



E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO AUTOMOTRIZ

TEMA:

**ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS
CHISPA PERDIDA Y COP**

ELABORADO POR:

Jiménez Santacruz Jorge Eduardo





1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los vehículos modernos prácticamente en su totalidad se encuentran equipados con un sin número de sistemas electrónicos de control así como de regulación, y es así también como se presenta el sistema de encendido en los motores de gasolina ciclo Otto.

Cada vez más se requiere mayor conocimiento sobre sensores, computadoras, actuadores y manejo de equipos para realizar una tarea completa de diagnóstico por haber hoy en día mayor complejidad en los sistemas del motor.

El avance tecnológico en el área automotriz, así como la limitación de la información técnica completa relacionado a los sistemas de encendido de última generación o simplemente sistemas DIS, ya sea Chispa Perdida o COP, crea la necesidad de implementar recursos para su estudio, comprensión, aprendizaje y manejo.



Es imperante el hacer un análisis de la operación, comportamiento en tiempo real, verificaciones y diagnóstico electrónico que permitan identificar de forma clara componentes indispensables, comportamiento o monitoreo en tiempo real de diversas variables de funcionamiento, así como de la detección de fallas mediante la utilización de procedimientos y equipos que disponen tecnología de punta como son: multímetros, osciloscopios y scanners; los que nos permitirán realizar el monitoreo de las condiciones de funcionamiento adecuados y para su diagnóstico integral.



2.- OBJETIVO GENERAL

Analizar la operación y comportamiento de los sistemas de encendido DIS Chispa Perdida y DIS COP, para determinar la operación, control en tiempo real de las condiciones de operación, diagnóstico electrónico, realización de trabajos de campo en este tipo de sistemas, así como el diseño y desarrollo de un Software de manejo de estos sistemas.

3.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

✓ Realizar una investigación integral de los sistemas de encendido de última generación en automóviles modernos, para determinar los componentes eléctricos, electrónicos indispensables.



- ✓ **Analizar el funcionamiento mediante los diagramas eléctricos y electrónicos de los sistemas de encendido DIS Chispa Perdida y DIS COP.**
- ✓ **Estructurar un protocolo de información de los componentes y operación de los sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP.**
- ✓ **Generar un protocolo de información del control en tiempo real de los componentes y operación de los diversos tipos de sistemas DIS.**
- ✓ **Estructurar un protocolo de información del diagnóstico electrónico, mediante codificación de fallas y uso correcto de equipos de diagnóstico como scanner y osciloscopio para los sistemas de encendido de última generación.**

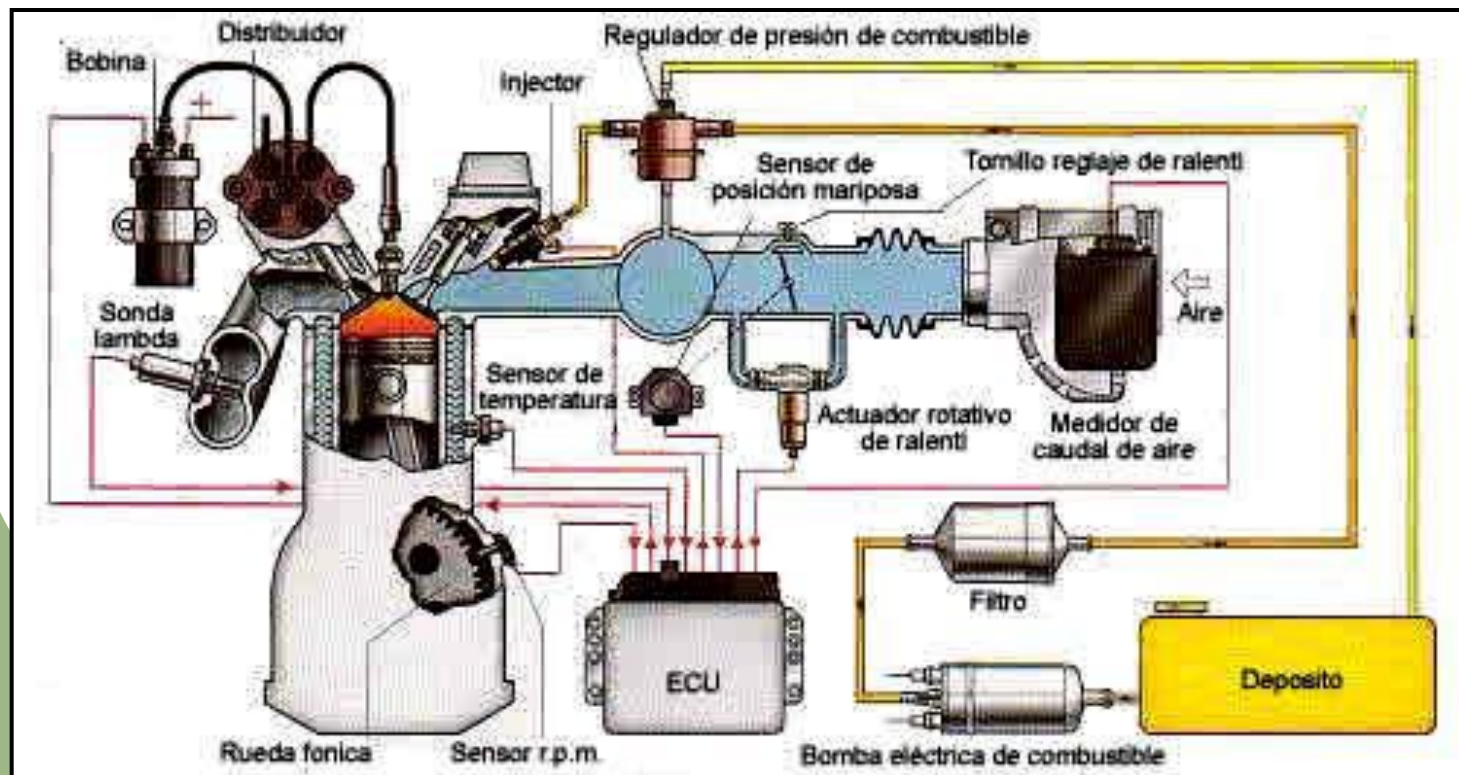


✓ **Instalar bobinas de diferentes relaciones de potencia (originales y alternas) para poder determinar la variación o no de parámetros como son: potencia del motor, torque del motor y voltajes de chispa con dichas bobinas.**

✓ **Desarrollar un Software sobre la operación, control, diagnósticos y cálculo de bobinas de los sistemas de encendido DIS.**

4.- MARCO TEÓRICO

a. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MOTRONIC.

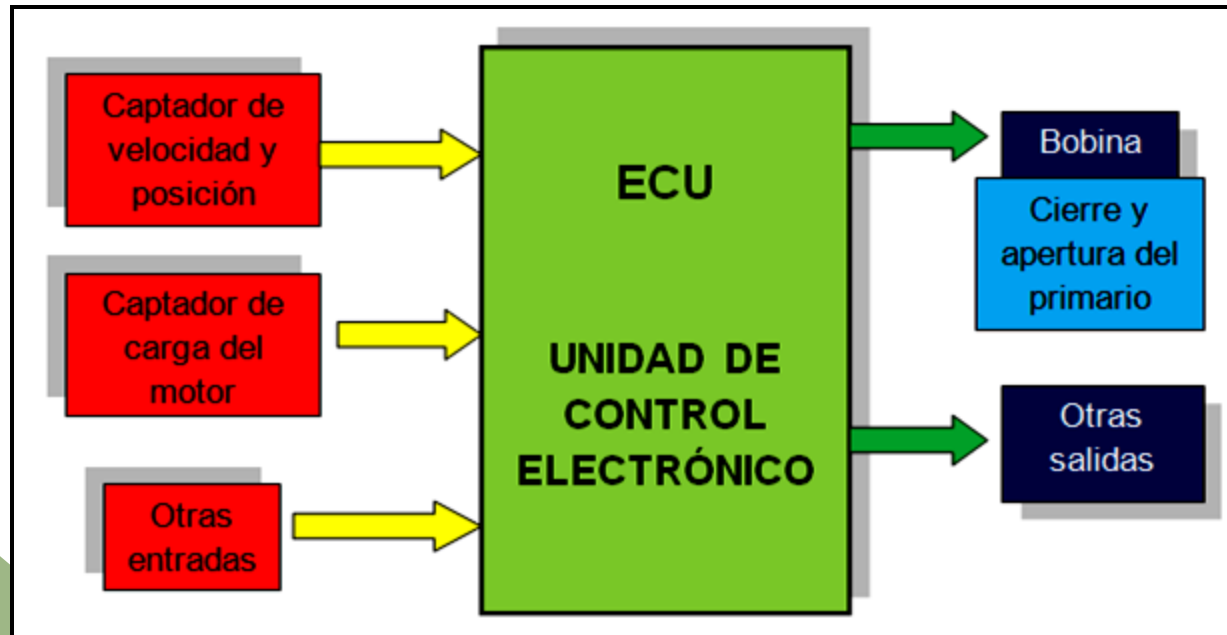




Este sistema incorpora un regulador de tiempo de encendido computarizado que está sincronizado con el sistema de inyección. El control del tiempo de encendido funciona ya que a medida que se incrementa la velocidad del motor, es necesaria una combustión más rápida porque el cigüeñal gira más rápido cubriendo más grados de rotación en un menor tiempo. Utilizando las entradas de sensores como el de temperatura del refrigerante (ECT), posición del cigüeñal (CKP) y velocidad del motor, el sistema Motronic no solamente controla la entrega de combustible, sino también el tiempo de encendido, para ello primero la computadora debe calcular la carga del motor.

b. SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL (EEI)

Este sistema obvia los dispositivos mecánicos de corrección del avance, sustituyéndolos por sensores electrónicos. El principio de funcionamiento del sistema EEI lo indica el diagrama de bloques de la siguiente figura.





c. SENSORES DE POSICIÓN INDUCTIVOS

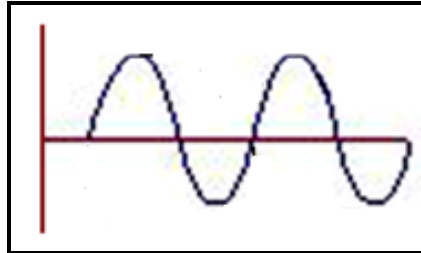
También conocidos como sensores de reluctancia variable, poseen varias características como son:

- o Poseen 2 cables.**
- o Tienen bobinado.**
- o Necesitan para funcionar de una rueda fónica (hierro silícico) para variar el campo magnético.**
- o La frecuencia y amplitud varían con la velocidad de rotación.**

Dentro de los sensores inductivos tenemos por ejemplo:

- CKP (Cigüeñal)**
- Algunos CMP (Árbol de levas)**

La señal característica de un sensor inductivo es una onda alterna cuasi senoidal.



d. SENSORES DE POSICIÓN INDUCTIVOS

También conocido como sensor de frecuencia, sus características son:

- o 3 cables de conexión.**
- o No tienen bobinado.**

La señal característica de este tipo de sensores es una onda pulsante dependiendo del voltaje de referencia ya sea 5 o 12 voltios.



e. DIAGNÓSTICO A BORDO (OBD II).

MONITOREO CONTINUO DE FUEGO PERDIDO (MISFIRE)

En este caso las bobinas del sistema de encendido vienen a ser un actuador, el monitoreo detecta explosiones que no se realizan, esta prueba la computadora la hace evaluando la velocidad de giro del cigüeñal.

Detecta la no combustión de un cilindro y evita que aumente la contaminación y así proteger al catalizador por mezcla de aire/combustible no combustionada. La estrategia que aplica es desactivar la inyección y el encendido en el cilindro con falla.



4.- PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL ANÁLISIS DE COMPONENTES Y EL ANÁLISIS DE OPERACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.

a. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DIS.

Los sistemas de encendido de última generación son los denominados Sistemas de Encendido DIS por sus siglas en inglés, Direct Ignition System (Sistema de encendido Directo), o Distributorless Ignition System (Sistema de Encendido sin Distribuidor).

Se diferencia de los sistemas anteriores por suprimir la entrega de la alta tensión a través de un distribuidor, con lo que se consigue eliminar los elementos mecánicos, expuestos a más averías.

El encendido electrónico de última generación DIS trabaja bajo el principio del encendido electrónico integral (EEI, revisado en el marco teórico), pero obviándose el distribuidor (Delco).

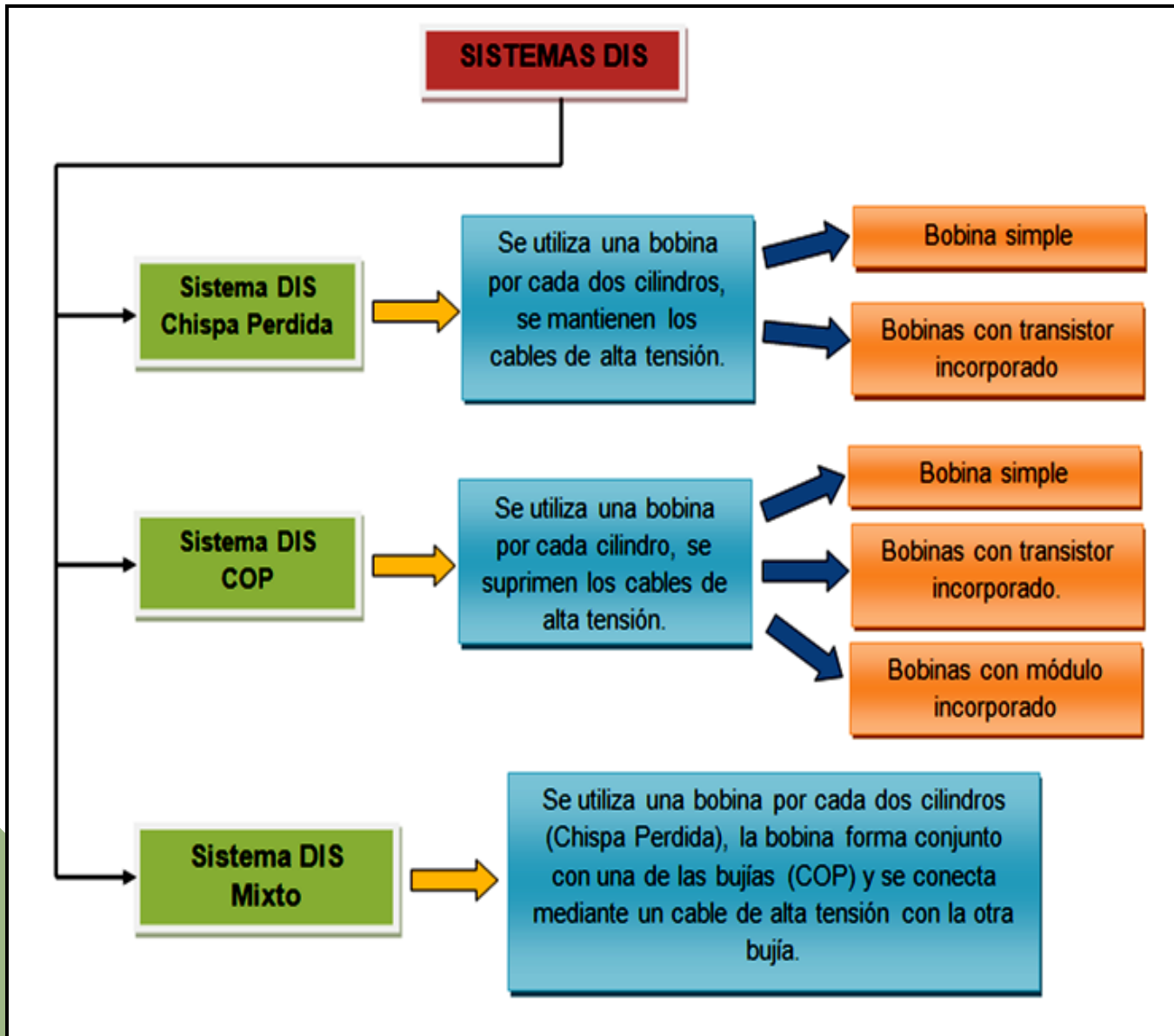


b. TIPOS DE SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS.

Los sistemas de encendido DIS se clasifican y diferencian de acuerdo a la configuración únicamente de la bobina de encendido que utilizan, que es la que determina el tipo de encendido.

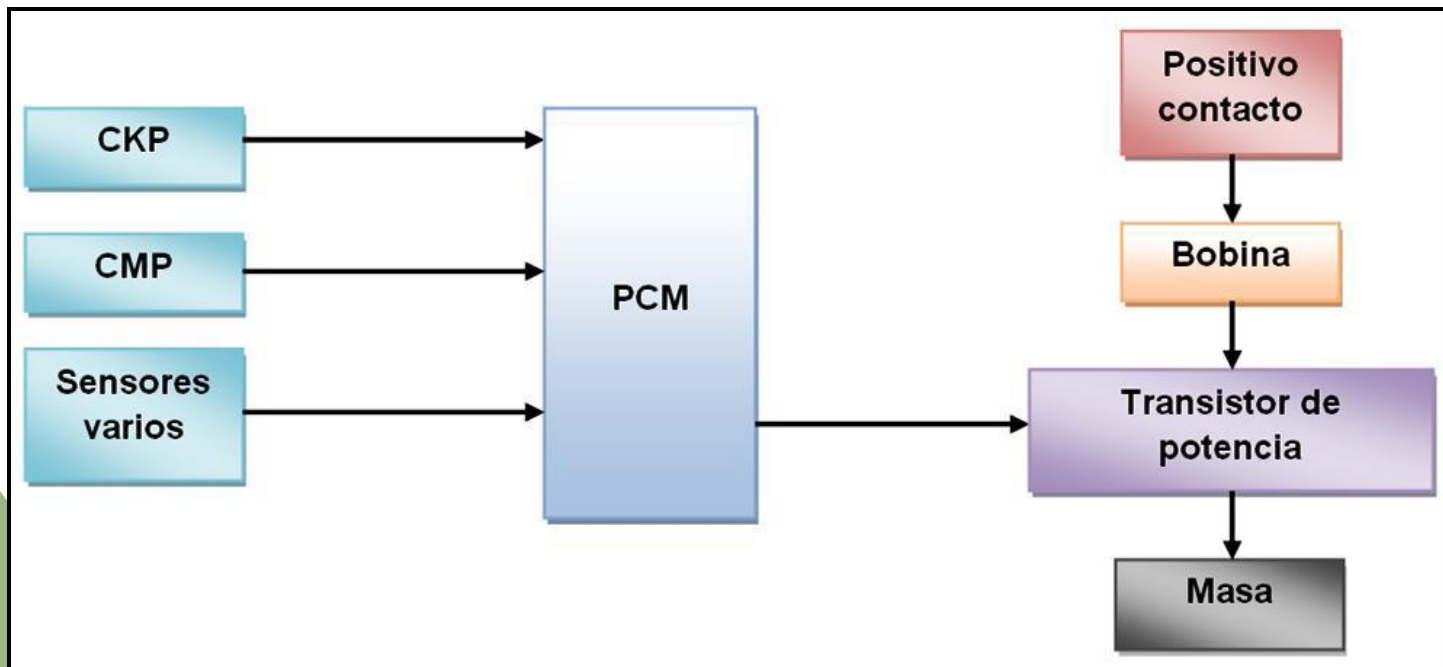
El principio de funcionamiento es casi el mismo en los tres tipos que se nombran a continuación, variando simplemente por el tipo de bobina de encendido que utilizan:

- Sistema de encendido DIS Chispa Perdida.
 - Sistema de encendido DIS COP.
 - Sistema de encendido DIS Mixto.



c. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DIS.

Los sistemas de encendido de última generación o sin distribuidor (DIS), basan su funcionamiento de acuerdo como lo indica el diagrama de bloques de la siguiente figura:





Si vemos la figura anterior, la computadora (PCM-ECU), toma la señal del sensor CKP o CMP como referencia del punto muerto superior (PMS) en la carrera de compresión de cada cilindro, éstas señales sirven como referencia para que la computadora active el transistor de potencia y éste a su vez determine el cierre a masa (porcentaje DWELL) del circuito primario, mediante señales PWM. Además la computadora realiza este cálculo gracias a varios sensores como es el caso del TPS, MAF, MAP, ECT y así logra determinar la carga con la que se encuentra el motor.

El devanado primario de la bobina recibe positivo de contacto a través del switch o de un relé, este positivo recorre el devanado primario hasta el transistor donde se detiene, una vez que la computadora determine el momento exacto activa mediante pulsos PWM al transistor y con eso se cierra a masa la corriente del devanado primario de la bobina atravesando esta corriente por el transistor, este tiempo de circulación de cierre a masa de la corriente es lo que se denomina el porcentaje DWELL, ahora una vez que la computadora determine el momento de quitar los pulsos al transistor y cortar el cierre a masa se induce la alta tensión en el devanado secundario de la bobina y saltará la chispa entre los electrodos de la bujía en el cilindro que se encuentre en el tiempo de compresión.



c. ANÁLISIS DE SENSORES ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DIS.

SENSOR CKP DE RELUCTANCIA VARIABLE

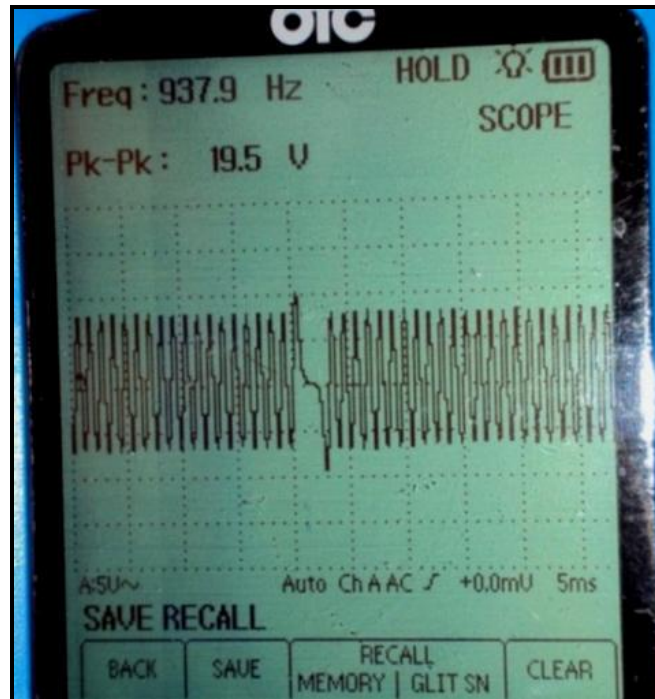
CKP, Crankshaft Position Sensor (sensor de posición del cigüeñal), genera una onda alterna cuasi senoidal, con un corte cíclico producido por un faltante de dientes (o diente diferente) de la rueda fónica que se encuentra montada en el cigüeñal o en el volante de inercia.

Existen dos diseños de ruedas fónicas:

- **La mayoría de los sistemas: $60 - 2 = 58$ dientes**
- **Ford: $36 - 1 = 35$ dientes.**

La característica principal en la señal del CKP es que uno de los dientes es diferente, esto le sirve al PCM para determinar y calcular correctamente el encendido así como el avance del mismo.

La siguiente figura muestra la señal de un sensor CKP inductivo de un Peugeot 206 (escalas: 5 V/d – 20 ms/d).



Para una marcha mínima vamos a encontrar, que el sensor, debe presentar un voltaje pico pico (Vpp) de aproximadamente unos 15 voltios. Si el PCM encontrara interferencias o un mal funcionamiento del sensor, y no sea capaz de leerlo, no podrá saber a qué cilindro le corresponde el tiempo de encendido y de inyección, por lo tanto no habrá ni chispa ni inyección, una señal errática puede llevar a parar del motor.



SENSOR CMP DE RELUCTANCIA VARIABLE

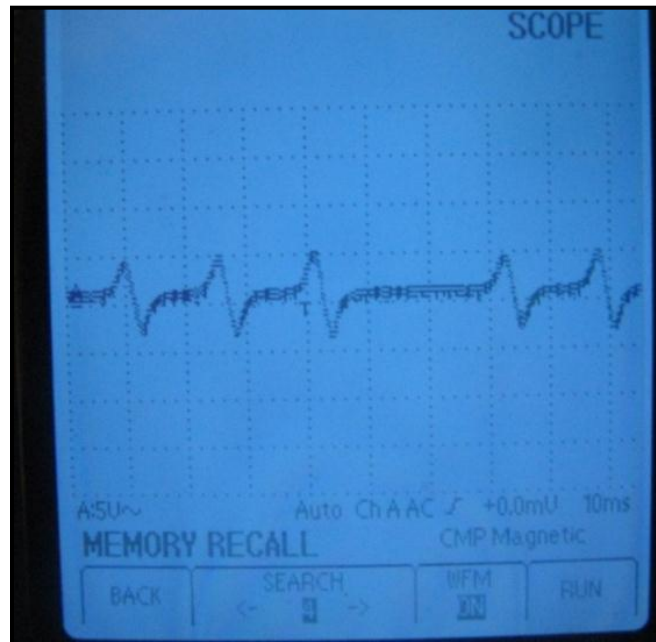
CMP, Camshaft Position Sensor (sensor de posición del árbol de levas), gracias a su señal el PCM puede identificar el cilindro número 1 especialmente en sistemas DIS COP, es llamado también sensor de fase.

El árbol de levas en su construcción puede contar únicamente con un diente o con 4 dientes – 1 diente = 3 dientes, para el segundo caso cuando el sensor inductivo atraviesa ese faltante se interrumpen las señales alternas generadas por los otros dientes, creándose una señal diferente que le sirve al PCM para determinar el PMS del cilindro número 1 en el tiempo de compresión y para poder determinar además la secuencia del encendido en los demás cilindros, pero para sistemas de DIS COP únicamente.

La señal del sensor CMP tiene las siguientes características:

- Una onda alterna que aumenta de magnitud cuando aumenta la velocidad del motor**
- Proporciona una señal cada 360° de rotación del árbol de levas (720° del cigüeñal).**

La figura inferior indica la onda típica para un sensor CMP inductivo de un vehículo Toyota RAV-4, donde se observa las ondas alternas generadas por cada diente en el árbol de levas y donde se aprecia además un faltante que es el que indica el PMS, (escala: 5 V/d – 10 ms/d).



Existe la otra configuración en el árbol de levas en el que solo se tiene un diente, por ende se genera una onda senoidal para ese diente por cada 360° de rotación del árbol de levas.



SENSOR CKP EFECTO HALL

Este sensor envía al PCM la información sobre la posición del cigüeñal y las RPM del motor pero de manera pulsante.

Este sensor se encuentra ubicado a un costado de la polea del cigüeñal o del volante de inercia.

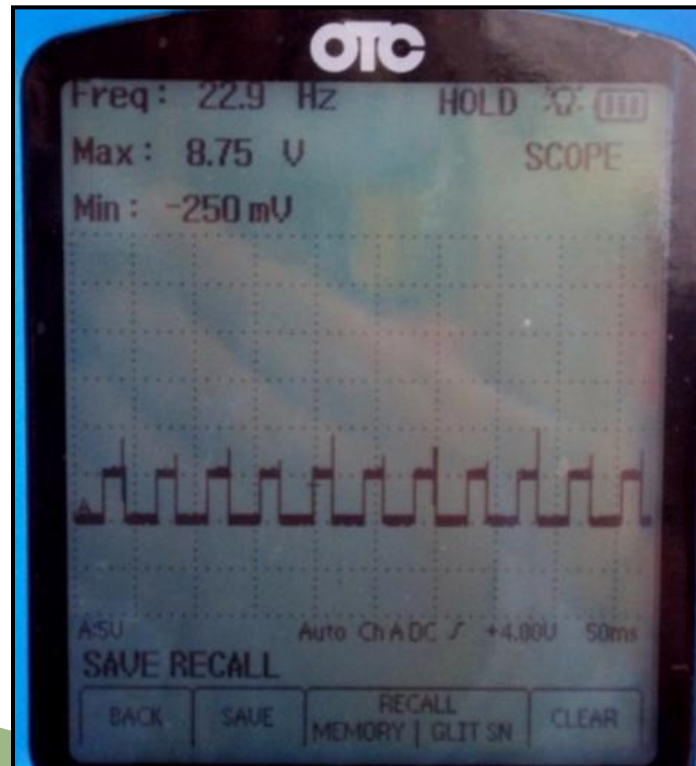
Genera una onda cuadrada pulsante, indicando el momento exacto en que cada pistón alcanza el máximo de su recorrido (TDC).

Según la amplitud de onda puede ser de dos tipos:

- **De 0 a 5 voltios.**
- **De 0 a 12 voltios.**



Lo importante en este tipo de onda es que el aterrizaje de la señal llegue a 0 voltios (máximo se puede levantar 1 voltio) para que el PCM lo pueda interpretar. La siguiente figura muestra un ejemplo de la señal del sensor CKP, para un Mitsubishi Montero i0, donde vemos que la señal conmuta de 0 a 5 voltios (escalas: 5 V/d – 50 ms/d).





SENSOR CMP EFECTO HALL

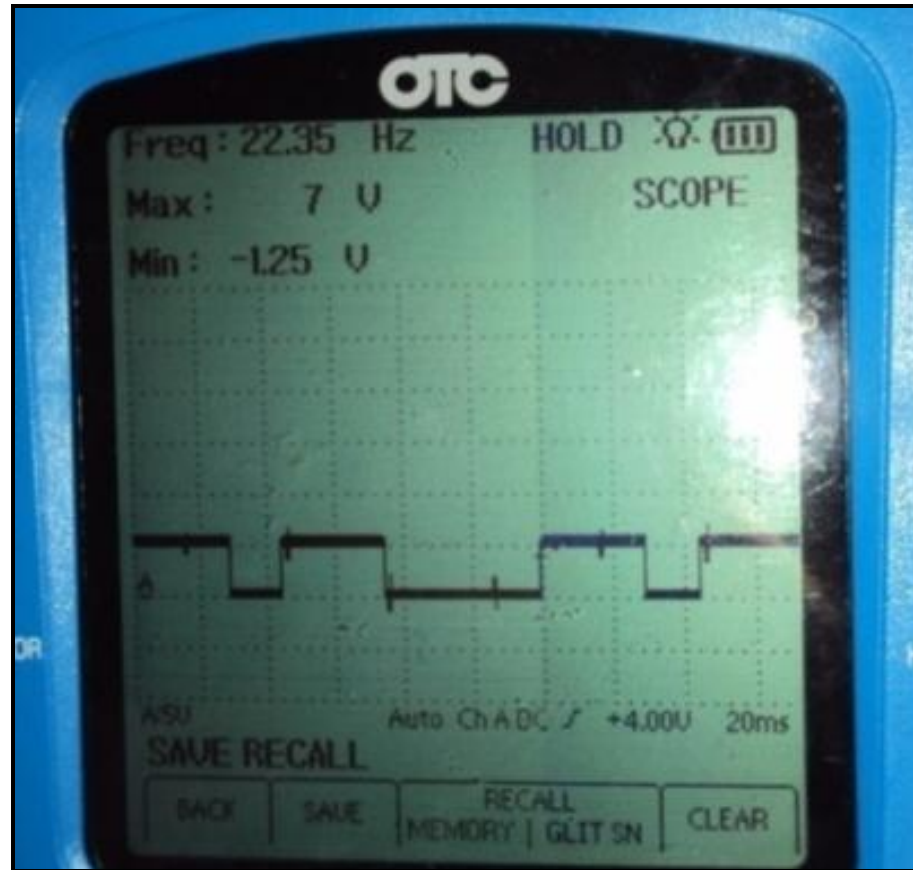
La característica de una buena forma de onda de este sensor Hall, es una conmutación limpia. Existen dos tipos de señales de sensores efecto Hall según su amplitud:

- **De 0 a 5 voltios.**
- **De 0 a 12 voltios.**

La parte diferente de la señal es la que indica el PMS. La siguiente figura muestra un ejemplo de la señal del sensor CMP, para un Mitsubishi Lancer EVO VII. La señal vemos que conmuta de 0 a 5 voltios (escalas: 5 V/d – 20 ms/d).



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA





d. ANÁLISIS DE LA EECTRÓNICA DE MÓDULOS.

PARTES DE UN MÓDUO DE CONTROL.

Un módulo de control como el PCM, está compuesto por una gran cantidad de circuitos y componentes, está compuesto por circuitos periféricos y circuitos de procesamiento, cada uno con sus componentes. Dentro de los circuitos periféricos podemos encontrar tres:

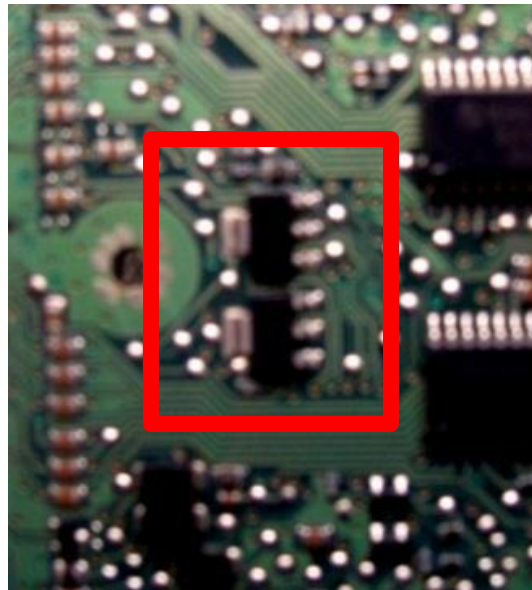
- **Circuito de alimentación o fuente.**
 - **Circuitos de control.**
- **Circuito de procesamiento de datos.**

CIRCUITOS DE CONTRL

Los circuitos de control están básicamente diseñados para controlar los actuadores como por ejemplo los inyectores, las bobinas, las válvulas de marcha mínima, los relevadores, entre otros, estos circuitos deben cumplir con requisitos de manejo de potencia

La corriente que se maneja en muchos de ellos alcanza los 5 Amperios y los voltajes operados pueden llegar a picos de hasta 400 voltios, dentro de los principales componentes que forman parte de estos circuitos tenemos:

- Transistores.**
- Circuitos integrados de control (DRIVER´S).**

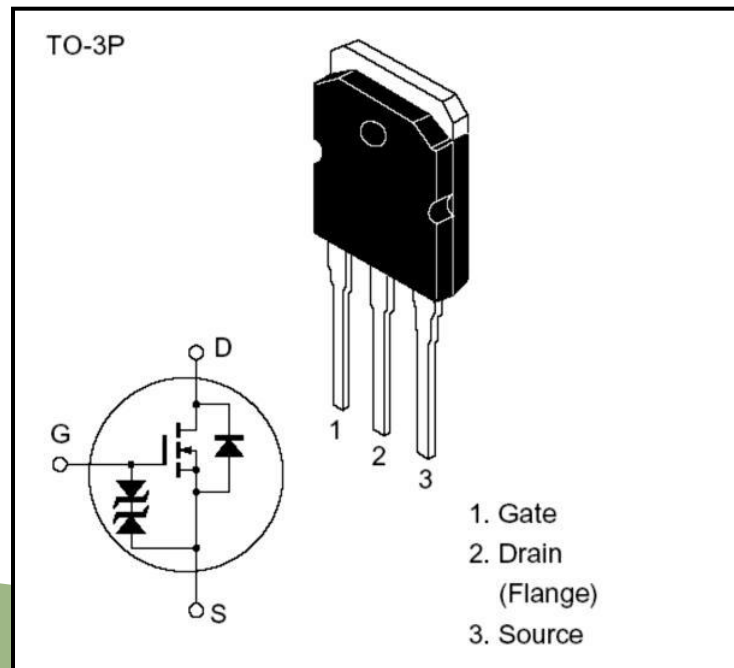


En la figura superior se presenta un ejemplo de un circuito de control por medio de transistores MOSFET para bobinas de encendido de sistemas DIS.

e. ANÁLISIS DE TRANSISTORES DE POTENCIA.

Transistor MOSFET.

MOSFET. M: Metal, O: Óxido, S: Semiconductor. Es el principal de los transistores JFET. En la siguiente figura se observa la presentación comercial donde se aprecia la denominación de sus terminales y también su configuración externa donde es importante recalcar la característica de compuerta aislada, el encapsulado en el caso Automotriz es tipo *TO 220 – 200 – 2P – 3P*.





La siguiente tabla (Datasheet) presenta una especificación general para este tipo de transistor. El valor de corriente máximo y pulsante entre Drain–Source, y el voltaje máximo soportado en estos terminales.

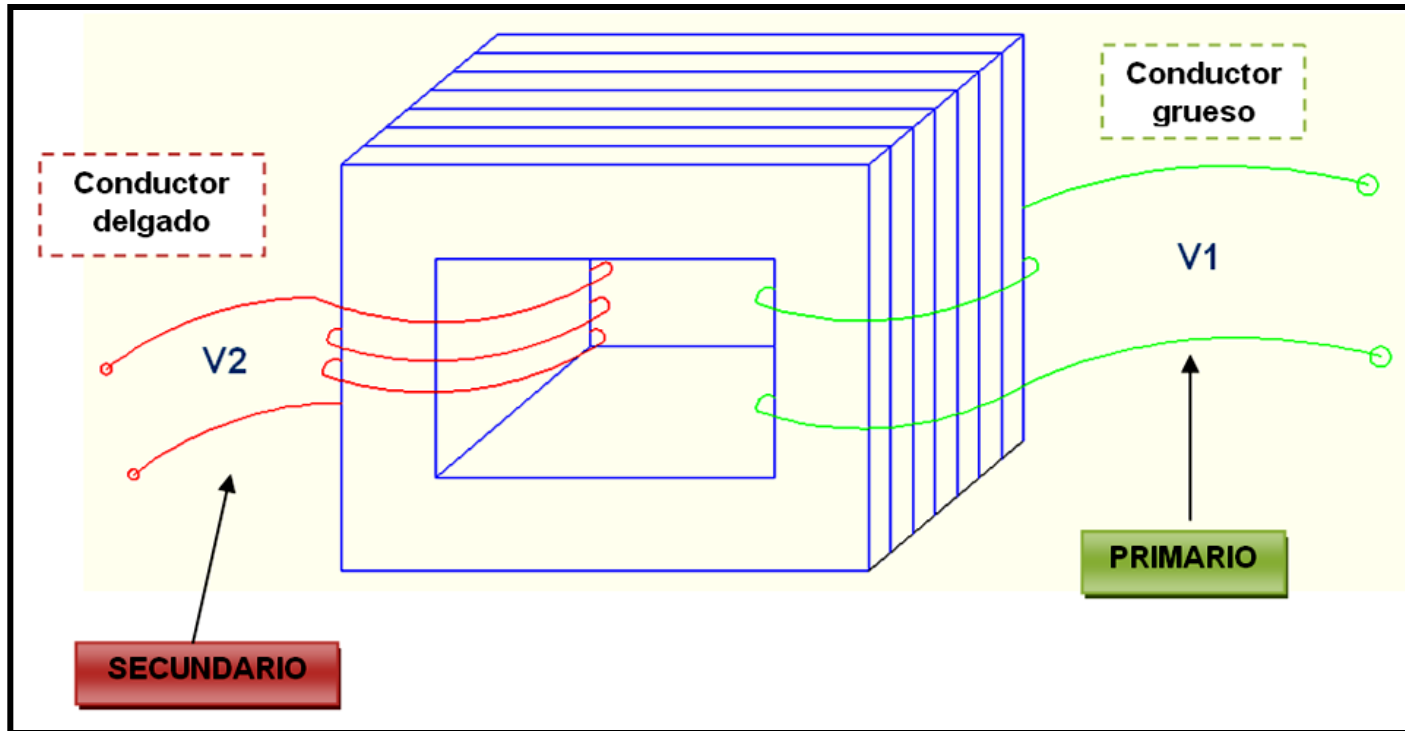
Item		Symbol	Ratings	Unit
Drain to source voltage	2SK1517	V_{DSS}	450	V
	2SK1518		500	
Gate to source voltage		V_{GSS}	± 30	V
Drain current		I_D	20	A
Drain peak current		$I_{D(PULSE)}^{*1}$	80	A
Body to drain diode reverse drain current		I_{DR}	20	A
Channel dissipation		PH^{*2}	120	W
Channel temperature		SCH	150	$^{\circ}C$
Storage Temperature		Test	-55 tú +150	$^{\circ}C$
Notes: 1. $PW \leq 10 \mu s$, duty cycle $\leq 1\%$				
2. Value at $T_C = 25 \text{ }^{\circ}C$				



En condiciones normales puede comandar 20 amperios y una conmutación pulsante de hasta 80 amperios, y en la tensión D – S sin problemas puede comandar 450 voltios, por consiguiente un *sistema de encendido DIS podría ser activado por este tipo de componente*, en la figura anterior se puede apreciar que el montaje del componente es de tipo superficial (SMD).

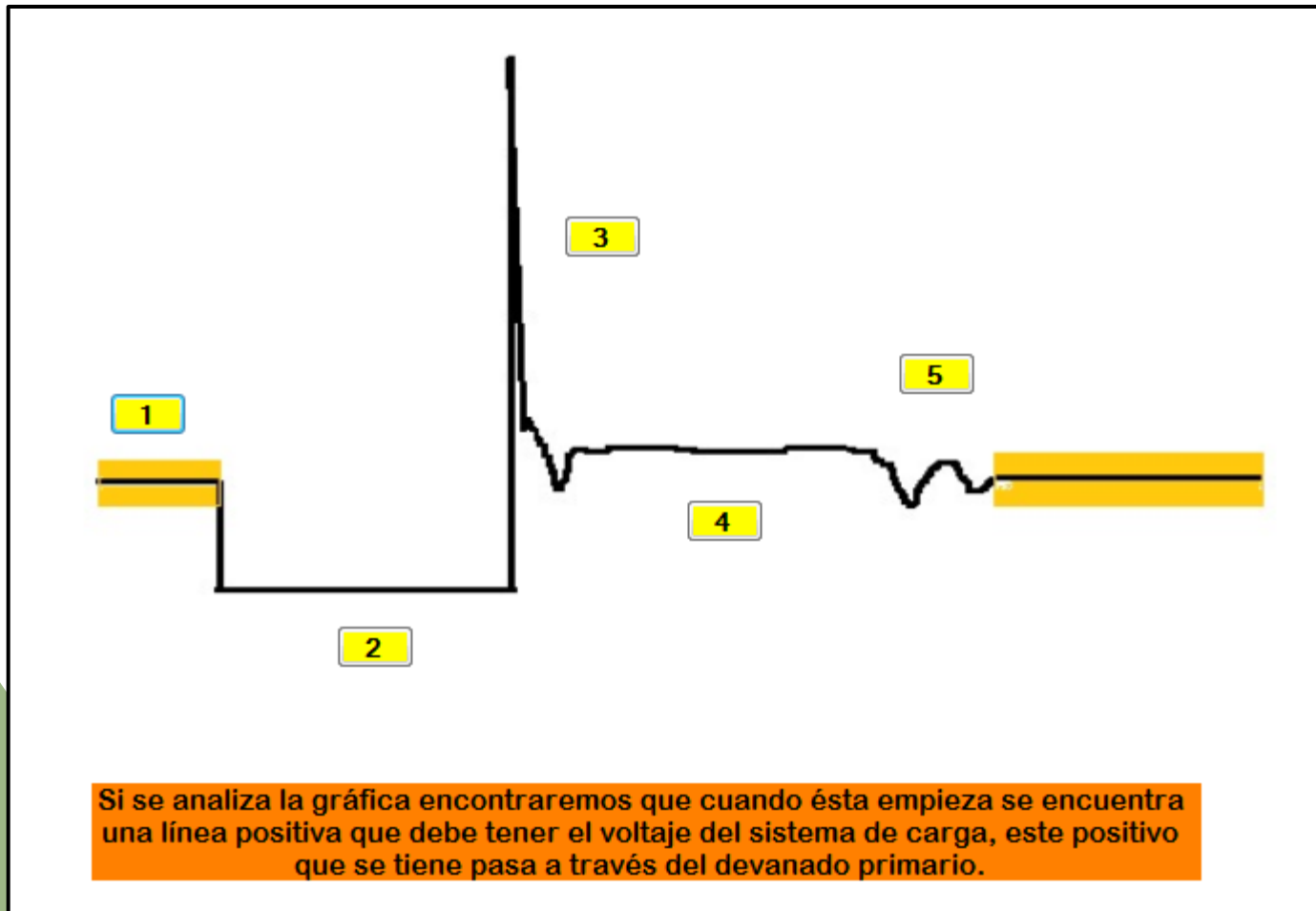
f. ANÁLISIS DE LA BOBINA DE ENCENDIDO DIS.

La bobina de los sistemas DIS es lo que se llama un *transformador puro*, la *activación del primario de la bobina viene dado por positivo de contacto o por un relé de protección del interruptor de encendido*, mientras que el PCM es quien se encarga de colocar masa al negativo del primario de la bobina mediante un transistor de potencia, el cual puede pertenecer al mismo PCM o formar parte del conjunto de la bobina de encendido, en un Driver del PCM, o en un módulo externo llamado “Igniter”.

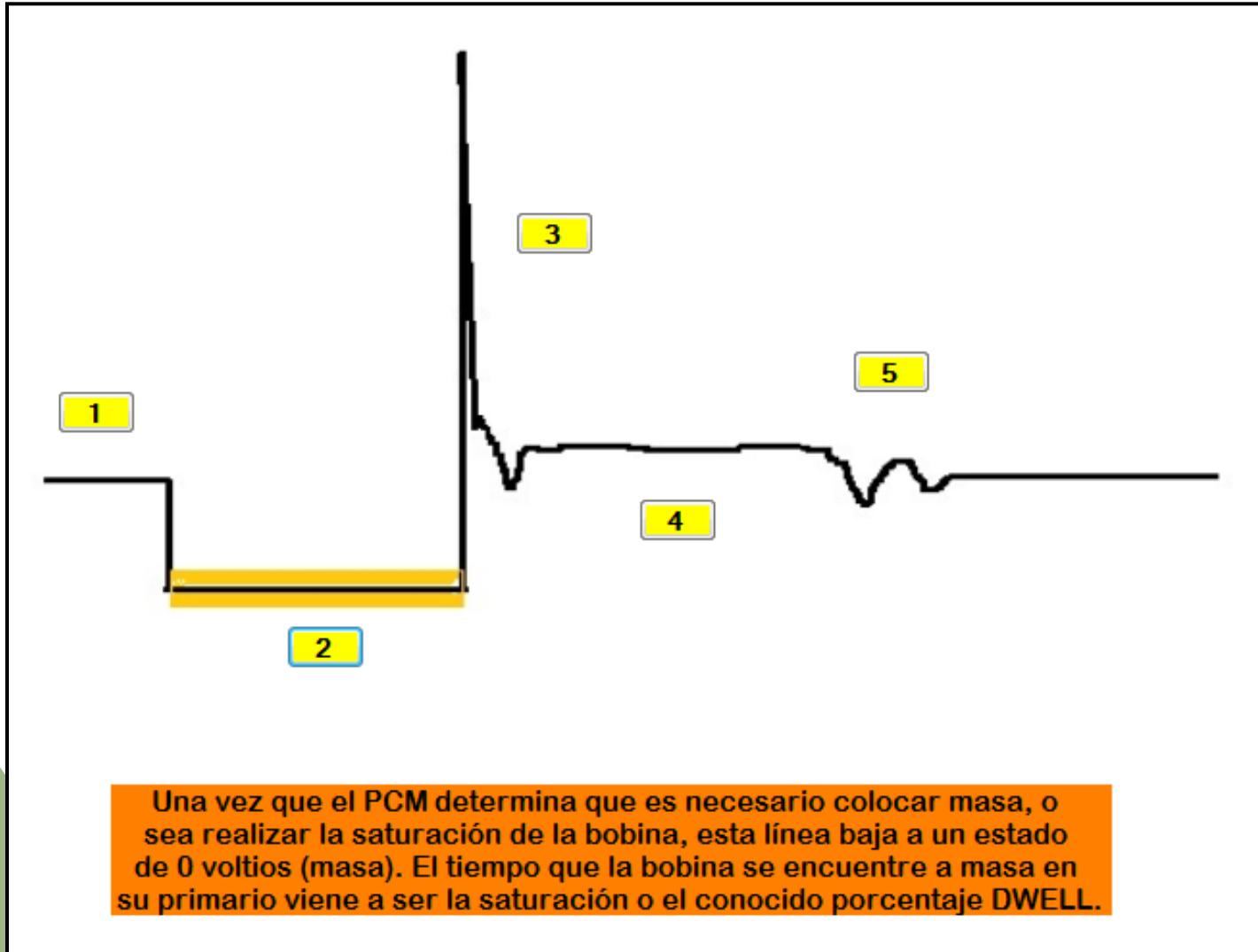


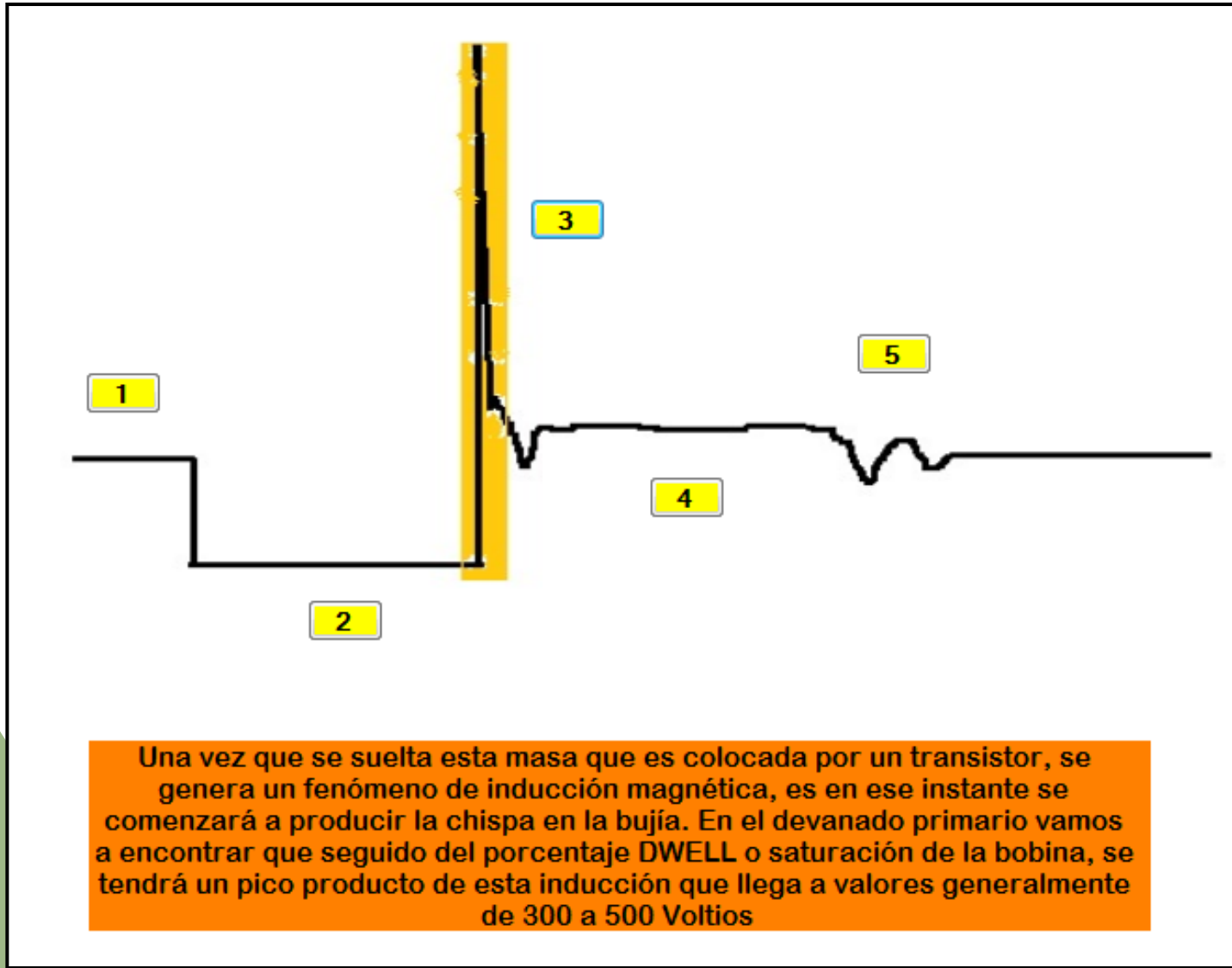
La bobina de un sistema DIS es un autotransformador elevador de tensión, en la figura superior se tiene que V_2 (devanado secundario) es mayor que el V_1 (devanado primario).

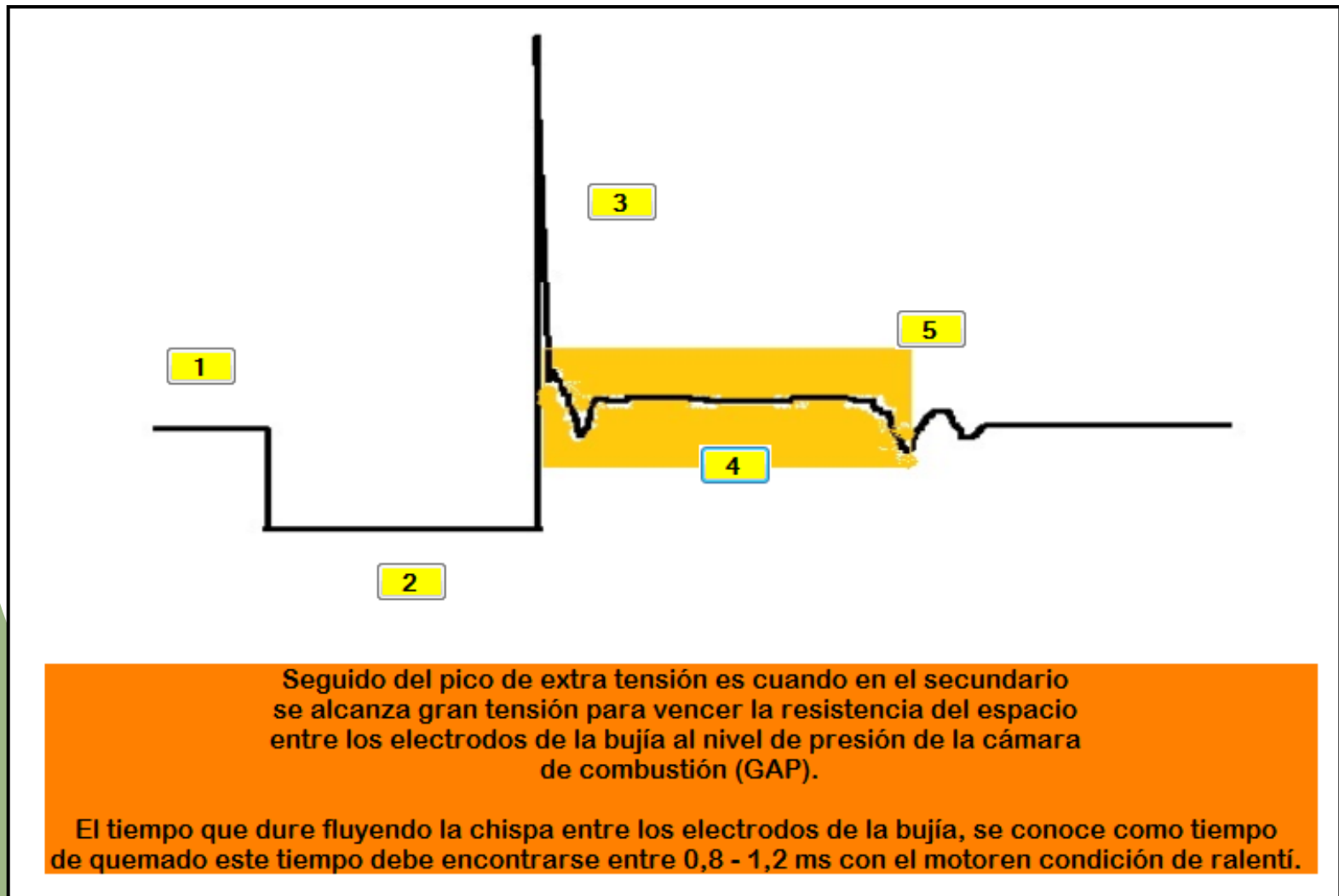
g. ANÁLISIS DE OSCIOGRAMA DE PRIMARIO DE BOBINAS DIS.



Si se analiza la gráfica encontraremos que cuando ésta empieza se encuentra una línea positiva que debe tener el voltaje del sistema de carga, este positivo que se tiene pasa a través del devanado primario.

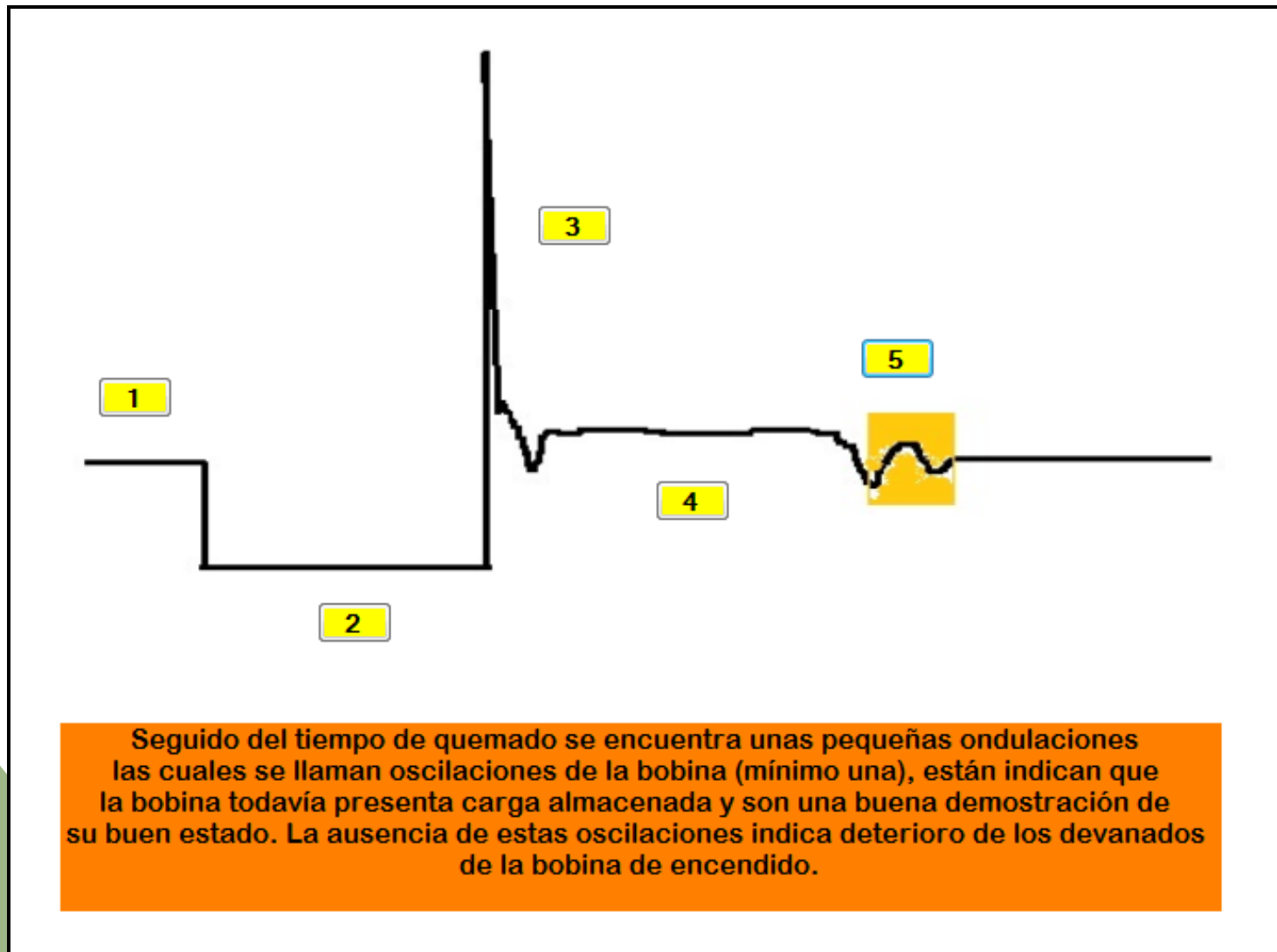






Seguido del pico de extra tensión es cuando en el secundario se alcanza gran tensión para vencer la resistencia del espacio entre los electrodos de la bujía al nivel de presión de la cámara de combustión (GAP).

El tiempo que dure fluyendo la chispa entre los electrodos de la bujía, se conoce como tiempo de quemado este tiempo debe encontrarse entre 0,8 - 1,2 ms con el motore en condición de ralenti.



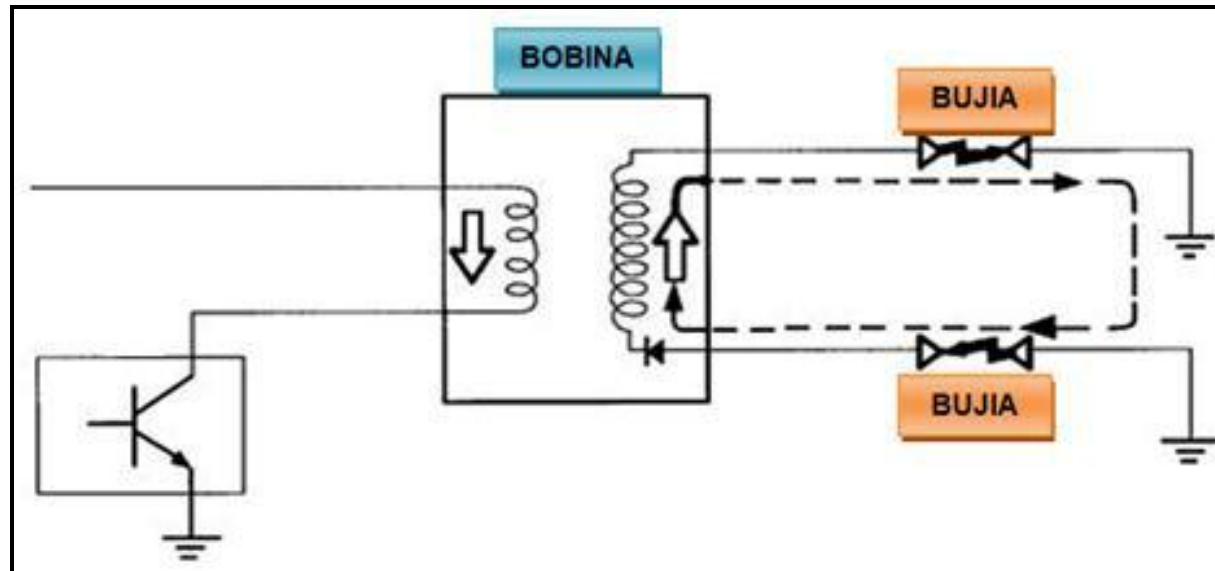
Seguido del tiempo de quemado se encuentra unas pequeñas ondulaciones las cuales se llaman oscilaciones de la bobina (mínimo una), están indican que la bobina todavía presenta carga almacenada y son una buena demostración de su buen estado. La ausencia de estas oscilaciones indica deterioro de los devanados de la bobina de encendido.



h. ANÁLISIS DEL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA.

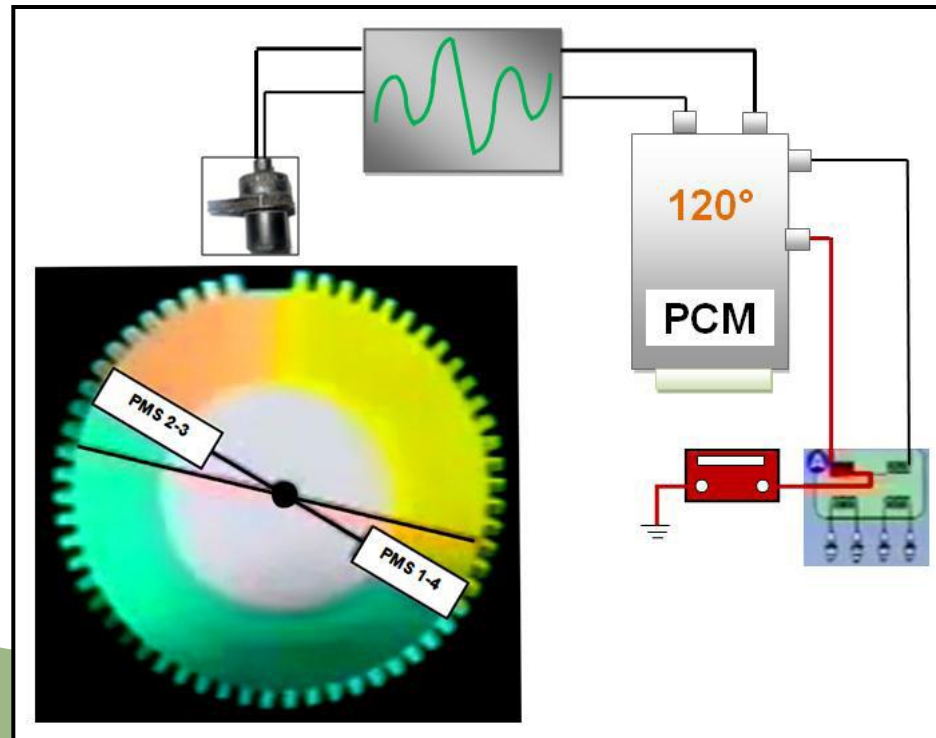
En este tipo de sistema se presenta un fenómeno por el cual la corriente en el secundario pasa a través de *dos bujías al mismo tiempo, por ello en una parte del circuito la corriente es ascendente y en el otro es descendente, la disposición de los cables de alta tensión hace que cada vez que se genere la alta tensión, ésta se aproveche únicamente en el cilindro que se encuentre en el tiempo de compresión, mientras que en el otro cilindro esta chispa salta sin ningún efecto, por esta razón el sistema recibe el nombre de Chispa Perdida.*

En las bobinas del sistema DIS Chispa Perdida, se presenta la activación y desactivación del circuito primario, y en el secundario se tiene un circuito que pasa por dos cilindros al mismo tiempo. Cada fabricante dispone de la ubicación de las bobinas, éstas pueden venir contenidas en un solo cuerpo, o pueden estar dispuestas en paquetes individuales.

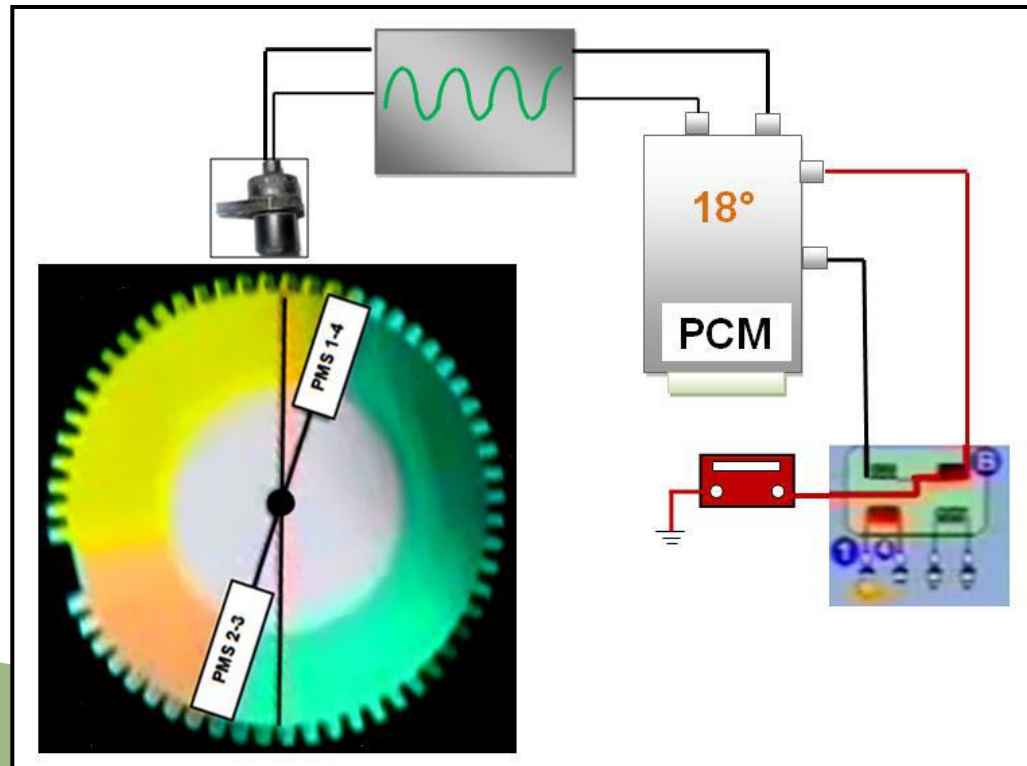


En este sistema de encendido la corriente eléctrica hace que en una bujía la chispa salte del electrodo central al electrodo de masa, y al mismo tiempo en la otra bujía la chispa salte del electrodo de masa al electrodo central. El circuito primario se encuentra colocado permanente a positivo, este positivo proviene directamente del interruptor de encendido, o en algunos casos desde un relé.

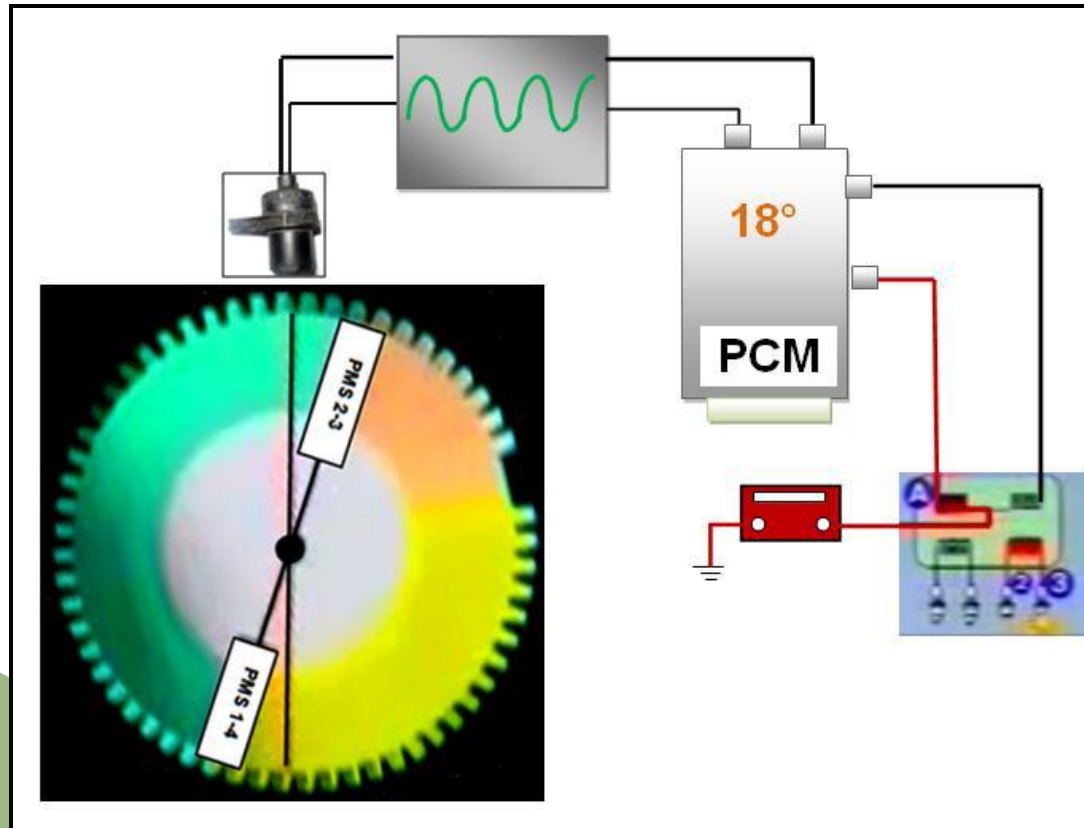
Aunque se podría pensar que el PCM solo tendría que colocar chispa cada 360 grados, gracias al CKP, puede conocer a que cilindro le está colocando la chispa y además gracias al MAP-MAF-TPS, poder determinar la carga del motor y determinar cuántos grados de avance coloca a cada uno de ellos. En la mayoría de sistemas una vez que el CKP enfrenta el hueco doble genera su señal característica, es entonces que el PCM determina que le faltan 120° para llegar al PMS los cilindros 1 y 4 (sector amarillo).



Como se tienen 20 dientes entonces cada uno de estos dientes equivale a 6° de los 120° totales del sector amarillo. La computadora toma como valor inicial estos 120° . Para este ejemplo el PCM determina que el avance sea de 18° , por lo tanto debe hacer saltar la chispa en los cilindros correspondientes faltando 3 dientes (18°) antes de completar la sección amarilla, es decir el PCM debe ir restando 6° de los 120° iniciales por cada diente que pase frente al CKP, la figura siguiente muestra el momento en el que el PCM hace saltar la chispa en las bujías, con el avance indicado.

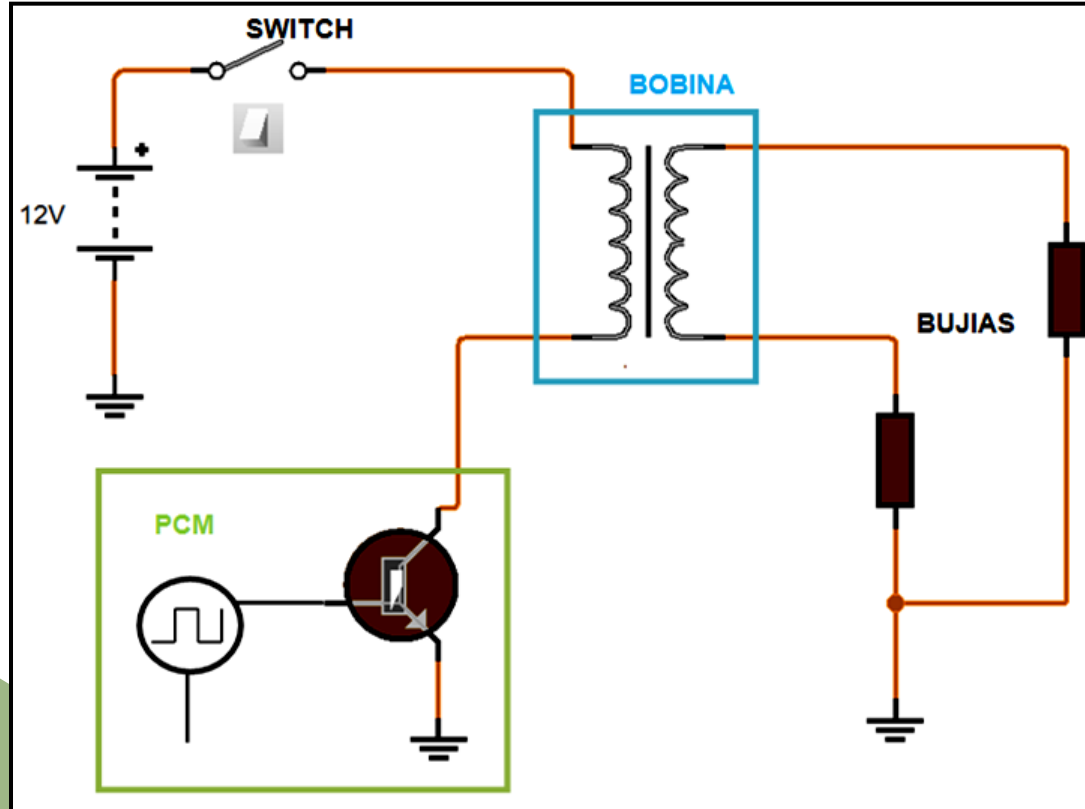


Ahora si nos fijamos en la sección verde (figura 5.58), ésta está compuesta por 30 dientes, equivalentes a 180° de rotación del cigüeñal. Si para hacer saltar la chispa en los cilindros 2 y 3 el avance continúa siendo de 18° , entonces el PCM debe actuar en el negativo que comanda estos cilindros faltando nuevamente 3 dientes (18°), como lo indica la siguiente figura.

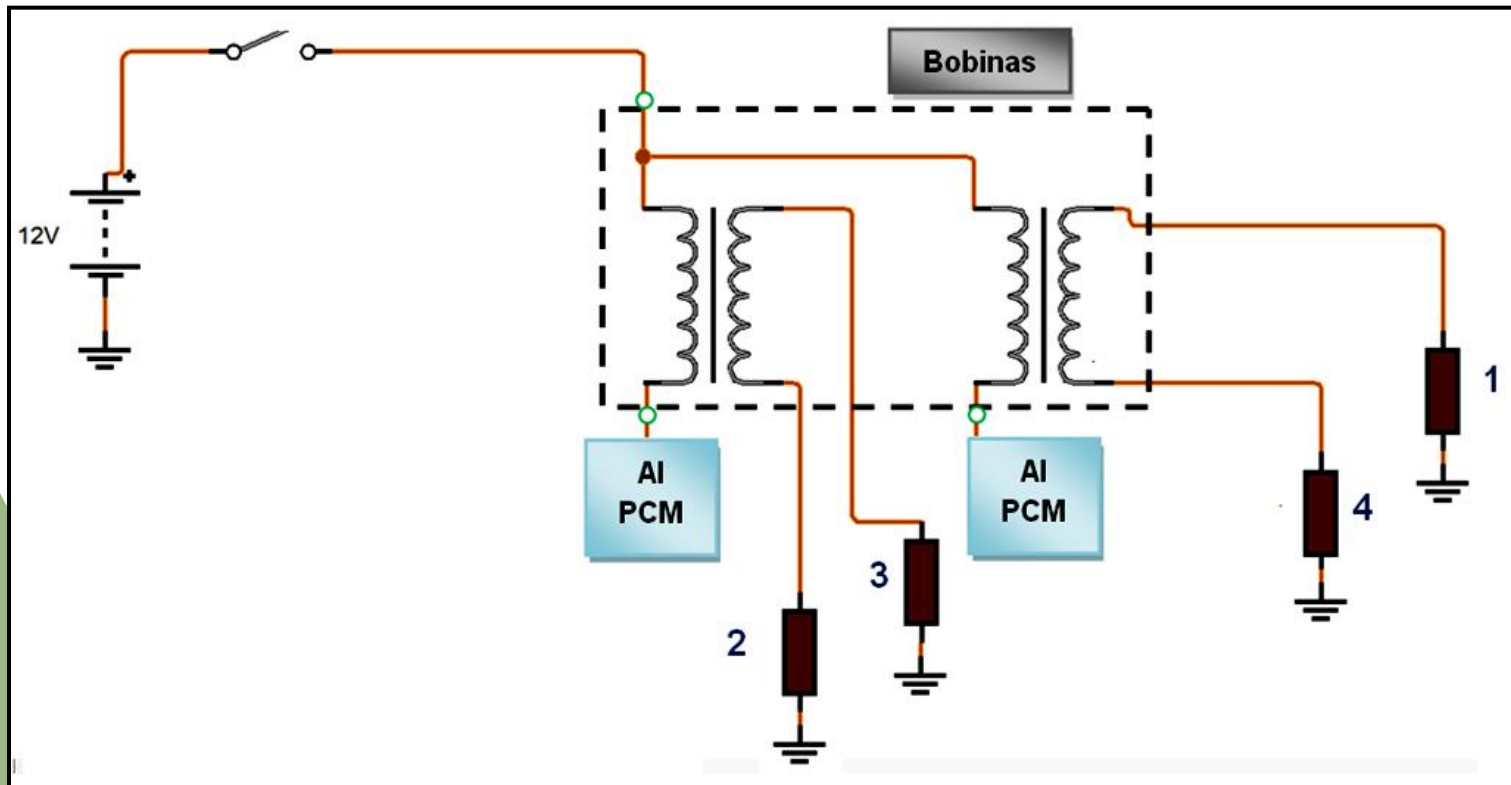


SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA DE BOBINA SIMPLE

Esta bobina es un simple autotransformador, donde el cierre a masa del circuito primario se realiza íntegramente en el PCM, por medio de un transistor de potencia, en un Driver, o en un módulo aparte (Igniter).



En este tipo de bobinas podemos también tener del tipo doble, que cuentan con 43 pines de conexión (positivo para ambos transformadores, negativo del transformador 1 y negativo del transformador 2)



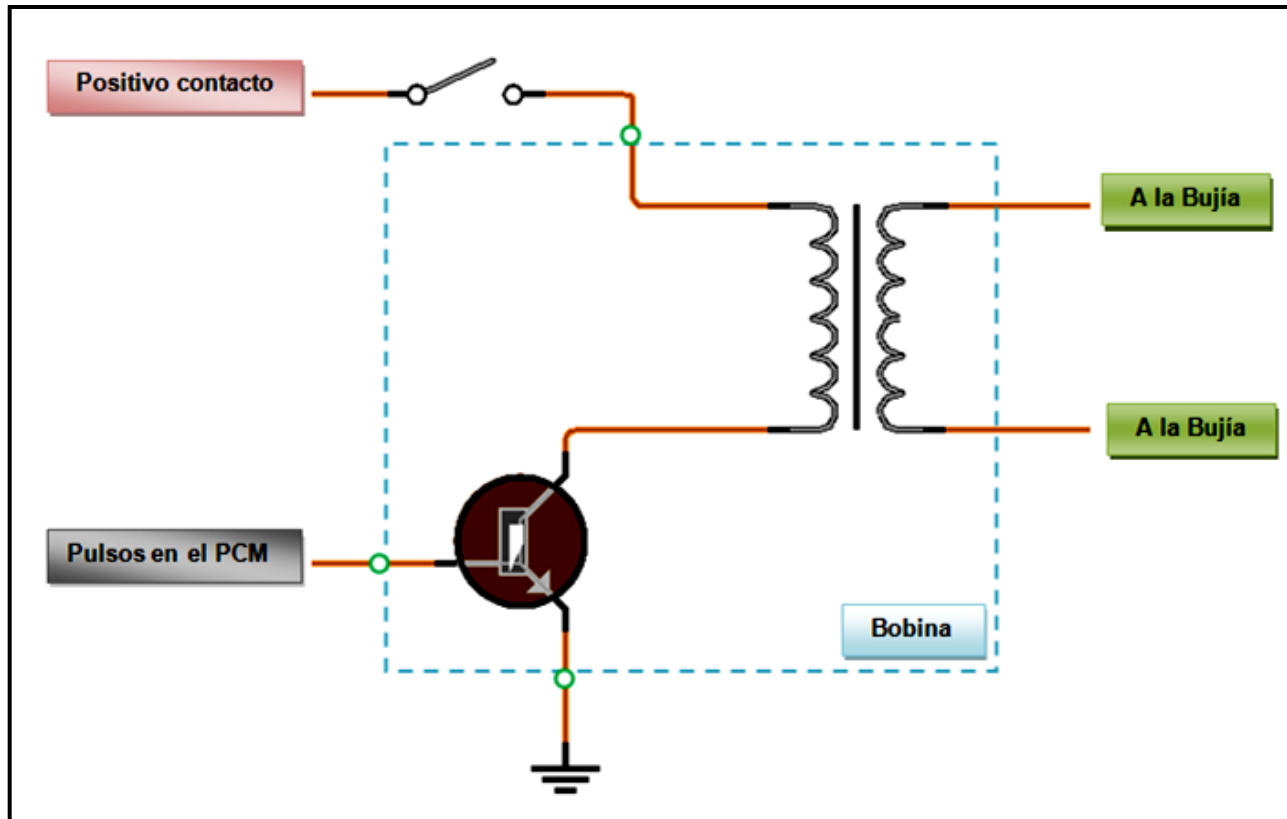


SISTEMA DE CHISPA PERDIDA DE BOBINA CON TRANSISTOR INCORPORADO

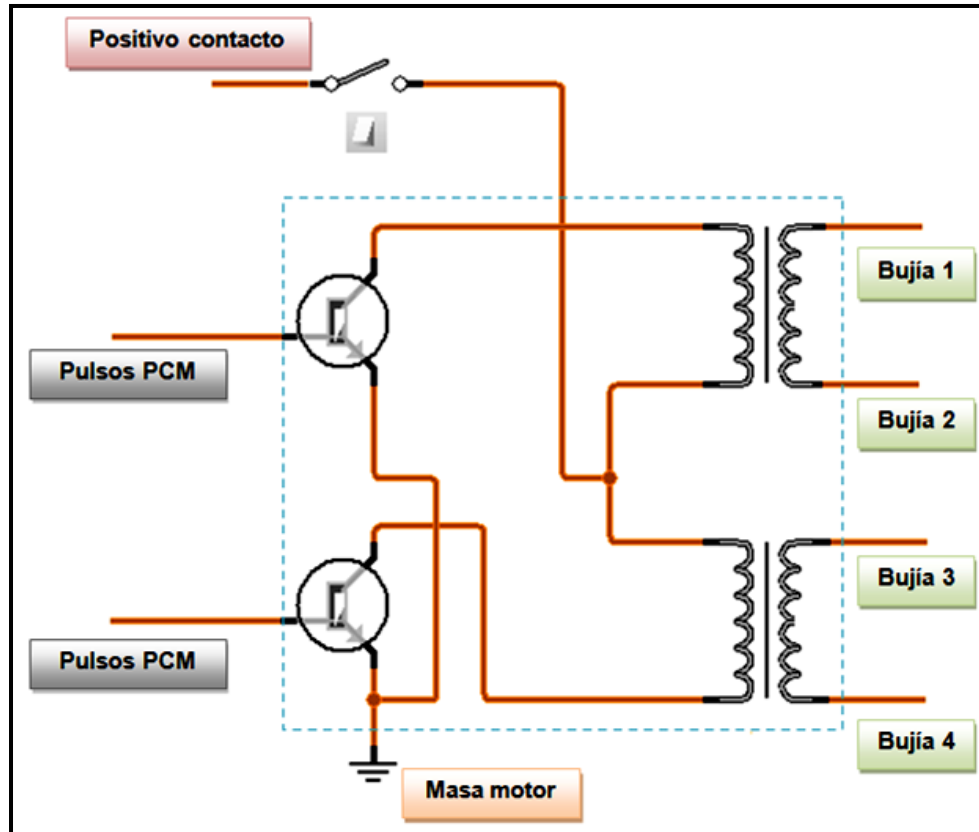
La característica fundamental de estas bobinas, es el incorporar el transistor de potencia en su cuerpo, por lo que en este tipo de bobinas se obvia por completo el Igniter, puede haber también transformadores por separado al igual que las bobinas simples pero generalmente se tienen del tipo Rochester o dobles.

En caso de incorporar el transistor de potencia, el PCM solo enviará a las bobinas una serie de pulsos (PWM) que excitan el transistor, para cortar el circuito primario y así generar el salto de chispa en las bujías.

La figura siguiente muestra el diagrama eléctrico de este tipo de bobinas en cuyo interior se encuentran los transistores de potencia, esto es para una bobina de tres terminales de conexión, la misma que cuenta con un único transformador:



Toda la bobina (recuadro celeste) se ve como la figura superior, en este caso saldrán 3 cables del conector, donde encontramos: la alimentación de la bobina; la masa de la bobina; y el último terminal que son los pulsos de activación que llegan al transistor de potencia dentro de la bobina provenientes del PCM.

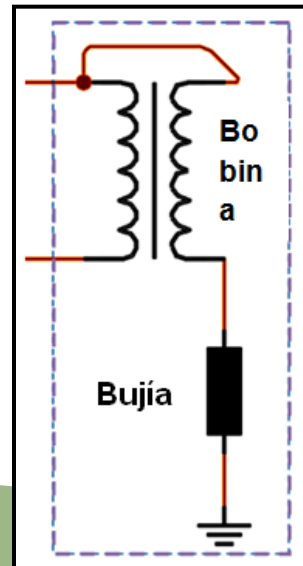


Ahora toda la bobina para un motor de 4 cilindros (recuadro celeste) se ve como la figura superior, en este caso saldrán 4 cables del conector, donde encontramos dos cosas fijas que son la alimentación y la masa, y los otros dos que son las respectivas señales para cada uno de los transistores de potencia que llegan provenientes del PCM

i. ANÁLISIS DEL SISTEMA DIS COP.

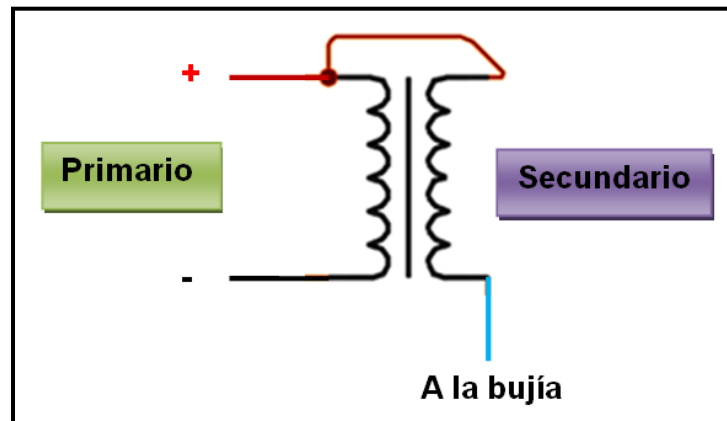
COP, Coil On Plug (Bobina sobre bujía). Este tipo de sistema dispone de una configuración muy diferente a las bobinas del sistema Chispa Perdida, su particularidad está en que no dispone de cables de alta tensión, ya que las bobinas van ubicadas justo arriba de cada bujía, con lo cual se simplifica la resistencia a la alta tensión de los cables y se mejora la eficiencia del quemado.

Este tipo de sistema es conocido también como encendido independiente y en otros casos como encendido secuencial.



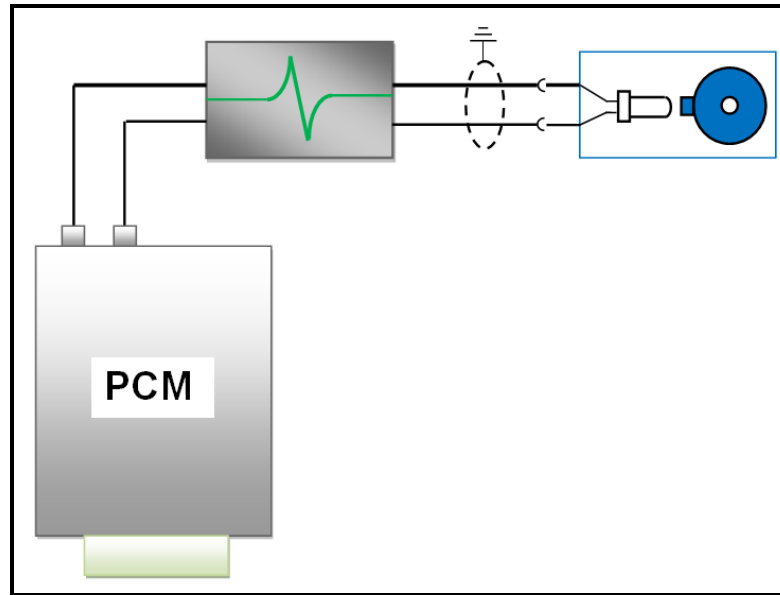
La figura anterior muestra que tanto el transformador como la bujía forman un solo conjunto.

La configuración eléctrica de este tipo de bobinas permite un arreglo en el cual se cuenta con un positivo de contacto, una masa del PCM, de un Igniter, o en la misma bobina, y una salida de alta tensión hacia la respectiva bujía.

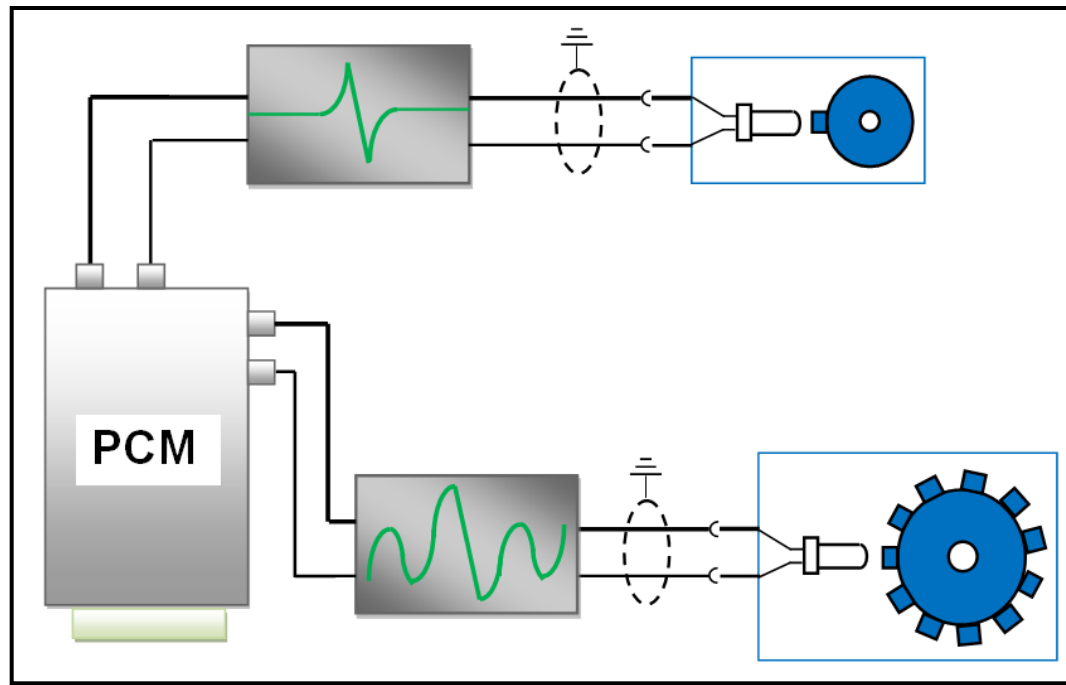


Al igual que los sistemas Chispa Perdida, el circuito primario se encuentra colocado a positivo de batería a través de un switch o de un relé, después el sistema COP necesita de la información de un sensor de posición hacia el PCM como referencia, para determinar el cilindro 1 en tiempo de compresión. Para estos sistemas el sensor CMP es quien indica al PCM el punto muerto superior en el tiempo de compresión del cilindro número 1.

Las figuras siguientes muestran un ejemplo del funcionamiento de un sistema DIS COP para un motor de 4 cilindros, con sensores de tipo inductivo, donde se aprecia que en el árbol de levas se tiene solamente un diente y es el que genera la señal alterna en el CMP y que la envía al PCM.



El PCM recibe esta señal para poder reconocer el cilindro número 1 y así poder sincronizar el orden de encendido. Ya que la señal del CKP es utilizada por el PCM exclusivamente para calcular los grados de avance. La siguiente figura muestra las señales de ambos sensores, y que además deben coincidir cada 360° de rotación del árbol de levas (720° de rotación del cigüeñal).

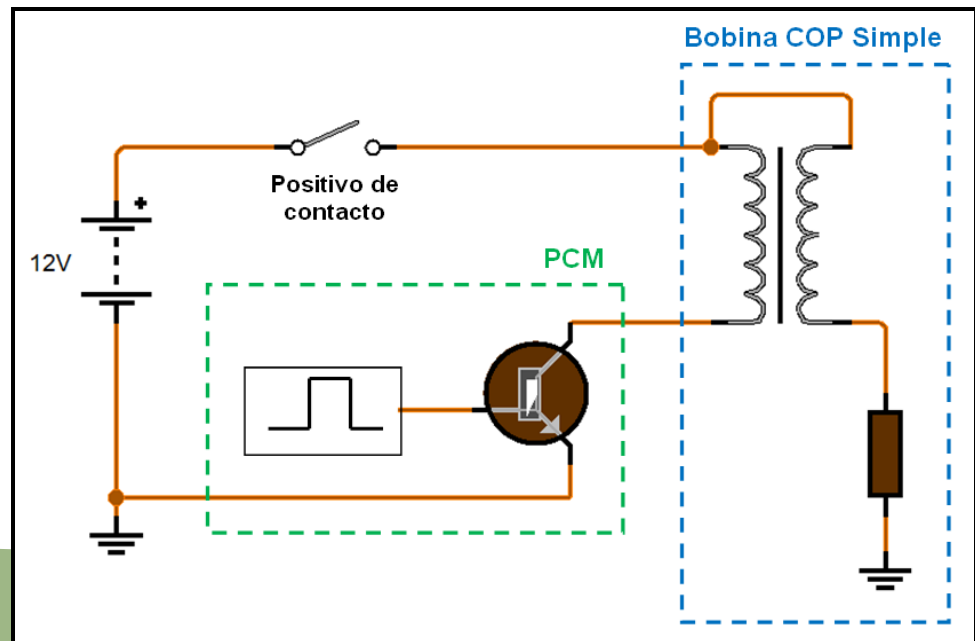


A partir de este momento el PCM puede interrumpir la corriente en el primario de cada bobina dependiendo del orden de encendido previamente memorizado. Y como se ha demostrado esta interrupción de la corriente en el primario (etapa de potencia) puede darse en el PCM, en un módulo de encendido (Igniter), o en la misma bobina. Todo dependiendo del tipo de bobina COP que se tenga, las cuales se explican a continuación.

SISTEMA DIS COP DE BOBINA SIMPLE

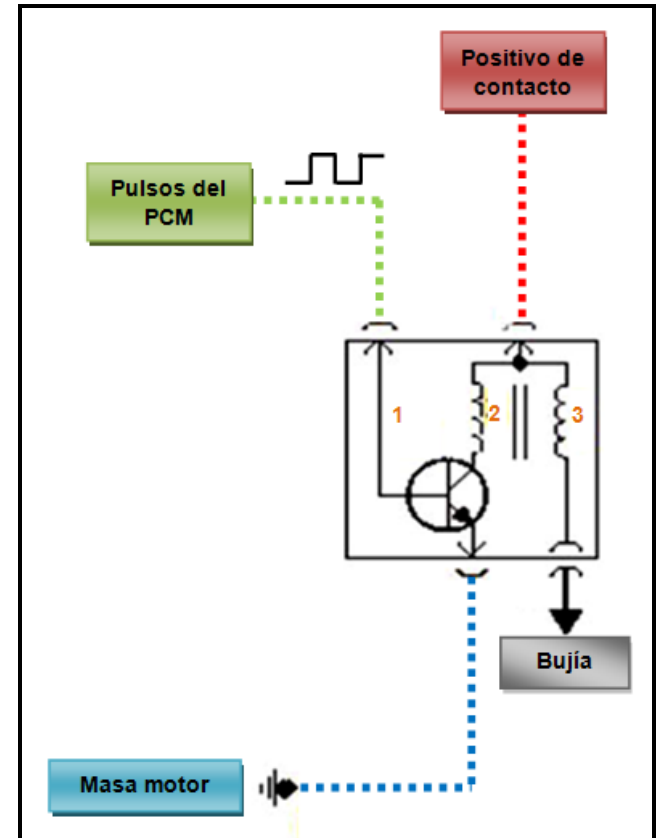
Es la configuración más sencilla para este tipo de bobinas, la cual tiene únicamente *dos pines de conexión (positivo de contacto y cierre a masa)*. De un switch o relé proviene un positivo de contacto hacia el bobinado primario y una masa a través de un transistor de potencia dentro del módulo de control comandado por pulsos.

El bobinado secundario comparte positivo con el primario, por lo tanto cualquier descarga de secundario se va a realizar buscando al final el electrodo de masa de la bujía.



SISTEMA DIS COP DE BOBINA CON TRANSISTOR INCORPORADO

Este tipo de bobinas incorpora un transistor en su cuerpo, de los mencionados anteriormente en el sistema Chispa Perdida, por lo tanto el comando de ellas va a estar dado por el PCM a través de pulsos, pero a diferencia de las bobinas Chispa Perdida encontramos una bobina por cada cilindro, este tipo de bobinas cuenta con *tres pines de conexión*, en la figura siguiente encontramos una bobina de estas características. Si analizamos el esquema eléctrico de esta bobina vamos a encontrar que debe tener positivo, una masa y una señal que son los pulsos provenientes del PCM hacia el transistor. La siguiente figura muestra esta conexión.





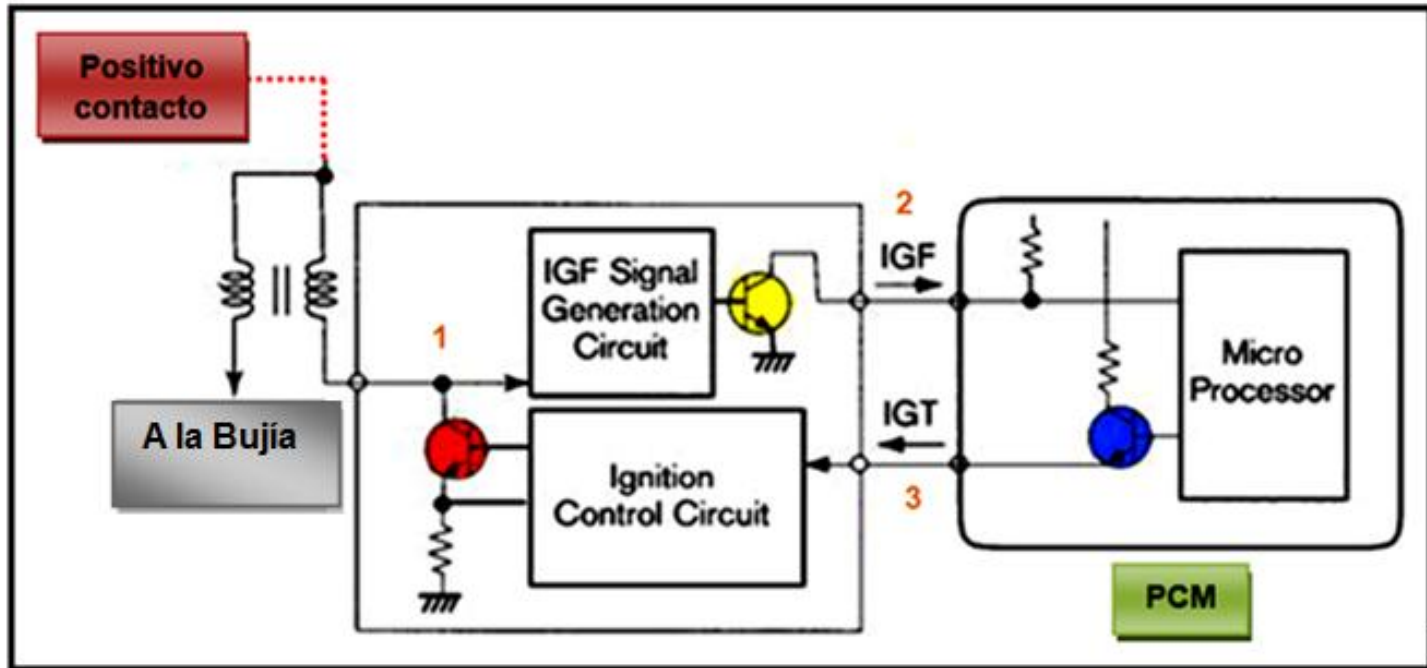
SISTEMA DIS COP DE BOBINA CON MÓDULO INCORPORADO

En los nuevos vehículos se tiene un tipo de bobina COP la cual contiene integrado un módulo que genera una señal de retroalimentación (Feedback) al PCM cada vez que se genera una correcta inducción en el circuito primario de la bobina de encendido. Para esto se dispone de un circuito especial que logra generar una señal hacia el PCM cada vez que éste coloque un pulso al transistor de potencia y ocurra correctamente la inducción del circuito primario.

Una características de ella es que tiene *4 pines de conexión*.

Para analizar el funcionamiento de este tipo de bobinas, lo primero que se debe tener muy claro es que la operación que tiene para generar la chispa es exactamente igual al explicado en las bobinas con 3 cables (transistor incorporado).

Lo único que las diferencia es que la de 4 pines gracias a un circuito integrado, envía una señal al PCM cada vez que se genera una inducción en el circuito primario de la bobina.



En la figura superior se observa el módulo que incorpora cada una de las bobinas y su conexión con el PCM.

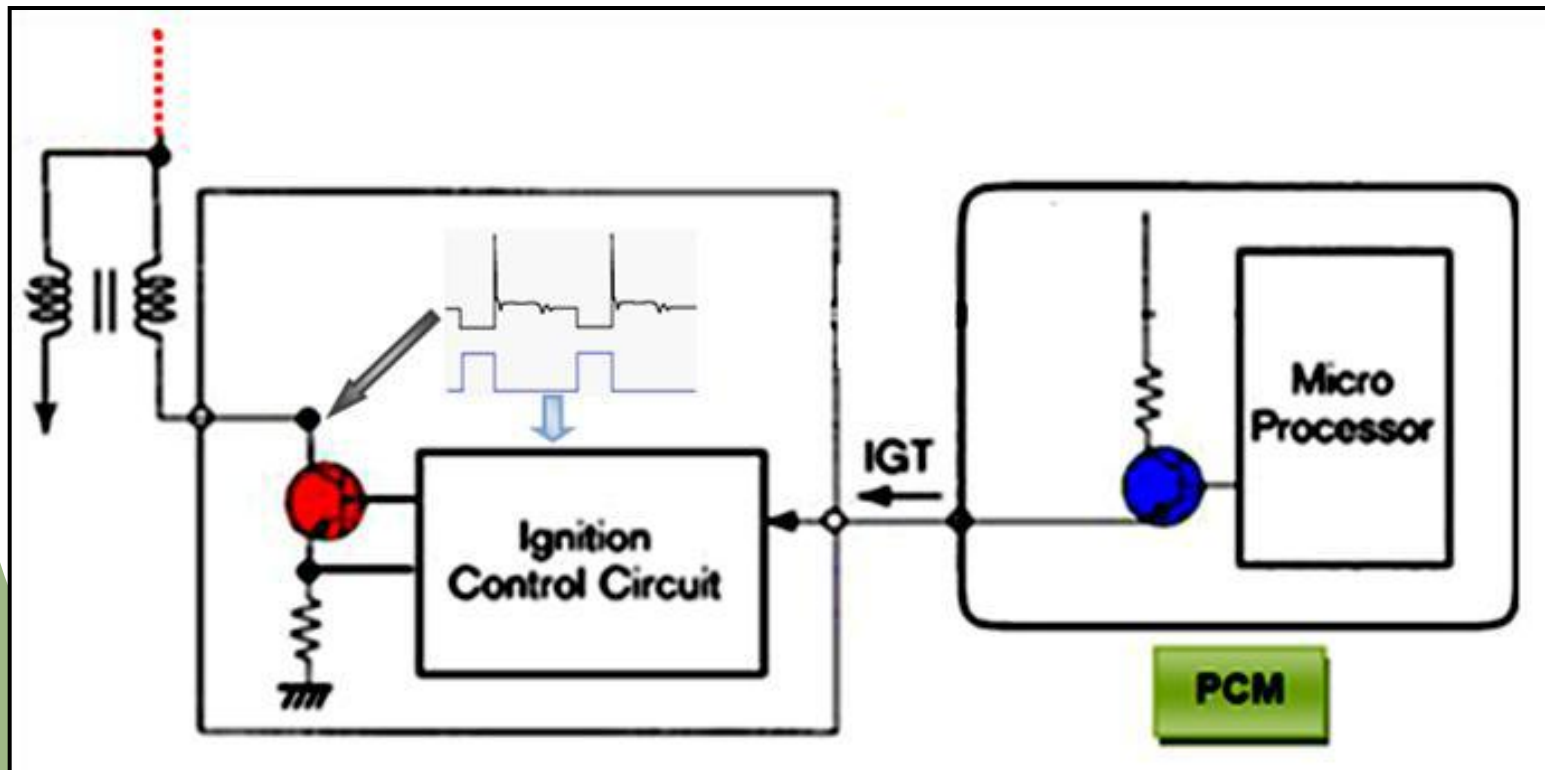


GENERACIÓN DE LA SEÑAL IGT.

Internamente el PCM contiene un transistor NPN, que para este caso se encuentra sombreado con azul, cuya salida es un pulso positivo, este transistor está conectado directamente al Microprocesador, este pulso positivo sale del PCM a la bobina y se conoce como IGT (Ignition Timing) y en algunas marcas como SPOUT (Spark Out).

Este pulso llega hasta el módulo dentro de la bobina llamado en el esquema *Ignition Control Circuit*, básicamente este pulso activa la base del transistor que comanda el circuito primario (rojo).

El emisor de este transistor está conectado a masa y es el encargado de colocar y soltar la masa al primario de la bobina, o sea que el pulso positivo en la salida del PCM (señal IGT) es igual a porcentaje DWELL en el primario de la bobina.



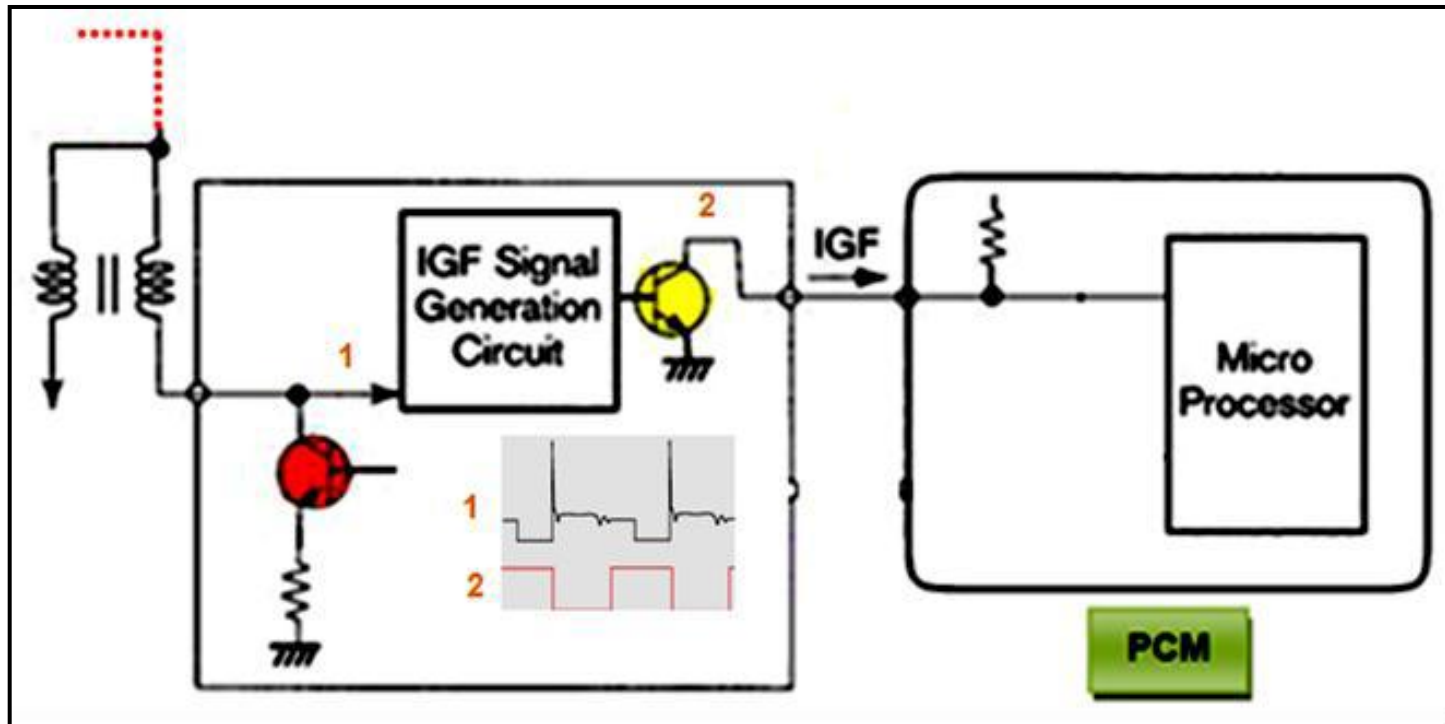


GENERACIÓN DE LA SEÑAL IGF.

Ahora si analizamos lo que pasa con el circuito denominado IGF (Ignition Feedback), *este circuito toma la señal del trabajo del circuito primario, y cada vez que se produce un correcto proceso de inducción del circuito secundario, el IGF Signal Generation Circuit coloca un pulso al transistor señalado con color amarillo de la figura 5.90, es decir este pulso es una comprobación de que el primario de la bobina realizó su trabajo correctamente, este pulso que llega al transistor amarillo, coloca a masa un voltaje de referencia que el PCM mantiene en el cable IGF.*

Realmente lo que mide el *IGF Signal Generation Circuit*, no es el pico inductivo como tal, sino la corriente que existe en el primario de la bobina, porque a medida que aumenta el tiempo de flujo eléctrico, aumenta la cantidad de corriente que la atraviesa. Por esta razón lo que verifica, es que se genere la corriente esperada y luego de eso, aterriza el voltaje de referencia en un tiempo siempre igual.

En la siguiente figura se muestra esta característica para generar la señal IGF.



Cada vez que ocurre un evento de inducción dentro de parámetros aceptables para IGF Signal Generation Circuit, este módulo excita el transistor amarillo para que coloque el voltaje de 5 voltios a masa en la línea marcada con el número 2, la figura también muestra la relación existente entre la inducción y el aterrizaje a masa de la tensión colocada por el PCM.



5.- PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.

Para cada tipo de sistema de encendido DIS se debe seguir los pasos y tomar las consideraciones que aquí se detallan. En esta investigación se ha utilizado el equipo de diagnóstico OTC 3840f por ser un osciloscopio automotriz y además por ser de muy fácil manejo.

5.1. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA DE BOBINA SIMPLE.

Estos controles se han realizado en un vehículo Chevrolet Corsa Evolution, mismo que cuenta con bobina doble, con conector y de tres terminales (positivo para ambos transformadores, masa del transformador 1 y masa del transformador 2), y el procedimiento de control es el siguiente:

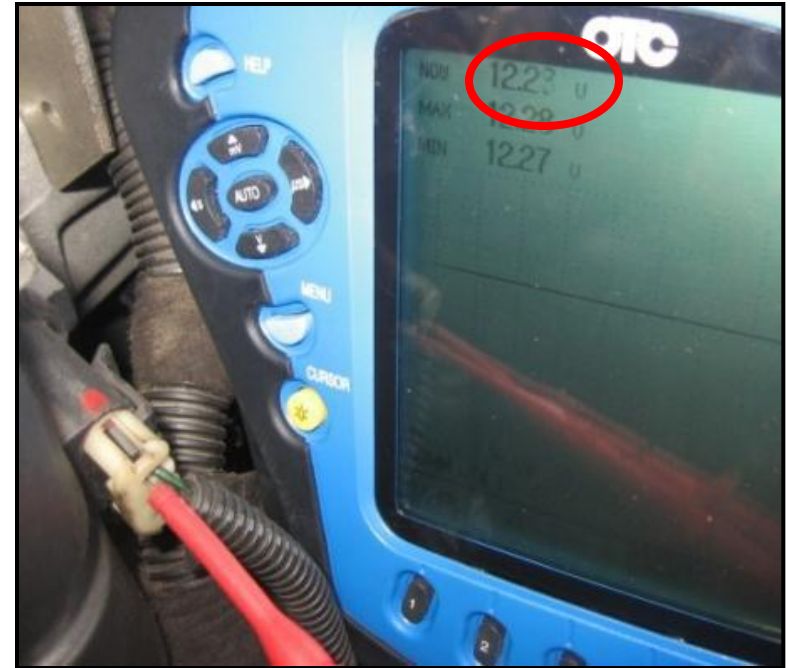
PASO 1: Colocar la llave de encendido en posición de contacto.

PASO 2: Con un multímetro u osciloscopio en modo de voltímetro gráfico colocamos la punta de medición en cada terminal del conector de la bobina y la pinza en una buena masa (como se indicó en ciertas marcas, en este paso se observarán valores de 0 voltios en los tres o cuatro terminales, esto ya que el sistema de encendido se activa mediante el relé de bomba de combustible al arrancar el motor). Este paso nos sirve para determinar lo que representa cada terminal del conector de la bobina.

Al colocar la punta de medición en el primer terminal del conector (desde abajo en este caso), indica un valor en este caso de 12,27 voltios.



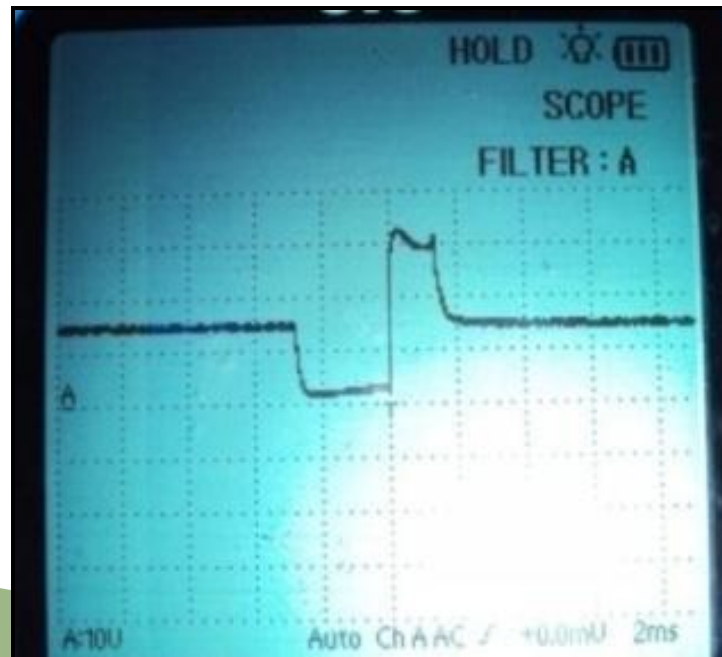
Hacer lo mismo para los otros dos terminales. Se verá que en esta bobina se tiene voltaje de batería en los tres terminales, ya que la corriente está circulando por ambos extremos de los dos transformadores, porque el cierre a masa como se explicó se da en el PCM para este caso.



PASO 3: Encender el motor.

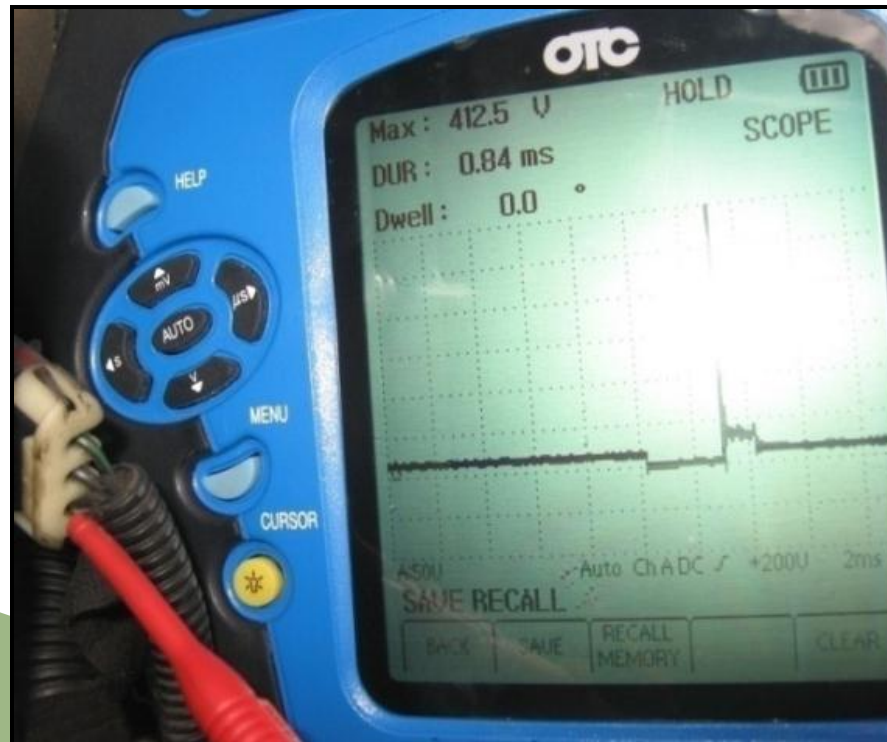
PASO 4: Con el motor encendido pero ahora utilizando osciloscopio colocamos la punta de medición en cada terminal del conector de la bobina y la pinza en una buena masa.

Al colocar la punta de medición en el primer terminal indica una onda algo parecida al oscilograma del encendido, indicando entonces que ese terminal es el negativo de uno de los transformadores. Escalas: 10 V/d – 2 ms/d.



Para visualizar correctamente el oscilograma debemos realizar el siguiente procedimiento en el osciloscopio:

1. Seleccionar **COMPONENT TEST**.
2. Entrar a **IGNITION**.
3. Seleccionar **DIS Primary**, en este paso se despliega la señal característica de un primario de bobina.
4. Finalmente se oprime **RUN**.



Al colocar la punta de medición en el segundo terminal indica una línea continua con tensión del sistema de carga, representando que ese terminal es el positivo común para ambos transformadores. Escalas: 5V/d – 2 ms/d.



Al colocar la punta de medición en el tercer terminal indica lo mismo del primer terminal, determinándose así que ese terminal es el negativo del otro transformador. Debemos por tanto realizar el mismo procedimiento que se indicó en el primer terminal, para así visualizar correctamente el oscilograma del primario de este transformador.



PASO 5: Colocamos en el osciloscopio la pinza para secundarios de ignición.

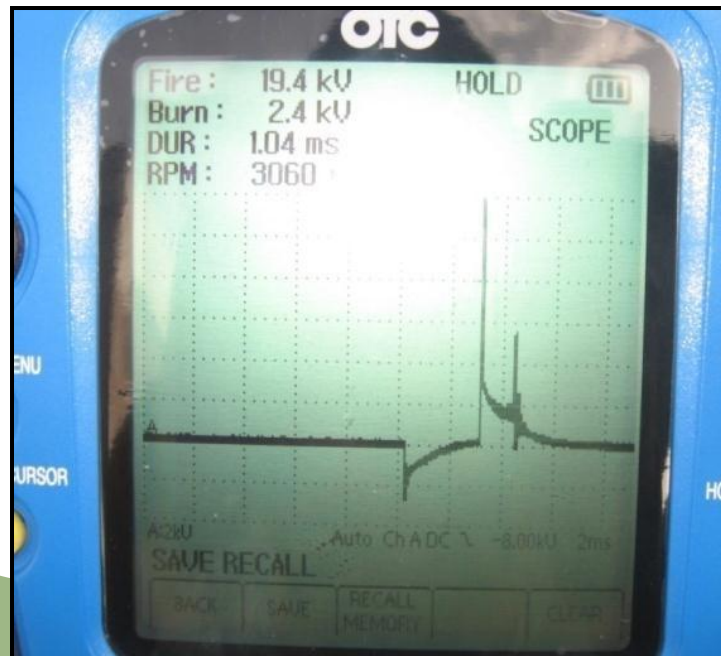
Como lo muestra la fotografía de la siguiente figura.





PASO 6: El oscilograma de secundario se obtiene con el osciloscopio OTC 3840F realizando el siguiente procedimiento:

- 1. Seleccionar COMPONENT TEST.**
- 2. Entrar a IGNITION.**
- 3. Seleccionar DIS Secondary, en este paso se despliega la señal característica de un secundario.**
- 4. Finalmente se oprime RUN.**



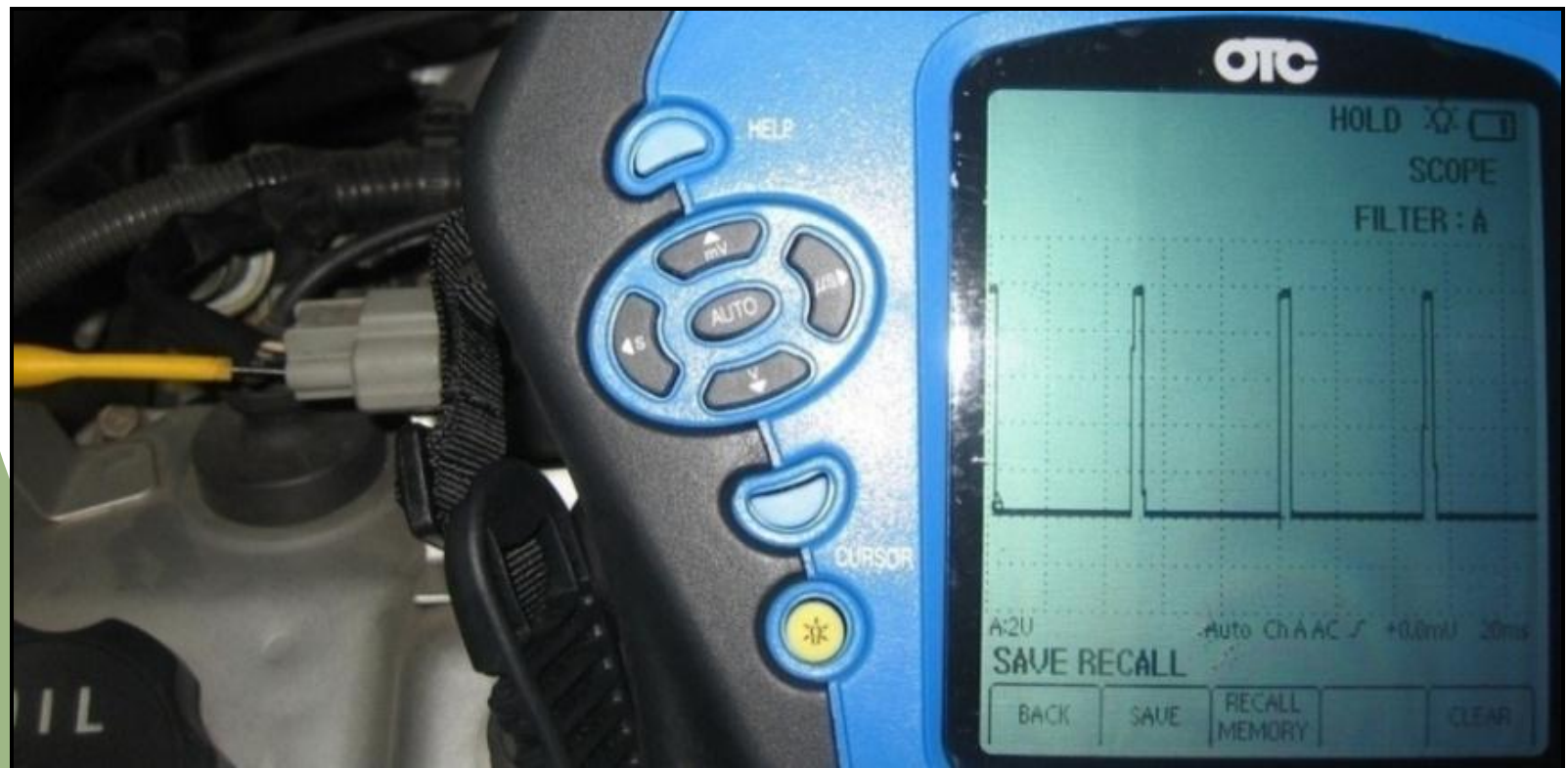
Estos mismos procedimientos se realizan en todas las bobinas de los sistemas DIS para determinar a qué corresponde cada terminal de la bobina:

En la bobina COP simple tendremos lo mismo que se ve en una bobina Chispa Perdida simple.

En la bobina Chispa Perdida con transistor incorporado, con el motor encendido se observarán los pulsos hacia el o los transistores de potencia, todo dependiendo del tipo de bobina es decir de transformador único o de 2 transformadores, se verá lo que muestra la siguiente figura.



De igual manera en la bobina COP con transistor incorporado, con el motor encendido se observarán los pulsos hacia el transistor de potencia como se muestra en la siguiente figura.



Ahora en la bobina COP con módulo incorporado, con el motor encendido se observarán además de los pulsos hacia el transistor de potencia, la señal de reatrolimentación (feedback) que pulsa de 5 a 0 voltios, como se muestra en la siguiente figura.





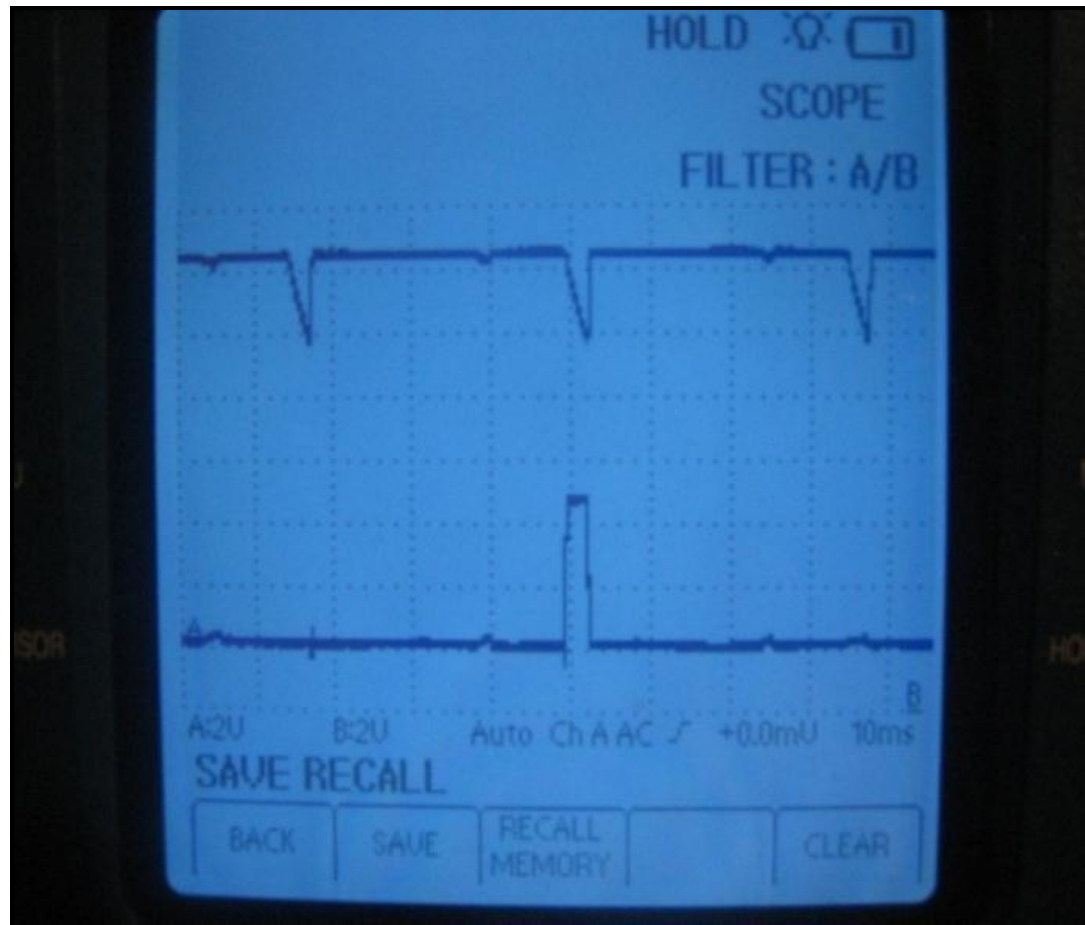
Otro de los controles que se puede realizar es el de caída de tensión del positivo de alimentación de la bobina y subida de masa de la bobina, esto para bobinas con transistor incorporado o módulo incorporado, sean Chispa Perdida o COP, siguiendo este procedimiento:

PASO 1: Colocar el osciloscopio con dos canales de medición.

PASO 2: La punta del canal A la colocamos en los pulsos hacia el transistor dentro de la bobina.

PASO 3: La punta del canal B la colocamos en el terminal de positivo de contacto del conector de la bobina.

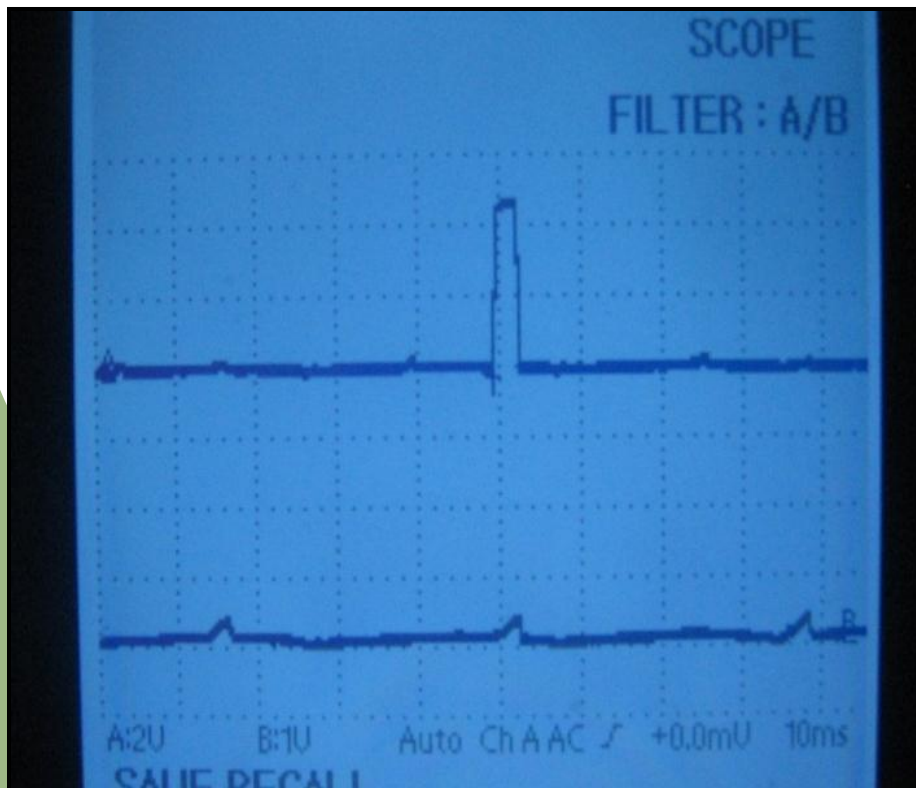
PASO 4: Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales,.



Por cada saturación debe haber una caída máxima de tensión de 1 voltio.

PASO 5: Ahora la punta del canal B la colocamos en el terminal de masa del conector de la bobina (determinado anteriormente). El canal A lo seguimos manteniendo en los pulsos hacia el transistor del paso anterior.

PASO 6: Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales.



Por cada saturación debe haber una subida de masa máxima de 300 mV.



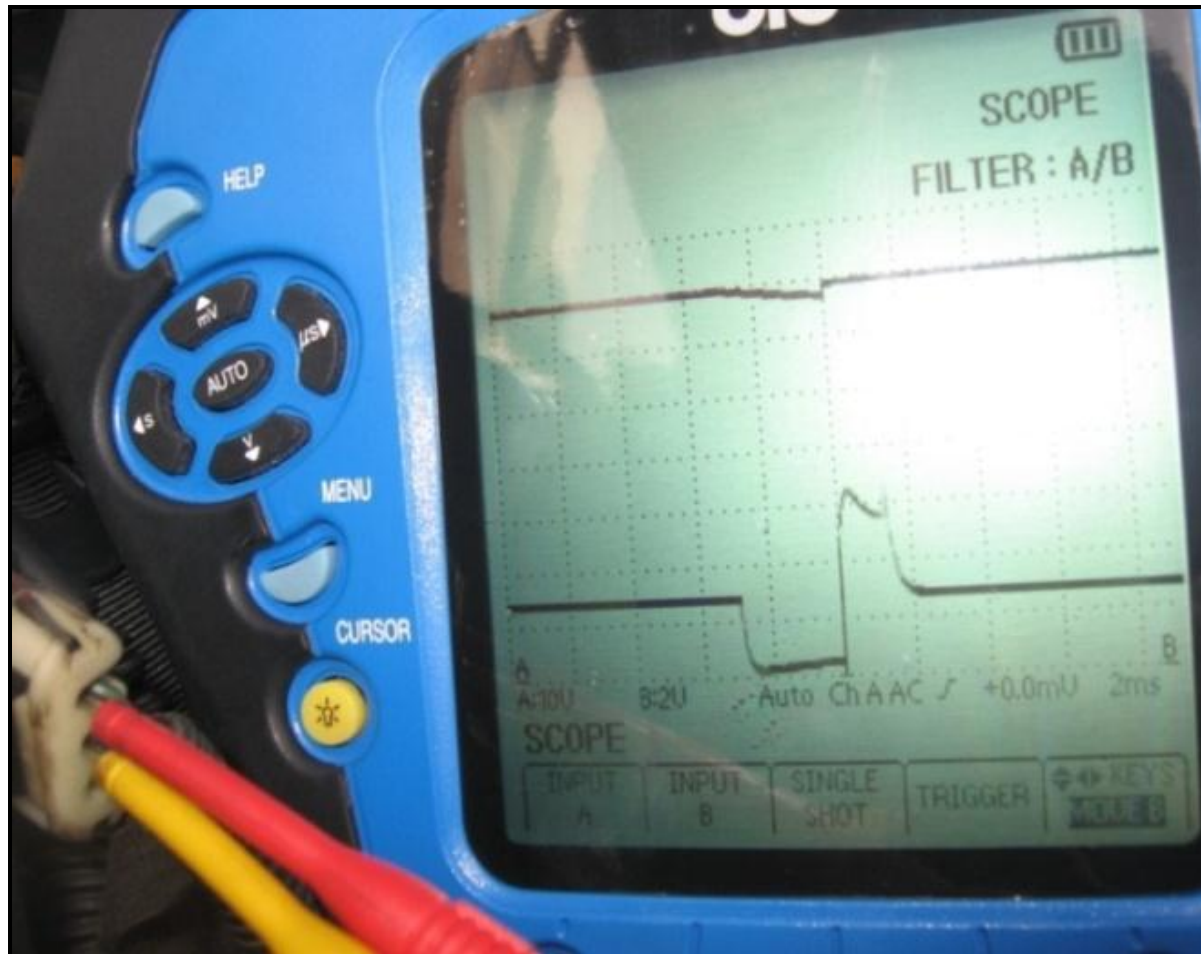
Este mismo control se puede realizar en las bobinas simples, sean Chispa Perdida o COP, pero solamente se puede tener la caída de tensión del positivo de alimentación de la bobina mas no la subida de masa de la bobina, siguiendo este procedimiento:

PASO 1: Colocar el osciloscopio con dos canales de medición.

PASO 2: La punta del canal A la colocamos en el negativo de la bobina o del transformador que estemos controlando.

PASO 3: La punta del canal B la colocamos en el terminal de positivo de contacto del conector de la bobina.

PASO 4: Calibramos el osciloscopio para que se visualicen correctamente ambas señales.



Por cada saturación debe haber una caída máxima de tensión de 1 voltio.



6.- PROTOCOLO DE INFORMACIÓN SOBRE EL DIAGNÓSTICO ELECTRÓNICO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.

6.1. DIAGNÓSTICO CON SCANNER

Tanto para el sistema DIS Chispa Perdida como para el sistema DIS COP, el diagnóstico con scanner se refiere a comprobar si es que la computadora y el sistema de diagnóstico a bordo (OBD II) observan alguna anomalía en el funcionamiento del sistema de encendido, esta anomalía se traduce en fallos intermitentes y continuos del motor, cargándose códigos de diagnóstico establecidos para los sistemas de encendido de última generación como P03XX.

Se recomienda entonces realizar la comprobación como se indica a continuación:

Realizar el procedimiento con el motor apagado y la llave de encendido en posición de contacto o con el motor en marcha:

PASO 1: Conectar el equipo de diagnóstico (scanner) por medio del

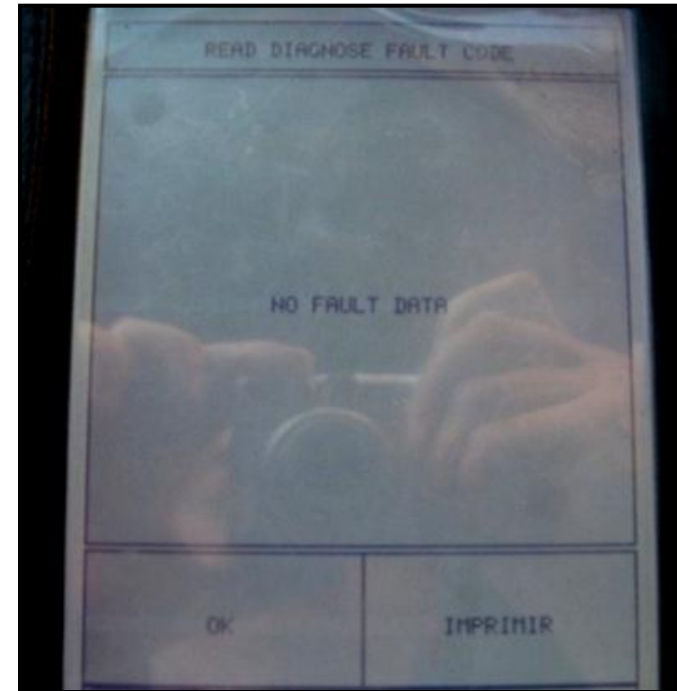


PASO 1: Conectar el equipo de diagnóstico (scanner) por medio del conector (DLC) del vehículo.

PASO 2: En la pantalla del scanner seleccionar búsqueda automática del vehículo o ingresamos sus sats, entramos a gestión del motor.

PASO 3: Seleccionemos códigos de diagnóstico y observamos si se ha cargado algún código de características P03XX, lo cual hará que el técnico verifique si se tiene o no una falla en el sistema de encendido DIS.

En caso de generarse códigos de diagnóstico, lo que se debe hacer es pasar al diagnóstico con multímetro y osciloscopio y seguir con los procedimientos indicados, para así determinar qué componente tiene la avería que causa problemas en el funcionamiento del sistema de encendido y por ende del motor.





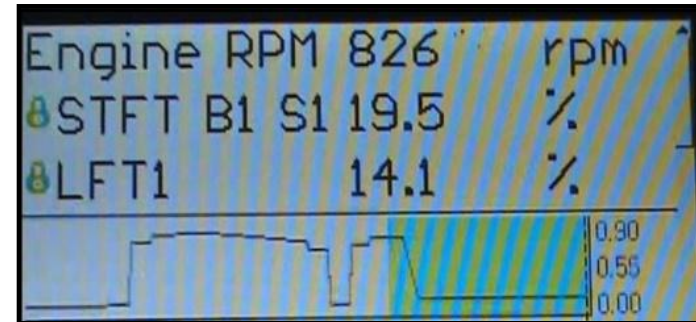
Si no se han generado códigos de diagnóstico, la otra forma de comprobar el correcto funcionamiento del sistema de encendido es visualizar los ajustes de combustible tanto SFT como LFT como se indica a continuación.

Realizar este procedimiento siempre con el motor en marcha:

PASO 1: Conectar el equipo de diagnóstico (scanner) por medio del conector (DLC) del vehículo (de la misma forma que el procedimiento anterior).

PASO 2: En la pantalla del scanner seleccionar búsqueda automática del vehículo o ingresamos sus datos, entramos a gestión del motor.

PASO 3: Escoger flujo de datos y observamos cómo se están comportando los ajustes de combustible.





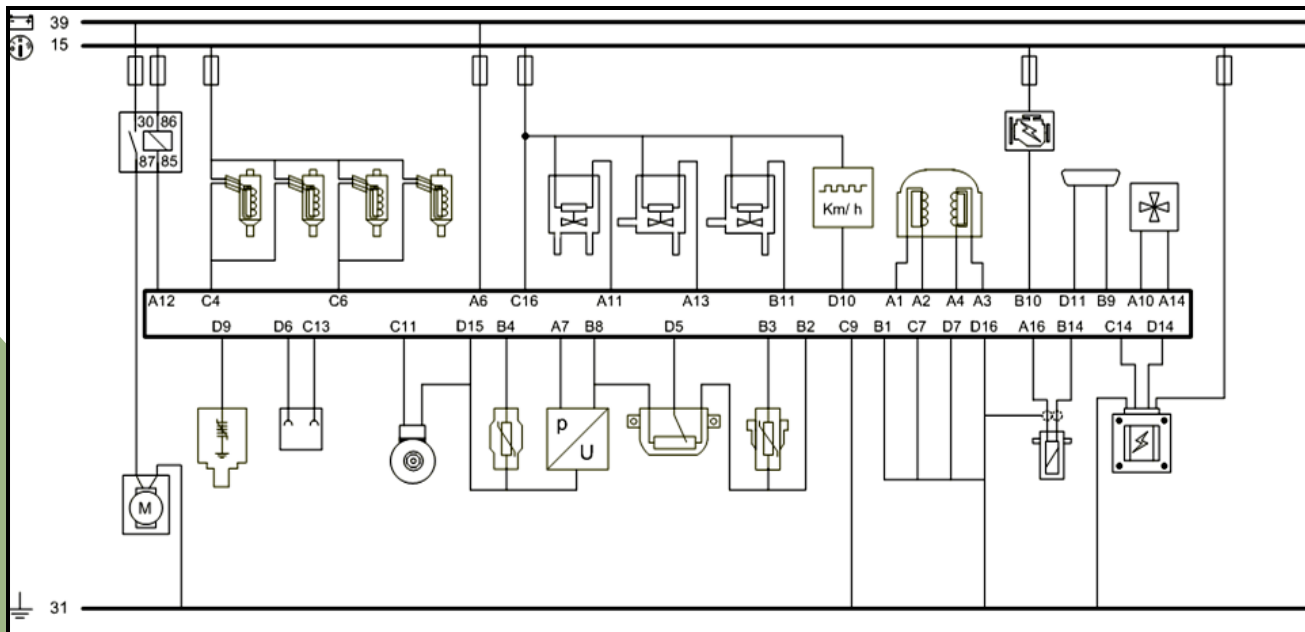
Los valores de SFT y LFT sumados (tomando en cuenta el signo) deben encontrarse en un máximo de $\pm 25\%$, en caso que se esté próximo a los límites indica que existe algún inconveniente que puede estar directamente relacionado con el sistema de encendido, pero que la computadora no la detecta aún como un Misfire y no carga un código de diagnóstico.

Estos dos procedimientos deben realizarse de la misma forma para los diferentes tipos de bobinas que se tienen en los sistemas DIS Chispa Perdida y DIS COP.

6.2. DIAGNÓSTICO CON MULTÍMETRO Y OSCILOSCOPIO

Este punto es sumamente importante y a tener muy en cuenta cuando no se tiene acceso a los códigos de diagnóstico con scanner, para saber en dónde radica el problema; y también cuando el scanner únicamente nos dice de manera general que existe un problema relacionado con el sistema de encendido pero no se sabe con exactitud cuál es este problema.

Lo primero que se debe hacer es contar con el diagrama eléctrico del vehículo en el que se esté trabajando.





Dentro de las verificaciones con multímetro y osciloscopio tenemos las siguientes:

- ✓ **Verificación de los sensores de posición (CKP y/o CMP).**
 - **Señal característica**

- ✓ **Verificación del módulo de control (PCM-Igniter).**
 - **Alimentación**
 - **Señales de mando hacia las bobinas. (caso transistor y módulo incorporado ambos sistemas)**
 - **Cierre a masa del circuito primario (caso bobinas simples, ambos sistemas)**

- ✓ **Verificación del actuador (Bobina (s) de encendido)**
 - **Alimentación**
 - **Resistencia de sus devanados (primario y secundario bobinas simples, ambos sistemas; solo secundario bobinas Chispa Perdida con transistor incorporado)**
 - **Aislamiento a masa de sus bobinados (solo bobinas simples, ambos sistemas)**



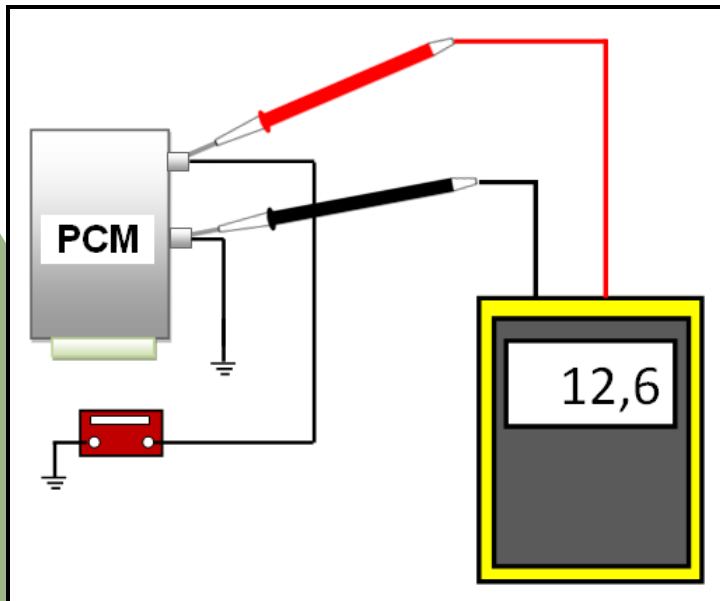
a. COMPROBACIONES A LOS SENSORES DE POSICIÓN

Con el osciloscopio verificar la señal característica del sensor del motor que se esté comprobando, para ello primeramente se debe determinar el tipo de sensor y sus características, este sensor debe generar su señal con los valores indicados anteriormente , caso contrario si el sensor no genera su señal característica la falla en el sistema de encendido la está causando este sensor.

b. COMPROBACIONES AL MÓDULO DE CONTROL

PASO 1: Verificar la alimentación de la computadora.

Mediante el diagrama eléctrico podemos determinar qué pin del PCM es al que le llega la alimentación de positivo de batería. Una vez identificado este pin y estando en KOEO, se coloca la una punta del tester en dicho pin y la otra al negativo de la batería o a una buena masa, colocando el tester para medir voltios. La máxima caída de tensión con respecto al voltaje de batería debe ser menor o igual a 0,5 voltios.



Si la tensión de alimentación es menor de 9,5 voltios en la mayoría de sistemas se bloqueará la unidad de control (PCM-ECU) impidiendo que se dé el encendido.



PASO 2: Verificar las señales de mando y el trabajo en sí del módulo de control. Para ello se debe con osciloscopio verificar las señales en los terminales de la bobina de encendido que se tenga, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Bobina Chispa Perdida y COP simple. En uno de sus terminales debe aparecer el oscilograma de primario, caso contrario la falla esta en el módulo de control.**

- Bobina Chispa Perdida y COP con transistor incorporado. Deben aparecer los pulsos de activación hacia el (los) transistor (es) de potencia, caso contrario la falla esta en el módulo de control.**

- Bobina COP con módulo incorporado. Deben aparecer los pulsos de activación hacia el transistor de potencia dentro del módulo de la bobina, caso contrario la falla esta en el módulo de control**

c. COMPROBACIONES A LA BOBINA DE ENCENDIDO

Verificación de la alimentación .

Colocamos contacto.

Quitando el conector de la bobina y con el tester calibrado para medir voltios.

Ubicamos la una punta en una buena masa y la otra la colocamos en cada terminal del conector hasta encontrar el voltaje de contacto, verificamos entonces que la caída de tensión con respecto al voltaje de batería esté dentro del límite establecido generalmente menor o igual a 0,5 voltios.



Lo mismo se hace para cualquier tipo de bobina de los sistemas DIS

Verificación de la resistencia del devanado primario

Esto solo lo podemos hacer en bobinas Chispa Perdida y COP simples, para ello se debe colocar el multímetro para medir ohmios y colocar las puntas entre los extremos del devanado primario de la bobina que estemos comprobando.





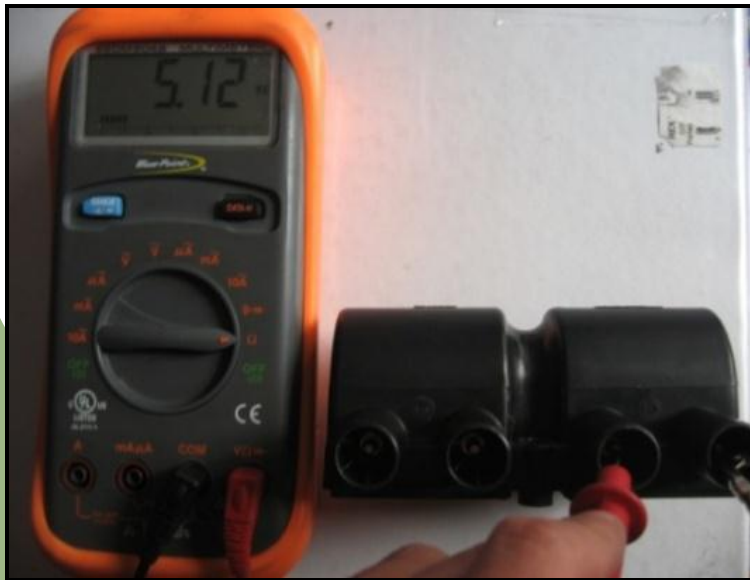
Este valor se encuentra generalmente entre 0,3 y 2 Ω para el devanado primario, dependiendo obviamente de la bobina con que se esté trabajando.

La siguiente tabla muestra los valores de resistencia que generalmente indican que la bobina se encuentra en mal estado.

Valor de resistencia (Ω)	Causa
Mayor al especificado (por ejemplo 6 Ω)	Excesiva resistencia de sus contactos internos
Menor al especificado (por ejemplo 0,01 Ω)	Devanado en cortocircuito
Resistencia infinita	Devanado cortado

Verificación de la resistencia del devanado secundario

Esto solo lo podemos hacer en bobinas Chispa Perdida y COP simples, y en las bobinas Chispa Perdida con transistor incorporado, para ello se debe colocar el multímetro para medir ohmios y colocar las puntas entre los extremos del devanado primario de la bobina que estemos comprobando.





Este valor se encuentra generalmente entre 4 y 16 K Ω , dependiendo de la bobina. La siguiente tabla muestra los valores de resistencia que generalmente indican que la bobina se encuentra en mal estado.

La siguiente tabla muestra los valores de resistencia que generalmente indican que la bobina se encuentra en mal estado.

Valor de resistencia (Ω)	Causa
Mayor al especificado (por ejemplo 18 K Ω)	Excesiva resistencia de sus contactos internos
Menor al especificado (por ejemplo 1 K Ω)	Devanado en cortocircuito
Resistencia infinita	Devanado cortado

Verificación del aislamiento a masa del devanado primario

Esto solo lo podemos hacer en bobinas Chispa Perdida y COP simples, para ello debemos colocar el tester para medir ohmios y colocar las puntas entre el negativo del primario y la carcasa de fijación (ya que se éste conecta a masa de motor), donde debe obtenerse una resistencia infinita, es decir circuito abierto, caso contrario sustituir la bobina.



Verificación del aislamiento a masa del devanado secundario

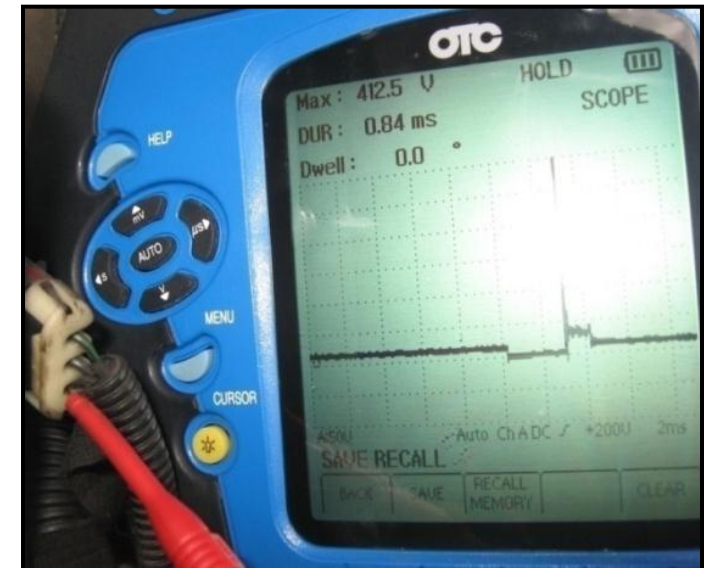
Esto solo lo podemos hacer en las bobinas Chispa Perdida ya sean simple o transistor incorporado, para ello debemos colocar el tester para medir ohmios y colocar las puntas entre las salidas de alta tensión y la carcasa de fijación (ya que se éste conecta a masa de motor), donde debe obtenerse una resistencia infinita, es decir circuito abierto, caso contrario sustituir la bobina.



Verificación del oscilograma de primario

Esto solo lo podemos hacer en bobinas Chispa Perdida y COP simples, una vez que se ha determinado el terminal de negativo de la bobina se procede a analizar el oscilograma que debe cumplir los siguientes parámetros.

- Porcentaje DWELL (saturación), bien aterrizado a masa.
- Positivo con caída de tensión inferior a 1 voltio.
- Pico inductivo entre 300 – 500 voltios.
- Área de al menos 40 unidades de energía de la bobina
- Tiempo de quemado a 3000 RPM de 1 a 2 ms.
- Oscilaciones de la bobina después del tiempo de quemado.





Valores de pico inductivo fuera de rango:

CONDICIÓN	POSIBLE (S) CAUSA (S)
Valor menor al estipulado	<ul style="list-style-type: none">• Caída de tensión en el positivo de la bobina.• Porcentaje DWELL inferior al estipulado.• Bobina en cortocircuito.• Falta de resistencia en el circuito secundario (cables, bujía incorrectas, baja presión de compresión y mezclas excesivamente ricas).

CONDICIÓN	POSIBLE (S) CAUSA (S)
Valor mayor al estipulado	<ul style="list-style-type: none">• Excesiva resistencia en el circuito secundario (devanado, cables y mezclas excesivamente pobres).



Valores de tiempo de quemado fuera de rango:

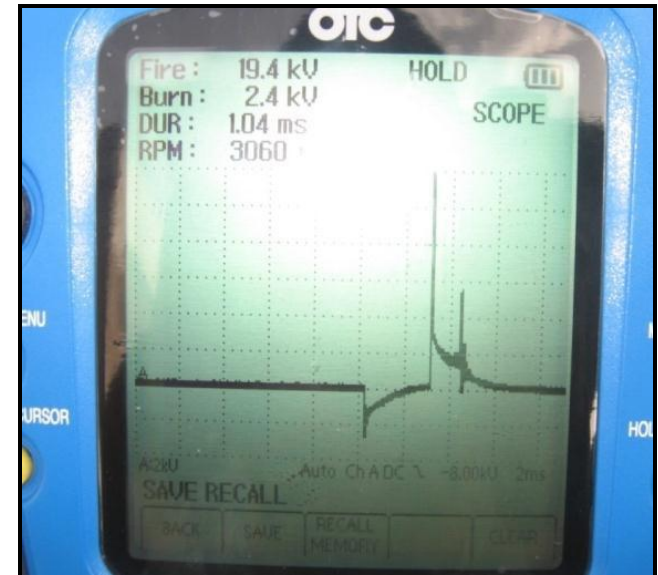
CONDICIÓN	POSIBLE (S) CAUSA (S)
Valor menor al estipulado	<ul style="list-style-type: none">• Calibración incorrecta de bujías• Excesiva resistencia en el circuito secundario (devanado, cables y mezclas excesivamente pobres).

CONDICIÓN	POSIBLE (S) CAUSA (S)
Valor mayor al estipulado	<ul style="list-style-type: none">• Calibración incorrecta de bujías• Falta de resistencia en el circuito secundario (cables, bujía incorrectas, baja presión de compresión y mezclas excesivamente ricas).

Verificación del oscilograma de secundario

Esto solo lo podemos hacer en bobinas Chispa Perdida ya sean simple o con transistor incorporado, se procede a analizar el oscilograma que debe cumplir los siguientes parámetros.

- Pico de tensión entre los electrodos de la bujía entre 15 y 20 KV.
- Tiempo de quemado en ralentí de 0,8 – 1,2 ms.





Valores de voltaje de chispa fuera de rango:

CONDICIÓN	POSIBLE (S) CAUSA (S)
Valor menor al estipulado	<ul style="list-style-type: none">• Caída de tensión en el positivo de la bobina.• Porcentaje DWELL inferior al estipulado.• Bobina en cortocircuito.• Falta de resistencia en el circuito secundario (cables, bujía incorrectas, baja presión de compresión y mezclas excesivamente ricas).

CONDICIÓN	POSIBLE (S) CAUSA (S)
Valor mayor al estipulado	<ul style="list-style-type: none">• Excesiva resistencia en el circuito secundario (devanado, cables y mezclas excesivamente pobres).



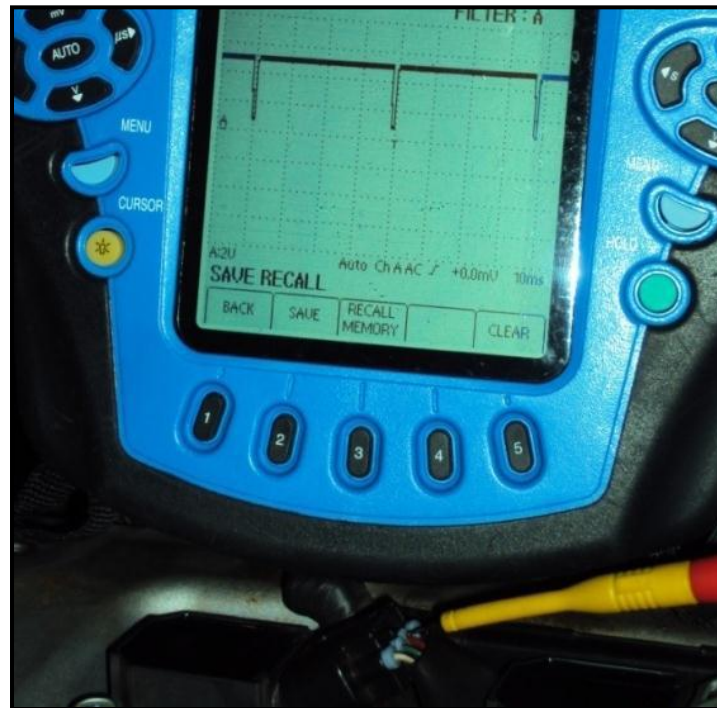
Valores de tiempo de quemado fuera de rango:

CONDICIÓN	POSIBLE (S) CAUSA (S)
Valor menor al estipulado	<ul style="list-style-type: none">• Calibración incorrecta de bujías• Excesiva resistencia en el circuito secundario (devanado, cables y mezclas excesivamente pobres).

CONDICIÓN	POSIBLE (S) CAUSA (S)
Valor mayor al estipulado	<ul style="list-style-type: none">• Calibración incorrecta de bujías• Falta de resistencia en el circuito secundario (cables, bujía incorrectas, baja presión de compresión y mezclas excesivamente ricas).

Verificación de la señal de retroalimentación (feedback)

Esto solo lo podemos hacer en las bobinas COP con módulo incorporado, se procede a analizar con el osciloscopio el terminal de retroalimentación de la bobina. Esta señal debe pulsar entre 5 y 0 voltios.

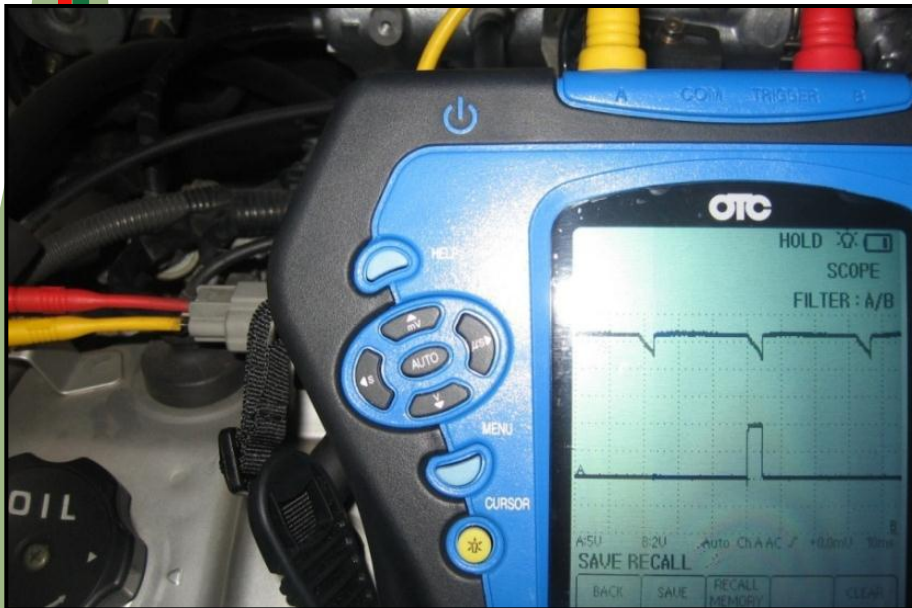


Si no se genera esta señal debemos sustituir la bobina.

Verificación de la caída de tensión de positivo y la subida de masa.

Esta comprobación se realiza como se indicó en los controles en tiempo real. Se debe considerar lo siguiente:

- ❖ Caída de tensión de positivo no mayor a 1 voltio.
- ❖ Subida de masa no mayor a 300 mV.





7.- DESARROLLO DE PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LOS SISTEMAS DIS.

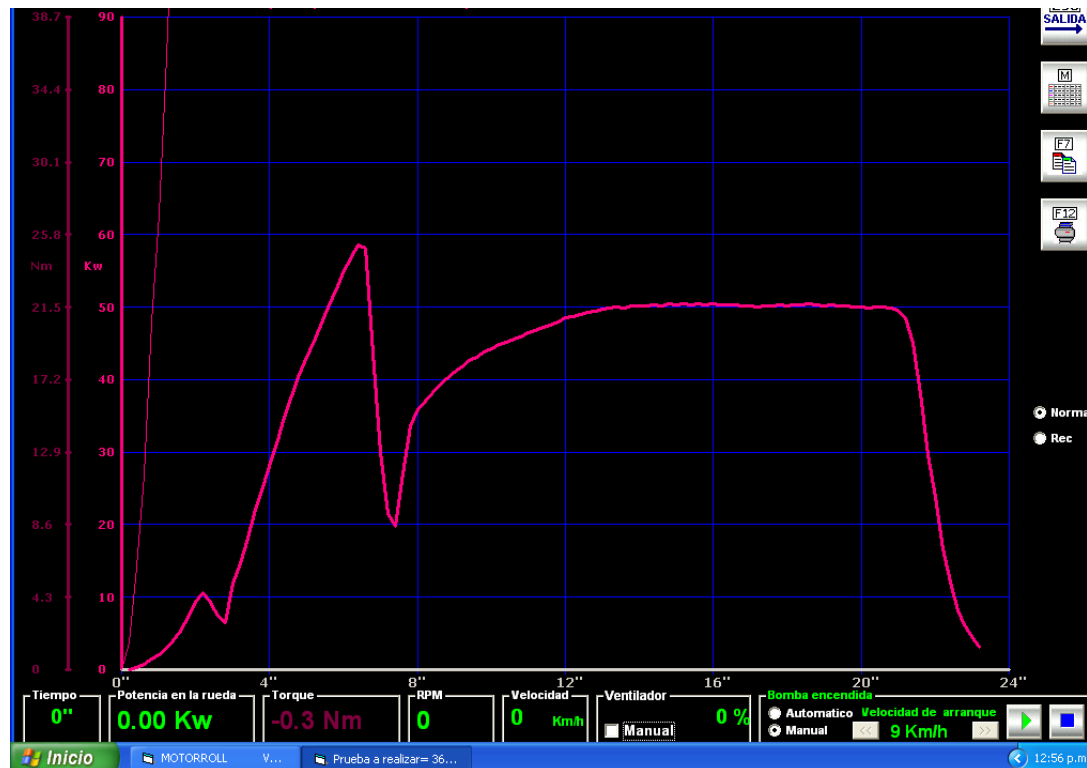
Las pruebas experimentales realizadas en los sistemas DIS constan de comprobaciones, determinación y variaciones de parámetros de funcionamiento del motor y del sistema DIS, en dinamómetro así como en ruta, utilizando para ello bobinas de diferentes características técnicas, precisamente bobina original y bobina alterna.

a. PRUEBAS EN DINAMÓMETRO Y MEDICIÓN CON OSCILOSCOPIO AL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA.

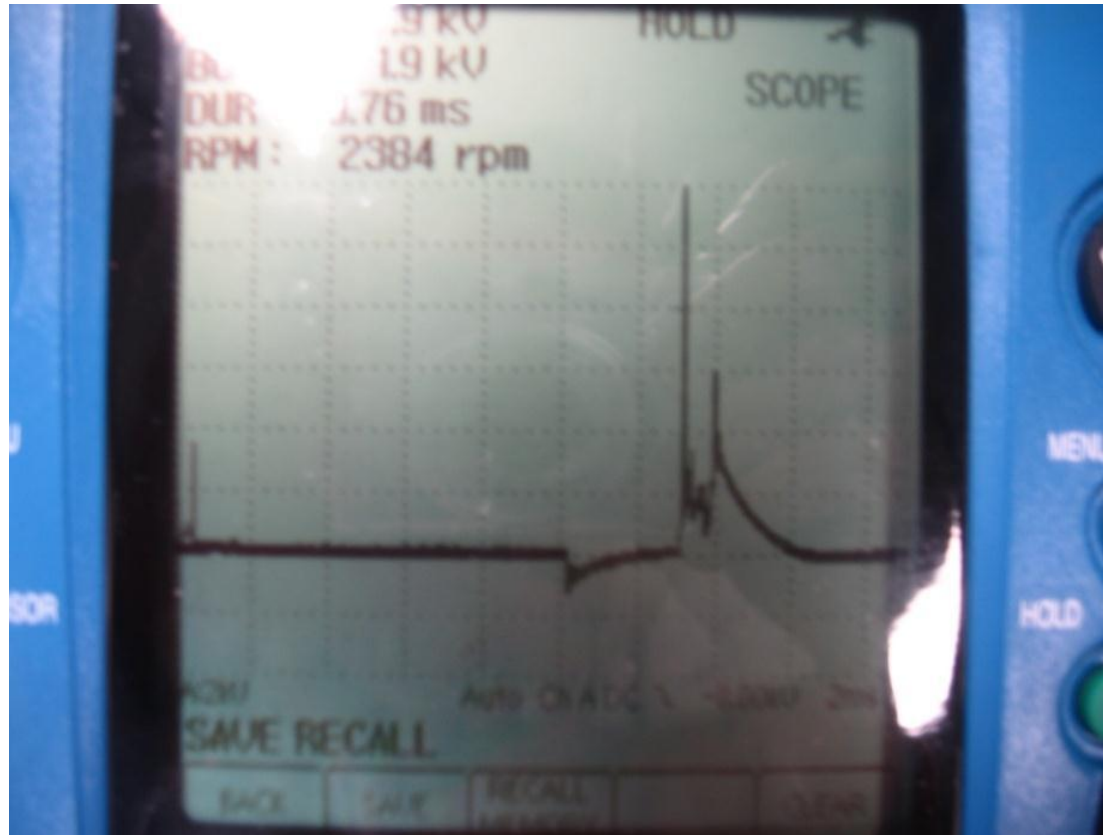
Lo que se ha hecho es realizar tres pruebas con cada bobina (alterna y original) midiendo con el dinamómetro la potencia y torque que aporta el motor a máxima carga en tercera marcha. Además de la medición del oscilograma de secundario con el osciloscopio OTC 3840F donde principalmente nos interesa el pico de tensión, que es la energía que en ese preciso instante (máxima potencia y torque) se tiene entre los electrodos de la bujía. Para el efecto se han realizado las pruebas en un vehículo Daewoo Lanos, con sistema DIS Chispa Perdida de bobina con transistor incorporado.



Ejemplo: prueba 1 bobina original.



Potencia máxima	58,6 KW a 1539 rpm
Torque máximo	372 Nm a 1498 rpm



Voltaje de chispa (Fire)	17,9 KV
Voltaje de quemado (Burn)	1,9 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,76 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	2384 rpm



Una vez culminadas las pruebas se procede al análisis técnico de los resultados.

	BOIBINA ORIGINAL (B.O.)			BOBINA ALTERNA (B.A.)			VALOR PROMEDIAL	
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	B.O.	B.A.
Voltaje de chispa (KV)	17,90	17,90	17,90	17,4	18,50	17,20	17,90	17,70
Voltaje de quemado (KV)	1,90	1,80	3,10	1,85	2,60	2,10	2,27	2,18
Tiempo de quemado (ms)	0,76	0,84	0,64	0,35	0,48	0,64	0,75	0,49
Potencia (KW)	58,60	58,00	58,20	56,20	62,40	55,80	58,27	58,13
Torque (Nm)	372,00	359,00	371,00	353,40	366,00	354,00	367,33	357,8

b. PRUEBAS EN RUTA Y MEDICIÓN CON OSCILOSCOPIO AL SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA.

Lo que se ha hecho es, con el vehículo subiendo una pendiente en tercera marcha a máxima potencia y carga del motor, en el mismo vehículo Daewoo Lanos.

Ejemplo: prueba 1 bobina original.



Voltaje de chispa (Fire)	19 KV
Voltaje de quemado (Burn)	3,5 KV
Tiempo de quemado (DUR)	0,6 ms
Revoluciones por minuto (RPM)	4668 rpm



Una vez culminadas las pruebas se procede al análisis técnico de los resultados.

	BOIBINA ORIGINAL (B.O.)			BOBINA ALTERNA (B.A.)			VALOR PROMEDIAL	
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	B.O.	B.A.
Voltaje de chispa (KV)	19,00	18,90	19,00	18,80	19,30	21,10	18,97	19,73
Voltaje de quemado (KV)	3,50	3,50	1,70	3,50	4,10	3,90	2,90	3,83
Tiempo de quemado (ms)	0,60	0,48	0,64	0,52	0,44	0,32	0,57	0,43



Todo indica de esa manera que en funcionamiento a bajas y medianas revoluciones ambas bobinas se comportan casi de manera similar, aunque la bobina alterna tiene una pérdida de alrededor de 0,5 KV con respecto a la bobina original en ralentí; pero a altas revoluciones la diferencia radica en que la bobina original maneja valores casi constantes de voltaje de chispa (no varía entre prueba y prueba), mientras que la bobina alterna presenta fluctuaciones considerables de la tensión de chispa, por esa razón la potencia y el torque del motor es mayor con la bobina original y en sí el funcionamiento del motor es mejor con la bobina original.

Lo que justifica las variaciones entre ambos tipos de bobinas es también las resistencias de sus bobinados. Gracias a los datos tomados en los trabajos de campo y cálculos experimentales realizados se ha determinado la primera ecuación de relación para bobinas *Chispa Perdida*:

$$\frac{I_P}{I_S} = 2,1$$



Donde:

IP = Intensidad de corriente en el devanado primario [Amperios]

Is= Intensidad de corriente en el devanado secundario [Amperios]

La corriente en el devanado secundario es aproximadamente 2,1 veces menor que la corriente en el devanado primario, esto viene a ser una constante para el cálculo de las bobinas Chispa Perdida. Como la bobina de encendido es un transformador se ha tomado la ecuación fundamental de la relación de transformación de un transformador:

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S}$$

Donde:

NP = Número de espiras en el devanado primario.

Ns= Número de espiras en el devanado secundario

VP = Pico de voltaje en el devanado primario

Vs= Pico de voltaje en el devanado secundario



De igual manera gracias a los datos tomados en los trabajos de campo y cálculos experimentales realizados se ha determinado la segunda ecuación de relación para bobinas *Chispa Perdida*.

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

Una vez determinados los valores de resistencia de ambas bobinas ya sea midiéndolas o gracias a los catálogos de fabricantes tenemos los siguientes cálculos:

✓ Bobina original.

Devanado	Valor de resistencia
Primario	1,77 Ω
Secundario	5,86 K Ω



Empezamos con la tensión que recorre el devanado primario que es la tensión de contacto de batería para ello utilizaremos el valor ideal de 12 voltios.

VBP = Voltaje de primario = 12 [V]

RP = Resistencia de primario = 1,77 [Ω]

IP / IS = 2,1

VP/VS = 0,0209

RS = Resistencia de secundario = 5,86 K Ω = 5860 Ω

Determinamos primero la intensidad de corriente que recorre el devanado primario:

$$V_{BP} = I_P \cdot R_P$$

$$I_P = \frac{V_{BP}}{R_P} = \frac{12 [V]}{1,77 [\Omega]} = 6,78 [A]$$

Ahora determinamos la intensidad de corriente en el devanado secundario:



$$\frac{I_p}{I_s} = 2,1$$

$$I_s = \frac{I_p}{2,1} = \frac{6,78 \text{ [A]}}{2,1} = 3,23 \text{ [A]}$$

A continuación se obtiene el voltaje en el devanado secundario (voltaje de chispa):

$$V_s = I_s \cdot R_s$$

$$V_s = (3,23 \text{ [A]}) \cdot (5860 \text{ [\Omega]}) = 18927,8 \text{ [V]}$$

$$V_s = \mathbf{18,92 \text{ [KV]}}$$

Este es el valor de voltaje de chispa entre los electrodos de las bujías en condición de ralentí.



Ahora gracias a la siguiente relación para bobinas Chispa Perdida se determina el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario:

$$\frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

$$V_P = 0,0209 V_S$$

$$V_P = (0,0209). (18927,8 [V])$$

$$V_P = 395,59 [V]$$

Este es el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario para un voltaje de chispa de 18927,8 voltios de la bobina original en condición de ralentí.



✓ **Bobina alterna.**

Devanado	Valor de resistencia
Primario	1,69 Ω
Secundario	5,45 K Ω

Empezamos con la tensión que recorre el devanado primario que es la tensión de contacto de batería para ello utilizaremos el valor ideal de 12 voltios.

VBP = Voltaje de primario = 12 [V]

RP = Resistencia de primario = 1,69 [Ω]

IP / IS = 2,1

RS = Resistencia de secundario = 5,45 K Ω = 5450 Ω

Determinamos primero la intensidad de corriente que recorre el devanado primario:



$$V_{BP} = I_P \cdot R_P$$

$$I_P = \frac{V_{BP}}{R_P} = \frac{12 \text{ [V]}}{1,69 \text{ [\Omega]}} = 7,1 \text{ [A]}$$

Ahora determinamos la intensidad de corriente en el devanado secundario:

$$\frac{I_P}{I_S} = 2,1$$

$$I_S = \frac{I_P}{2,1} = \frac{7,1 \text{ [A]}}{2,1} = 3,38 \text{ [A]}$$

Finalmente se obtiene el voltaje en el devanado secundario (voltaje de chispa):



$$V_S = I_S \cdot R_S$$

$$V_S = (3,38 \text{ [A]}) \cdot (5450 \text{ [\Omega]}) = 18421 \text{ [V]}$$

$$V_S = 18,42 \text{ [KV]}$$

Este es el valor de voltaje de chispa entre los electrodos de las bujías en condición de ralentí que como se aprecia es menor que en la bobina original.

Ahora gracias a la siguiente relación para bobinas Chispa Perdida se determina el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario:

$$\frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

$$V_P = 0,0209 V_S$$



$$V_p = (0,0209) \cdot (18421 [V])$$

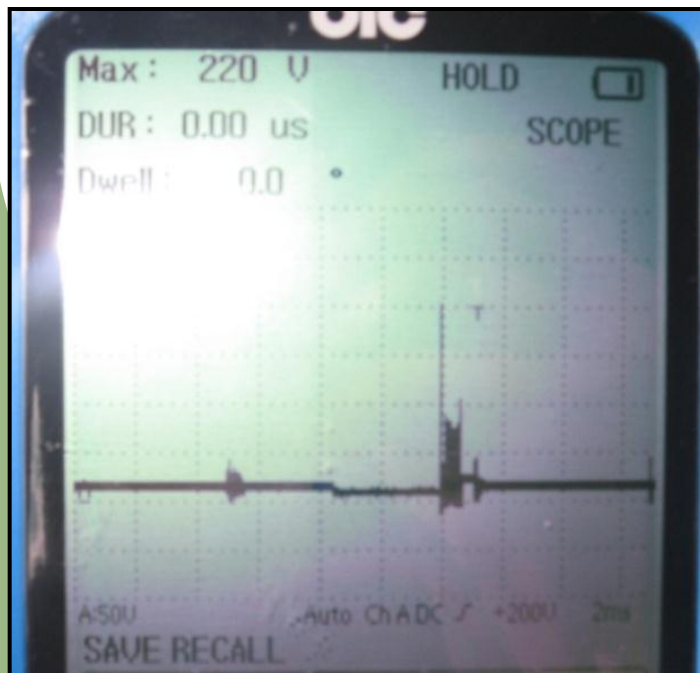
$$V_p = 384,99 [V]$$

Este es el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario para un voltaje de chispa de 18421 voltios de la bobina alterna en condición de ralenti.

c. PRUEBAS EN RUTA Y MEDICIÓN CON OSCILOSCOPIO AL SISTEMA DIS COP.

Lo que se ha hecho es, con el vehículo subiendo una pendiente en tercera marcha a máxima potencia y carga del motor., en un vehículo Renault Mégane

Ejemplo: prueba 1 bobina original.



Pico inductivo	220 V
Voltaje de quemado	65 V
Tiempo de quemado (DUR)	0,6 ms



Una vez culminadas las pruebas se procede al análisis técnico de los resultados.

	BOIBINA ORIGINAL (B.O.)			BOBINA ALTERNA (B.A.)			VALOR PROMEDIAL	
	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	B.O.	B.A.
Pico inductivo (V)	220,00	222,50	220,00	207,50	207,50	222,50	222,17	212,50
Voltaje de quemado (V)	65,00	60,00	60,00	45,00	55,00	55,00	61,67	51,67
Tiempo de quemado (ms)	0,60	0,56	0,50	0,60	0,60	0,35	0,55	0,52



En conclusión la bobina original es más estable en todas los regímenes de funcionamiento del motor, por su parte la bobina alterna aunque en ocasiones iguale o llegue a valores mayores de voltaje que la bobina original, no compensa el tiempo de quemado que es considerablemente menor que en la bobina original, y eso se refleja en el mejor comportamiento del motor con la utilización de la bobina original.

Lo que justifica en parte las variaciones entre ambos tipos de bobinas es también las resistencias de sus bobinados. Gracias a los datos tomados en los trabajos de campo y cálculos experimentales realizados se ha determinado la primera ecuación de relación para bobinas *COP*:

$$\frac{I_P}{I_S} = 4,81$$



Donde:

IP = Intensidad de corriente en el devanado primario [Amperios]

Is= Intensidad de corriente en el devanado secundario [Amperios]

La corriente en el devanado secundario es aproximadamente 4,81 veces menor que la corriente en el devanado primario, esto viene a ser una constante para el cálculo de las bobinas COP. Como la bobina de encendido es un transformador se ha tomado la ecuación fundamental de la relación de transformación de un transformador:

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S}$$

Donde:

NP = Número de espiras en el devanado primario.

Ns= Número de espiras en el devanado secundario

VP = Pico de voltaje en el devanado primario

Vs= Pico de voltaje en el devanado secundario



De igual manera gracias a los datos tomados en los trabajos de campo y cálculos experimentales realizados se ha determinado la segunda ecuación de relación para bobinas *COP*.

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

Una vez determinados los valores de resistencia de ambas bobinas ya sea midiéndolas o gracias a los catálogos de fabricantes tenemos los siguientes cálculos:

✓ Bobina original.

Devanado	Valor de resistencia
Primario	1,3 Ω
Secundario	10,44 K Ω



Empezamos con la tensión que recorre el devanado primario que es la tensión de contacto de batería para ello utilizaremos el valor ideal de 12 voltios.

VBP = Voltaje de primario = 12 [V]

RP = Resistencia de primario = 1,3 [Ω]

IP / IS = 4,81

VP/VS = 0,0209

RS = Resistencia de secundario = 10,44 KΩ = 10440 Ω

Determinamos primero la intensidad de corriente que recorre el devanado primario:

$$V_{BP} = I_P \cdot R_P$$

$$I_P = \frac{V_{BP}}{R_P} = \frac{12 [V]}{1,3 [\Omega]} = 9,23 [A]$$

Ahora determinamos la intensidad de corriente en el devanado secundario:



$$\frac{I_p}{I_s} = 4,81$$

$$I_s = \frac{I_p}{4,81} = \frac{9,23 \text{ [A]}}{4,81} = 1,92 \text{ [A]}$$

A continuación se obtiene el voltaje en el devanado secundario (voltaje de chispa):

$$V_s = I_s \cdot R_s$$

$$V_s = (1,92 \text{ [A]}) \cdot (10440 \text{ [\Omega]}) = 20044,8 \text{ [V]}$$

$$V_s = 20,04 \text{ [KV]}$$

Este es el valor de voltaje de chispa entre los electrodos de las bujías en condición de ralentí.



Ahora gracias a la siguiente relación para bobinas COP se determina el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario:

$$\frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

$$V_P = 0,0209 V_S$$

$$V_P = (0,0209). (20044,8 [V])$$

$$V_P = 418,94 [V]$$

Este es el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario para un voltaje de chispa de 20044,8 voltios de la bobina original en condición de ralentí.



✓ **Bobina alterna.**

Devanado	Valor de resistencia
Primario	1,2 Ω
Secundario	9,64 K Ω

Empezamos con la tensión que recorre el devanado primario que es la tensión de contacto de batería para ello utilizaremos el valor ideal de 12 voltios.

VBP = Voltaje de primario = 12 [V]

RP = Resistencia de primario = 1,2 [Ω]

IP / IS = 4,81

RS = Resistencia de secundario = 9,64 K Ω = 9640 Ω

Determinamos primero la intensidad de corriente que recorre el devanado primario:



$$V_{BP} = I_P \cdot R_P$$

$$I_P = \frac{V_{BP}}{R_P} = \frac{12 [V]}{1,2[\Omega]} = 10 [A]$$

Ahora determinamos la intensidad de corriente en el devanado secundario:

$$\frac{I_P}{I_S} = 4,81$$

$$I_S = \frac{I_P}{4,81} = \frac{10 [A]}{4,81} = 2,08[A]$$

Finalmente se obtiene el voltaje en el devanado secundario (voltaje de chispa):



$$V_S = I_S \cdot R_S$$

$$V_S = (2,08 \text{ [A]}) \cdot (9540 \text{ [\Omega]}) = 19843,2 \text{ [V]}$$

$$V_S = 19,84 \text{ [KV]}$$

Este es el valor de voltaje de chispa entre los electrodos de las bujías en condición de ralentí que como se aprecia es menor que en la bobina original.

Ahora gracias a la siguiente relación para bobinas Chispa Perdida se determina el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario:

$$\frac{V_P}{V_S} = 0,0209$$

$$V_P = 0,0209 V_S$$



$$V_p = (0,0209) \cdot (19843,2 [V])$$

$$V_p = 414,72 [V]$$

Este es el valor de voltaje del pico inductivo en el devanado primario para un voltaje de chispa de 19495,6 voltios de la bobina alterna en condición de ralentí.

8.- DISEÑO Y DESARROLLO DEL SOFTWARE SOBRE LOS SISTEMAS DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP.

El software es un manual interactivo el cual consta de la teoría básica sobre los sistemas de encendido DIS: Operaciones, controles, diagnósticos, además posee un submenú en el cual el usuario podrá calcular voltajes de bobinas solamente ingresando los valores de resistencias de dicha bobina.

Al correr el programa se despliega una pantalla inicial que viene a ser la presentación general del proyecto.



En esta página de inicio se presenta los datos generales del proyecto. Para poder tener acceso al menú principal se debe ingresar una contraseña, si la contraseña ingresada es la correcta aparece un mensaje de validación y se despliega el menú general del programa, caso contrario si la contraseña es incorrecta aparecerá un mensaje de error. Una vez ingresada la contraseña correcta se despliega la siguiente pantalla:

PAGINA PRINCIPAL SOFTWARE SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS

INTRODUCCIÓN OPERACIÓN COMPORTAMIENTO DIAGNÓSTICOS CÁLCULO DE BOBINAS SALIR

BIENVENIDO AL SOFTWARE DE OPERACION, CONTROL Y DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP DONDE USTED PODRÁ DETERMINAR FUNCIONAMIENTOS ASI COMO REALIZAR LOS CONTROLES EN TIEMPO REAL DE ESTOS SISTEMAS, SUS DIAGNÓSTICOS Y ADEMAS TIENE LA POSIBILIDAD DE CALCULAR Y COMPRAR EL VOLTAJE DE CHISPA QUE SE TIENE CON BOBINAS ALTERNAS Y CON BOBINAS ORIGINALES EN ESTOS TIPOS DE SISTEMAS.



PARA VER LOS CONTENIDOS DEL PROGRAMA ES NECESARIO DAR CLICK EN LOS BOTONES DEL MENU GENERAL QUE SE ENCUENTRAN UBICADOS EN LA PARTE SUPERIOR DE ESTA PANTALLA

AUTOR: Jorge Eduardo Jiménez Santacruz

09/11/2012 12:42:55



Esta pantalla es el menú principal del programa, en la parte superior se encuentra la barra de contenidos donde se tiene: INTRODUCCIÓN; OPERACIÓN; COMPORTAMIENTO; DIAGNÓSTICOS; CÁLCULO DE BOBINAS, todo referente a los sistemas DIS y finalmente un botón SALIR para abandonar el programa. Para ver los contenidos el usuario debe dar click en la barra de contenidos para desplegar la información.

El primer submenú es el de INTRODUCCIÓN dar click sobre el botón se despliega una pantalla donde se encuentra una aclaración de lo que es en sí un Sistema de Encendido DIS.



El segundo submenú es el de **OPERACIÓN** al dar click sobre este botón se despliegan sus contenidos los cuales son:

PAGINA PRINCIPAL SOFTWARE SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS

INTRODUCCIÓN	OPERACIÓN	COMPORTAMIENTO	DIAGNÓSTICOS	CÁLCULO DE BOBINAS	SALIR
BIENVENIDO AL SOFTWARE DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP DONDE USTED PODRA DETERMINAR FUNCIONAMIENTOS ASI COMO REALIZAR LOS CONTROLES EN TIEMPO REAL DE ESTOS SISTEMAS, SUS DIAGNÓSTICOS Y ADEMAS TIENE LA POSIBILIDAD DE CALCULAR Y COMPRAR EL VOLTAJE DE CHISPA QUE SE TIENE CON BOBINAS ALTERNAS Y CON BOBINAS ORIGINALES EN ESTOS TIPOS DE SISTEMAS.	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO SISTEMAS DIS OPERACIÓN SISTEMA DIS CHISPA PERDIDA OPERACIÓN SISTEMA DIS COP ANÁLISIS DE OSCILOGRAMAS				

El tercer submenú es el de **COMPORTAMIENTO** al dar click sobre este botón se despliegan sus contenidos los cuales son:

PAGINA PRINCIPAL SOFTWARE SISTEMAS DE ENCENDIDO DIS

INTRODUCCIÓN	OPERACIÓN	COMPORTAMIENTO	DIAGNÓSTICOS	CÁLCULO DE BOBINAS	SALIR
BIENVENIDO AL SOFTWARE DE ENCENDIDO DIS CHISPA PERDIDA Y DIS COP DONDE USTED PODRA DETERMINAR FUNCIONAMIENTOS ASI COMO REALIZAR LOS CONTROLES EN TIEMPO REAL DE ESTOS SISTEMAS, SUS DIAGNÓSTICOS Y ADEMAS TIENE LA POSIBILIDAD DE CALCULAR Y COMPRAR EL VOLTAJE DE CHISPA QUE SE TIENE CON BOBINAS ALTERNAS Y CON BOBINAS ORIGINALES EN ESTOS TIPOS DE SISTEMAS.		SISTEMA CHSIPA PERDIDA SISTEMA COP			



El cuarto submenú es el de **DIAGNÓSTICOS**, al dar click sobre este botón se despliegan sus contenidos los cuales son: Flujo grama general de diagnóstico; Procedimiento general de diagnostico; Diagnóstico con scanner y Diagnóstico con Multímetro y Osciloscopio:



Finalmente el quinto submenú es el de **CÁLCULO DE BOBINAS**, al dar click sobre este botón se despliegan sus contenidos los cuales son: Bobinas Chispa Perdida y Bobinas COP

