

Secretos de Encendido Electronico



**Detalles, tips y aspectos importantes
de los encendidos electrónicos de hoy**

NUK Publicaciones, S.A de C.V. Beto Booster.

SECRETOS DE ENCENDIDO ELECTRONICO**Detalles, Tips y Aspectos Importantes de los Encendidos Electrónicos de Hoy**

Hola, soy Beto Booster y te felicito por leer este libro especializado en encendido electrónico.

Los especialistas en sistemas de encendido electrónico reparamos vehículos que no encienden. Si estás leyendo esto entonces tienes conocimientos sobre sensores, uso del escáner, códigos de falla Check Engine, lectura de diagramas eléctricos e inyección de gasolina.

Permíteme comenzar diciéndote que en este negocio es más importante lo que entiendes que lo que sabes. Aunque tengamos mucha experiencia, tengamos muchos conocimientos y memoricemos la ubicación de todos los componentes de cualquier auto, si no entendemos su comportamiento exacto, la razón de su diseño y la esencia de su funcionamiento dentro del sistema, no resolveremos nada. Si no cruzamos el umbral del conocimiento para pasar al del entendimiento, tendremos serios problemas con los clientes y quedaremos fuera de la jugada.

Si estudias y te esmeras para entender a las bobinas, módulos y sensores en su interior, en su esencia, cuales fenómenos eléctricos ocurren, en que momento ocurren, como ocurren, que significan, como reproducirlos con tus manos, etc., te garantizo que cuando en tu taller se presente cualquier auto nuevo de la marca que sea aunque nunca antes lo hayas visto no tendrás nada por lo que apurarte, ya que si dominas los principios básicos que gobiernan a estos sencillos sistemas descubrirás que con tu ingenio, algunos instrumentos y un poco de información deducirás muy rápido por donde comenzar a buscar la causa de la falla la próxima que te enfrentes a un caso difícil de encendido electrónico, sin errores.

En cualquier disciplina el entendimiento se ocupa sólo una vez: al principio.

Cuando hablamos de encendidos electrónicos el entendimiento se aplica igual. Para entender a los encendidos electrónicos debes tener claro que el objeto es captar la esencia que viene "dentro", en el centro del mensaje. En este trabajo especial con los autos, el chiste de todo es que una vez que ya "lo entendiste", tu búsqueda de respuestas terminó. Esto significa que cruzaste el umbral: pasaste de un pesado paquete de conocimientos acumulados a un esbelto instinto que te dice que hacer en cada caso y no es difícil pues afortunadamente, esto no es magia ni se requieren capacidades especiales: cualquiera que esté interesado en reparar vehículos que no encienden debido a problemas con encendidos electrónicos y ganarse la vida de esta manera, lo puede hacer. Sólo se requiere esfuerzo, dedicación y perseverancia.

Cuando por fin percibes la lógica repetitiva en el diseño de estos modestos dispositivos que tantos dolores de cabeza le causan a tanta gente todos los días, sin importar el auto de que se trate, te percatarás que en este rubro de encendido electrónico no hay nada más que aprender, nada más que buscarle, ni experimentar, ni batallar. El objetivo del entendimiento esencial de los encendidos electrónicos debe llevarte a comprenderlos de tal manera que su reparación se vuelva una tarea rutinaria. Es sencillamente la adquisición de una nueva habilidad y es muy factible conseguirla. Cuando la poseas la gente hará fila para que los atiendas, pues no sabrán de nadie más que tenga este talento especial... Te lo garantizo... ahora tu trabajo sólo se tratará de atender un caso tras otro, con calma... Tus conocimientos se reforzarán y las experiencias se irán acumulando, tus horas de tranquilidad irán aumentando, tus preocupaciones irán disminuyendo a la vez que tu billetera se va inflando.

Se sobreentiende que si estás interesado en este tema, entonces el multímetro digital automotriz, la lámpara de pruebas, la lámpara estroboscópica, el probador lógico (Power Probe) y el osciloscopio son instrumentos que manejas sin ninguna duda ni dificultad; de igual forma, también deberías estar más que familiarizado con los conceptos de electricidad relacionados con el automóvil, tales como: voltaje, resistencia, corriente eléctrica, capacitancia, frecuencia, caída de voltaje, circuito en serie, circuito en paralelo, circuito en serie-paralelo, circuito abierto, circuito en corto, fuga de corriente, transistor pnp, transistor npn, diodos zener, diodos LED, fotodiodos, diodos térmicos, diodos en todas sus categorías, continuidad, potenciómetro, termistor, reluctor, corriente continua CC, corriente alterna CA, pulso eléctrico,

corriente en pulsos, tierra en pulsos, señales análogas, señales digitales, ciclo de trabajo, campo eléctrico, campo magnético, ohms, volts, amperes, coulombs, faradios, hertz, lectura e interpretación de señales en forma de gráficas, etc.

Pero ya que estamos hablando de electrónica básica lo que más te puedo recomendar, si tú quisieras preguntarme, si hubiera una sola cosa, tan sólo una que yo pudiera aconsejarte que dominaras a la perfección para que el trabajo con encendidos electrónicos se te haga como pan comido, entonces te diría que lo que tú necesitas manejar con exactitud cuanto antes es el concepto del transistor. Si dominas la función exacta, si comprender los detalles, si analizas y entiendes la esencia principal del transistor ya sea PNP o NPN tu trabajo con encendidos electrónicos simplemente será demasiado fácil: te lo garantizo. Cuando comiences a estudiar por tu cuenta el concepto del transistor descubrirás que primero deberás familiarizarte con el funcionamiento del diodo el cual es muy sencillo de entender y cuando por fin lo domines y entres al estudio del transistor, te darás cuenta de lo fácil que resulta diagnosticarlos y someterlos a prueba en cualquier auto pues su función básica es exactamente la misma que la de los antiguos contactos por platinos. En ese momento los encendidos electrónicos te parecerán la cosa más fácil del mundo.

Esto es un lenguaje y para permanecer con vida en este negocio debes hablarlo pues de no ser así, no habrá nada que puedas hacer para desentrañar las razones que mantienen dormido a un vehículo que no enciende por falta de una simple chispa... Con el respaldo de la experiencia empírica quizá reemplaces una bobina o un fusible y el auto encienda, pero si lo hiciste sin el entendimiento que viene detrás, sin una estrategia de diagnóstico, sólo habrás tenido suerte y eso, no es negocio.

Pero si eres como yo, si te gusta estudiar, prepararte, pensar, razonar, informarte, sistematizar, deducir para solucionar y enseguida cobrar buena plata, mi amigo, vas por buen camino porque solo así, teniendo entendimiento podrás reparar lo que sea. Si por otro lado, desconoces el tema no hay problema. Te recomiendo que visites otros sitios sobre mecánica básica, electricidad automotriz e inyección de combustible. Los sistemas de inyección de hoy ya son cosa del pasado, así que entrénate en lo básico. Existen miles de páginas, blogs, artículos y en ellos aprenderás mucho y gratis. Sólo cuando termines de estudiarlos, podrás combinar esa información con la que te ofrezco aquí, pues de lo contrario se te hará muy difícil y si intervienes algún encendido electrónico quizá lo arruines, así que ten cuidado.

Sobran los sitios que quieren venderte la idea de que la mecánica y la electrónica automotriz son fáciles: nada más alejado de la realidad. Desde mi perspectiva son disciplinas delicadas, requieren de mucha capacidad, atención, seriedad y talento pero sobre todo, de muchas ganas de entenderle, de "agarrarle la onda" porque si fuera fácil, cualquiera lo haría y no habría tanta queja ni tantos clientes enojados. Y la verdad es que sí se vuelve fácil cuando entendiste como funciona un transistor, pero si no, créeme que será difícil.

Cuidado con los sitios que prometen "enseñarte todo" en 3 días. Aunque los sistemas de encendido electrónico en realidad son fáciles, requieren especial atención. Sólo se vuelven fáciles cuando por fin "captaste el mensaje", lo cual requiere esfuerzo y te tomará poco tiempo. Si esto realmente te interesa, si en verdad quieres dominar esta área de la mecánica, debes saber que estudiando en promedio una hora y media todos los días, con la información apropiada, las herramientas adecuadas y manteniendo toda tu concentración, te tomará más o menos 2 meses conseguirlo. Si no estás dispuesto a realizar el trabajo de enfocar tu atención para entenderlos por completo no resolverás nada. Resolver estos problemas no es magia, no es ningún misterio y no se requiere ser un erudito para entenderlos. Sólo se necesita trabajar con la mente de forma constante durante 60 días consecutivos y concentrarse. Cuando empecé con este negocio yo no sabía nada, ignoraba lo que eran los amperes, el voltaje, la resistencia, las bobinas, circuito primario, circuito secundario y todos los términos técnicos relacionados con los motores... no sabía nada de nada, sin embargo los autos siempre me interesaron por eso cuando mire que uno de mis profesores cobraba bastante dinero y que sus clientes estaban contentos pagándoles fuertes sumas por un trabajo bien hecho, no me quedó ninguna duda: debía dominar esta disciplina y lo conseguí. Así que depende de ti.

Te felicito pues sé que lo lograrás, así que adelante y bienvenido.

PARTE 1

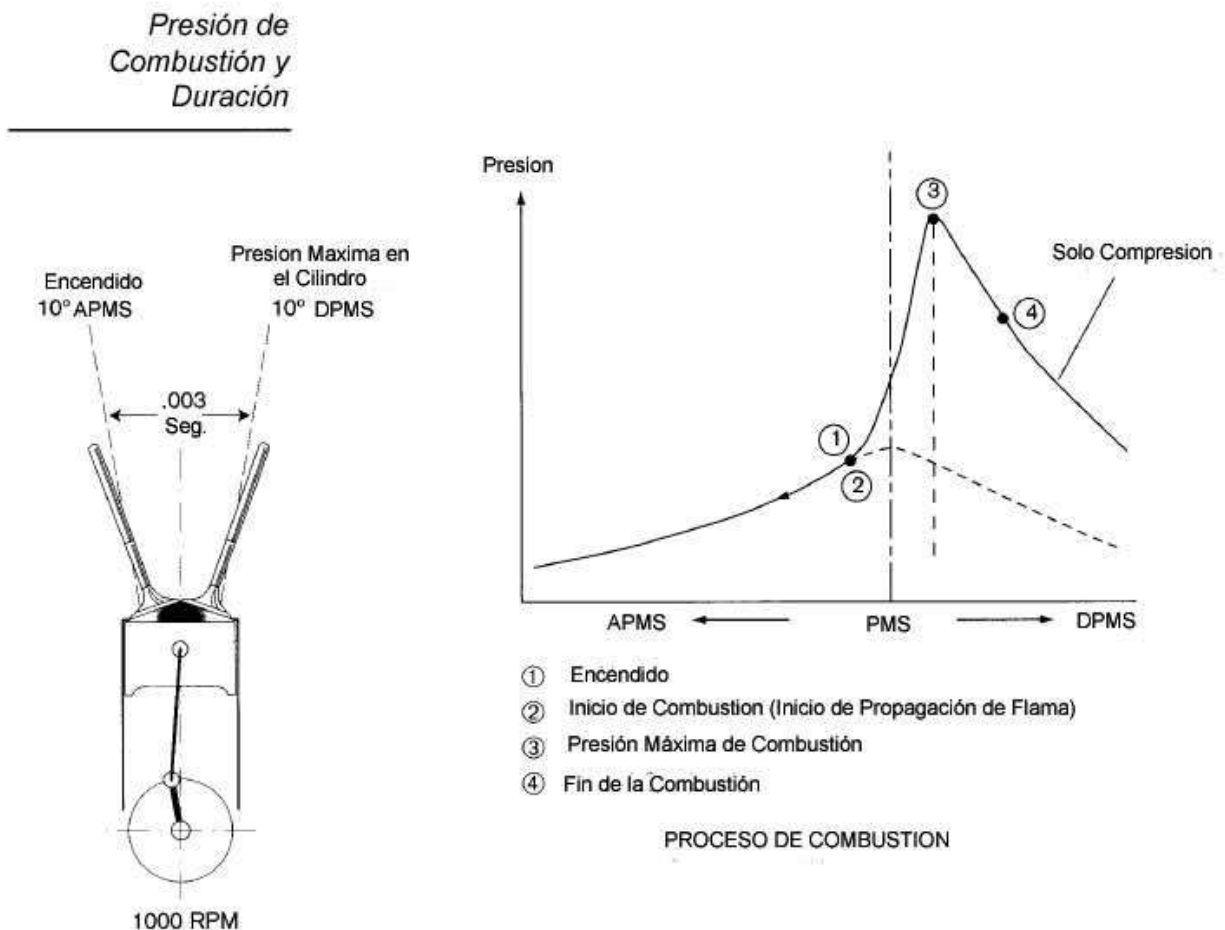
Repaso General del Fenómeno de Encendido

Como bien sabemos, el propósito del sistema de encendido es encender la mezcla aire/combustible dentro de la cámara de combustión en el momento oportuno. También sabemos que para que un motor produzca la mayor eficiencia, la mezcla aire/combustible debe encenderse con el objeto de que la presión máxima debida a la explosión ocurra alrededor de 10 a 15° después del punto muerto superior (PMS).

(Lo que acabo de señalar constituye conceptos fundamentales de mecánica básica. Como lector debes comprender lo anterior a la perfección para que puedas manejar los conceptos siguientes. Para los conocedores de este tema, no necesito entrar en más detalles.)

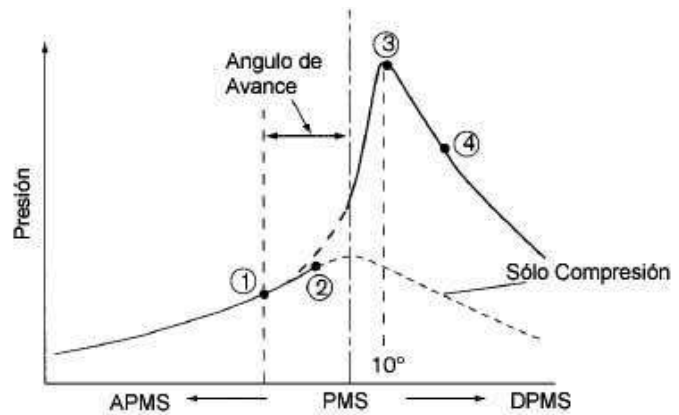
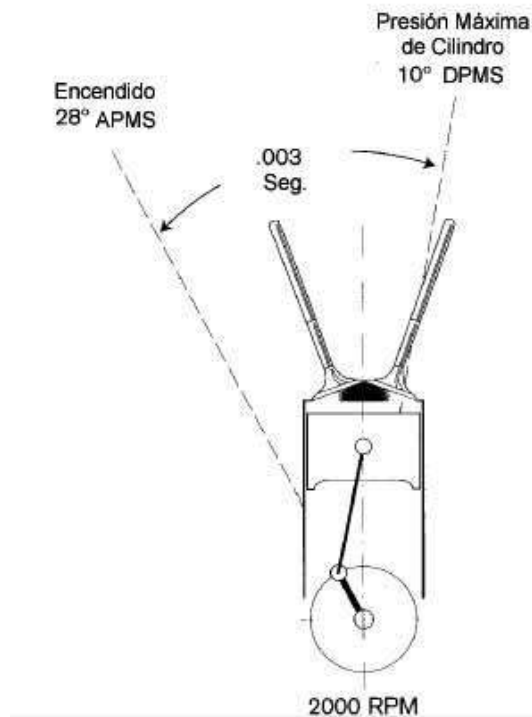
Es obvio que dentro del cilindro, la mezcla no se quema instantáneamente: le toma tiempo. Sin embargo, este intervalo de tiempo debe aclararse: es el lapso de tiempo entre que ocurre el encendido inicial de la mezcla hasta el desarrollo de la presión máxima de explosión. La duración de este intervalo de tiempo es de milifraciones de segundo, es un intervalo cambiante y variará dependiendo de la velocidad del motor.

Esto significa que el encendido debe ocurrir "antes" cuando la velocidad del motor es elevada y "después", cuando es más lenta. A este fenómeno ya lo conocíamos como "avance y retraso del tiempo".



Avance de Encendido

El encendido debe ocurrir antes de tal manera que el cilindro alcance la presión máxima cuando las RPMs del motor se incrementen.



- ① Encendido
- ② Inicio de Combustión (Inicio de Propagación de Flama)
- ③ Presión Máxima de Combustión
- ④ Fin de la Combustión

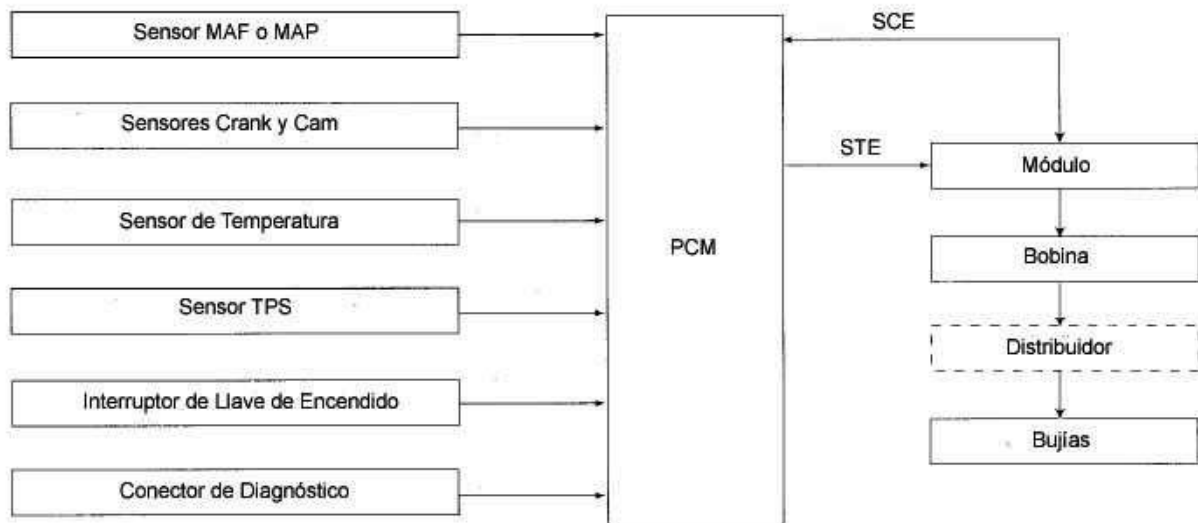
PROCESO DE COMBUSTION

También sabemos bien que en los sistemas antiguos, el tiempo se avanzaba y retardaba con un diafragma y contrapesos en el distribuidor.

Además, el encendido debe avanzarse cuando la presión dentro del múltiple es baja (es decir, cuando el vacío es fuerte). Sin embargo, el tiempo de encendido óptimo también es afectado por otros factores además de la velocidad del motor y volumen de aire en el múltiple, tales como la forma de la cámara de combustión, la temperatura dentro de la cámara de combustión, etc. Por estos motivos, los sistemas de encendido electrónico suministran una calidad de encendido ideal para el motor.

Diagrama de Bloques de Avance de Encendido

En los Sistemas de Encendido Directo o DIS
ya no se utiliza distribuidor.



Repaso del Avance Electrónico del Encendido

En el sistema de Avance Electrónico de Encendido, al motor se le proveen características casi idóneas de tiempo de encendido. ¿A qué me refiero? Ya sabemos que la PCM determina el tiempo del encendido basándose en dos cosas:

- las señales de entrada de sensores y
- en su memoria interna, la cual contiene información sobre los tiempos óptimos de encendido por cada condición de operación del motor.

Ahora bien... quizá no todos sepan esto, pero después de determinar el tiempo de encendido, la PCM envía la Señal de Tiempo de Encendido (STE) al módulo de encendido. Justo en el momento cuando la señal STE se apaga, el módulo de encendido cortará el suministro de corriente a la bobina de encendido... esto es lo que produce un chispazo de 7000 Volts a 35000 Volts dentro del cilindro. Vamos analizando a detalle estos nuevos conceptos.

Tipos de Sistemas de Encendido

Los sistemas de encendido se dividen en tres categorías básicas:

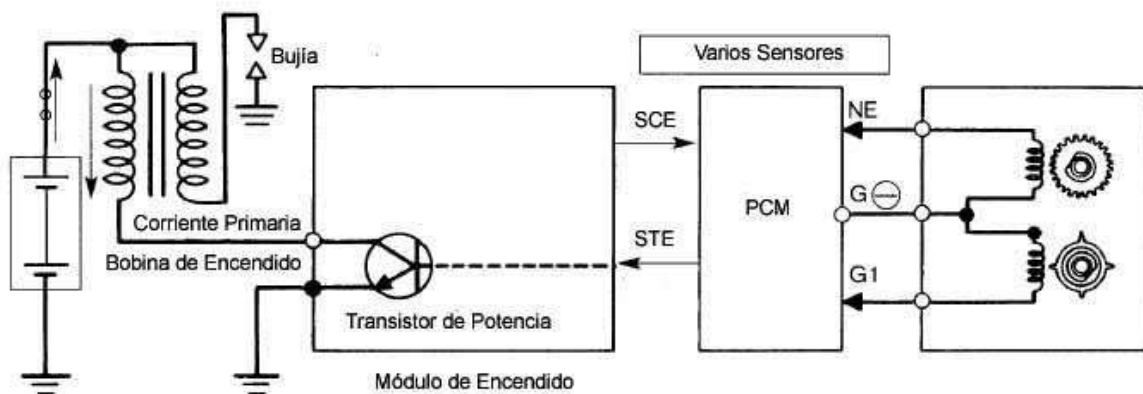
- Distribuidor
- Encendido Electrónico con Sistema de Encendido Sin Distribuidor
- Sistema de Encendido Directo

Componentes Esenciales del Sistema de Encendido

Sin importar el tipo, los componentes esenciales son:

- a) Sensor de Posición del Cigüeñal (Crankshaft Sensor)
- b) Sensor de Posición del Árbol de Levas (Camshaft Sensor)
- c) Módulo de Encendido
- d) Bobinas de Encendido, cableado, bujías
- e) PCM y
- f) Señales de diversos sensores

Producción de Chispa de Encendido

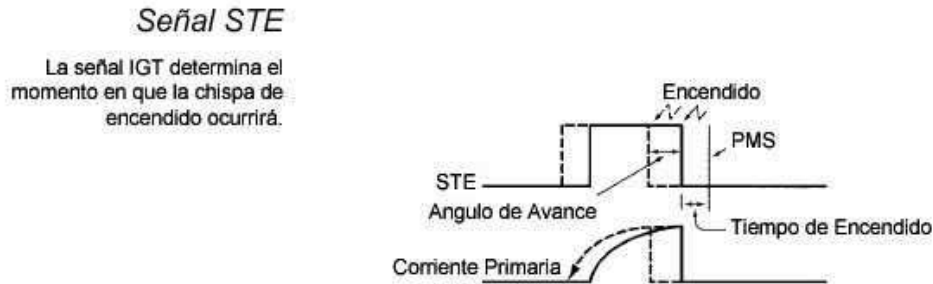


Producción de Chispazo de Encendido

La bobina de encendido debe generar suficiente poder para producir la chispa requerida para encender la mezcla aire/combustible. Para producir este poder, se necesita un campo magnético muy fuerte. Este campo magnético es creado por una corriente eléctrica. Esta corriente eléctrica casi siempre proviene de un fusible y fluye a través del circuito primario dentro de la bobina. El circuito primario de la bobina tiene una resistencia eléctrica muy baja (de 1 a 4 ohms, aproximadamente), lo cual permite el fácil flujo de corriente. Entre más corriente fluya, mayor será la fuerza del campo magnético dentro de la bobina. El transistor de poder dentro del módulo de encendido maneja la alta corriente requerida por el circuito primario de la bobina.

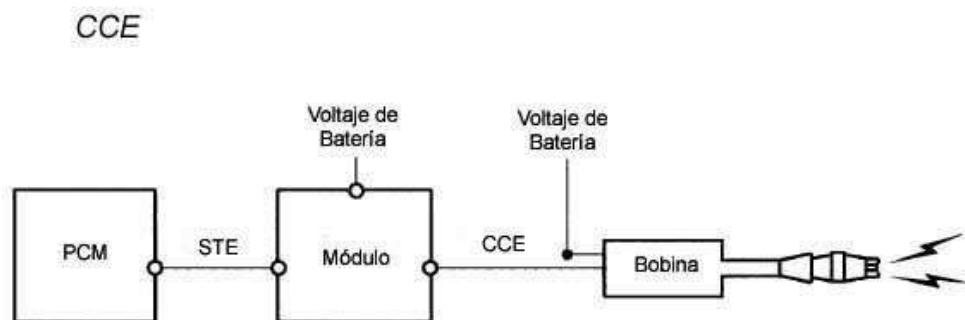
Otro requisito para producir altos voltajes es que el flujo de corriente en el embobinado primario debe apagarse rápidamente. Cuando el transistor dentro del módulo se apaga, el flujo de corriente se detiene momentáneamente y entonces se dice que el campo magnético "se colapsa". A medida que el campo magnético rápidamente colapsante se transporta a través del embobinado secundario, se produce voltaje (presión eléctrica). Si se crea suficiente voltaje para superar la resistencia en el circuito secundario de la bobina, ocurrirá flujo de corriente eléctrica y una chispa se producirá.

Nota: Entre mayor sea la resistencia en el circuito secundario, se requerirá mayor voltaje para que la corriente fluya y la duración de la chispa será menor. Es importante cuando se cuente con el equipo para observar el patrón de la chispa de encendido en la pantalla de un osciloscopio.



Señal de Tiempo de Encendido

El flujo de corriente eléctrica en el embobinado primario es controlado por la PCM mediante la Señal de Tiempo de Encendido (STE). La señal STE es una señal de voltaje que apaga y prende al transistor principal dentro del módulo de encendido. Cuando el voltaje de la señal STE cae a 0 volts, el transistor dentro del módulo de encendido se apaga. Entonces, cuando la corriente dentro del embobinado primario se apaga, se dice que el campo magnético rápidamente colapsamente "induce" un alto voltaje en el embobinado secundario. Sólo si el voltaje es lo suficientemente alto para superar la resistencia del circuito secundario, tendremos una chispa en la bujía.



Circuito de Control de Encendido

En algunos sistemas de encendido electrónico, el circuito que transporta la corriente del embobinado primario se denomina Circuito de Control de Encendido (CCE). El CCE es activado y desactivado por el módulo de encendido con base en las órdenes provenientes de la señal STE.

Módulo de Encendido

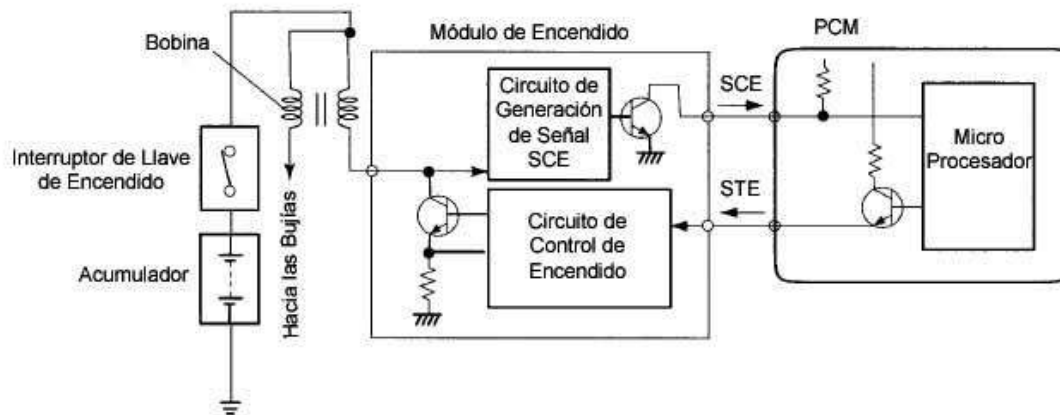
Sin importar el fabricante, tipo o modelo de auto, la tarea primaria del módulo de encendido en todos ellos es activar y desactivar el flujo de corriente en el embobinado primario, con base en la señal de tiempo de encendido (STE) proveniente de la PCM.

Dependiendo del fabricante, el módulo de encendido puede ser externo a la PCM o puede formar parte de ella. En ambos casos, dentro del módulo de encendido o en la PCM se desempeñan las siguientes funciones:

- a) Generación de Señal de Confirmación de Encendido (SCE)
- b) Control del Angulo de Contacto
- c) Circuito de Prevención de Arresto
- d) Circuito de Prevención de Sobrecargas de Voltaje
- e) Circuito de Límite de Corriente
- f) Señal del Tacómetro

Es crítico que el módulo de encendido apropiado sea usado cuando se reemplace. Los módulos de encendido deben ser compatibles con el tipo de bobina y de PCM.

Señal SCE



Señal de Confirmación de Encendido

La señal de confirmación de encendido (SCE) es utilizada por la PCM para determinar que el sistema de encendido está funcionando. Con base en la SCE, la PCM mantendrá el suministro de energía a la bomba de gasolina y a los inyectores de gasolina en la mayoría de los sistemas. Sin la SCE, un vehículo encendería momentáneamente y enseguida se apagaría. Sin embargo, en algunos Sistemas de Encendido Directo que incluyen al módulo de encendido dentro del cuerpo de la bobina, el motor funcionará.

Método de Detección de SCE

El método de nivel de corriente primaria mide el nivel de corriente eléctrica en el circuito primario. Los niveles mínimo y máximo de corriente se emplean para activar y desactivar la señal SCE. Los niveles

varían con diferentes sistemas de encendido. Independientemente del método, el manual de reparación mostrará el patrón o te proveerá con las lecturas necesarias de voltaje para confirmar que el módulo de encendido está produciendo la señal SCE.

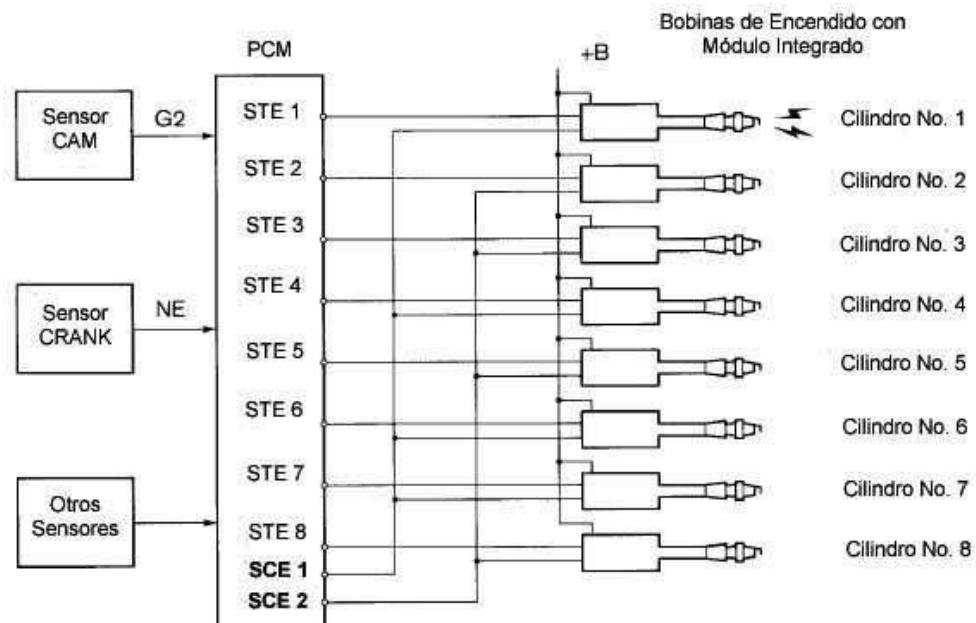
La falta de SCE en muchos sistemas de encendido generará un DTC (código de diagnóstico). En algunos sistemas de encendido, la PCM tiene la capacidad de identificar cual bobina no produce una señal SCE y esto puede lograrse con dos métodos.

El primer método usa una línea de SCE por cada bobina de encendido.

Con el segundo método, la señal SCE viene de regreso a la PCM en una línea compartida con otras bobinas. La PCM es capaz de distinguir cual bobina no está operando basándose en el momento en que la señal SCE es recibida. Puesto que la PCM "sabe" cuando es que cada cilindro debe encenderse, sabe de cual bobina esperar la señal SCE.

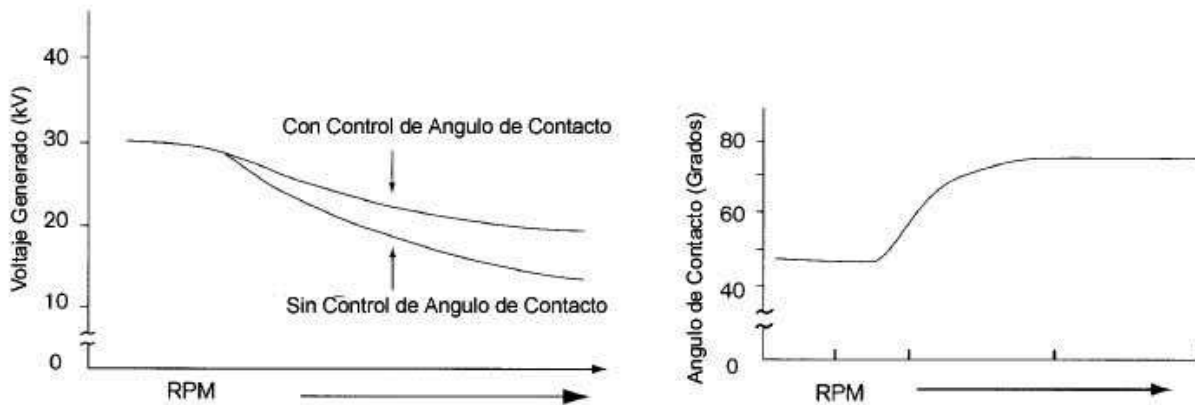
Circuito SCE (Motor de 8 Cilindros)

Fijate que sólo existen dos líneas SCE para los ocho cilindros. Debido a que la PCM sabe cuando activar cada bobina, también sabe cuando esperar la señal SCE. Esta capacidad le permite a la PCM identificar correctamente a cada cilindro y desplegar el DTC que resulte apropiado en caso de una falla.



Cuando tengas que reparar un auto con un problema asociado a estas señales, la única forma en que podrás saber de cual método de control de encendido se trata y así puedas proceder con cautela es consultando diagramas de encendido que contengan dicha información.

Control de Angulo de Contacto



Control del Angulo de Contacto

Este circuito controla la cantidad de tiempo que el transistor de poder (flujo de corriente a través del embobinado primario) está activo.

La cantidad de tiempo durante la cual la corriente eléctrica fluye a través del embobinado primario, por lo general decrece a medida que las RPM's del motor aumentan, así que el voltaje inducido hacia el embobinado secundario disminuye.

El control del ángulo de contacto se refiere al control electrónico de la cantidad de tiempo durante la cual la corriente eléctrica fluye a través del embobinado primario (es decir, el ángulo de contacto de acuerdo al viejo concepto de la velocidad rotativa del eje de un distribuidor).

Circuito de Prevención de Arresto

A bajas RPM's, el ángulo de contacto se reduce para prevenir flujo excesivo de corriente en el embobinado primario, y se aumenta a medida que la velocidad rotativa se incrementa para prevenir disminuciones de corriente en el primario.

Este circuito obliga al transistor de poder a desactivarse si se "arresta" (si la corriente llegase a fluir continuamente por un período mayor que lo especificado), para proteger a la bobina de encendido y al transistor de poder.

Circuito de Prevención de Sobrecargas de Voltaje

Este circuito desactiva al transistor de poder si el voltaje de suministro de poder se eleva demasiado, para así proteger a la bobina de encendido y al transistor de poder.

Circuito de Límite de Corriente

El control de límite de corriente es un sistema que mejora la elevación del flujo de corriente en el embobinado primario, asegurándose que una corriente primaria constante esté fluyendo todo el tiempo, en

el rango desde baja hasta alta velocidad, y de esta manera hacer posible la obtención de un alto voltaje secundario.

La resistencia del embobinado primario se reduce al mejorar el rendimiento de elevación de corriente, lo cual incrementa el flujo de corriente eléctrica. Pero sin el circuito de límite de corriente, la bobina o el transistor se quemarían. Por este motivo, luego de que la corriente primaria ha alcanzado un valor fijo, es controlada electrónicamente por el módulo de encendido para evitar el flujo de una corriente mayor.

En virtud de que la función de control de límite de corriente limita el nivel máximo de corriente en el primario de la bobina, es que ya no se necesita una resistencia balastro para protección de la bobina como se acostumbraba en los sistemas antiguos de distribuidor y platinos.

Nota: puesto que los módulos de encendido son manufacturados para empatar las características de las bobinas de encendido, las funciones y construcción de cada tipo son diferentes. Por este motivo, si cualquier módulo y bobina diferentes de las especificadas se combinan entre sí, el módulo o la bobina se dañarán. Por lo tanto, siempre use las refacciones correctas específicas para cada vehículo. No improvise ni haga adaptaciones.

Señal de Tacómetro

En algunos sistemas la señal de tacómetro es generada en el mismo módulo de encendido.

Señal del Sensor de Posición del Cigüeñal (Crankshaft) y Señal de Posición del Sensor del Árbol de Levas (Camshaft)

Aunque existen diferentes tipos de sistemas de encendido, el empleo de señales de sensores de posición del cigüeñal y del árbol de levas son consistentes. La señal del sensor de posición del cigüeñal indica la posición del cigüeñal y las RPM's del motor.

La señal del sensor de posición del árbol de levas provee la identificación del cilindro. Al comparar la señal del árbol de levas contra la del cigüeñal, la PCM es capaz de identificar al cilindro que está en carrera de compresión. Esto es necesario para calcular el ángulo del cigüeñal (ángulo de tiempo de encendido inicial), identificar cual bobina activar en sistemas de encendido directo (ignición independiente) y cual inyector energizar en sistemas secuenciales de inyección de combustible.

A medida que los sistemas de encendido y los motores evolucionaron, ha habido modificaciones a las señales de los sensores de posición del cigüeñal y del árbol de levas. Los rotores de tiempo, o engranes del árbol, tienen diferente número de dientes. En algunos sensores de posición del árbol de levas, una muesca es utilizada en lugar de un diente para generar una señal. Sin importar el arreglo y aun antes de que levantes el capó del auto, tú puedes determinar el estilo empleado simplemente examinando el diagrama de encendido electrónico.

PARTE 2

Control de Tiempo de Encendido

El Control de Tiempo de Encendido consiste en dos elementos básicos:

- a) Control del Encendido Durante el Arranque
- b) Control de Encendido Después del Arranque

Control del Encendido Durante el Arranque

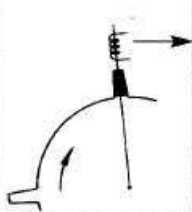
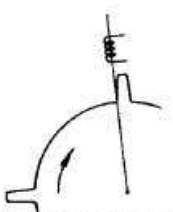
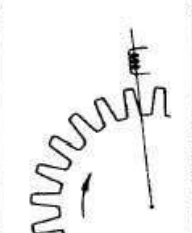
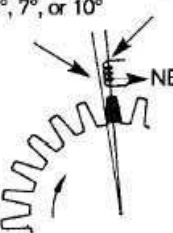
El control del encendido durante el arranque se define como el período durante el cual el motor está marchando e inmediatamente después de haber marchado. El encendido ocurre en un ángulo específico de posición del cigueñal, aproximadamente de 5 a 10° antes del PMS, independientemente de las condiciones operativas del motor y a esto se le llama el "ángulo inicial de tiempo".

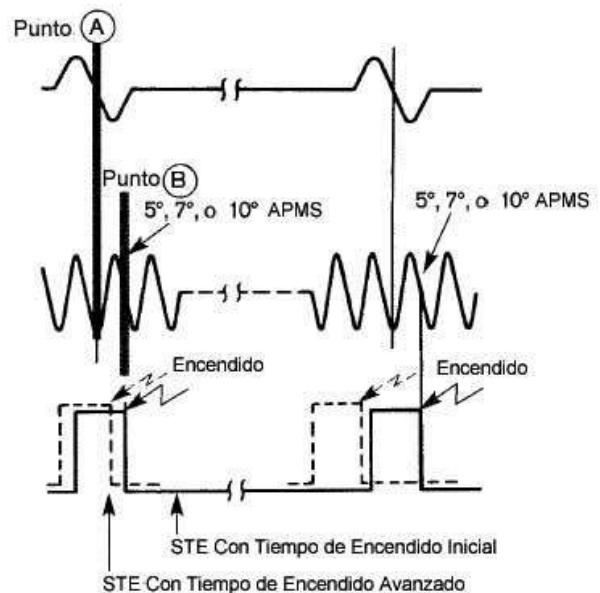
Dado que la velocidad del motor aún está debajo de las RPM's especificadas e inestables durante e inmediatamente después del arranque, el tiempo de encendido es fijo hasta que la operación del motor se estabilice.

La PCM reconoce que la marcha, o motor de arranque está marchando al motor cuando recibe las señales de los sensores del cigueñal y del árbol de levas. En algunos modelos, la señal del motor de arranque (STA) también se utiliza para informarle a la PCM que el motor está siendo arrancado.

Ángulo de Tiempo de Encendido Inicial

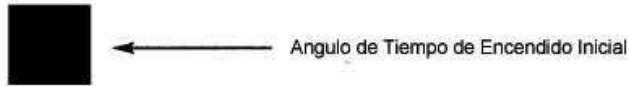
Este ángulo se calcula a partir de la primera señal NE (señal de sensor crank) que siga a la señal G (señal del sensor cam). El encendido ocurre en un ángulo fijo de cigueñal, aproximadamente entre 5-10° APMS, independientemente de las condiciones operativas del motor y a esto se le llama ángulo de tiempo de encendido inicial.

Engrane Rotor	Punto (A)	Punto (B)
Engrane de Árbol de Levas y Sensor de Posición Cam para producir Señal G hacia PCM		
Engrane de Polea de Cigueñal y Sensor de Posición Crank para producir Señal NE hacia PCM		



Símbolo del Angulo de Tiempo de Encendido Inicial

•



Control de Encendido Después del Arranque

El control de encendido después del arranque calculará y ajustará el tiempo de encendido basándose en las condiciones de operación del motor. Los cálculos y ajustes del tiempo de encendido se desempeñan en una serie continua de pasos consecutivos, comenzando con el Control Básico de Avance de Encendido.

Se adicionan varias correcciones al ángulo inicial de tiempo de encendido y al ángulo básico de tiempo de encendido.

El control de encendido después del arranque se ejecuta durante la operación normal del motor. Las variadas correcciones (que se basan en las señales provenientes de sensores relevantes) se adicionan al ángulo inicial de tiempo de encendido y al ángulo básico de tiempo de encendido (determinados por la señal del flujo de masa de aire o de presión del múltiple de admisión) y por la señal de la velocidad del motor:

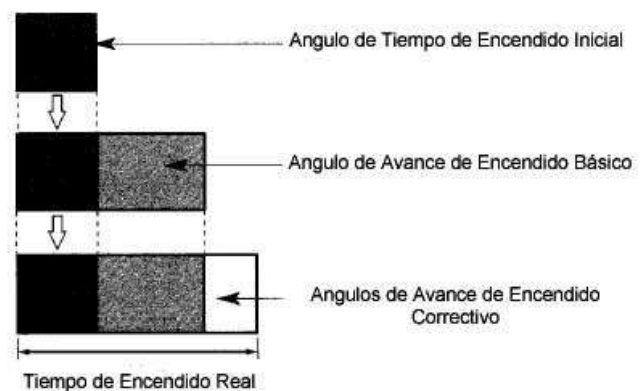
Tiempo de encendido = Angulo inicial de tiempo de encendido

- a) ángulo básico de avance de encendido
- b) ángulo correctivo de avance de encendido

Durante la operación normal del Control de Encendido Después del Arranque, la señal STE es calculada por el microprocesador dentro de la PCM y enseguida, la señal CCE es enviada hacia el embobinado primario.

Angulos de Avance de Encendido

Cuando la chispa de encendido ocurre es un resultado basado en el ángulo de tiempo inicial sumado al ángulo de encendido básico sumado también a correcciones adicionales.



Control Básico de Avance de Encendido

La PCM selecciona el ángulo básico de avance de encendido desde su memoria, basándose en la velocidad del motor, carga, posición del papalote de la garganta y la temperatura del anticongelante del motor.

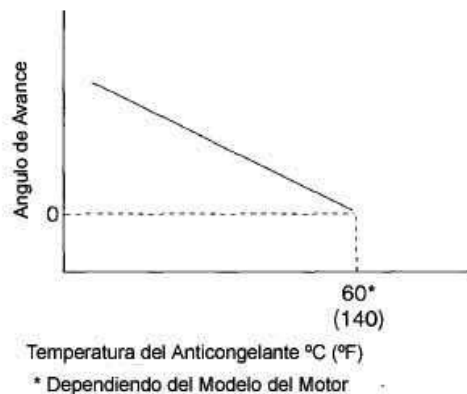
Señales relevantes:

- a) Flujo de masa de aire y/o presión del múltiple de admisión (Sensor MAF, VAF o MAP)
- b) Velocidad del motor (Sensor de Posición del Cigüeñal - Crankshaft Position Sensor)
- c) Posición de Garganta en el Cuerpo de Aceleración (Sensor TPS)
- d) Temperatura del Anticongelante del Motor (Sensor Coolant) (En algunos vehículos Ford es la temperatura de la culata y/o cabeza)

Control Correctivo de Avance de Encendido

El Control Correctivo de Avance de Encendido realiza el ajuste final al tiempo actual de encendido. Los siguientes factores de corrección no se encuentran en todos los vehículos.

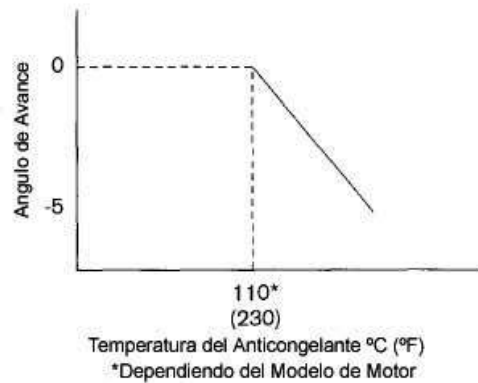
Corrección en Etapa de Calentamiento Inicial del Motor



Corrección en Etapa de Calentamiento Inicial del Motor

El tempo de encendido es avanzado para mejorar la manejabilidad cuando la temperatura del anticongelante es baja. En algunos modelos de motores, esta corrección cambia el ángulo de avance de acuerdo con el flujo de masa de aire (presión del múltiple de admisión) y puede avanzarse aproximadamente 15° en climas extremadamente fríos.

Corrección por Altas Temperaturas



Corrección por Altas Temperaturas

Para evitar detonación, cascabeleos y sobrecalentamientos, el tiempo de encendido es retardado cuando la temperatura del anticongelante es demasiado elevada. El tiempo de encendido puede retardarse aproximadamente 5° debido a esta corrección.

Corrección para Marcha Mínima Estable

Cuando la velocidad del motor durante la marcha mínima ha fluctuado alejándose de la velocidad objetivo, la PCM ajusta el tiempo de encendido para estabilizar la velocidad del motor. La PCM constantemente está calculando la velocidad promedio del motor. Si la velocidad del motor cae por debajo de la velocidad objetivo, la PCM avanza el tiempo de encendido a un ángulo predeterminado. Si la velocidad del motor sube por encima de la velocidad objetivo, la PCM retarda el tiempo de encendido a un ángulo predeterminado.

Esta corrección no se ejecuta cuando el motor excede una velocidad predeterminada.

En algunos modelos de motores, el ángulo de avance cambia dependiendo si el aire acondicionado está activado. En otros modelos de motores, esta corrección únicamente opera cuando la velocidad del motor está por debajo de la velocidad objetivo.

Corrección por EGR

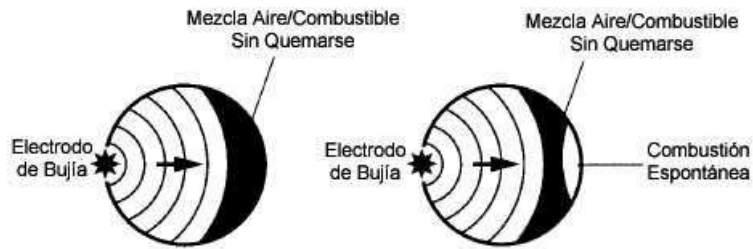
Cuando la válvula EGR está operando, el tiempo de encendido es avanzado de acuerdo con el aire consumido en la admisión y las RPM's del motor para mejorar la manejabilidad. El gas EGR tiene el efecto de reducir las detonaciones y cascabeleos en el motor, por lo cual el tiempo se puede avanzar.

Corrección por Sensor Knock

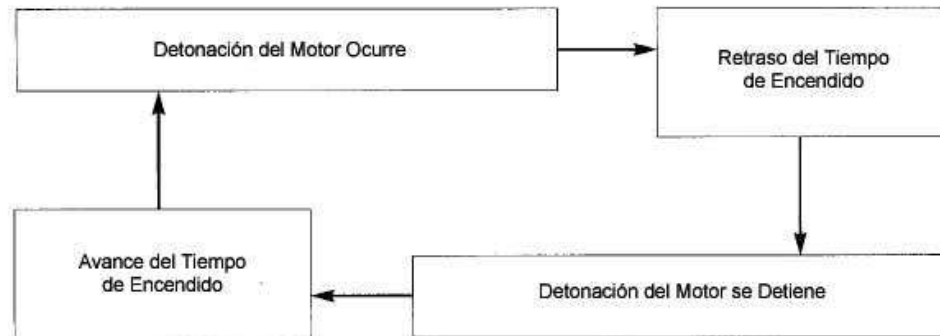
Las detonaciones y cascabeleos, cuando son suficientemente severas, pueden ocasionar daños mecánicos serios. El diseño de la cámara de combustión, octanaje de la gasolina, proporción estequiométrica de la mezcla y el tiempo de encendido en conjunto, son factores que afectan cuando las detonaciones ocurren. Bajo la mayoría de las condiciones de operación del motor, el tiempo de encendido necesita estar cerca del punto en que el cascabeleo ocurre para lograr la mejor economía de combustible, mayor torque del motor y las menores emisiones contaminantes. Sin embargo, el punto donde el cascabeleo ocurre variará por una variedad de factores, por ejemplo, si el octanaje de la gasolina es muy bajo y el encendido ocurre en el momento óptimo, el cascabeleo ocurrirá. Para prevenir esto, se emplea una corrección por cascabeleo o detonación.

Detonación o Cascabeleo

Cuando la bujía enciende la mezcla aire/combustible, la presión dentro del cilindro se incrementa. Si el incremento en calor y presión dentro de la cámara de combustión es suficientemente elevado, la mezcla aire/combustible se encenderá en un sitio distinto al electrodo de la bujía produciendo dos frentes de flama que chocarán uno contra otro. Esto se conoce como combustión espontánea y produce detonaciones con sonidos similares a cascabeleos dentro del motor.



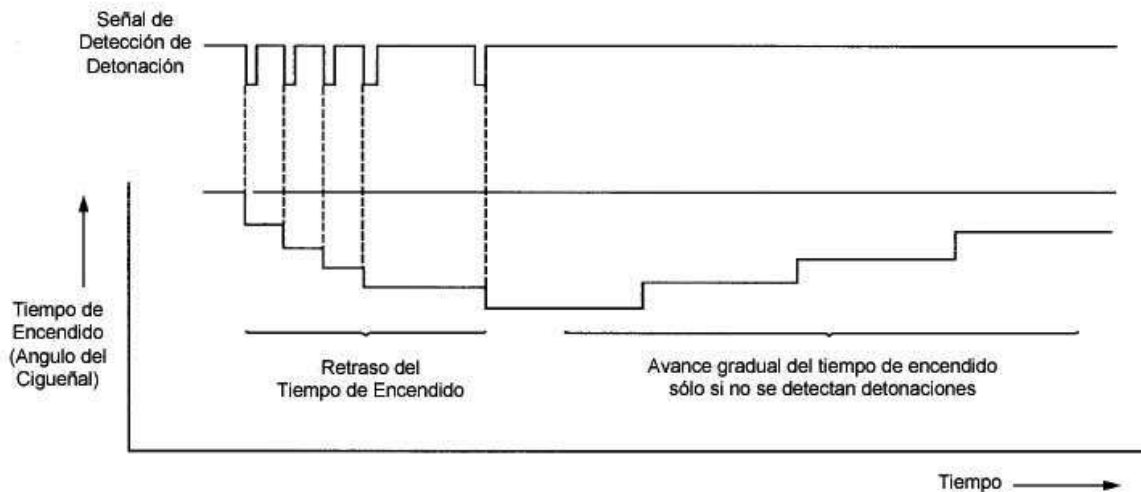
Ciclo de Control de Detonación del Motor



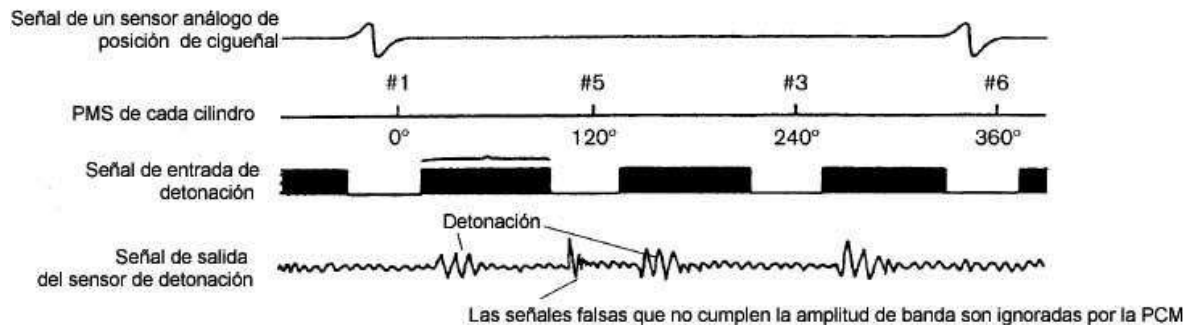
Cuando el cascabeleo del motor ocurre, el sensor knock convierte la vibración del cascabeleo en señales de voltaje que son detectadas por la PCM. De acuerdo con su software, la PCM retardará el tiempo en pequeños pasos hasta que el cascabeleo desaparezca. Cuando el cascabeleo se detiene, la PCM detiene el retraso del tiempo de encendido y comienza a avanzarlo en pequeños pasos. Si el avance del tiempo continúa y el cascabeleo ocurre, el tiempo de encendido es retrasado de nuevo.

Control de Detonación del Motor

La PCM retarda el tiempo en pasos fijos hasta que la detonación desaparece. Cuando la detonación se detiene, la PCM entonces detiene el retraso del tiempo de encendido y en lugar de ello, comienza a hacer lo contrario adelantándolo en pasos fijos.



Identificación de la Señal de Detonación



La PCM es capaz de determinar cual cilindro está cascabeleando por el momento en que la señal de detonación se recibe. La PCM sabe cual es el cilindro que está en la carrera de compresión basándose en las señales de los sensores de posición del cigueñal y de posición del árbol de levas. Esto le permite a la PCM filtrar cualquier otra señal falsa.

Algunos problemas mecánicos pueden duplicar el cascabeleo del motor. Un metal de biela excesivamente desgastado o una fisura de cilindro producen una vibración a la misma frecuencia que el cascabeleo del motor. En consecuencia, la PCM retardará el tiempo.

Corrección Estequiométrica

El motor es especialmente sensible a cambios en la proporción de aire/combustible cuando está operando en marcha mínima, así que una marcha mínima estable se asegura al avanzar el tiempo de encendido en este momento para empatar la corrección de inyección de combustible/consumo de aire.

Esta corrección no se ejecuta cuando el vehículo está conduciendo a velocidad crucero.

Corrección por Transición

Durante la transición (cambio) de desaceleración a aceleración, el tiempo de encendido es avanzado o retardado temporalmente de acuerdo con la aceleración.

Control Máximo y Mínimo de Avance de Encendido

Si el tiempo de avance de encendido se vuelve anormal, el motor se verá severamente afectado. Para prevenir esto, la PCM controla al Avance Real para que la suma del ángulo de encendido básico y del ángulo de encendido correctivo no puedan ser mayores o menores a los valores mínimos o máximos pre-programados.

Aproximadamente, estos valores son:

Angulo Máximo de Avance: 35° - 45°

Angulo Mínimo de Avance: 0°

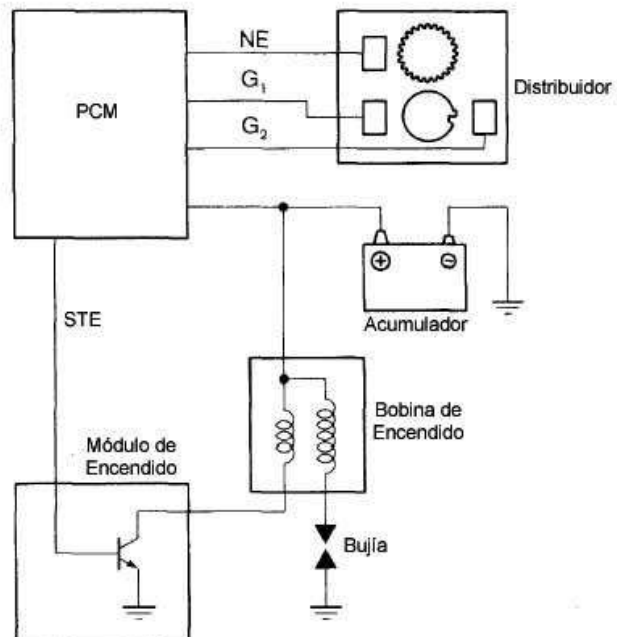
Angulo Real de Avance = Angulo Básico de Avance de Encendido + Angulo Correctivo de Avance de Encendido

PARTE 3

ENCENDIDO ELECTRONICO CON DISTRIBUIDOR Y SIN DISTRIBUIDOR

Sistema con Distribuidor

Existen muchas variedades de sistemas de encendido electrónico equipados con distribuidor, según la marca del vehículo. Los diagramas son indispensables para identificar correctamente a cada sistema.

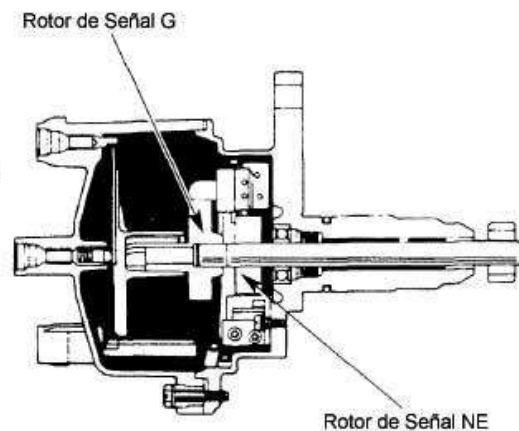
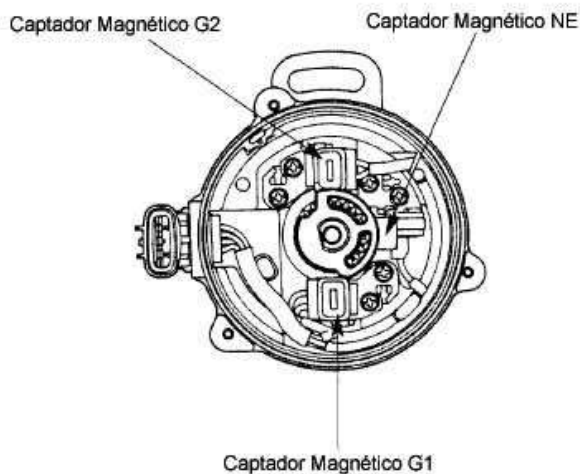


Sistemas de Encendido con Distribuidor

Las señales de velocidad de movimiento del motor y de posición de los pistones provienen del Sensor de Posición del Cigüeñal y del Sensor de Posición de Arbol de Levas, respectivamente. La segunda en la mayoría de los casos está localizada en el distribuidor o en la cabeza del motor.

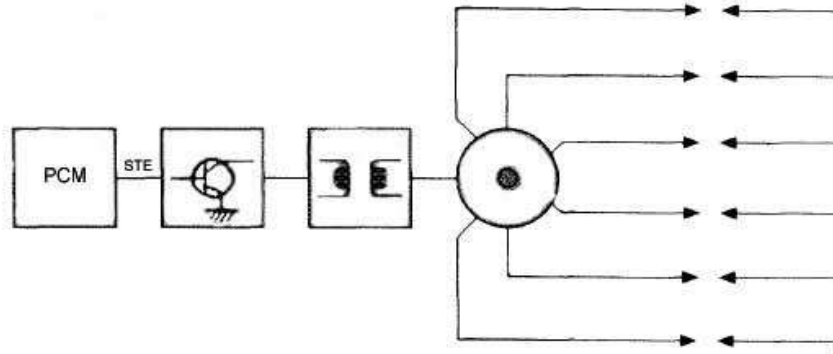
Distribuidor

Muchos distribuidores incluyen dos sensores de árbol de levas del tipo captador magnético para la señal G y uno de cigüeñal para la señal NE. En estos casos el diagrama de encendido nos ayuda mucho para distinguirlos con exactitud.



Circuito del Sistema con Distribuidor

Para que el encendido ocurra, la señal STE activa y desactiva al módulo en el momento preciso



En el momento apropiado durante la compresión en el cilindro, la PCM envía una señal llamada STE hacia el módulo de encendido. Esto a su vez activará al transistor dentro del módulo, lo que enviará corriente eléctrica a través del embobinado primario de la bobina de encendido. En el momento óptimo para que la ignición ocurra, la PCM desactivará la señal STE y ahí, el transistor desactivará el flujo de corriente a través del embobinado primario. El campo magnético creado se colapsará, induciendo un alto voltaje instantáneo que descargará la corriente eléctrica inducida, esta viajará por medio del cable de la bobina secundaria y de allí por el cable de la bobina, luego a la tapa del distribuidor, enseguida al rotor y de allí, a la terminal interna a la que el rotor apunte, continuará por el cable de alta tensión, alcanzará a la bujía, quemará el combustible y finalmente, tocará tierra. La posición del rotor determina el cilindro que recibe el chispazo.

Orden de Encendido

El orden de encendido lo encontrarás en guías y en manuales del fabricante. Aunque existen excepciones, la vasta mayoría de fabricantes identifican a los cilindros de la siguiente manera:

- La numeración de cilindros en motores V-8, los cilindros impares están en el banco izquierdo y los cilindros pares en el banco derecho.
- La numeración de cilindros en motores V-6, los cilindros impares están en el banco izquierdo y los cilindros pares en el banco derecho.
- Los motores de 6 cilindros en línea son numerados consecutivamente del 1 al 6, con el cilindro 1 en el frente.
- Los motores de 4 cilindros son numerados consecutivamente del frente hacia atrás.

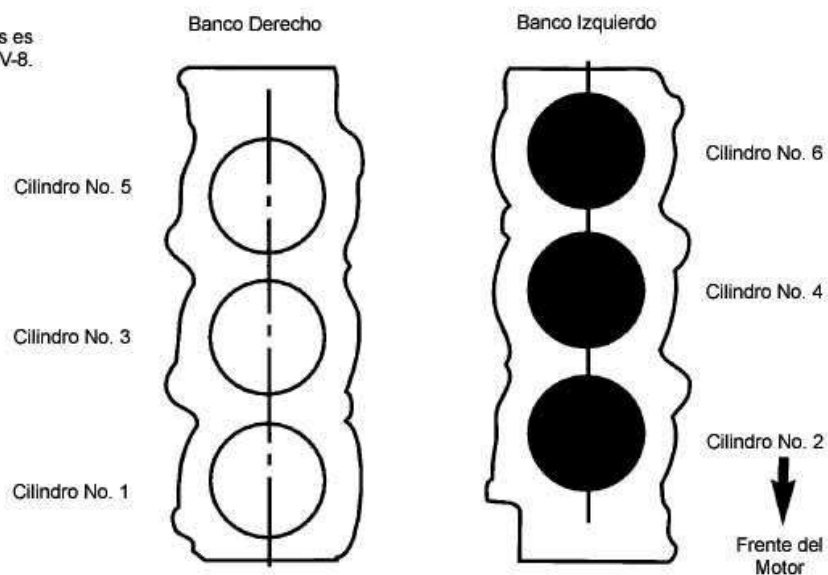
En muchos de los casos, las tapas de distribuidor o los múltiples de admisión llevan grabado el orden de encendido.

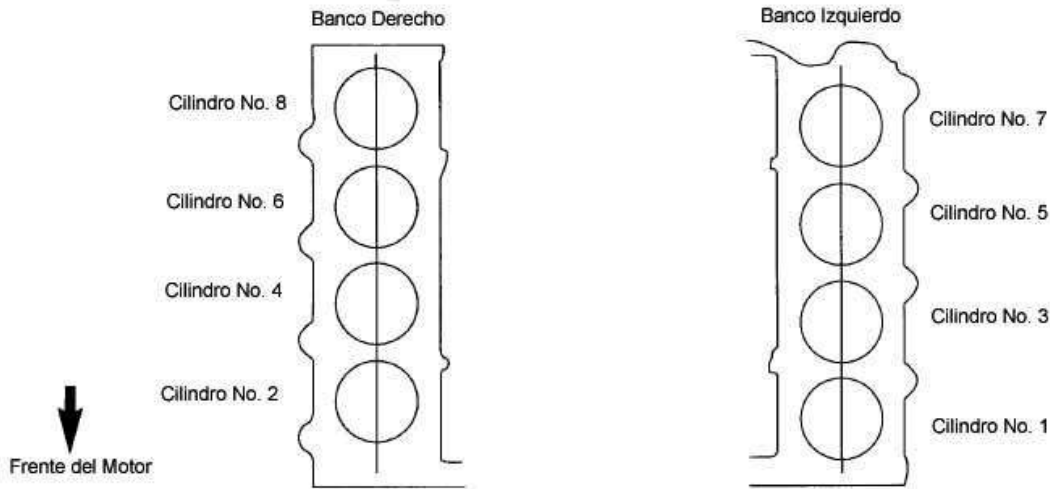
Orden de Encendido

Configuración del Motor	Orden de Encendido
V-8	1-8-4-3-6-5-7-2
V-6	1-2-3-4-5-6
En línea 6	1-5-3-6-2-4
En línea 4	1-3-4-2

Identificación de Cilindros V-6

Fijate que la numeración de cilindros es opuesta al V-8.

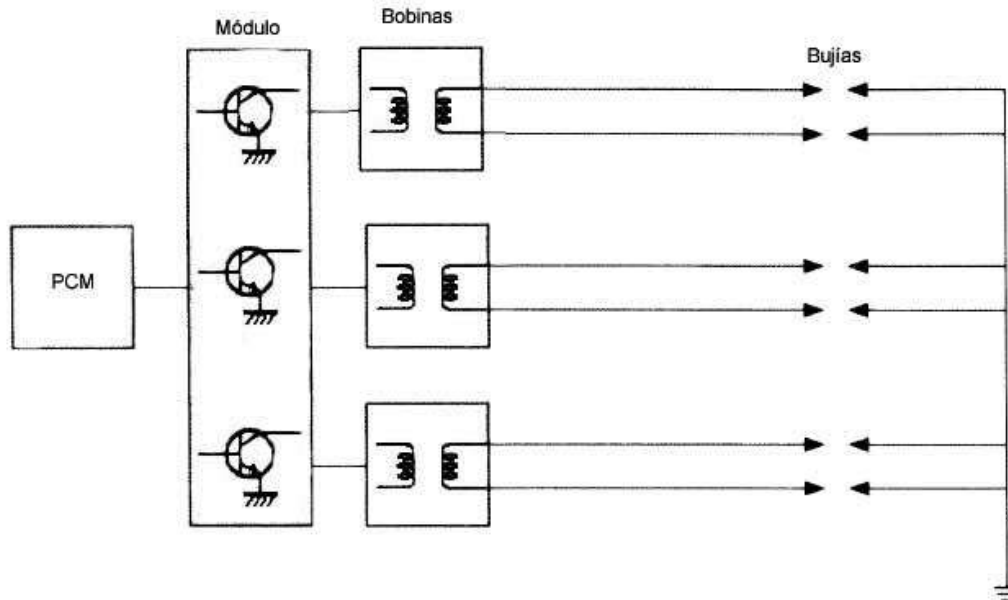


Identificación de Cilindros V-8**Repaso de Sistema de Encendido Directo y Sin Distribuidor DIS**

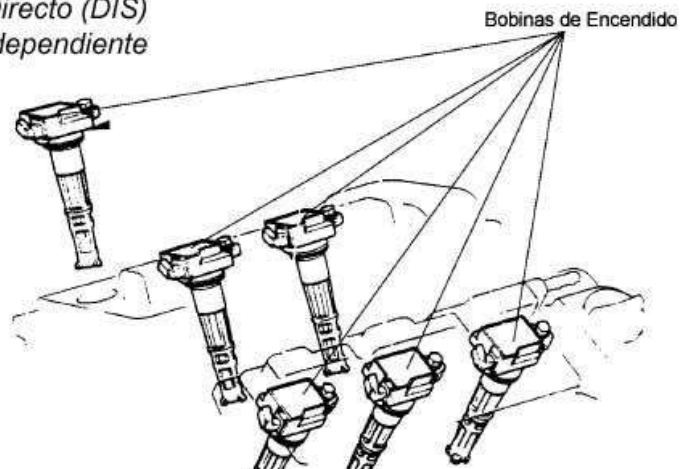
Naturalmente, un Sistema de Encendido Sin Distribuidor carece por completo del distribuidor que ya conocemos. Al eliminar el distribuidor se mejora la confianza en el motor al reducir el número de componentes mecánicos en movimiento. Entre menos partes móviles tenga motor, menos problema nos dará. Otras ventajas son:

- a) Mayor control en la generación de la chispa de encendido. Existe más tiempo disponible para que la bobina acumule un campo magnético suficiente, necesario para producir una chispa que encenderá la mezcla aire/combustible. Esto reduce el número de fallas de cilindro.
- b) Se elimina por completo la interferencia eléctrica proveniente del distribuidor. Las bobinas de encendido quedan ahora cerca o sobre las bujías. Esto elimina efectos de interferencia eléctrica.
- c) El tiempo de encendido puede controlarse en un rango más amplio. En un distribuidor, si se aplicaba demasiado avance o retraso de forma manual, era muy probable que el voltaje del secundario se descargara al cilindro incorrecto, provocando muchas veces que un vehículo no encienda.

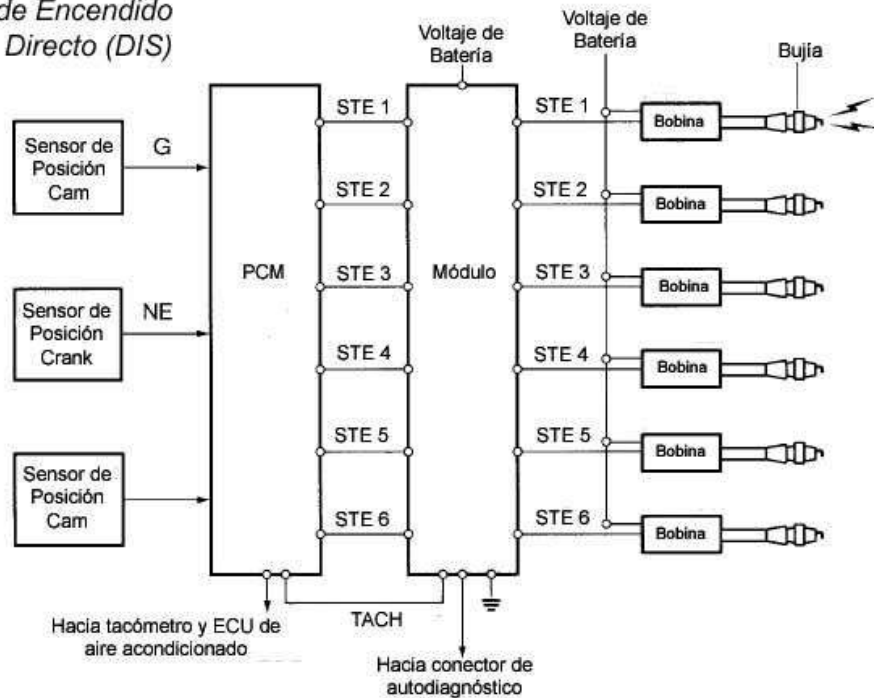
Todo lo anterior reduce las probabilidades de fallas en los cilindros y problemas en el encendido.

Sistema de Encendido Sin Distribuidor (DIS)

Los Sistema de Encendido Sin Distribuidor regularmente se definen como una sola bobina equipada con dos cables de bujía para dos cilindros. Los Sistemas de Encendido Sin Distribuidor emplean un método denominado "Encendido Simultáneo" (también llamado doble chispa) donde una chispa es generada desde una bobina de encendido para dirigirla a dos cilindros simultáneamente.

*Sistema de Encendido Directo (DIS)
con Ignición Independiente*

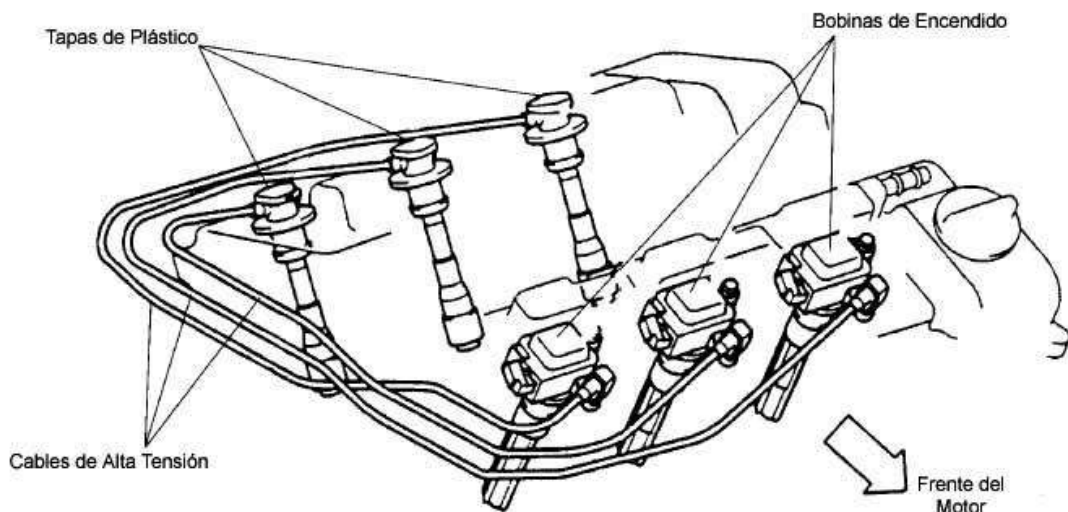
Circuito de un Sistema de Encendido Directo (DIS)



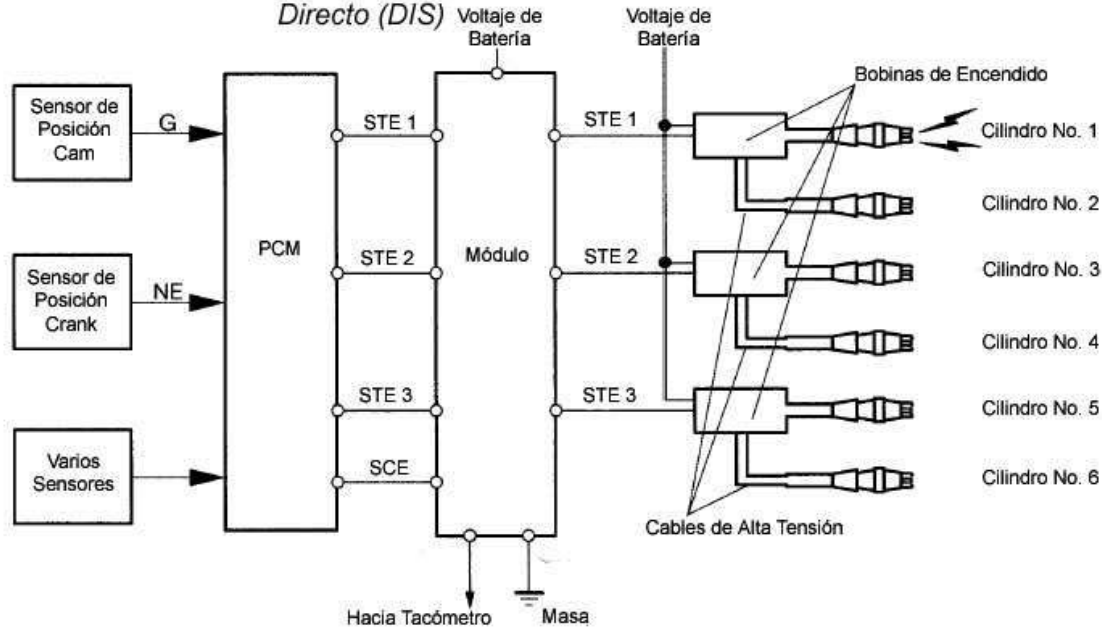
Los Sistemas de Encendido Directo llevan la bobina de encendido montada sobre las bujías. Las Sistemas de Encendido Directo vienen en dos formas:

- Encendido Independiente** - una bobina por cada cilindro. Ya no usan cables de bujía.
- Encendido Simultáneo** - una bobina por cada dos cilindros. En este tipo de arreglo una bobina se monta directamente sobre una bujía y un cable de alta tensión se conecta con la bujía del cilindro "hermanado". De esta forma la chispa se genera en ambos cilindros a la vez.

Sistema de Encendido Directo (DIS) con Ignición Simultánea



Circuito de un Sistema de Encendido Directo (DIS)



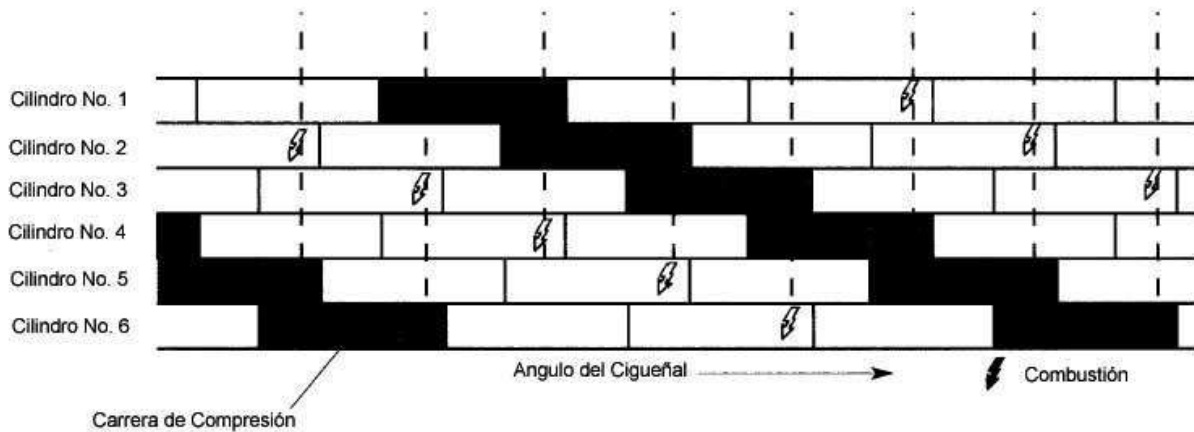
Operación del Sistema Simultáneo de Encendido Sin Distribuidor

Los Sistemas de Encendido Sin Distribuidor y los Sistemas de Encendido Directo que utilizan una bobina por cada dos cilindros emplean el método conocido como encendido simultáneo, según vimos. Con los sistemas de encendido simultáneo, dos cilindros se "emparejan" de acuerdo con la posición del pistón. Esto presenta el efecto de simplificar el tiempo de encendido y reducir el nivel de voltaje requerido para el circuito secundario.

Por ejemplo, analicemos a detalle lo que ocurre en particular en los cilindros 1 y 4 en un motor V-6. Sabemos muy bien que en la gran mayoría de todos los motores V-6 de casi todas las marcas, de todos los años el 'orden de encendido' siempre será el mismo: 1-2-3-4-5-6, salvo algunas raras excepciones. Sabemos también que en estos motores los cilindros 1 y 4 están "hermanados", es decir, que ambos pistones ocupan la misma posición (los dos están en el PMS y PMI a la vez), se mueven al unísono, sin embargo, están trabajando en diferentes carreras. Cuando el cilindro 1 está en la carrera de compresión en la primera revolución, el cilindro 4 está en la carrera de escape, viceversa en la siguiente revolución y así sucesivamente mientras el motor gire. (Esto es un concepto fundamental de mecánica básica; si el lector no relaciona el fenómeno motriz que estamos describiendo, lo invito a que se remita a la bibliografía y cursos en video que mejor le sirvan para novatos en mecánica).

Secuencia de Encendido Simultáneo

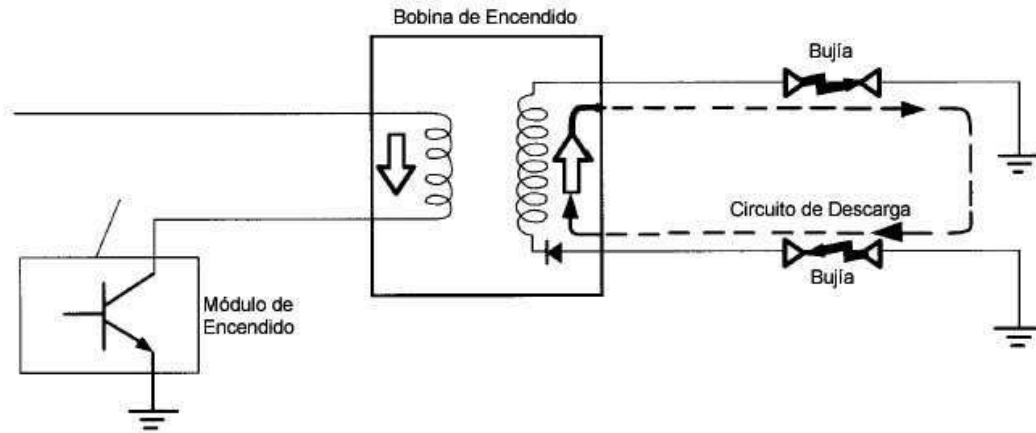
Dos cilindros tendrán chispa aunque sólo uno de ellos estará en la carrera de compresión. Fíjate que ambos cilindros 2 y 5 tienen chispa, pero es el cilindro 5 el que está en compresión. En la siguiente revolución el cilindro 3 estará en compresión.



El alto voltaje generado en el embobinado secundario se aplica directamente a cada bujía. La forma en que ocurre es de la siguiente manera: en una de las dos bujías, la chispa pasa del electrodo central hacia el electrodo lateral, y en la otra bujía la chispa pasa desde el electrodo lateral hacia el electrodo central.

Flujo de Corriente Eléctrica en Sistemas de Encendido Simultáneo

Una bujía siempre tendrá a la chispa circulando desde el centro de la bobina hasta el electrodo de la bujía, mientras que en la otra bujía la corriente circulará desde el electrodo hacia el centro de la bobina.



Típicamente, las bujías que se recomienda utilizar en este tipo de arreglo son de punta de platino, por las características de alta resistencia y ductibilidad de este material.

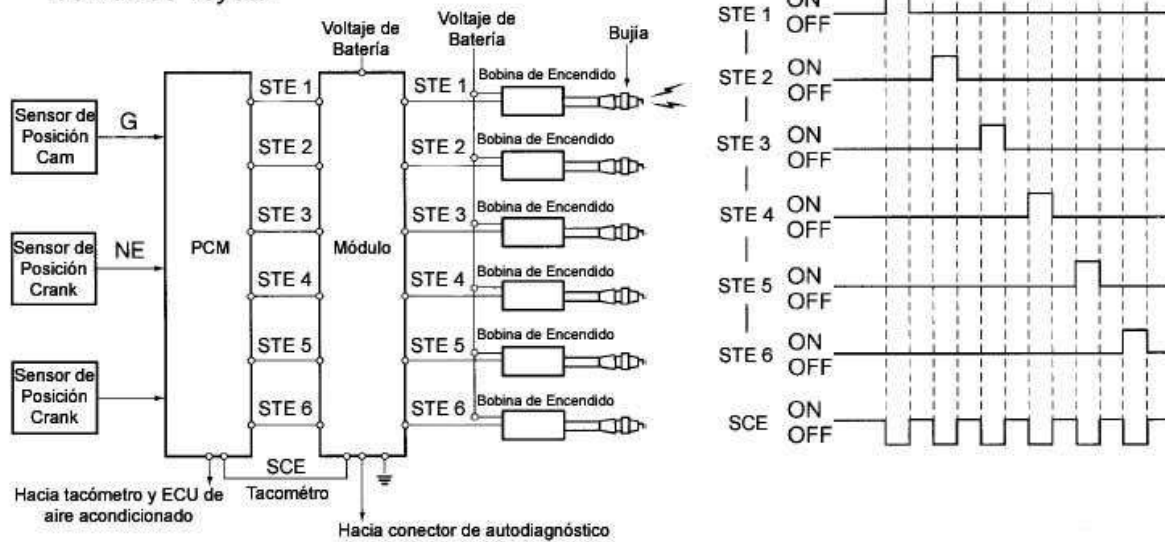
El voltaje necesario para que la chispa se descargue se determina mediante la calibración de la bujía y la presión de la compresión. Si la calibración del electrodo de ambas bujías es igual, entonces el voltaje es proporcional a la presión requerida dentro del cilindro para que ocurra la descarga. El alto voltaje generado se divide de acuerdo a la presión relativa de los cilindros. El cilindro que está en la carrera de compresión requerirá y consumirá más descarga de voltaje en comparación con el cilindro hermanado que está en la carrera de escape. Esto es debido a que una chispa eléctrica se conduce mejor en ambiente de alta presión, como lo es un cilindro en compresión, en comparación con un ambiente de baja presión, como lo es un cilindro en la carrera de escape que está casi a la presión atmosférica, entonces en este último caso el requerimiento de voltaje para producir chispa es mucho menor.

Cuando los comparamos contra los sistemas de encendido con distribuidor, el voltaje total requerido para encendidos electrónicos sin distribuidor es prácticamente el mismo. La pérdida de voltaje derivada del espacio entre el rotor y la terminal dentro de una tapa de distribuidor, es reemplazada con la pérdida de voltaje en el cilindro que va en la carrera de escape en un Sistema Simultáneo de Encendido Sin Distribuidor.

Sistema de Encendido Directo (Direct Ignition System - DIS)

A medida que los DIS han evolucionado, han habido cambios en el funcionamiento y localización del módulo de encendido. Con el encendido independiente DIS, puede haber un módulo de encendido para todos los cilindros o un módulo exclusivo para cada cilindro. Depende del diseño, pero la conducta eléctrica es igual. En encendidos simultáneos DIS existe un módulo para todas las bobinas. La ilustración siguiente otorga una panorámica de los diferentes tipos empleados en diversos motores.

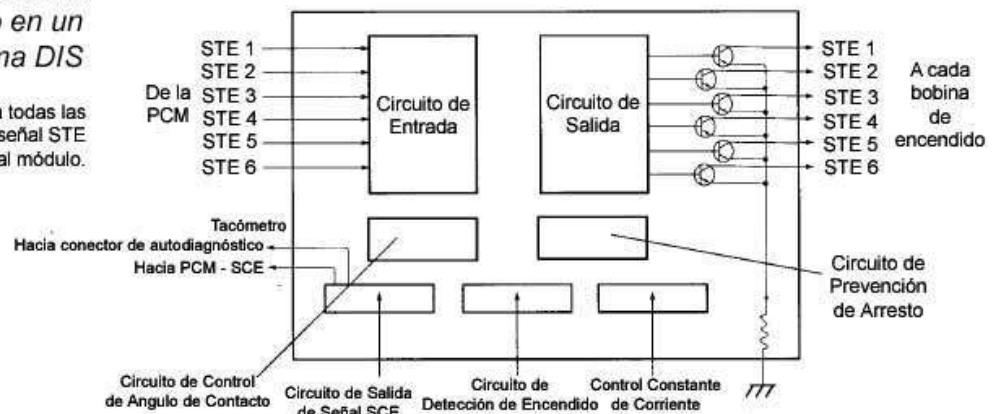
Sistemas DIS Típico en Vehículos Toyota



El siguiente DIS usa un módulo de encendido para todas las bobinas. La señal SCE se desactiva cuando la señal STE se activa. Son contrarias. Las bobinas en este sistema usan un diodo de alto voltaje para cortes rápidos de los circuitos secundarios. Si se sospecha de una bobina defectuosa, intercámbiala con otra bobina de otro cilindro.

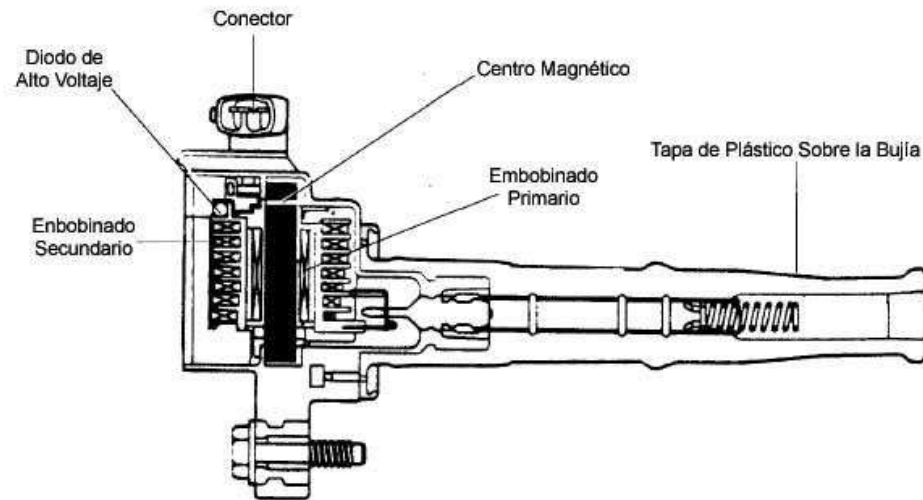
Funcionamiento Interno de un Módulo de Encendido en un Sistema DIS

Con un módulo para todas las bobinas, hay 6 cables de señal STE usados para activar al módulo.



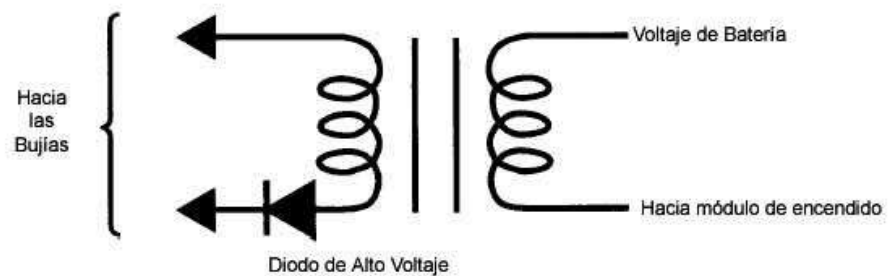
Bobina de Encendido con Diodo Integrado

Tratándose de bobinas con diodo integrado, se recomienda intercambiar bobinas entre cilindros cuando se realicen comprobaciones para hallar bobinas dañadas.



Diodo de Alto Voltaje

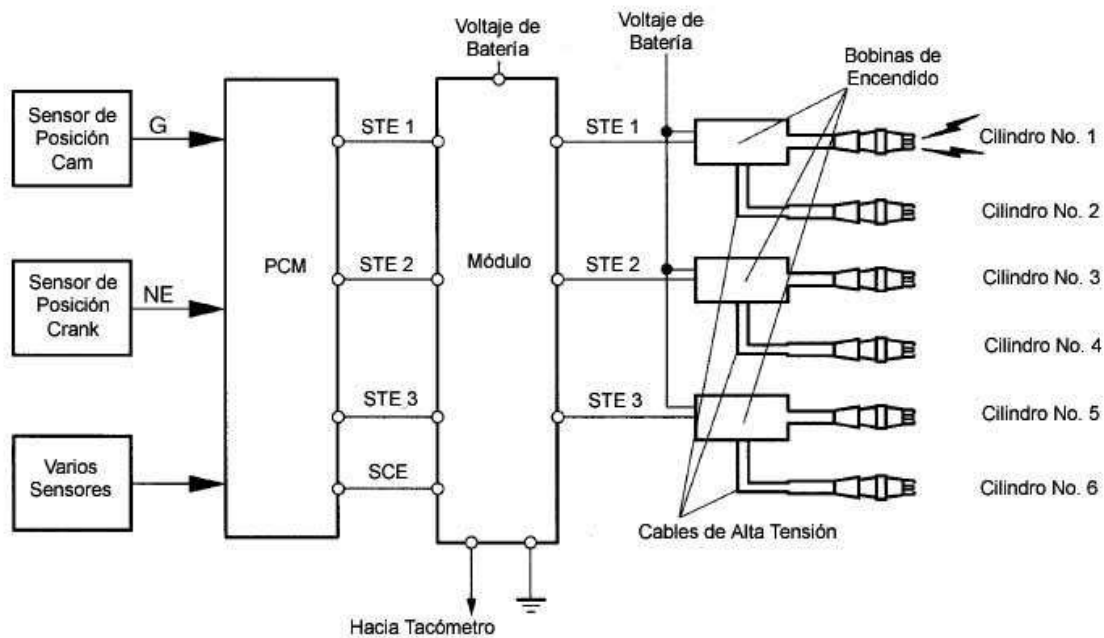
El diodo se encuentra dentro del circuito secundario



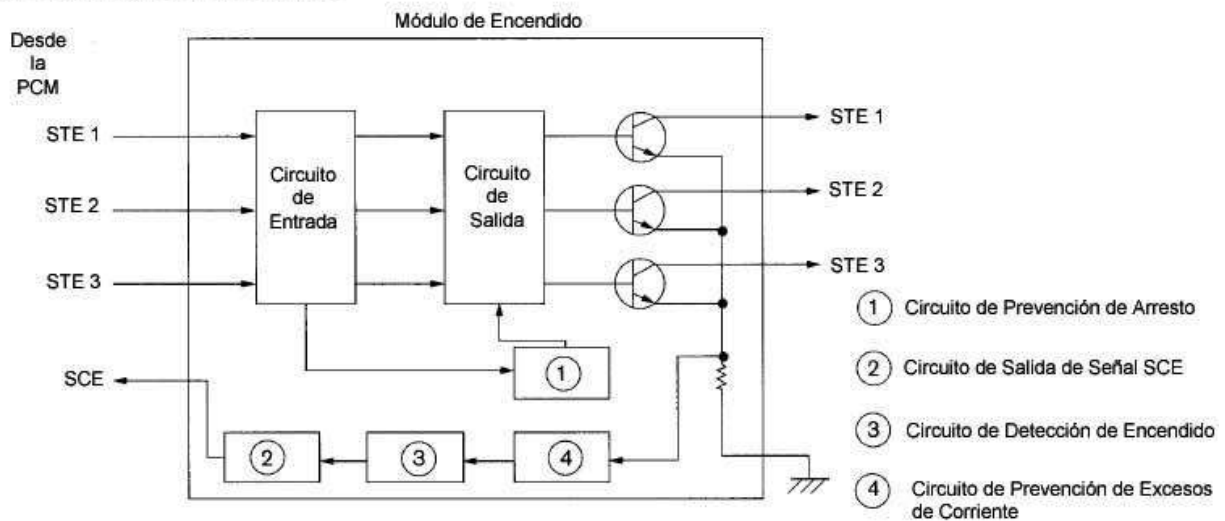
Encendido Simultáneo DIS

Este sistema usa tres señales STE para activar a las bobinas según la secuencia del orden de encendido. Cuando una bobina se activa, la señal STE se desactiva.

*Sistema de Encendido DIS Típico para
Arreglos con Ignición Simultánea*

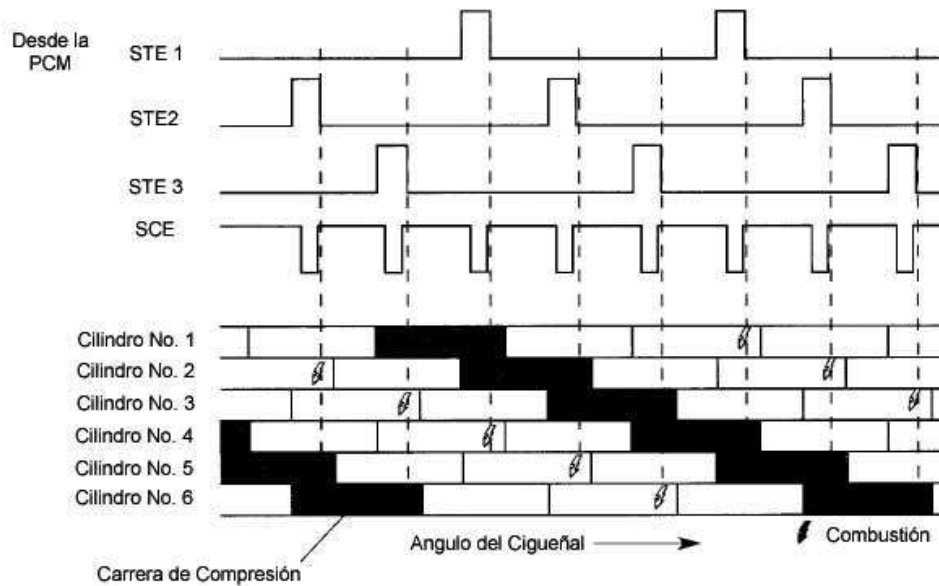


*Diseño Interno Típico de un Módulo de Encendido para
un Sistema DIS Simultáneo*



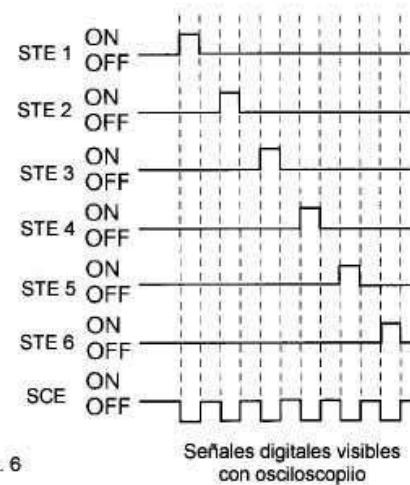
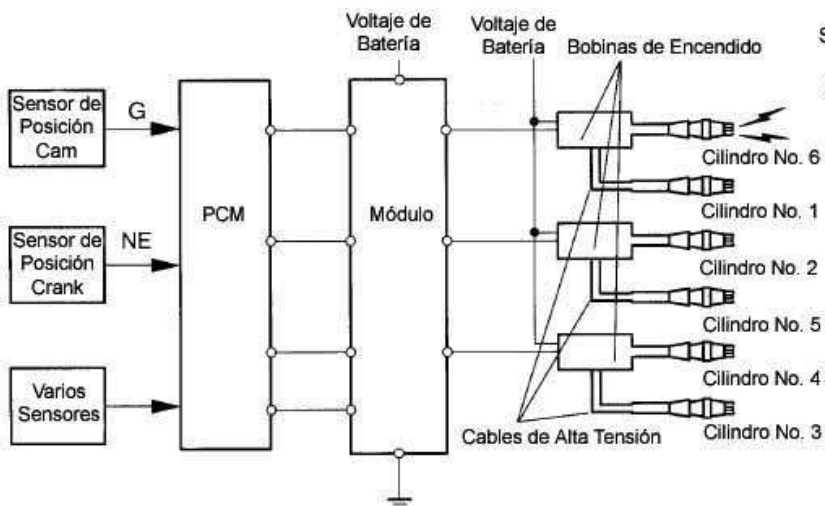
Secuencia de Encendido para Motores V-6

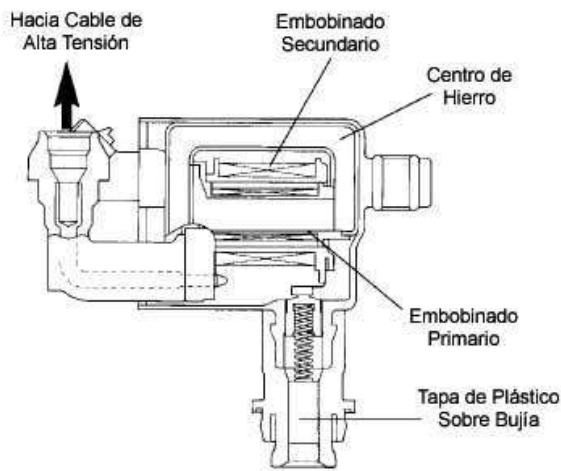
Cuando una bobina se activa, la señal SCE se desactiva; un osciloscopio es indispensable para verificar la presencia, forma y trabajo de estas señales.



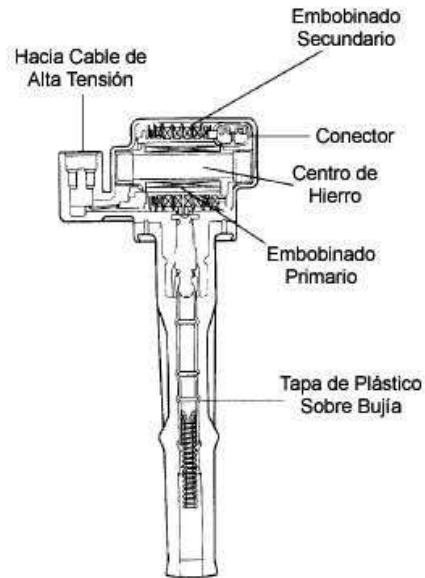
Motor de 6 Cilindros en Línea

El arreglo de 6 cilindros en línea tiene un orden de encendido diferente y además, los cilindros están emparejados también de forma diferente.



Bobinas de Encendido Simultáneo

Sección Transversal de Bobina de Encendido



Sección Transversal de Bobina de Encendido

DIS con Encendido Independiente

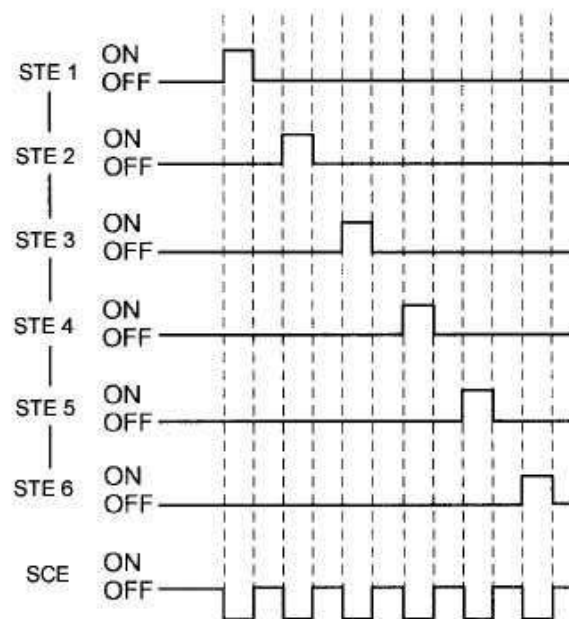
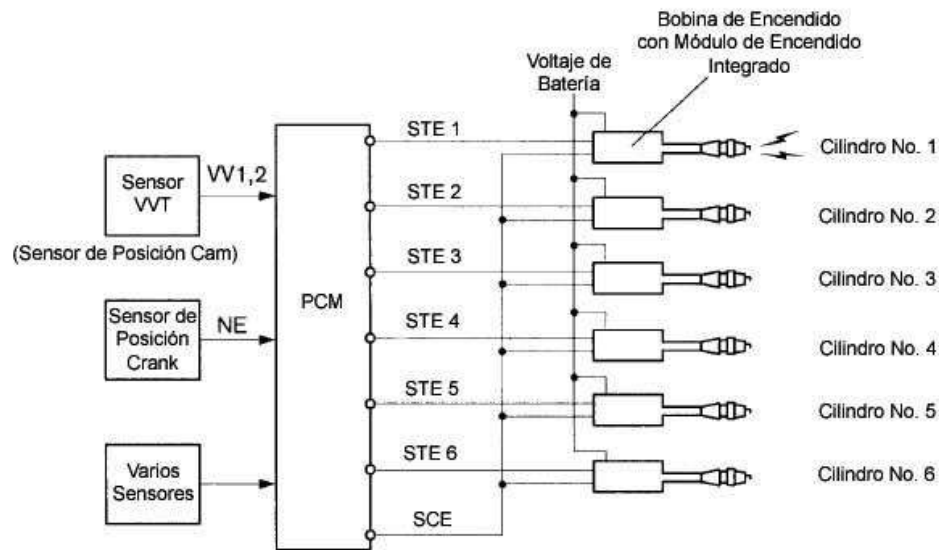
Los sistemas DIS con Encendido Independiente llevan al módulo de encendido insertado dentro del cuerpo de la bobina. Típicamente, son cuatro los cables que conforman el circuito primario de la bobina:

- a) Voltaje de Batería
- b) Señal STE
- c) Señal SCE
- d) Tierra o Masa

La PCM es capaz de distinguir cual bobina no está operando con base en el momento en que la señal SCE es recibida. Dado que la PCM sabe en que momento cada cilindro necesita encenderse, sabe por consiguiente de cual bobina esperar la señal SCE.

La mayor ventaja de los sistemas DIS con Encendido Independiente son su calidad y la disminución de falla en los cilindros.

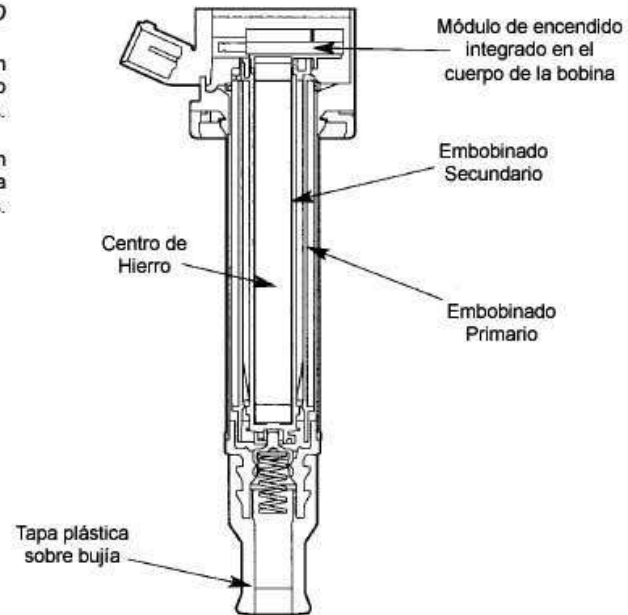
Sistema DIS con Encendido Independiente por Cada Cilindro



Bobina de Encendido con Módulo de Encendido Integrado

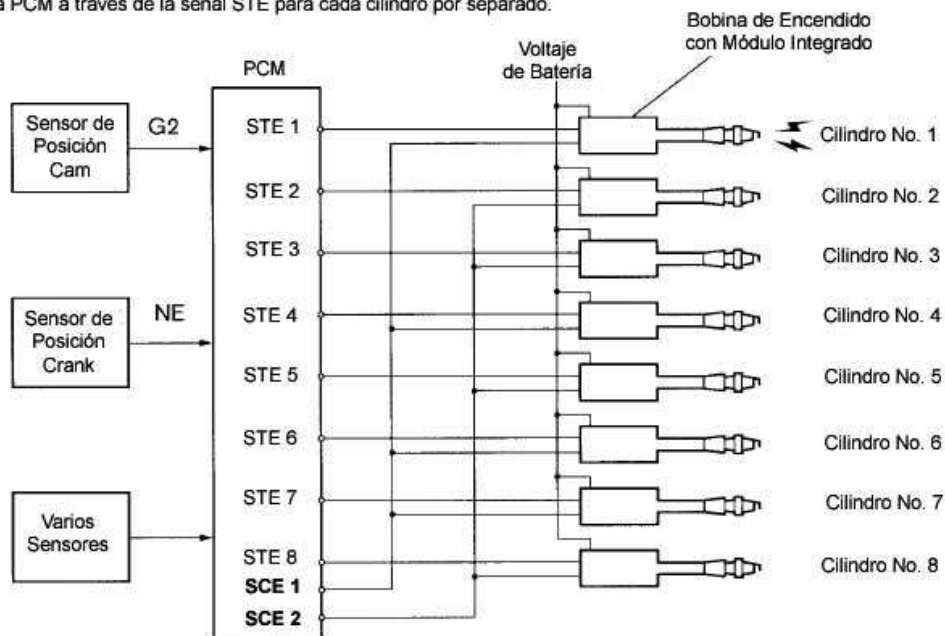
Este tipo de bobinas se utiliza ampliamente en sistemas DIS con encendido independiente. El diagrama de encendido electrónico es fundamental para identificarlos.

En este tipo de bobinas no se pueden realizar pruebas de medición de resistencia a embobinados internos.

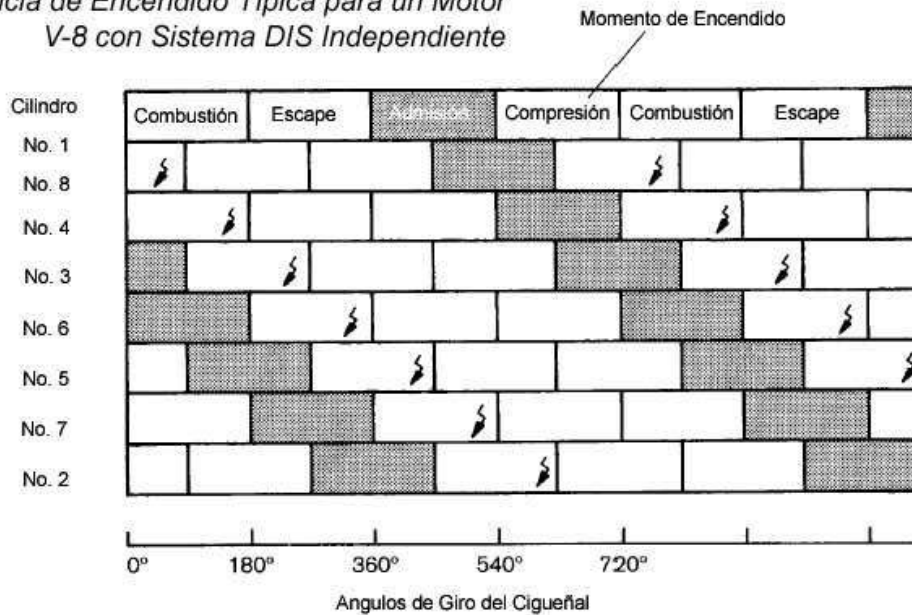


Típico Sistema DIS Independiente para un Motor V-8

Cada bobina viene equipada con módulo de encendido integrado, el cual es controlado por la PCM a través de la señal STE para cada cilindro por separado.



Secuencia de Encendido Típica para un Motor V-8 con Sistema DIS Independiente



SENSORES DE POSICION DE CIGUENAL (CRANKSHAFT) Y DE POSICION DEL ARBOL DE LEVAS (CAMSHAFT) PARA LA GENERACION DE SENALES HACIA LA PCM Y PRODUCCION DE CHISPA

Los sensores de posición proveen tres tipos de información a la PCM:

- a) la posición de un componente,
- b) la velocidad del componente y
- c) el cambio de velocidad del componente.

Al decir "componentes" nos referimos a cuerpos metálicos en movimiento; en nuestro caso se trata de cigueñales y árboles de levas, pero la aplicación de sensores de detección y medición de movimiento de componentes metálicos es universal en cualquier área de ingeniería de diseño de máquinas en movimiento. El Sensor de Posición del Cigüeñal (Crank Sensor) y el Sensor de Posición del Arbol de Levas (Cam Sensor) vienen en tres tipos:

- a) Captador Magnético o Reluctor Variable
- b) Efecto Hall
- c) Sensor Optico

Anteriormente, los fabricantes de automóviles acostumbraban utilizarlos de la siguiente forma para distinguirse entre sí y sentirse originales:

- a) Ford y General Motors empleaban captadores magnéticos en su mayoría.
- b) Chrysler y marcas europeas usaban sensores de efecto Hall.
- c) Las compañías japonesas y orientales se inclinaban por los sensores ópticos.

Eso ya cambió. Hoy en día, los fabricantes utilizan los tres tipos indistintamente en todos sus autos y por ello, en una misma marca se ha vuelto más complicado distinguir que tipo de sensores de movimiento

utilizan para sus diferentes modelos, líneas y años. Por tal motivo los diagramas resultan ser una herramienta indispensable de la que como profesionales técnicos en encendido electrónico no podemos prescindir, porque un profesional en encendido electrónico tiene diagramas de encendido electrónico.

Sensor Tipo Captador Magnético o Reluctor Variable

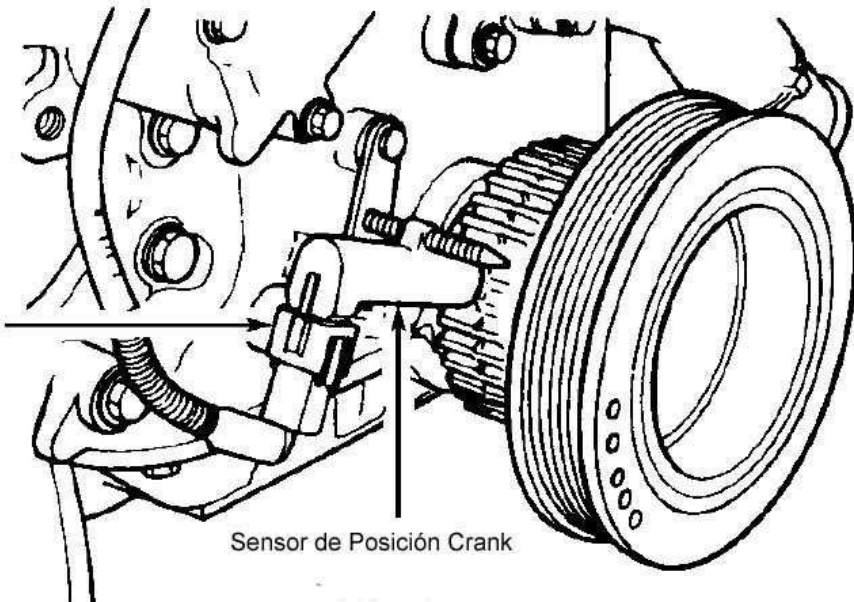
Este tipo de sensor consiste en un cuerpo cilíndrico que en su interior contiene un imán permanente, un centro metálico y una bobina minúscula. Este sensor va montado cerca de un engrane dentado. A medida que cada diente se mueve cerca del sensor, un pulso de corriente alterna CA se induce en la bobina. Cada diente del engrane produce un pulso eléctrico de corriente alterna CA, que es una señal análoga. A medida que el engrane gira a mayor velocidad rotativa, se producen más pulsos. Entonces, el resultado de la reacción que ocurre entre un componente metálico giratorio y un sensor de captación magnética es: un pulso de corriente eléctrica. Utilizando su software instalado en su memoria y comparando con las características de la señal proveniente del sensor, la PCM determina la velocidad giratoria del componente con base en el número de pulsos. El número de pulsos que ocurren en un segundo se conoce como la "frecuencia de la señal".

Sensor de Posición del Cigüeñal

Ford y GM utilizan captadores magnéticos ampliamente operados con dos cables que transportan una señal análoga de corriente alterna.

Por esto la calibración es crítica: demasiado lejos y el motor no encenderá, demasiado cerca y el sensor sufrirá posibles daños.

Conector del Sensor
Hacia la PCM →



La distancia entre los dientes del engrane o rotor y el sensor es crítica. Entre más alejados estén, la señal será más débil. Cuando se emplean rotores dentados en vez de engranes, de cualquier manera se produce el mismo efecto.

Este tipo de sensores producen voltaje de corriente eléctrica alterna, CA, y no necesitan una fuente externa de suministro de energía eléctrica. Otra característica común es que utilizan dos cables para transportar el voltaje de CA.

Los dos cables se trenzan y se cubren con aislamiento a masa para prevenir interferencias eléctricas que distorsionen la señal. El diagrama eléctrico indicará si los cables están aislados a masa.

Al conocer la posición del árbol de levas, la PCM puede determinar cuando el cilindro No. 1 está en carrera de compresión. Este sensor siempre está localizado cerca de uno de los árboles de levas. En motores de tiempo variable tipo V, cuyos engranes del árbol de levas están movidos en parte por presión de la bomba

de aceite, existe un sensor de árbol de levas por cada banco de cilindros. En sistemas de encendido con distribuidor, por lo regular se ubica dentro del mismo distribuidor.

La señal de voltaje de CA generada es directamente proporcional a la velocidad de giro del árbol de levas, esto es, entre más rápido gire el árbol de levas la frecuencia de generación de pulsos de voltaje de CA se incrementa.

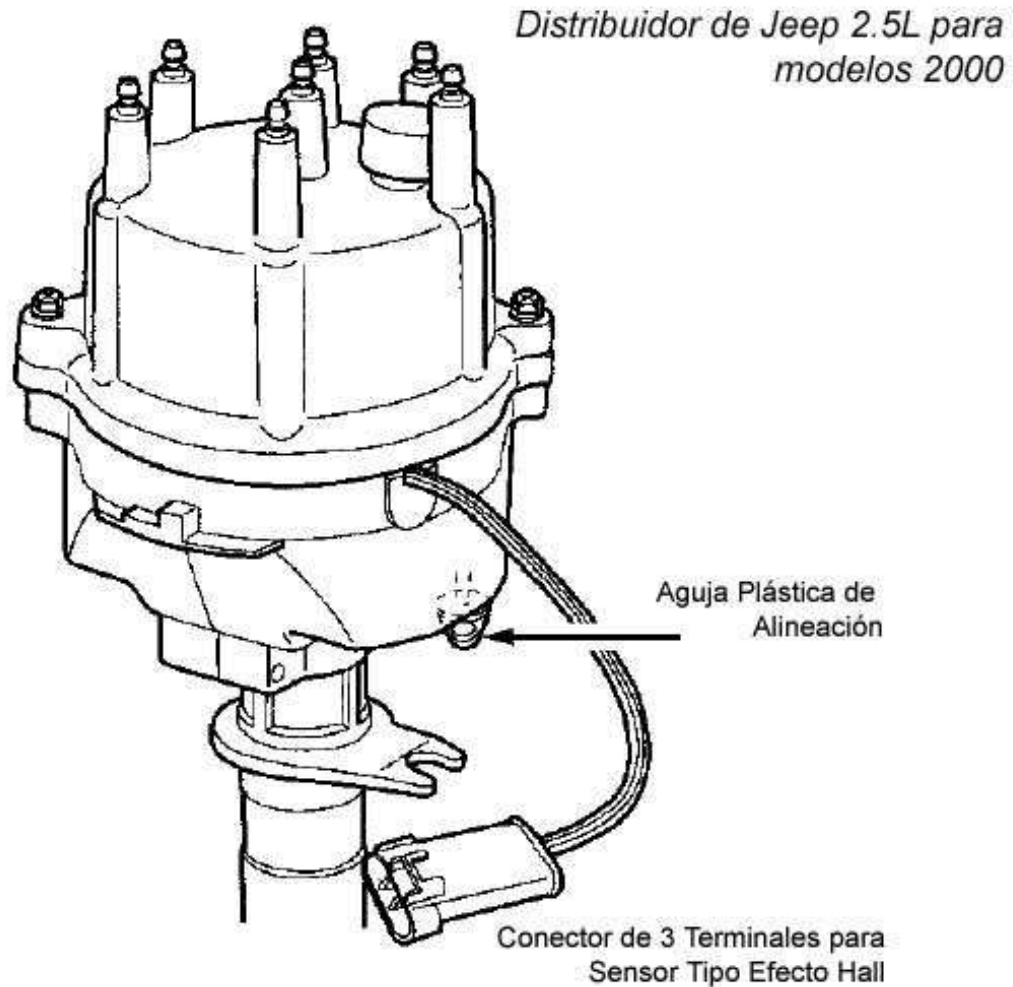
En los nuevos motores de tiempo variable tipo V, al Sensor de Posición del Arbol de Levas ahora se le llama Sensor de Posición de Válvula Variable, pero aunque cambie de nombre, su función es la misma.

Los Sensores de Posición del Cigüeñal que sean del tipo Captador Magnético, conocido también como de Reluctancia Variable, cumplen exactamente con las mismas características de construcción, las mismas propiedades, los mismo componentes internos, el mismo tipo de cableado, el mismo tipo de aislamiento; lo único que los diferencia de los Sensores de Posición del Arbol de Levas es su ubicación: un sensor de posición del árbol de levas va montado muy cerca del árbol de levas, mientras que un sensor de posición del cigüeñal va montado muy cerca del cigüeñal. Sólo en eso son diferentes. En todo lo demás, son iguales. Por eso sus pruebas de funcionamiento se evalúan por igual. La PCM necesita estas señales para controlar la operación y activar al sistema de encendido.

Sensor Tipo Efecto Hall

Los sensores de posición del cigüeñal del tipo Efecto Hall típicamente tienen tres cables:

- a) El primero para suministro de voltaje: este tipo de sensores necesitan electricidad para funcionar, por lo regular 5 volts. Algunos funcionan con 8 volts.
- b) El segundo es para tierra o masa; debe ser constante.
- c) El tercero es la señal producida por el sensor hacia la PCM; también es un cable con 5 volts. Algunos son de 8 volts.



¿Cómo funciona el sensor de Efecto Hall? El sensor de Efecto Hall es un transductor que varía el voltaje en respuesta a cambios de campo magnético. Los sensores Hall se utilizan para interrupción eléctrica de circuitos, posicionamiento y detección de velocidad.

En su forma más simple, el sensor opera como un transductor digital, regresando el voltaje que le llega. La electricidad que fluye por el sensor produce un campo magnético que varía con la corriente, y el sensor Hall se utiliza para medir la corriente sin interrumpir el circuito. Por lo regular, el sensor viene integrado con un centro metálico cubierto por una bobina o con un magneto permanente que rodea al conductor que será medido por la PCM.

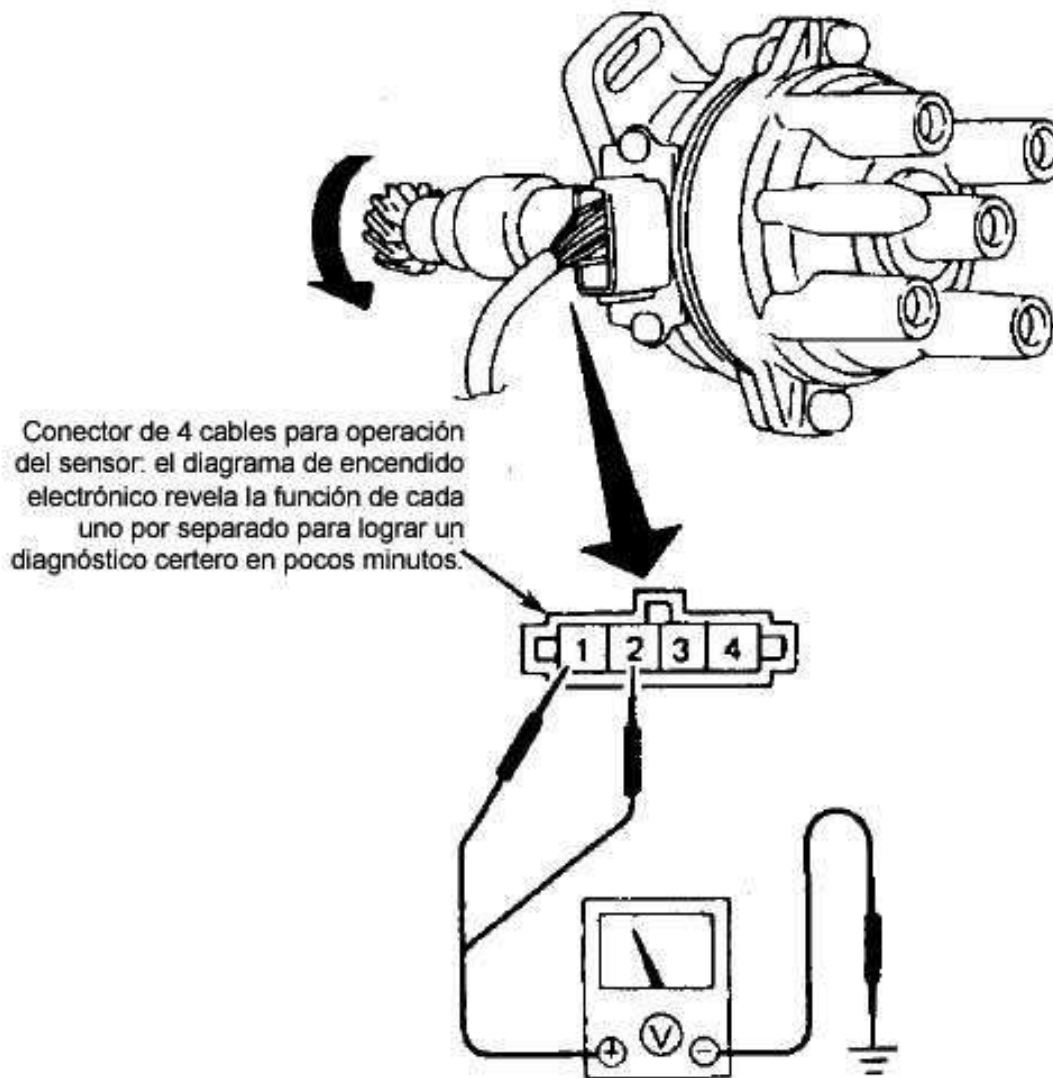
Es de este modo que el sensor funciona con los circuitos que lo hacen trabajar como si fuera un interruptor. Muchas veces se piensa del sensor Hall como si se tratase de un interruptor pero en realidad no lo es: parece interruptor, se comporta como interruptor, realiza las funciones de un interruptor pero no es interruptor. Lo que sucede es que cuando monitoreamos el cable de la señal, observamos que su conducta es de prendido/apagado; es una señal digital, de baja frecuencia y de corriente directa. Por ello cuando empleamos el Power Probe para evaluarlo, fácilmente y en menos de 2 minutos podemos diagnosticar la actividad de este sensor. El Power Probe es un instrumento indispensable para diagnosticar sensores de Efecto Hall y no puedo recomendarte una herramienta mejor para hacer una diagnóstico rapidísimo de estos sensores: este instrumento me ha ahorrado muchísimo tiempo, trabajo y errores, funciona de maravilla. La lectura de destellos es práctica, sencilla, fácil y segura lo cual te dice sobre el estado del sensor; si no lo tienes, puede usar un LED, pero corres el riesgo de arruinar a un sensor Hall en buen

estado o a la misma PCM. La PCM depende de esta señal para controlar la operación y funcionamiento del sistema de encendido.

Sensores Opticos

Este tipo de sensores están integrados dentro del cuerpo de los distribuidores, tienen un disco rotor y un circuito de formas de onda. El disco rotor tiene 360 perforaciones, separadas un grado entre si, para determinar la posición del cigueñal; estos discos rotores también tienen 4 perforaciones a 90 grados para motores de 4 cilindros, o 6 perforaciones a 60 grados para motores de 6 cilindros, para determinar la velocidad de giro del motor. La perforación más grande le corresponde al cilindro número 1 para permitirle a la PCM determinar la posición del cilindro 1. El sensor consiste en un arreglo de diodos LED y fotodiodos que envían y reciben señales luminosas, respectivamente.

Distribuidor Optico de Nissan



Cuando la señal del disco rotor pasa entre el Diodo Emisor de Luz (LED) y el Diodo Receptor de Luz (Fotodiodo), las ranuras en el disco rotor van cortando alternativamente la luz que viaja desde el LED hasta el fotodiodo. Esto genera una señal de voltaje pulsante, la cual es convertida a una señal digital de

prendido/apagado por el circuito de forma de onda enviada a la PCM. Un problema recurrente en este tipo de sensores es el deterioro del anillo O en la base del distribuidor, pues al dañarse permite el paso de aceite dentro del sensor, manchando al diodo LED e impidiéndole enviar sus destellos al fotodiodo receptor, provocando así que el motor no encienda. Otro problema muy común se encuentra en el circuito del transistor de potencia que depende de la señal de distribuidor. La PCM utiliza esta señal para controlar y operar al sistema de encendido.

Diagnóstico

La rutina comienza verificando la presencia de chispa con comprobadores especiales. Bajo ninguna circunstancia deberá aterrizar cable de bujía o bobina alguna a masa. Utilícese al comprobador de chispa como si se tratase de una bujía y este sí, con toda confianza conéctese a masa de motor; de no hacerlo así, se corre el riesgo del salto de chispa a algún sitio no deseado cercano a algún componente electrónico, lo cual en muchas ocasiones destruye a las PCM's. Cuando el módulo de encendido está integrado al cuerpo de la bobina, no es posible realizar las antiguas pruebas de resistencia al circuito primario de la bobina. Un embobinado primario defectuoso deberá comprobarse indirectamente, mediante la reproducción manual con instrumentos apropiados, de las funciones externas del circuito de activación STE. También deberán comprobarse las señales provenientes de los sensores de posición del cigueñal y de posición de árbol de levas, así como sus circuitos hasta la PCM.

Conclusión

Pues eso es todo. Sobre sistemas de encendido electrónico no hay nada más que hablar. Todos los sistemas de encendido electrónico de todos los fabricantes de autos de todo el mundo, están regidos por la misma teoría y es la que te acabo de exponer. A los fabricantes simplemente no se les ocurre nada mejor. Con decirte que en cuanto a sistemas de encendido, hasta los “modernos” autos híbridos funcionan igual. En cualquier curso especializado de sistemas de encendido electrónico, ya sea en un aula, diplomados a distancia o videos en DVD siempre te repetirán una y otra vez y de mil maneras lo que te acabo de sintetizar, son ilustrativos y yo mismo usé algunos de ellos y el mensaje central siempre será el mismo, nunca cambiará... pero lo que en esos cursos nunca te ofrecerán son los diagramas eléctricos automotrices específicos de los sistemas de encendido por marca, modelo y año que tú necesitas diagnosticar. Con lo que hemos analizado hasta aquí y comprendiendo los conceptos a detalle, podemos diagnosticar y reparar cualquier sistema de este tipo y cuando llegue el momento, seremos capaces de echar a volar un auto que no tenga chispa. Sin embargo, todo lo que hemos discutido hasta aquí no son más que generalidades y al igual que los cursos educativos en mecánica automotriz e inyección de combustible, las generalidades de nada te sirven para ejecutar la reparación de un vehículo en específico. Para resolver problemas específicos ocupas especificaciones y para lograrlo, necesitas una herramienta especial: información específica.

Tú lo que quieres es saber cómo es que Ford, GMC, Lincoln, Mercury, Chrysler, Dodge, Plymouth, Jeep, Nissan, Toyota, Honda, Volkswagen, Audi, BMW, Cadillac, Chevrolet, Honda, Hummer, Isuzu, Land Rover, Mazda, Mercedes-Benz, MINI, Hyundai, Mitsubishi, Oldsmobile, Pontiac, Subaru, Porsche Saab, Volvo y Suzuki conectaron las cosas bajo el capó... Necesitas datos certeros, detalles que van directo al grano, no la información generalizada de los cursitos teóricos estos que te prometen la luna y las estrellas y que al final, te dejan en las mismas.

Otro problema al que te enfrentas cuando entras a internet a buscar información para el encendido de un auto en particular, te encuentras con que esos sitios te quieren vender densos manuales con información sobre las luces, frenos, suspensión, aire acondicionado, bolsas de aire, asientos, tableros, carrocería y especificaciones mecánicas del motor y te dicen que te los mandan por correo varios días después cuando el problema tú lo tienes ahorita, pero tú no ocupas nada eso, pues aunque reúnen información bastante útil sobre datos generales de los demás sistemas, te das cuenta que de nada te servirán pues lo único que ocupas, lo único que te interesa en estos casos especiales de problemas de encendido, lo que te está deteniendo, lo que no te deja avanzar, la primera herramienta ultranecesaria para diagnosticar a un vehículo que no tiene chispa es el diagrama eléctrico. Una vez que tienes el diagrama, tus problemas ya se resolvieron pues con tus instrumentos, probadores, la experiencia que ya posees y los nuevos conocimientos que te acabo de regalar, ahora ya sólo es cuestión de tiempo pues ahora sí, ya nada más se

trata de seguir las rutas eléctricas dentro del diagrama para que echas a andar ese auto que tantos dolores de cabeza te provoca.

Pero como bien sabes, aún con todos los conocimientos, con todos los cursos, todos los libros, con todo el equipo, con toda la herramienta, con todas las ganas de hacerlo bien y con una fila de clientes esperando, si no posees la información correcta y específica estarás arriesgándote demasiado. Mejor hazlo de la manera fácil, como yo lo hago: consigue el diagrama.

Pero, ¿cual diagrama eléctrico? Necesitas el diagrama que te especifique los colores de los cables, las conexiones, las rutas, las fuentes de voltaje, las terminales de voltaje, tierra y señal, los puntos de prueba, la forma de los conectores, las ubicaciones exactas de los módulos, sensores y bobinas así como la identificación precisa de cada componente que gobierna al sistema de encendido electrónico. Ese es el diagrama que tú necesitas. Cuando lo tengas, trabajarás rapidísimo y cobrarás buen dinero en poco tiempo. No tendrás que leer y leer y leer, buscar y buscar y buscar, experimentar y experimentar y experimentar, navegar y navegar y navegar, horas y horas y horas, error tras error tras error, resguardar el auto durante días o semanas en tu taller hasta que mágicamente el problema se resuelva... Ya no, pues acceder a esta información es bastante fácil y rápido.

¿No sería genial eliminar un montón de información inútil sobre frenos, tapicería, carrocería, suspensión, dirección hidráulica, transmisión, diferencial, flechas, motor y todo lo demás para mejor acceder rápido a lo que realmente necesitas? ¿No sería más económico prescindir de montones de manuales del fabricante y montañas de papel y en lugar de ello, mejor contar con una guía digital de diagramas de sistemas de encendido electrónico por marca, tipo y año? Claro que sí. Es el sueño de todos los que estamos en el negocio del encendido electrónico.

Tú bien sabes que si no hay chispa el auto no encenderá; supongamos que ya comprobaste el sensor de posición del cigueñal, el sensor del árbol de levas, el módulo de encendido, corrientes de alimentación para cada componente, fusibles y todo el cableado relacionado con sensores, módulos y bobinas, ya te aseguraste también de que el módulo anti-robo reconoce a la llave con chip... en pocas palabras, todo resultó bien y aun así, no hay chispa. ¿Qué pasa entonces? ¿Qué estás haciendo mal? Sólo te queda una cosa por hacer: verificar a las fuentes de voltaje y de tierra de la PCM. ¿Cómo diferenciar entre una mala tierra y una PCM defectuosa?... Sólo consultando el diagrama. Allí está la respuesta. De otra forma es imposible, pues si la PCM de tu auto funciona correctamente y aún así piensas que está defectuosa, cuando la reemplaces el auto no encenderá y después da haber gastado alrededor de \$250 dólares americanos o más en una PCM que no necesitabas, te quedará muy claro lo que debiste hacer desde el inicio: buscar y hallar una tierra que no está llegándole a la PCM... ¿cómo la identificas?... ¿cómo la ubicas?... ¿cómo la encuentras?... ¿cómo te ahorras la vergüenza con el cliente?... ¿cómo?... Sólo consultando las especificaciones del diagrama del fabricante. Ahí te dice cuantas tierras llegan a la PCM, el número y posición exacta de cada terminal dentro del conector, si son constantes o interrumpidas y hasta el color del cable. Ahí viene todo. No le busques más.

Haz click [aquí](#) para que de inmediato tengas acceso a muchísimos diagramas de encendido electrónico.

Te deseo mucho éxito con esos vehículos que no encienden.

Un abrazo de tu amigo...

Beto Booster

www.encendidoelectronico.com
Repáralo Fácil ¡Ya!