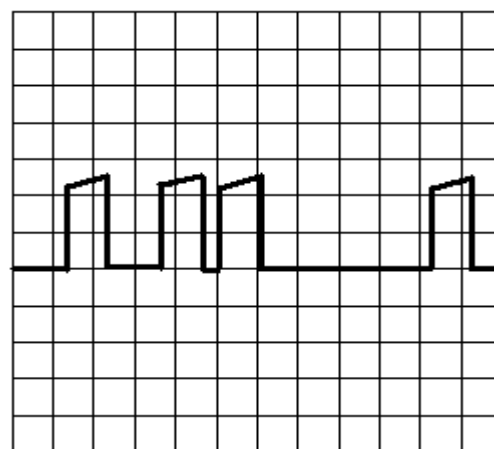
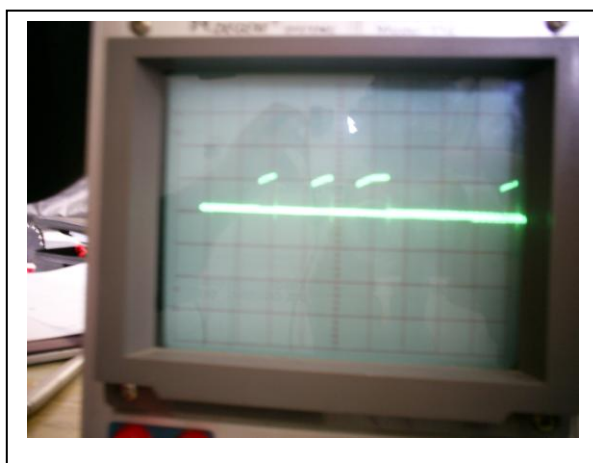


Figura 5.9 Oscilograma Primario Medias

ALTAS

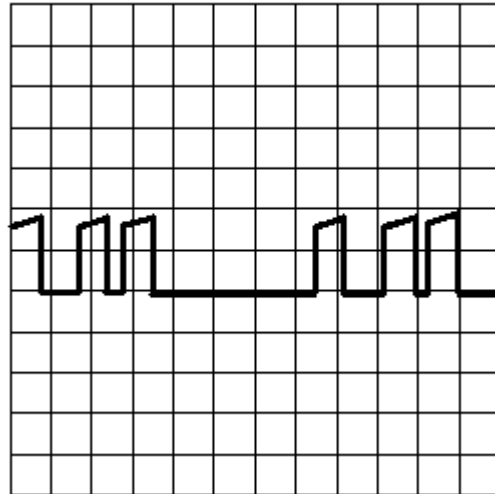
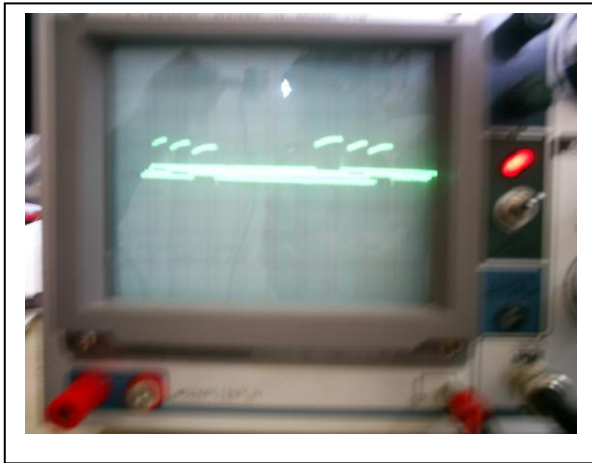


Figura 5.10 Oscilograma Primario Altas

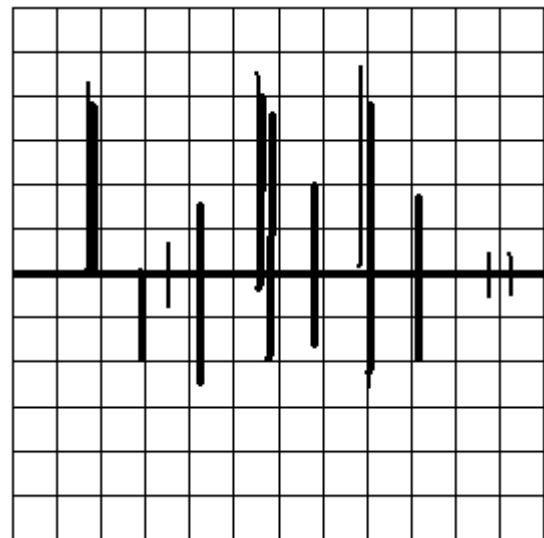


Figura 5.11 Oscilograma Primario Altas

CONCLUSIONES.

Finalizado el presente trabajo de investigación e obtenido las siguientes conclusiones:

- Con la presente investigación se logró obtener como resultado la Instalación y Operación de un Sistema de Encendido sin Distribuidor (DIS)” que permite controlar la inyección de combustible e incorporar avanzada tecnología.
- Este sistema se vale de un Módulo de Control Electrónico lo que permite el ajuste del tiempo que es realizada por la computadora por lo que no necesita ser manipulado. Así entonces existe un menor número de partes móviles – menor mantenimiento
- Se señaló la diferencia que existe entre el Sistema de Encendido Sin Distribuidor del tradicional ya que permite suprimir el distribuidor, eliminar los elementos mecánicos siempre propensos a sufrir desgastes y averías.
- El Sistema de Encendido Sin Distribuidor permite un mayor control sobre la generación de la chispa, las interferencias eléctricas del distribuidor son eliminadas, existe un margen mayor para el control del encendido.
- La importancia del Sistema DIS radica en que ésta no tiene contactos, la corriente que se traslada hacia las bujías es continua libre de interrupción, generando una chispa adecuada en la bujía.

RECOMENDACIONES.

- Es fundamental mencionar que el Sistema de Encendido sin Distribuidor puede ser de suma utilidad para estudiantes los mismos que deben poseer conocimientos básicos de Electricidad del Automóvil, Electrónica Básica y Autotrónica.
- Se deberá seguir los diagramas eléctricos del módulo para tener una correcta instalación y medición en el módulo de entrenamiento.
- Es conveniente poner cuidado, al sensor de posición del cigüeñal, al conector y alambrado, que lleva la señal al módulo, estas partes dañadas mordidas o quemadas, traen como consecuencia fallas intermitentes como aquella de fallar cuando el motor esta caliente, y volver a funcionar cuando se enfría.
- Se debe evitar provocar cortos en el módulo puesto que al momento de su utilización puede sufrir daños irreversibles al sensor y a los componentes del mismo.
- Al realizar las pruebas en el módulo de entrenamiento se debe escoger la escala necesaria porque una mala manipulación en las herramientas de medición causarías lecturas erróneas.
- Cabe reconocer que sin la utilización de este Sistema, no permite prever el tiempo excesivo de avance de encendido de un motor, que motivará entonces a la pérdida de potencia y puede causar una detonación, que es un fenómeno destructivo.
- El buen manejo del módulo permitirá a los estudiantes venideros que los conocimientos teóricos sean pues en practica en esta herramienta para su beneficio personal y posteriormente profesional.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTRO Miguel, Manual del Automóvil. Editorial CEAC, 4ta edic. Barcelona, España. 2003 Pág. 238.
- RUEDA Jesús, Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz. Editorial DISEL I, 1ra edic. 2003. Bogotá, Colombia. Pág. 746
- http://mecanicavirtual.iespana.es/inyeccion_gasolina1.htm
- ALONSO José M., Tecnología Avanzada del Automóvil, Ed Paraninfo, Madrid. 1994
- CHEVROLET, Manual Complementario de Servicio. Corsa 1.6 L, 2000. Brasil.
- MARTÍNEZ Hermógenes, Manual del Automóvil, Editorial Cultural, Madrid-España. 2002.
- CROUSE WILLIAM H., Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil, Editorial Alfa Omega Marcombo, 1992. México
- Bosch – Electrónica aplicada al motor
- CEAC – Electricidad del automóvil.
- CUESTA, Gabriel. Camiones y Vehículos Pesados. Editorial Cultural, Madrid –España, 2003 Pág. 237
- VARGAS, Juan Carlos, Manual de Mecánica. Editorial Intermedio, Bogotá – Colombia, 1999.

ANEXOS

ANEXO A

**“ PLANO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO SIN
DISTRIBUIDOR”**

ANEXO B

“DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DEL CORSA”

Latacunga, Agosto de 2006

ELABORADO POR:

SR. JOSÉ LUIS PORTILLA CHACÓN

EL COORDINADOR DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ING. GERMAN ERAZO

EL SECRETARIO ACADÉMICO

AB. EDUARDO VÁZQUEZ ALCÁZAR