

Los 10 Pasos Para Reparar Autos Que No Encienden

**Lo Que Todo Profesional Automotriz Debería Saber
Sobre Sistemas De Encendidos Modernos Y
Controles Electrónicos Del Motor Para Repararlos
El Mismo Día**

Contenido

Introducción.....	5
Verificando la Presencia de la Chispa	14
Verificando Pulso de Inyección	20
Verificando Presión de Gasolina	25
Verificar Códigos Con Escáner Cuando Un Auto No Enciende.....	40
Verificando el Diagrama de Encendido Electrónico Para Identificar al Circuito Primario	54
Verificando Bobinas	91
Verificando Señales del Sensor del Cigüeñal, del Arbol de Levas y sus Circuitos	98
Verificando Señales del Módulo de Encendido y sus Circuitos	140
Verificando la PCM y sus Circuitos.....	174
Verificando Sistemas Anti-Robo de Fábrica y Llaves con Chip	195
Comentarios Finales.....	204

Los 10 Pasos Para Reparar Autos Que No Encienden

Introducción

Hoy por la mañana llegó un cliente nuevo a mi taller. Su coche es un Chevrolet Camaro Z28, motor V8 modelo 2000 con transmisión automática y lo trajo en remolque puesto que no encendía. Me explicó que lo había llevado a reparación en varios talleres e invertido mucho dinero en el reemplazo de piezas por recomendación de varios mecánicos, pero nada había funcionado.

Dado que la revisión visual mostro ausencia de chispa en ninguna de las bujías y luego de una revisión deficiente, compro el sensor del cigüeñal pero según señaló, este primer intento no arreglo el problema. Su mecánico le dijo entonces que muchas veces se necesita cambiar también el sensor del árbol de levas y confiando en su recomendación, acudió a la tienda de autopartes y lo adquirió. Se lo instalaron pero nuevamente el motor seguía sin chispa en ninguna bujía. El joven había comenzado a impacientarse.

En un tercer intento, su mecánico le dijo que era momento de reemplazar el pack de bobinas. Como sabes, este es un componente muy costoso y el cliente, confiando una vez mas en su palabra, ordenó la compra. Al instalarlo, tampoco rindió resultados. El joven había tenido

mucha paciencia pues el había sido cliente lea de ese taller, pero a estas alturas ya era demasiado. Decidió llevarse el auto a otro taller.

Me dijo que luego de una “revisión”, resulto que la bomba de gasolina no funcionaba y la reemplazaron. De nueva cuenta no hubo cambios. En este caso el joven no titubeó y se lo llevó a otro taller. Esta sería la tercera ocasión que lo remolcaba.

Cuando llego al tercer taller y le hicieron su “diagnóstico” con escáner, le dijeron que el sensor del cigüeñal no funcionaba, ¡cuando ya lo había reemplazado! Inconforme, el joven exigió que lo revisaran bien porque ese sensor ya lo habían cambiado. Fue entonces que le dijeron que el componente dañado era la ECU la que no funcionaba. Como este era un nuevo diagnóstico y le parecía convincente, el joven autorizo su compra e instalación esperando que esta vez por fin funcionara, pero todo fue inútil.

Harto de haber perdido tiempo y dinero, el joven se dio por vencido y empezó a ofrecer su auto para venderlo como chatarra. Cuando uno de sus amigos escuchó su lamentable historia y las razones por las que lo vendía, le contó de mi establecimiento y le dijo que en mi garaje nos especializamos en la reparación de autos y camionetas que no encienden; incrédulo pero con la convicción de intentarlo por última vez, al día siguiente se comunicó con nosotros, programamos cita para recibirlo y personalmente le garanticé que su coche funcionaría.

Antes de comenzar con cualquier prueba, naturalmente le dimos marcha y al girar la llave a Start, nos dimos cuenta de que el motor intentaba encender al primer segundo pero de inmediato se apagaba. Justo en ese momento supe lo que este auto tenía. Déjame platicarte.

Como es normal, hicimos la batería de pruebas preliminares para estos casos y hallamos lo siguiente:

- 1º) no había chispa en ninguna bujía,
- 2º) la presión de gasolina estaba en un rango normal de 44 psi,
- 3º) la compresión estaba en 150 psi y curiosamente,
- 4º) el pulso luminoso de inyección si emitía un destello, pero en una fracción de segundo se apagaba.

Hasta aquí, solo llevaba 10 minutos trabajando en el vehículo y aún no había conectado el escáner. En esos momentos te conviene guardar silencio frente al cliente. Pero cuando lo conecté para revisar si había algún código DTC grabado en la memoria de ECU, hallé que el código P1621 estaba presente.

Cuando lo corroboré no había nada más que investigar: el sistema Passlock era la causa del problema.

¿Qué es el sistema Passlock?

Es el sistema de seguridad exclusivo de General Motors.

Tu sabes que la vasta mayoría de los vehículos modernos vienen equipados con sistemas antirrobo que funcionan con llaves especiales equipadas con un chip transponder, el cual viene integrado dentro del cuerpo de la llave de encendido. Esta configuración se conoce como PATS, Passive Anti-Theft System o Sistema Anti-Robo Pasivo.

Pues bien, con General Motors el sistema de seguridad no funciona con una llave con chip, sino con un cilindro de llave equipado con un sensor de efecto hall doble conectado al tablero de marcadores, mismos que están comunicados con la ECU del motor: estos tres componentes y la

configuración electrónica entre ellos conforma el Sistema Passlock de GM. Cuando existe un problema con uno de los componentes de este sistema, el motor no encenderá y además activará el código P1621, lo cual es un gran apoyo en las tareas de diagnóstico. De hecho, lo único que te revela la causa de este problema es el código, porque la ausencia de chispa y la falta continua de pulso son solo consecuencias naturales de seguridad.

En otras palabras, si el sistema Passlock está comunicándole a la ECU que existe una “condición de robo” activando el código P1621, entonces la ECU tomará esos datos como verdaderos y por consiguiente, suprimirá la chispa en las bujías y el pulso en los inyectores para evitar el “robo” del vehículo, y en el caso del Camaro Z28 por algún motivo, la ECU creía que el joven estaba tratando de robarse su propio auto. La sola presencia del código P1621 nos dice todo eso.

¿Cómo sé todo esto? Años de experiencia e interminables horas de lectura.

En un caso como este obviamente los sensores, las bobinas y ECU si funcionan, sin embargo, se está presentando una condición inusual que suprime su operación normal: el sistema de seguridad Passlock impide que todo lo demás trabaje normalmente. Esto significa que si el motor no enciende y el código P1621 está presente, el sistema Passlock está haciendo lo que se supone que debe hacer. Aquí la cuestión interesante es ¿por qué sucede esto cuando nadie esta robándose nada?

Como todo, los sistemas no son perfectos. En el tablero de marcadores de este vehículo la luz “Theft” debe iluminarse cuando insertas y giras la llave en el cilindro. En este caso no se iluminaba, lo que me hizo pensar que posiblemente la bombilla dentro del tablero del indicador estuviese fundida. Con el código P1621 activado en la ECU y el foco sin prender,

cualquiera consideraría lógico remover el tablero para reemplazar la bombilla, pero esto no te conviene hacerlo porque esos tableros de GM vienen sellados sin acceso a esas bombillas.

Cuando el código P1621 está presente en un vehículo GM que no enciende, lo primero que debes hacer es reprogramar el módulo antirrobo y no necesitas ninguna herramienta. Solo debes seguir la rutina de reprogramación que es completamente manual.

Lo hice una vez y el motor no encendió. Entonces lo hice una segunda vez y tampoco. Lo intenté una tercera vez y tampoco. ¿Qué tenemos entonces?

- a) Al insertar la llave y girarla la luz "Theft" no se ilumina.
- b) Al intentar los pasos consecutivos de la reprogramación Passlock, el sistema no responde.

En este caso lo único que restaba por hacer era reemplazar el tablero de marcadores, el cual por si mismo es una computadora, independiente de la ECU; decidí conseguir uno usado en un deshuesadero porque nuevos son más costosos, tienes que ordenarlos y tardan mucho en llegar. Además existe una ventaja técnica: cuando obtengas un tablero de este tipo usado, te recomiendo que lo consigas junto con el cilindro de llave, su sensor hall doble integrado y la llave, todos del mismo auto. ¿Por qué? Porque lo más seguro es que si están funcionales, el tablero reconocerá inmediatamente al sensor hall del cilindro ya que vienen del mismo auto. De otro modo, si solo instalaras el tablero en tu auto problema, corres el riesgo de que el tablero "nuevo" no reconozca al sensor de tu cilindro de llave original.

El Camaro era modelo 2000, motor V8, automático y el que encontré en el deshuesadero era 1999, V6, transmisión manual. No me preocupé en

lo absoluto porque yo ya sabia que la ECU del Camaro de mi cliente reconocería estos respuestos, ya que las entradas son las mismas. De vuelta al taller insertamos el cilindro, conectamos el tablero y al girar la llave la luz "Theft" se iluminó enseguida. (Buena señal). Luego era necesario seguir la rutina de reprogramación Passlock. Seguimos los pasos y cuando llegamos al punto de girar la llave a Start, el motor encendió.

¿Por qué sucedió esto? ¿Por qué se averió el tablero?

Estos componentes resultaron con defectos de fábrica y transcurrido cierto tiempo, la memoria del circuito interno del tablero se pierde. Cuando esto pasa, la señal UART deja de transmitirse desde el módulo interno del tablero hacia la ECU; por lo tanto, en ausencia de esta señal digital, la ECU asume que el tablero está en "modo de robo", cuando en realidad perdió su memoria.

Los ingenieros implementaron los sistemas de seguridad de tal manera que el motor no encienda en caso de un intento de robo. Como estos sistemas no suelen mencionarse mucho que digamos en los manuales y cursos de reparación, pues tienden a enfocarse mucho en la inyección y el funcionamiento de sensores, pierden de vista que la verdadera necesidad que tienes como técnico, es comprender la interrelación total que guarda un sistema antirrobo con uno de encendido electrónico e inyección.

Cuando mi cliente supo que el componente dañado era el tablero, no me creyó. En verdad pensó que tenía que ser otra cosa porque "según sus conocimientos, el tablero no tiene nada que ver". Naturalmente como el no era una persona "técnicamente orientada", no podía ver la lógica detrás de todo esto, pero tu si puedes. A final de cuentas lo que al cliente le interesa son los resultados y eso, tiene un costo. ¿Cómo podía

pensar que se trataba de una trampa cuando en los demás talleres le hicieron gastar una fortuna sin resultados y nosotros en cambio, hallamos la causa y le resolvimos el problema? En fin. Son gajes del oficio.

Es fácil atribuir la falta de chispa debido a un componente de encendido que creemos dañado, cuando en un caso como este lo que en realidad ocurre es que el sistema electrónico de anti-robo está inhibiendo dicha descarga de voltaje por falta de la señal UART de GM. Por eso cuando nos enfrentemos a un vehículo que no enciende y comencemos a imaginarnos que el sistema de encendido está en problemas, debemos detenernos a pensar qué está sucediendo y hacer las pruebas de funcionamiento que más adelante te mostraré. No porque seamos especialistas en encendido electrónico, las causas de todos los problemas estarán en el sistema de encendido electrónico. Debemos dominarlo y comprenderlo en su totalidad para así, poder descartarlo como responsable antes de sacar conclusiones.

Frecuentemente sucede que cuando un vehículo no enciende y detectamos que no hay chispa, nos apresuramos a reemplazar componentes en buen estado sin obtener resultados y cuando el cliente se entera, tú sabes lo que eso significa. ¿Qué nos faltó revisar? ¿Qué fue aquello que no tomamos en consideración? ¿Cuáles son los puntos que debemos comprobar a detalle cuando no hay chispa?

Estas y otras preguntas son las que responderemos en este libro para que no te quede NINGUNA duda sobre como debes proceder y que información debes reunir antes de tomar decisiones. El cliente siempre piensa que si su auto no enciende, es el fin del mundo. Para el lo puede ser, pero para ti no debería serlo.

Reparar un automóvil o camioneta que no enciende simplemente implica realizar una serie de pasos sencillos, una fórmula lógica que te lleva de la mano desde la búsqueda de la chispa en esa bujía hasta el sonido rugiente del motor. El objetivo de este manual es que si has de repararlo, lo hagas a la primera. Sin errores.

Por cierto: el ejemplo que te expuse es el caso más difícil que se te pueda presentar.

Ahora manos a la obra.

PRIMERA PARTE

Capítulo 1

Verificando la Presencia de la Chispa

Capítulo 1 – Verificando la Presencia de la Chispa

Cuando un vehículo no enciende, instintivamente lo primero que hacemos es remover alguno de los cables de bujía para revisar si hay chispa.

Es correcto que pensemos en términos de presencia y ausencia, pero lo que no es correcto es la forma en que la mayoría suelen hacerlo, aterrizando el cable de bujía directa a tierra de chasis o al bloque de motor para corroborarlo. Aunque revisar la chispa en realidad es algo muy simple, no deberíamos tomarlo a la ligera pues en realidad no estamos buscando una simple chispa, sino la presencia 30 000 Voltios en un cable. Desde esa óptica realizar esta prueba preliminar no es un simple juego.

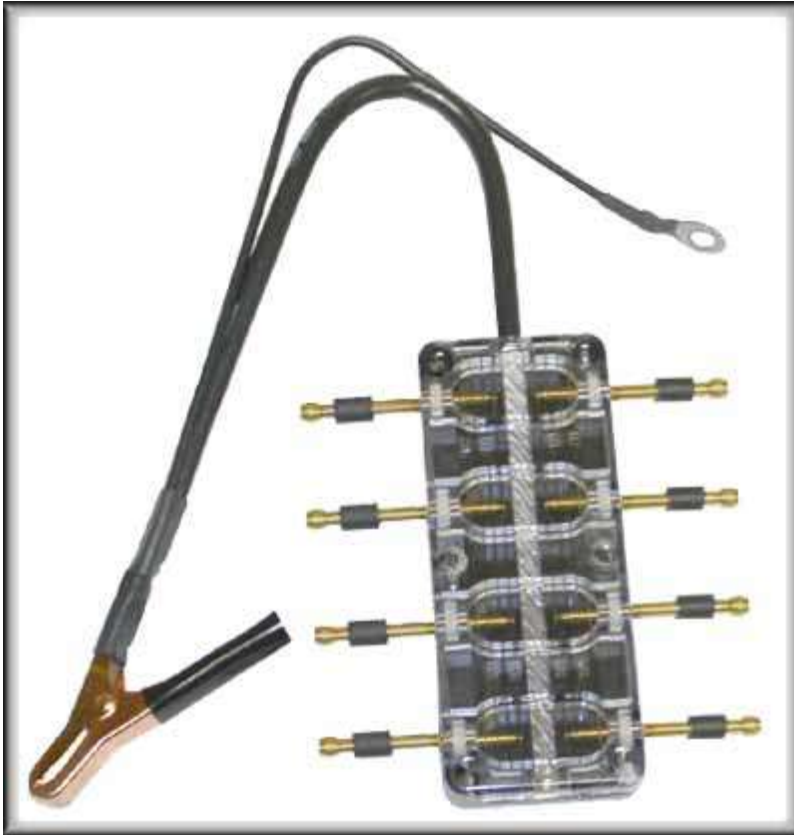
Por eso existen diversos instrumentos muy simples que te indican la presencia de chispa con mucha seguridad y sin ningún riesgo para ti o algún componente electrónico. Enseguida te presento los de mejor calidad que he encontrado y que actualmente poseo.



Estos dos tipos de probadores se conectan como si fuesen bujías.



En este otro estil de probador la pinza se conecta a tierra y el otro extremo va al cable de bujía. Dentro del tubo plástico deberías observar el salto de la chispa como si fuese un hilo largo brillante.



Este otro es un probador múltiple de chispa en el cual, a cada una de las terminales les conectas el cable de bujía o las bobinas tipo lápiz si ese fuera el caso, la pinza y la argolla las conectas a tierra de chasis, le das marcha al motor y observas si hay chispa en cada cámara. Es un instrumento bastante útil si lo que buscas es ahorrar tiempo en tu rutina de diagnóstico.

Ahora bien, el empleo de todos estos instrumentos implican desconectar cables o remover bobinas tipo lápiz, conocidas en ingles como “Coil On Plug” (Bobina Sobre Bujía) y conectarlas al probador.

Si no deseas desconectar cables ni remover bobinas y aún así buscar la chispa, existe otra categoría de instrumentos inductivos que no requieren que remuevas nada.



Este es un probador magnético que iluminará el bulbo que tiene dentro cada vez que tú lo acerques a un cable a una bobina que genere chispa. Esto es debido a que los miles de voltios generados por las bobinas propagan un campo magnético muy fuerte alrededor del componente que los conduce, tanto así, que estos probadores especiales son tan sensibles que alcanzan a detectarlo y así, emiten su destello.

El siguiente es solo otro estilo que hace exactamente lo mismo cada que lo aproximas a una bobina que sí funciona.



Estos dos últimos tipos de probadores operan de esta manera porque dentro de ellos tienen un sensor inductivo que capta la señal eléctrica

generada por la chispa. Entonces, si no hay chispa, no producirán el destello de su bulbo.

Obviamente probar chispa no es una prueba concluyente: es solamente el primer paso en nuestro proceso de diagnostico y como tal, procuremos hacerlo lo mejor posible.

Tú ya sabes que si no hay chispa no deberías salir corriendo a reemplazar sensores, módulos o bobinas porque si no, ¿para qué estás leyendo esto?

La idea es que te apoyes en los instrumentos que están disponibles para que realices tus mediciones con el mayor profesionalismo. Si no cuentas con los instrumentos, procura entonces hacerlo con el mayor de los cuidados.

Capítulo 2

Verificando Pulso de Inyección

Capítulo 2 – Verificando Pulso de Inyección

La rutina de diagnóstico de un vehículo que no enciende debido a falta de chispa, nos exige que revisemos la presencia del pulso eléctrico luminoso en los conectores de los inyectores de gasolina, y para ello utilizamos probadores NOID.

En el mercado de herramientas especiales existen muchos kits con probadores noid que se adaptan a las formas de los distintos conectores de los inyectores para varias marcas.





Esta prueba es muy fácil. Solo tienes que desconectar un inyector e insertar el probador para que encaje en el conector. Hazlo con cada uno.



Ahora solo le das marcha al motor y observas si el probador se ilumina.



Pues todo eso está muy bien. Aquí la pregunta importante es:

¿Qué significa?

La prueba con la luz noid es “cualitativa”, es decir, que únicamente te indica si la PCM está enviando pulsos eléctricos para que los inyectores hagan su función.

Esta prueba también significa que los inyectores están siendo alimentados con voltaje de batería y que por consiguiente, su circuito de suministro eléctrico no tiene problemas.

También significa una tercera cosa: que el sensor de posición del cigüeñal y/o del árbol de levas está enviando sus señales hacia la PCM y en consecuencia, los circuitos de esos sensores están intactos.

Significa también una cuarta cosa: que la PCM funciona con normalidad y que sus circuitos relacionados de alimentación de voltaje y tierra no tienen problemas.

Todo eso significa esta simple prueba.

Como puedes darte cuenta, es muy importante realizarla porque así te das una idea muy clara y muy rápida de lo que sí funciona y lo que está dañado.

Entonces cuando te enfrentes al próximo vehículo que no encienda por falta de chipa, cerciorate como anda el pulso.

Si encuentras que no hay chispa pero sí hay pulso, la búsqueda de componentes dañados se reduce al circuito primario y secundario de la bobina, pues la presencia de pulso de inyección en la luz noid te está comunicando que los sensores CKP, CMP y PCM así como sus circuitos relacionados funcionan con normalidad.

Si por el contrario, encuentras que no hay chispa y que además tampoco hay pulso, entonces estamos hablando de un problema mayor ya que tendrás que revisar desde los sensores CKP y CMP y sus circuitos, los circuitos de la PCM tanto los de alimentación de voltaje como las tierras y diversas pruebas eléctricas de las cuales ya hablaremos en la segunda parte de este libro.

La presencia de pulso luminoso de inyección es una prueba contundente ya que es la misma PCM la que produce los pulsos; para que la PCM los produzca, necesita las señales de los sensores CKP y CMP y que todos sus circuitos de voltaje y tierra estén intactos y que además la misma PCM funcione. Por eso la importancia de esta prueba, pues aunque es muy rápida e insignificante en apariencia, el valor de su resultado es de mucha ayuda ya que nos da una idea de cómo será el resto de nuestro trabajo de diagnóstico.

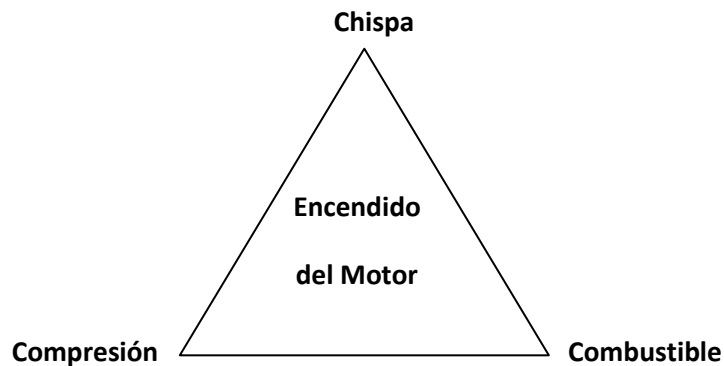
Capítulo 3

Verificando Presión de Gasolina

Capítulo 3 – Verificando Presión de Gasolina

La rutina de diagnóstico de cualquier vehículo que no encienda debido a falta de chispa, nunca estaría completa sin una verificación del estado de la presión de combustible. Ahora, nuestro interés está en el diagnóstico de los sistemas de encendido electrónico que impiden que el motor funcione, pero siempre que estemos frente a un motor que no enciende es nuestro deber cerciorarnos que la presión de gasolina sea la adecuada.

Para que la mezcla encienda se necesitan 3 cosas:



- a) Chispa
- b) Compresión
- c) Combustible

Cuando te aseguras de que cada uno de los tres vértices del triángulo de encendido de motor están presentes, tienes todo para que el motor encienda. El primero es el objetivo de este libro mientras que el segundo no pertenece a nuestra exposición por ser un tema de mecánica básica.

¿Pero qué sucede con el combustible?

El propósito de cualquier sistema de entrega de combustible es entregar silenciosamente la cantidad apropiada de combustible a la presión correcta.

Tú ya sabes que los componentes de un sistema de entrega de combustible son los siguientes:

- Bomba de Gasolina
- Módulo de Control de la Bomba de Gasolina o la misma PCM
- Regulador de Presión
- Circuito Eléctrico de Control de la Bomba de Gasolina
- Líneas de Combustible
- Tanque de Gasolina
- Filtro de Gasolina
- Inyectores de Gasolina
- Switch de Inercia

No es el objetivo de este capítulo entrar al estudio de cada uno de estos componentes, pues pertenecen al tema de inyección de combustible y eso forma parte de otro libro, pero aún así, aquí debemos prestarles un poco de atención.

Cuando te enfrentas a un vehículo que no enciende ya sabes que la rutina te exige medir la presión. También sabes que al abrir la llave del switch deberías escuchar el zumbido típico de la bomba de gasolina dentro del tanque, lo cual te dice que, al menos en apariencia, la bomba recibe corriente eléctrica para su operación. Pero me estoy adelantando.

La secuencia ordenada de tareas nos indica que hemos de medir la presión y obtener el valor en PSI, que son libras sobre pulgada cuadrada. Cuando obtienes el valor de la presión ya no tienes que andarte preocupando que si la bomba suena dentro del tanque, que si desconecto la línea y al abrir la llave sale el chorro o cosas improvisadas como esas.

La forma profesional de determinar en menos de 2 minutos la disponibilidad de presión de combustible necesaria para el encendido, es conectando un medidor en el sitio apropiado, enseguida abrimos a llave del switch y tomamos la lectura. Esto nos dice que necesitamos instrumentos de medición, porque así es como un maestro lo hace.



También sabes que cuando activamos la llave del switch lo que debería suceder dentro del sistema de combustible si es que todo funciona normalmente, es que el combustible fluya a través de las líneas, a través del filtro hacia el regulador de presión y al sistema de inyección. El sistema de combustible le entrega el combustible al motor y devuelve al tanque aquella cantidad que no se haya utilizado.



Como profesionales automotrices nunca dejaremos de comprar herramienta y el Kit de Medicion de Presion de Combustible es fundamental para nuestros propósitos. Existen muchos fabricantes de estos instrumentos y hay kits para todos los presupuestos, desde los más económicos que incluyen un par de adaptadores, manguera y manómetro hasta los más completos con manómetros, mangueras y adaptadores para todas las marcas que te permiten conectarte al sistema con mucha facilidad para someter a prueba a la bomba de gasolina, líneas de suministro, líneas de retorno y reguladores de presión.



Aunque los fabricantes usan varios acrónimos y nombres sofisticados para sus sistemas de inyección (MPI, EFI, TBI, CFI, etc.), en realidad solo existen dos tipos básicos de sistemas de inyección de combustible:

- a) Inyección en el Cuerpo de Aceleración
- b) Inyección Directa en el Puerto



La inyección en el cuerpo de aceleración entrega el combustible al motor en el mismo cuerpo de aceleración, como su nombre lo indica. La inyección directa en el puerto entrega el combustible de forma separada a cada uno de los cilindros del motor a través de los inyectores de gasolina que estén conectados ya sea a un riel de inyectores o a un cabezal de distribución. La siguiente columna te enlista los distintos tipos de sistema de inyección.

Sistemas de Inyección en el Cuerpo de Aceleración

CFI	Central Fuel Injection : Ford
TBI	Throttle Body Inection: AMC, Chrysler, GM

Sistemas de Inyección en el Puerto - Americanos

MPFI	Multi-Port Fuel Injection: AMC, Chrysler, Jeep
MPI	Multi-Port Injection: Ford, GM
PFI	Porto Fuel Injection: Ford, GM
SFI	Sequential Fuel Injection: AMC, Chrysler, Jeep, Ford, GM

Sistemas de Inyección en el Puerto - Importados

AFC	Air Fuel Control: Datsun, Mazda, Nissan, Subaru, Toyota, BMW, VW , etc.
EFI	Electronic Fuel Injection: Daihatsu, Honda, Mazda, Nissan, Subaru, Toyota, etc.
MFI	Multiple Fuel Injection: Honda, Mazda, Nissan, Subaru, Toyota, etc.
PGM	Programmable: Acura, Honda

Sistemas con Cabezal Distribuidor de Combustible

CIS	Constant Injection System: Europeos
CISE	Constant Injection System Electronic: Europeos

Ahora la idea es hallar la manera más fácil de conectar tu instrumento a la línea de suministro. El mejor de los casos es con los vehículos que usan Válvula Schrader en el riel de inyectores, ya que solamente tienes que enroscar el adaptador de la manguera.

Ford, Chrysler y GM utilizan mucho las válvulas Schrader en sus rieles.



Esta es una válvula Schrader de una Chevrolet Blazer.



En estos diseños, basta con remover el tapón de la válvula y enroscar el adaptador de nuestro kit.



Sin embargo, en la mayoría de los casos no será tan sencillo, pues no tendrás más remedio que desconectar la línea de suministro y para ello, necesitarás un kit de llaves especiales que por fortuna, son bastante económicos. Los kits de la compañía Lisle son muy confiables y accesibles.



Una vez desconectada, solo deberás elegir el adaptador del kit de medición que más apropiado resulte.



En otros diseños, como este Toyota, bastará con un par de llaves españolas para desconectarlos.



Y en los casos más difíciles, tendrás que cortar manguera tan solo para desconectar líneas y adaptar una “T”.



Pero sin importar el grado de dificultad de la conexión a la línea de suministro de combustible, la conexión deberá ser segura y confiable, sin ninguna fuga. Utiliza un pañuelo para evitar derrames de combustible.



Una vez conectado, el instrumento te marcará 0 PSI.



Cuando la llave del switch la coloques en ON o RUN, según lo indique, y si no hubiese ningún problema con el sistema combustible, la aguja del manómetro debería indicarte una lectura superior a las 28 PSI.



En la mayoría de los sistemas MPI, MPFI, SFI, PFI, etc., las lecturas de presión de gasolina siempre deberán estar entre 33 y 58 PSI. En sistemas TBI y CFI la presión deberá estar alrededor de 12-14 PSI, ya que estos sistemas requieren de baja presión para su funcionamiento. Los sistemas CIS y CISE operan a 100 PSI. Ten mucho cuidado con estos últimos.

Si en la medición de presión de gasolina resulta que no hay presión, primero deberás diagnosticar al sistema de inyección y entrega combustible, antes de proceder con el de encendido electrónico.

Revisa que el circuito de la bomba de gasolina no tenga ningún problema consultando su diagrama eléctrico para ubicar componentes y sistema especiales de seguridad. Muchos vehículos Ford, Toyota y Land Rover usan switches de inercia que desactivan a la bomba de gasolina en caso de colisión.

Como la mayoría de los circuitos están relacionados por conexiones en paralelo, ya sea en el lado de voltaje o en el de tierra, a veces resulta que cuando resuelves el problema de un sistema simultáneamente resolviste el otro. Por ejemplo: el switch de la llave de encendido suministra voltaje tanto a la bomba de gasolina como al primario de bobina. Muchas veces me ha ocurrido que debido a un switch defectuoso, ni la bobina recibe corriente ni la bomba de gasolina suministra presión. Por lo tanto, ambos sistemas dejan de operar. Entonces no es ninguna sorpresa que al determinar que el problema yace en el switch, ambos sistemas, tanto el de encendido como la bomba de gasolina funcionen de nuevo al mismo tiempo.

Ese es el tipo de cosas que debes buscar cuando comiences tu rutina de diagnóstico en los sistemas básicos preliminares.

Así que no asumas de inmediato que es la bomba la que está defectuosa si es que encuentras que no hay presión.

Capítulo 4

Verificar Códigos Con Escáner Cuando Un Auto No Enciende

Capítulo 4 - Verificar Códigos con Escáner Cuando un Auto No Enciende

Hoy en día, la rutina de diagnóstico de un vehículo que no enciende por falta de chispa comprende también el uso de escáner.

Ahora quiero hacerte una pregunta: ¿realmente crees que el escáner te dirá exactamente lo que el auto tiene?

Responde honestamente.

Existen muchas marcas y fabricantes de escáners disponibles en el mercado para varios presupuestos y todos ellos prometen resolverte la vida, garantizándote que con su escáner tu trabajo de diagnostico será muy fácil. A lo largo de todos estos años de trabajo y experiencia, he visto como muchos mecánicos ingenuamente creen que el escáner es la respuesta a todas sus dudas y problemas. Nada más alejado de la realidad.

En mi experiencia, un escáner nunca te dirá “con claridad” cual es la causa de una falla. Y resalto “con claridad” puesto que estas máquinas, aunque sí aportan mucha información sumamente valiosa, lo cierto es que no hablan ni se comunican con nosotros de forma directa y eso se debe a que por lo limitado de su diseño, estos aparatos de exploración se apoyan en un lenguaje numérico que aun en nuestra época, todavía no es muy amigable con el usuario y por ello, primero debemos aprender e interpretar dicho lenguaje que en realidad no es muy difícil y se llama OBD II.

Solo cuando aprendes a hablar el lenguaje OBD II del escáner te das cuenta de que es bastante básico, ya que solo tiene la capacidad de hacer tres simples cosas:

- a) Mostrar y borrar códigos DTC's.
- b) Desplegar datos de operación y valores de los sensores en tiempo real.
- c) Mostrar valores Freeze Frame Data.

Ahora bien, este no es un libro sobre el uso y aplicación de las funciones de diagnóstico del escáner ya que dicha disciplina es bastante extensa y requiere de un libro especializado que te enseñe todos los secretos del uso inteligente del escáner y del lenguaje OBD II (que ya lo estamos preparando para ti).

Aquí nuestro tema es como reparar un auto que no enciende, pero resulta que para atacar la causa de esta falla nos conviene utilizar un par de funciones del escáner.

¿Entonces cómo debemos usar el escáner cuando estamos diagnosticando un auto que no enciende?

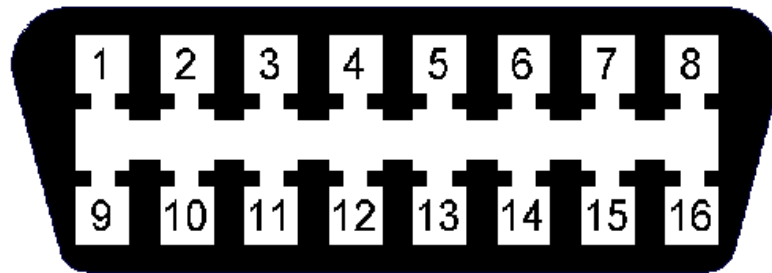
Los escáners muestran mucha información y lo cierto es que no la necesitas toda, pero tú tienes que aprender a “seleccionar” solo aquella que te ayudará cuando un motor no tiene chispa. Siendo así, a nosotros solo nos interesan 2 datos:

- a) Códigos relacionados con la falla que estamos diagnosticando.
- b) Lectura en tiempo real de RPM's.

Dato Importante:

Como sabes, a nivel mundial a partir de 1996 todos los fabricantes automotrices acordaron utilizar un solo tipo de enchufe para conectar los escaners. (Antes de ese año conectar un escáner era casi imposible.)

Dicho conector de diagnóstico sería estandarizado para todas las marcas en todos los modelos, tendría 16 terminales y se conoce como DLC (Data Link Connector).



El DLC también es referido como el conector J1962, la cual es una designación asignada por la SAE, Society of Automotive Engineers, o Sociedad de Ingenieros Automotrices.

El conector J1962 debe proveer circuitos de poder y conexión a tierra para enchufar los escáners al automóvil. La SAE también especificó que el DLC J1962 debía localizarse debajo y en el extremo del tablero de instrumentos, del lado del conductor. La mayoría, pero no todos los fabricantes cumplen con este requisito. Honda y Toyota tienden a ubicarlo en la consola central o detrás del cenicero.

Por otro lado, la SAE también señaló que de 1996 en adelante todas las PCM's de todos los vehículos que tuviesen el conector J1962 debían ser compatibles con cualquier escáner que se conectara a ellas; esa compatibilidad se realizaría mediante el lenguaje técnico denominado

OBD II. En otras palabras: las PCM's deberían ser capaces de comunicarse con los escaners en lenguaje OBD II y por su parte, los escaners también debían tener la capacidad de que al conectarse al enchufe J1962, establecieran comunicación con las PCM's en el mismo lenguaje OBD II.



Cuando las PCM's de todas las marcas de vehículos estuviesen configuradas en el mismo lenguaje universal conocido como OBD II, bastaría con tener un solo escáner para monitorear, escanear y obtener los códigos DTC's de cualquier vehículo.

Antes de 1996 eso no era posible. Hoy sí.

Ahora que todos los vehículos tienen un conector estándar, utilizan un mismo lenguaje que agrupa universalmente a todos los DTC's, datos de operación en tiempo real y "Freeze Frame Data" para el diagnóstico de problemas y que encima de todo, es suficiente con un mismo escáner para conectarse a la PCM de un vehículo para estudiar su operación, la rutina de diagnóstico se facilitó como nunca antes y además se abarató muchísimo.

Aun así, es necesario conocer la terminología técnica del lenguaje OBD II para saber de que estamos hablando a la hora de hacer un diagnóstico.

¿Y cómo se procede con los vehículos que son 1995 y anteriores?

Para esos casos cada fabricante tenía su propio conector, que estaba ubicado en diferentes sitios del auto, el lenguaje se conocía como OBD I, era completamente irregular de una marca a otro además de que no hay compatibilidad, por lo que es necesario tener varios escáners, conectores y adaptadores para cada marca de auto, lo cual complica todo.

Aún así, existen modos manuales de obtención de códigos sin la necesidad de usar escáner: usando clips, cables puente, pasos de la llave, etc., diversas rutinas rudimentarias que fácilmente te permiten obtener los códigos de falla sin la necesidad de un escáner, pero estas formas solo aplican para vehículos 1995 y anteriores.



Obtención de códigos sin usar escáner.

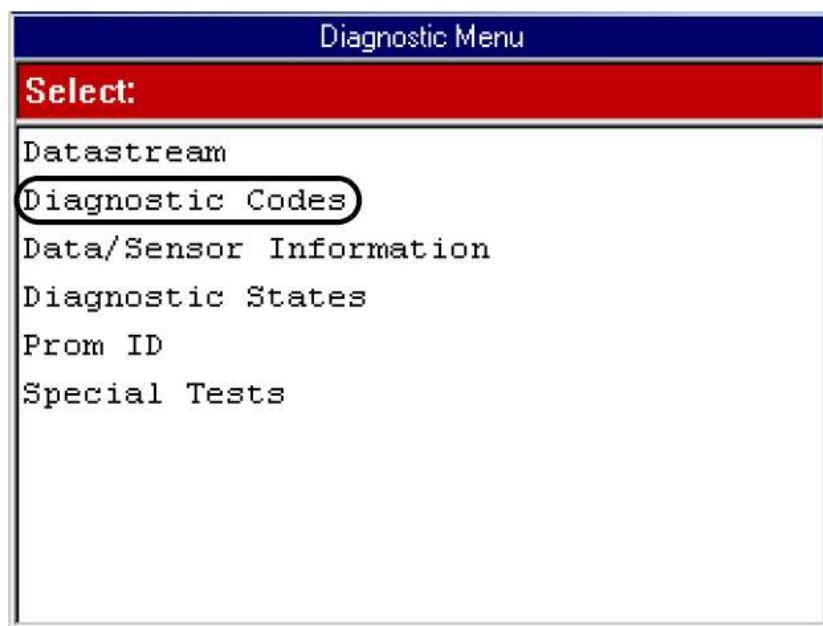
Existen algunos escáners que tienen la capacidad de conectarse a vehículos OBD II así como a algunos OBD I, ya que cuentan con los adaptadores especiales y su lenguaje es compatible con ambos, pero estos equipos son más costosos.

De cualquier forma, sin importar si se trata de un vehículo del lenguaje OBD I u OBD II, si recupero los códigos con escáner o si utilizo un clip o hago un puente en algún conector especial, un voltímetro o una lámpara de prueba o lo que sea, de alguna manera me las tengo que arreglar para verificar si existe un código de falla DTC grabado en la memoria de la PCM y obtenerlo, sea de la marca que sea.

Naturalmente, la recuperación de códigos debe realizarse en cualquier rutina de diagnóstico de cualquier tipo de falla: marcha mínima inestable, aceleración excesiva, apagones súbitos, etc. Según la falla que observemos, deberemos relacionarla con los códigos que obtengamos. En nuestro caso particular, estamos interesados en los códigos DTC's relacionados con un motor que no enciende debido a falta de chispa.

¿Cómo accedemos a esos códigos en vehículos OBD II?

La mayoría de los escáners tienen una ventana principal que te mostrará un menú para que selecciones la opción de acceso y lectura de códigos, como el siguiente ejemplo.



¿Y ya que accedo a ese menú, cuáles son los códigos relacionados con la falla de no-encendido?

En el lenguaje OBD II para vehículos 1996 y superiores de cualquier marca, son los siguientes:

P0320	Problema del circuito de entrada del distribuidor.
P0321	Problema de rango o desempeño del circuito de entrada del distribuidor.
P0322	Problema del circuito de entrada del distribuidor, no hay señal.
P0323	Problema del circuito de entrada del distribuidor, intermitente.
P0335	Problema del circuito del sensor A de posición del cigüeñal
P0336	Problema de rango o desempeño del circuito del sensor A de posición del cigüeñal
P0337	Problema del circuito del sensor A de posición del cigüeñal, señal baja
P0338	Problema del circuito del sensor A de posición del cigüeñal, señal alta
P0339	Problema del circuito del sensor A de posición del cigüeñal, intermitente
P0340	Problema del circuito del sensor de posición del árbol de levas
P0341	Problema de rango o desempeño del circuito del sensor de posición del árbol de levas
P0342	Problema del circuito del sensor de posición del árbol de levas, señal baja
P0343	Problema del circuito del sensor de posición del árbol de levas, señal alta
P0344	Problema del circuito del sensor de posición del árbol de levas, intermitente
P0350	Problema de circuito primario o secundario de encendido
P0370	Problema de señal A de alta de resolución de tiempo de referencia
P0374	Problema de señal A de alta de resolución de tiempo de referencia, no hay pulso
P0375	Problema de señal B de alta de resolución de tiempo de referencia
P0379	Problema de señal B de alta de resolución de tiempo de referencia, no hay pulso
P0385	Problema del circuito del sensor B de posición del cigüeñal
P0386	Problema de rango o desempeño del circuito del sensor B de posición del cigüeñal
P0387	Problema del circuito del sensor B de posición del cigüeñal, señal baja
P0388	Problema del circuito del sensor B de posición del cigüeñal, señal alta
P0389	Problema del circuito del sensor B de posición del cigüeñal, intermitente

Todos estos códigos directamente te dicen que hay un problema relacionado con el sistema de encendido electrónico y el área que deberás revisar a detalle.

Entonces, cuando conectes el escáner en un vehículo que no tiene chispa, tú esperarías que al menos en teoría la PCM hubiese generado alguno de estos códigos, y digo “en teoría” porque muchas de las veces, no los genera.

Se supone que el sistema OBD II es superior al OBD I, pero de todas formas en muchos vehículos simplemente no genera ninguno de estos códigos y esto es simplemente un dato que te doy.

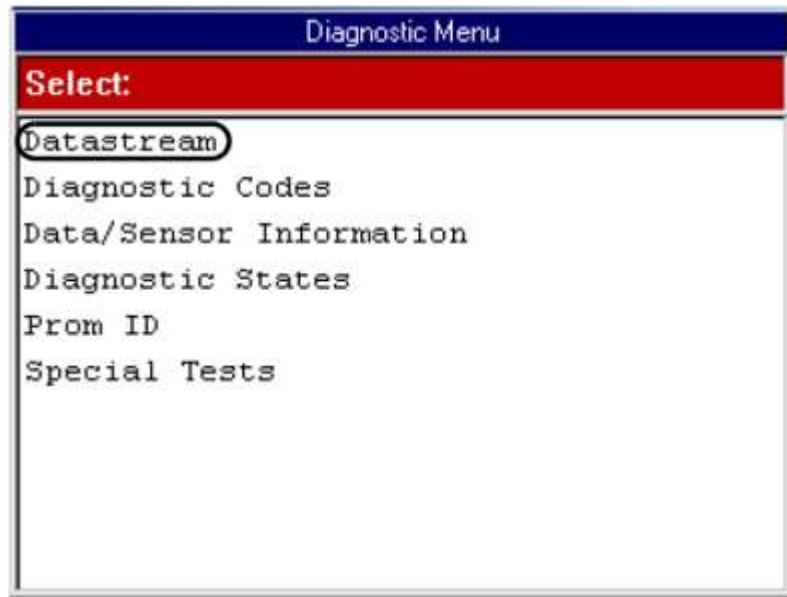
De esta forma, si al conectar tu escáner obtienes alguno de los códigos relacionados de la tabla, tendrás una idea algo más clara del problema y la PCM te habrá ayudado solo un poco a ahorrar algo de tiempo en enfocar tu proceso de diagnóstico en una área mas específica, pero nada más. Si te fijas bien en el texto de cada código, éstos no te están indicando la causa exacta del problema pues no están redactados así, sino que únicamente te están “dando un norte” de por donde deberás revisar con más detenimiento.

Al final, el diagnóstico correcto depende de ti.

¿Y que más se puede hacer con el escáner si no se produjo el código?

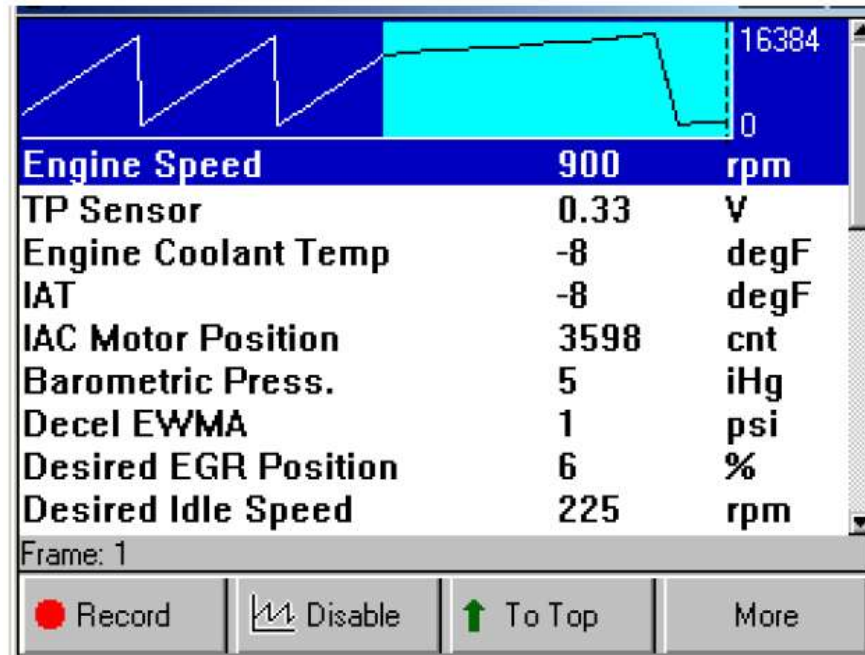
Aún queda algo: si el escáner que estás usando tiene la capacidad de leer el flujo datos de operación de los sensores en tiempo real, muchas veces conocida como “Engine Data” o “Datastream”, deberás buscarla en alguno de sus menús de diagnóstico para acceder a esa función.

En casi todos los escáners esa ventana se ve más o menos así:



Cuando entras a la opción de flujo de datos, el único dato que te interesa es el de “Engine Speed” que significa “Velocidad del Motor” y se mide en RPM’s.

¿Por qué? Porque el dato de RPM’s del motor es precisamente la señal de movimiento proveniente del sensor de posición del cigüeñal. En la pantalla del escáner se vería así:



Aunque el motor no tenga chispa, si tú le das marcha al motor mientras tu escáner está conectado a la PCM, a la vez que tú estás leyendo datos de sensores en tiempo real y te das cuenta de que sí estás obteniendo lectura de RPM's, eso significa que el sensor de posición del cigüeñal sí funciona. Claro que esta prueba no es definitiva en ninguna forma, pero por lo menos ya te va dando una idea de que como mínimo, el sensor de posición del cigüeñal no está dañado.

Si se tratara de un vehículo 1995 o anterior, la rutina es la misma, solamente que la obtención del código se hace una forma en particular y la lectura de datos en tiempo real para leer las RPM's, como dijimos, nos exige un escáner especial.

¿Pero y que pasaría si cuando estoy leyendo el escáner tampoco obtengo la señal de RPM's? ¿Significa que el sensor de posición del cigüeñal no sirve?

Posiblemente, pero eso no es seguro. Es más: en muchas ocasiones aunque el sensor sí funcione, el escáner de todos modos no alcanza detectarlo. Esto es debido a que la velocidad de giro del cigüeñal es tan “lenta”, que aunque la PCM sí lo detecte con normalidad, no alcanza a reportárselo al escáner y por consiguiente tú leerías 0 RPM’s en el display.

Pero de cualquier forma debemos verificar el estado de la señal del sensor y para ello, existen pruebas especiales a las cuales les hemos dedicado un capítulo especial que te mostrará como determinar si es que efectivamente el sensor de posición del cigüeñal no funciona.

Pero te voy a ser honesto: para verificar un auto que no tiene chispa, el uso del escáner en realidad no es determinante para el éxito de tu reparación. De hecho, me atrevería a decirte que en el 90% de los casos no lo necesitas. Claro que sería bastante cómodo obtener un código todo el tiempo para que nos orientara en la dirección correcta, pero la realidad es otra.

Como prueba de diagnóstico, el uso del escáner es fundamental en motores que SI encienden y que presentan fallas de motor, pero en autos que no encienden su uso sigue siendo sólo una prueba preliminar que no te puede arrojar más información que la que te acabo de decir.

Por eso siempre que me llega un auto sin chispa no me preocupo por nada si no obtengo ningún código o si el escáner no alcanza a leer las RRM’s ya que para esta falla en particular, al menos en mi opinión y experiencia, el escáner no es de mucha ayuda.

Ahora quiero volver a hacerte la pregunta que te hice al inicio de este capítulo: ¿realmente crees que el escáner te dirá exactamente lo que el auto tiene?

Pasaremos a la segunda parte de este libro para adentrarnos de lleno en las pruebas específicas al sistema de encendido electrónico, que definitivamente sí te mostrarán lo que ni el escáner más sofisticado puede lograr.

SEGUNDA PARTE

Capítulo 5

Verificando el Diagrama de Encendido Electrónico Para Identificar al Circuito Primario

Capítulo 5 – Verificando el Diagrama de Encendido Electrónico Para Identificar al Circuito Primario

De todas las tareas de verificación en un motor que no presenta chispa, esta es la que en mi opinión personal considero la mas importante. ¿Por qué? Porque las primeas cuatro tareas convergen aquí y las siguientes cinco provienen de aquí.

Verás, las primeras 4 son pruebas preliminares y como tales, deben realizarse a cualquier vehículo sin importar el sistema de encendido que tengan. Estas pruebas son fáciles de realizar teniendo los instrumentos apropiados y rápidamente te dan una idea de lo que puede estar sucediendo; lamentablemente como son de aplicación universal no te dicen nada sobre el diseño interno del sistema, obligándote necesariamente a consultar el diagrama de encendido electrónico.

Así es como llegas al paso No. 5 porque de otro modo verificar chispa, pulso, presión de gasolina y DTC's te dejarán a medias sin resolverte ninguna duda ya que por su misma naturaleza, no son pruebas concluyentes, sino de direccionamiento. Nada más. Si no hay chispa, sabes que el problema involucra al encendido electrónico en cualquiera de sus partes (que aquí lo veremos), si no hay pulso el problema es eléctrico (si es por el lado de los fusibles) o electrónico (si por el lado de la ECU), si no hay presión de gasolina el problema puede ser tanto eléctrico, electrónico o mecánico y si obtuviste códigos DTC, debes detenerte a pensar un poco.

Si has de entrar de lleno al análisis del circuito primario del sistema de encendido electrónico, primero deberás haber determinado y entendido el resultado de las cuatro pruebas anteriores a esta.

Hasta que termines con las actividades relativas al Paso No. 5 es cuando estás en posibilidad de entrar de lleno a la revisión del sistema de encendido electrónico. Si pretendes brincar los primeros 5 pasos, te meterás en problemas. Te lo aseguro porque a mi me ocurrió.

Cuando un vehículo no enciende debido a que tiene problemas con el sistema de encendido electrónico, es cuando entramos en el modo de “análisis”. Debemos trabajar con cautela y con mucho cuidado de lo que estamos haciendo. De hecho, el verdadero trabajo de análisis del sistema de encendido electrónico comienza con el paso No. 5: verificar el diagrama y revisar por donde y como podemos comenzar el estudio de del problema.

Cuando hablamos de la revisión del sistema de encendido electrónico en realidad estamos hablando del estudio del circuito primario. A eso se reduce todo. La chispa, el pulso, la presión y los DTC's no te dicen NADA del estado del circuito primario, solo te brindan una “mirada rápida” sin decirte nada en concreto, pero de todos modos tienes que revisarlos.

Muy bien, todas esas no son más que generalidades pero nuestro problema es específico, porque el caso que nos ocupa es cuando no hay chispa y no habrá ninguna “pruebita general” que nos responda nuestra duda.

Como estamos interesados en el entendimiento del sistema de encendido electrónico mediante el conocimiento exacto del circuito primario del tipo que sea en un motor que no presenta chispa, la primera pregunta que tenemos que hacernos es:

¿Cuál circuito está dañado: el primario o el secundario?

Existen dos formas de responder esa pregunta: la fácil y la difícil.

Comencemos por la fácil: si es el circuito secundario el que está dañado, eso es sinónimo de que la bobina está dañada. Basta con probarla y reemplazarla. (Lo cual veremos en el capítulo 6.)

Ahora vayamos con la difícil: si es el circuito primario el que está dañado, eso significa que la bobina si funciona y entonces nos espera una aventura de revisiones específicas que nos llevarán a la raíz del problema, lo cual puede tomarnos 20 minutos o todo un día, pero no más que eso. Eso implica revisar tierras, fuentes de voltaje, señales de sensores, estado del módulo, sistema antirrobo, PCM y toda la batería de pruebas que tendrás que ir identificando conforme avanzas.

Solo existen esos dos caminos. Ahora que ya tienes eso considerado, ¿cómo respondes la pregunta?... ¿Cuál pregunta?

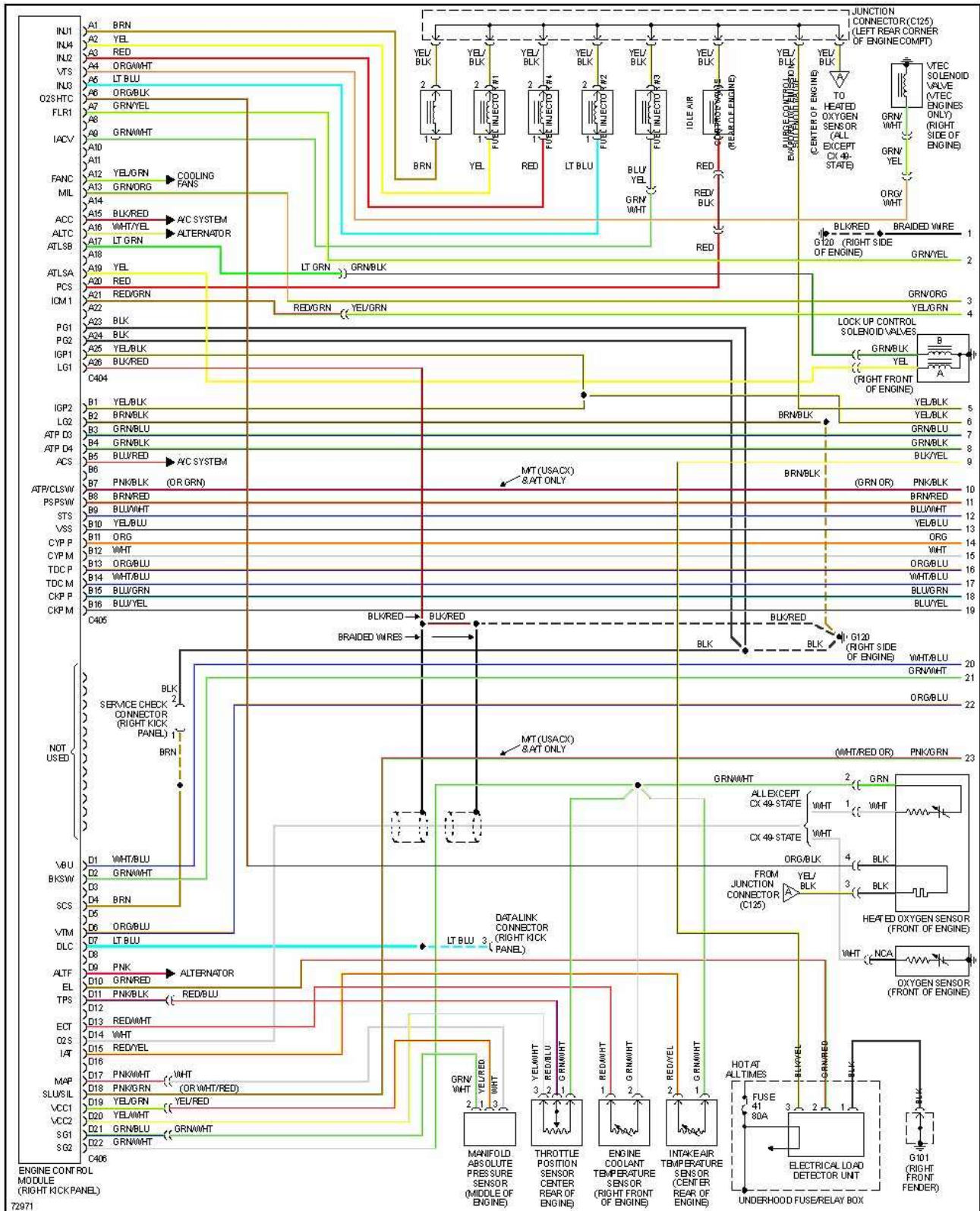
¿Cuál circuito está dañado: el primario o el secundario?

Respuesta: Consíguelo el diagrama y comienza a leerlo.

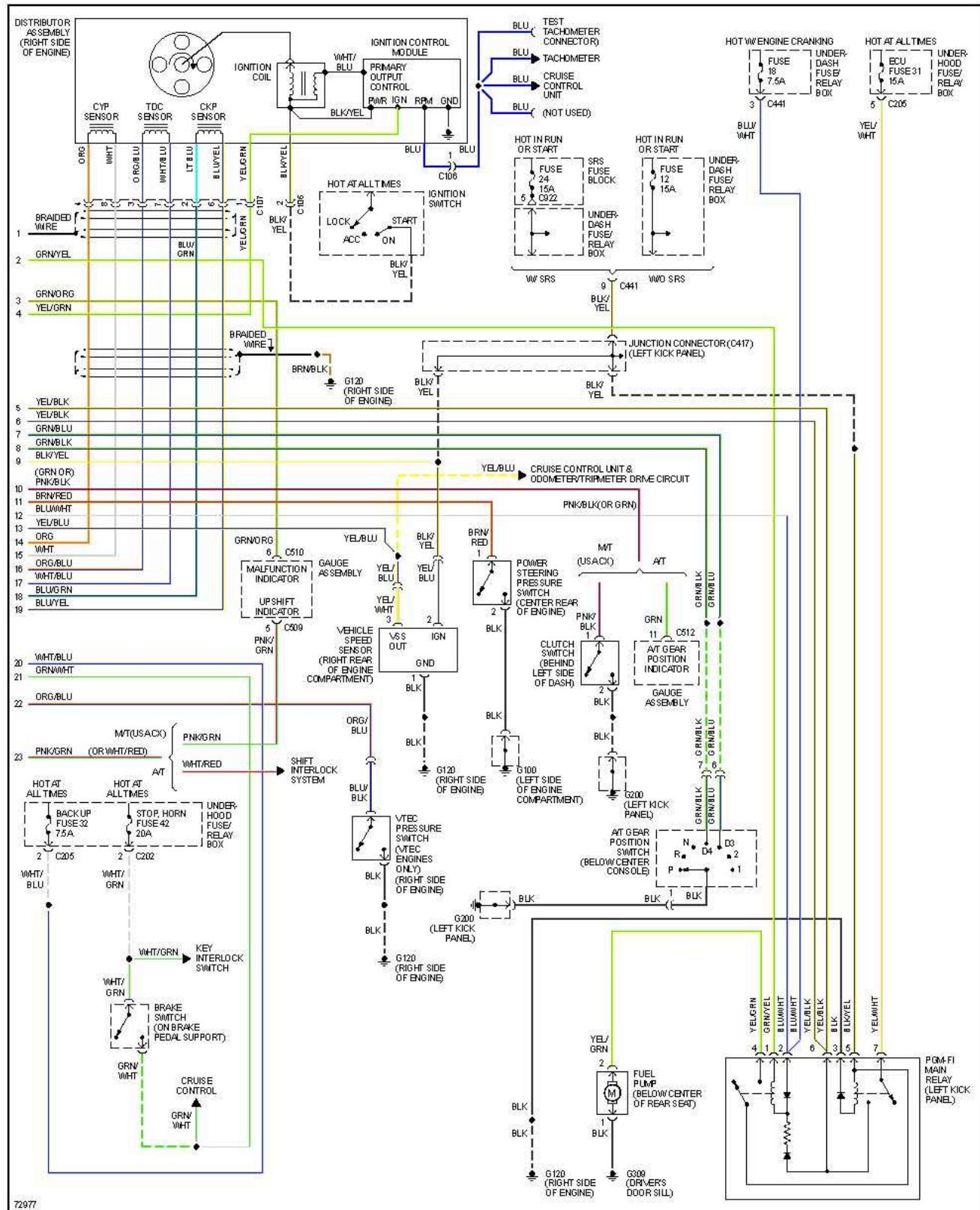
¿Leer que cosa en el diagrama? Nuestro objetivo consiste en identificar la configuración del Circuito Primario de la Bobina para revisar como es la forma en que el circuito primario está controlado, es decir, como está conectado el circuito que controla a la bobina: si hay un módulo involucrado, si la PCM lo hace, si existe un ruptor, etc. Puede haber mil maneras pero no importa, porque una vez leyendo como está conectado el circuito primario que controla el “lado negativo” de bobina se aclaran muchas dudas. Siempre hago esto con cualquier motor que no tiene chispa.

Este tipo de ejercicios se explican mejor con ejemplos, así que comencemos por un sencillo. Hablemos de un Honda Civic 1.6L, modelo 1995. Veamos su diagrama.

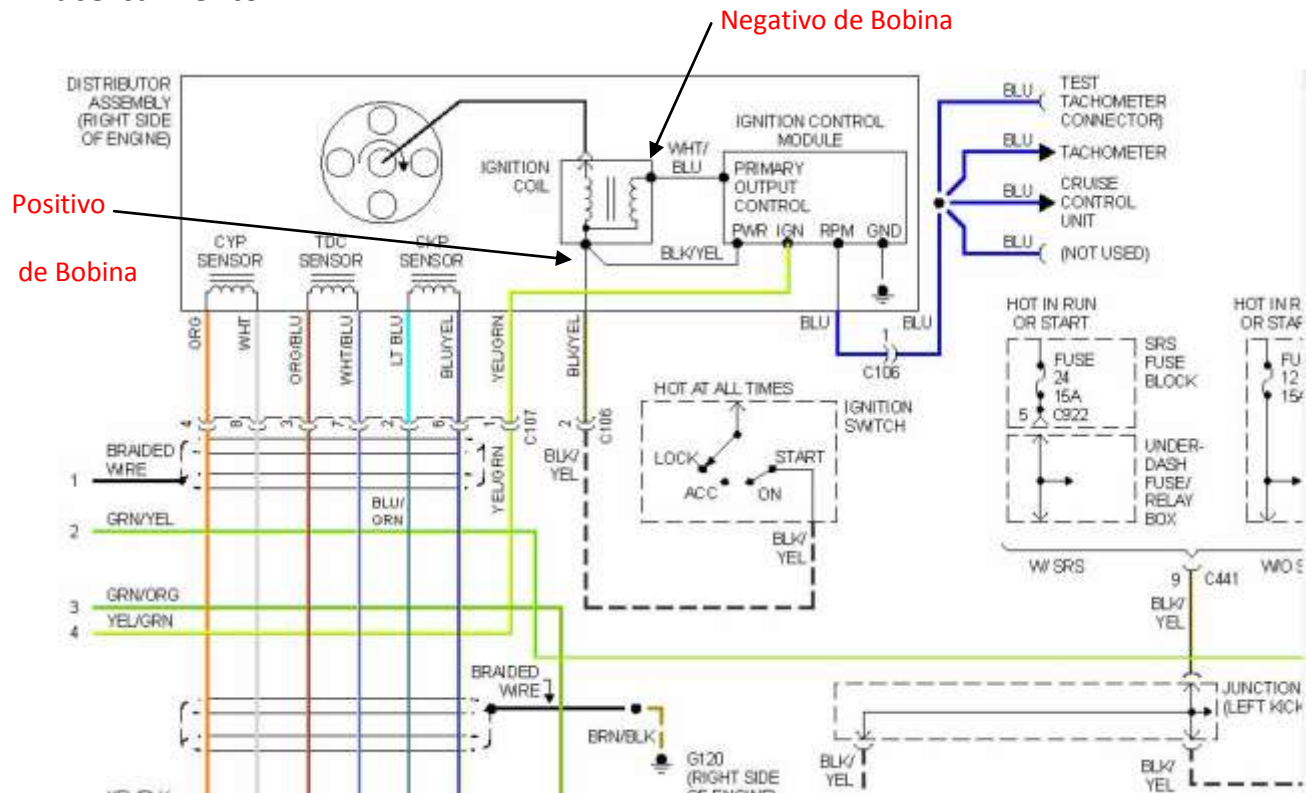
Honda Civic 1.6L – 1 de 2



Honda Civic 1.6L – 2 de 2



Ahora bien, para revisar el circuito primario, debemos ubicarlo dentro del diagrama. Estos motores usan distribuidor. Ello implica que solo cuentan con un solo Circuito Primario de Bobina. ¿Qué haces ahora? Comenzaremos a rastrearlo y en el Diagrama 2 de 2 lo verás en la esquina superior izquierda, donde dice “Distributor Assembly” (ensamblaje del distribuidor). También puedes verlo en el siguiente acercamiento.



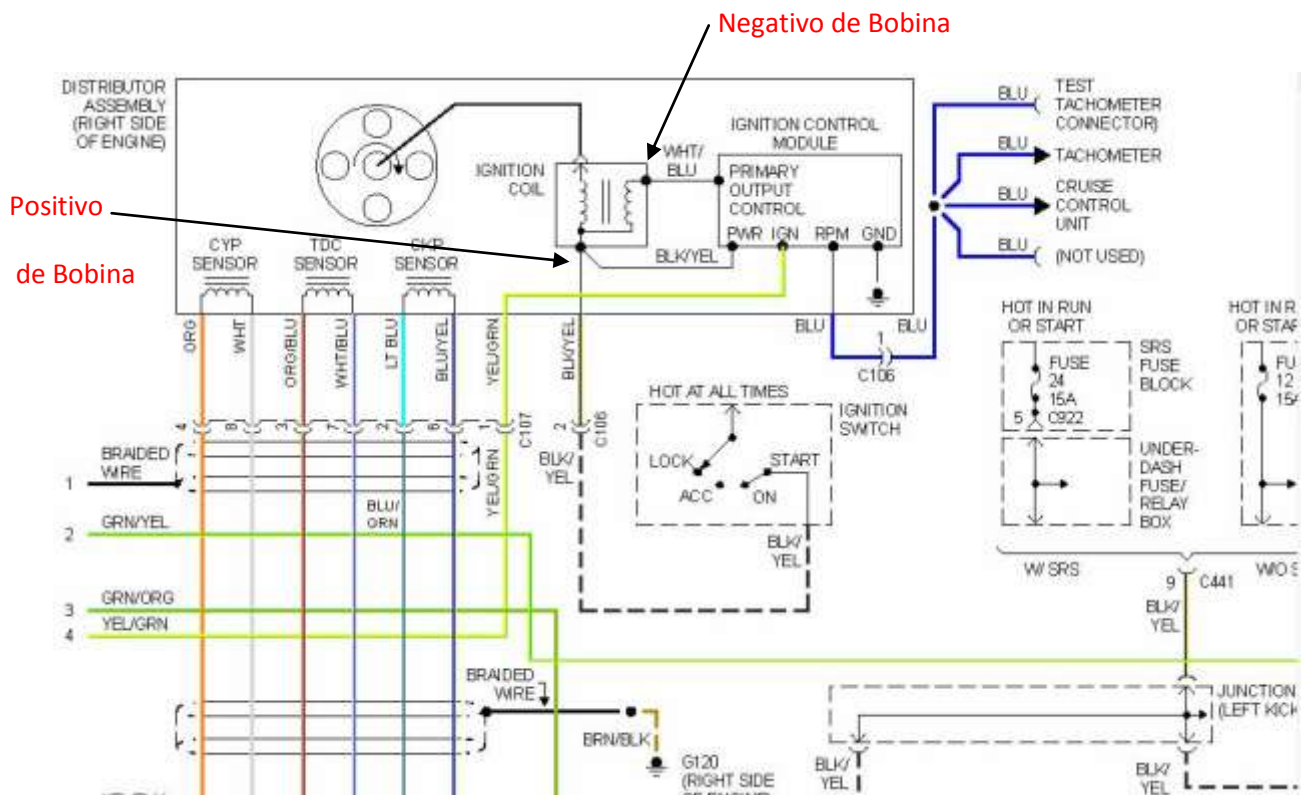
Como te puedes dar cuenta, la representación eléctrica del distribuidor es un recuadro: viene la figura circular del distribuidor, la bobina (ignition coil), módulo de control de ignición (ignition control module) y tres captadores magnéticos (sensores de posición) CYP, TDC y CKP.

En total tenemos 9 cables externos que están conectados al ensamblaje de este distribuidor, cuéntalos. Sin embargo, no nos interesa ninguno de esos cables porque lo que estamos tratando de identificar en este paso No. 5 son los cables que conforma el circuito primario de bobina.

Para este ejemplo en particular hay dos cables internos dentro del recuadro que conforman el primario: WHT/BLU (blanco/azul) y BLK/YEL (negro/amarillo). Estos son los que andamos buscando.

Como tu bien sabes, un Circuito Primario de Bobina está conformado por un cable de corriente de batería que se conecta al “positivo de de bobina”, o borne “+” y un cable de control de pulsos que se conecta al “negativo de bobina” o borne “-“. Cada fabricante le pone un color diferente de cable pero cuando tú identificas el “positivo del primario de bobina”, automáticamente ya identificaste el “negativo de bobina”.

Fíjate de nuevo en la imagen. El centro de nuestra búsqueda es la bobina. En el diagrama la identificas como “ignition coil” porque en inglés significa bobina de ignición (o encendido, que es lo mismo).



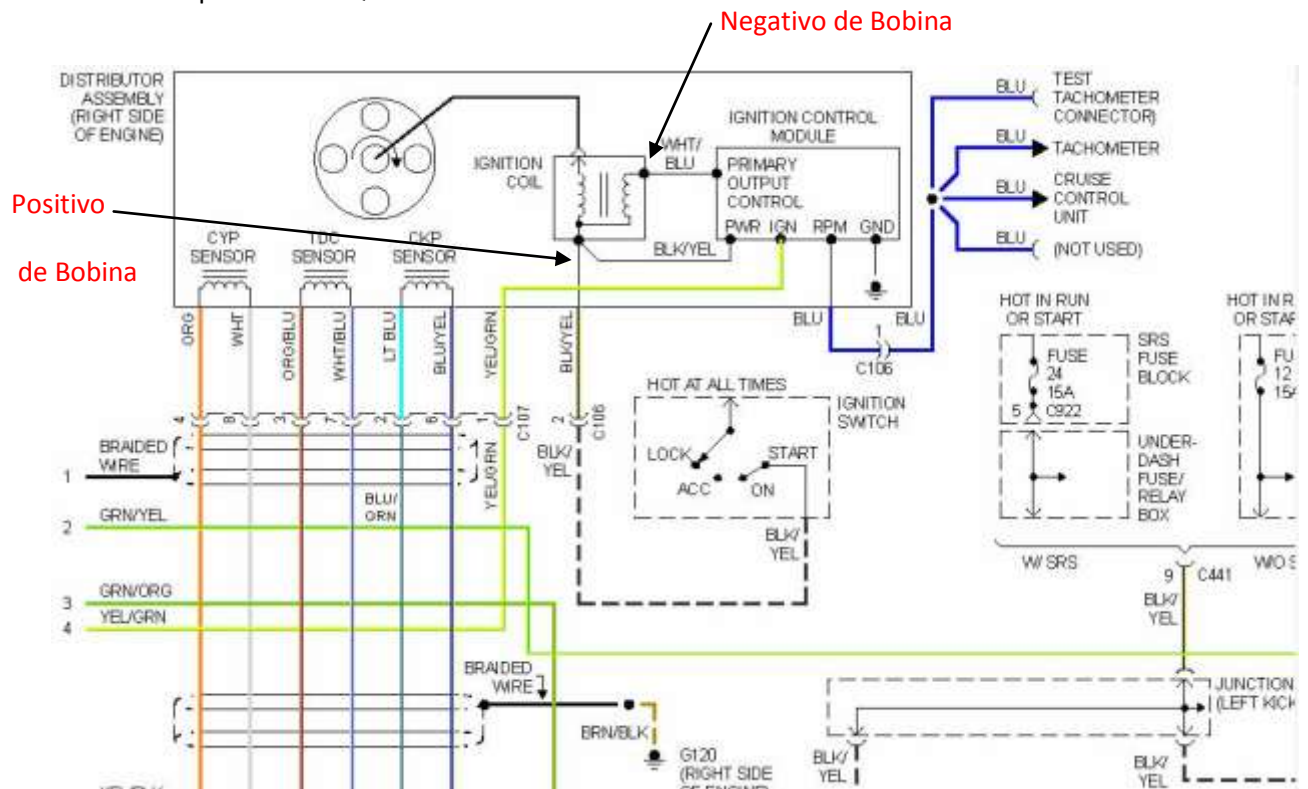
Si te das cuenta, a la bobina le tiene que llegar voltaje de batería desde el switch de ignición mediante un cable BLK/YEL (negro/amarillo). Cuando estás realizando la prueba de integridad del primario de bobina, lo primero que tienes que hacer es comprobar que a la bobina le llegue voltaje de batería. Esa es la primera mitad del paso No. 5. En este ejemplo, de los nueve cables, el que te interesa para comprobar que el primario de bobina está alimentado con corriente es el cable BLK/YEL y allí como mínimo debes leer 12 volts constantes y esta medición debe ser en la terminal que va dentro del distribuidor conectada directamente en el positivo de bobina.

Ahora bien, si te fijas con más detalle, ya dentro del distribuidor el cable BLK/YEL además de conectarse al positivo de bobina también se conecta con la terminal PWR (power) del módulo de encendido (ignition control module). Allí también debes leer 12 volts con tu multímetro y deben ser constantes.

Hasta aquí solo hemos comprobado la primera mitad del circuito primario de bobina, es decir, el voltaje que debe llegar al “positivo de bobina”.

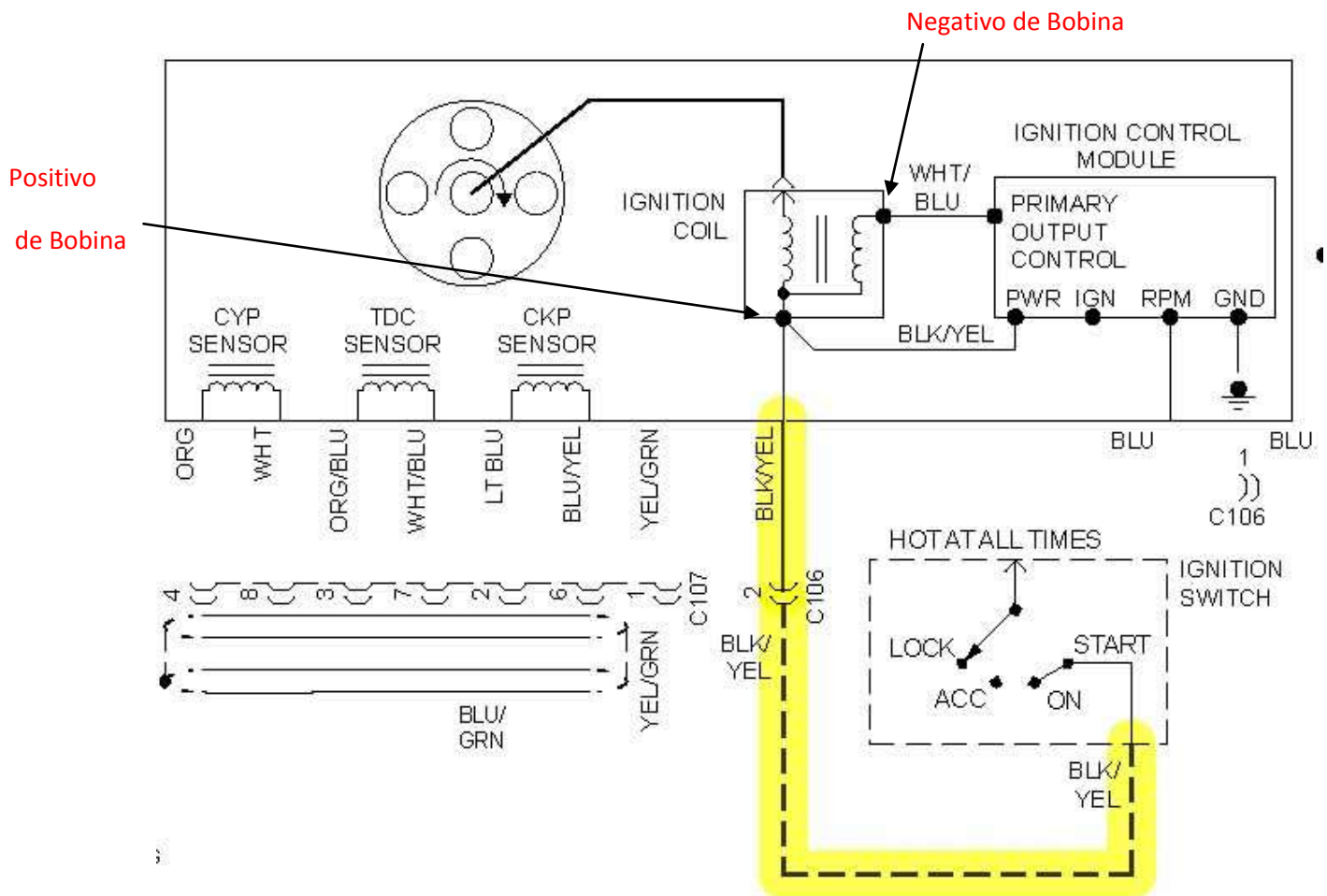
¿Pero qué pasa con el “negativo de bobina”?

Esa es la segunda mitad de la revisión del circuito primario completo. Si te das cuenta en este ejemplo, la bobina también está conectada a un cable WHT/BLU (blanco/azul). Observa la figura nuevamente.



Este cable está conectado entra la bobina y el módulo de encendido. Como el cable BLK/YEL es el positivo de bobina, pues es el que alimenta de corriente eléctrica a la bobina misma, entonces necesariamente el cable WHT/BLU tiene que ser el negativo de bobina (porque las bobinas no transistorizadas como esta, solo funcionan con dos cables: positivo de bobina y negativo de bobina.)

Si te confunde un poco ver tanto cable junto, quitemos lo que no necesitamos y resaltemos lo que nos interesa:



En este ejemplo lo que deberías hacer es desconectar el cable negativo de bobina WHT/BLU (blanco/azul) en el extremo que va conectado con el módulo de encendido y con el switch de ignición en ON o RUN, también debería de haber 12 volts constantes medidos con tu multímetro.

Si no llegan 12 volts que alimenten a estos puntos en el primario, existe una apertura, un corto o una alta resistencia en este circuito. Es solo cuestión de rastrearlo.

Con eso has terminado la evaluación del Circuito Primario de Bobina, tanto su lado positivo como negativo. Cuando tengo el diagrama en la

mano y mis instrumentos de medición, realizar este paso de revisión no me lleva más de 3 minutos.

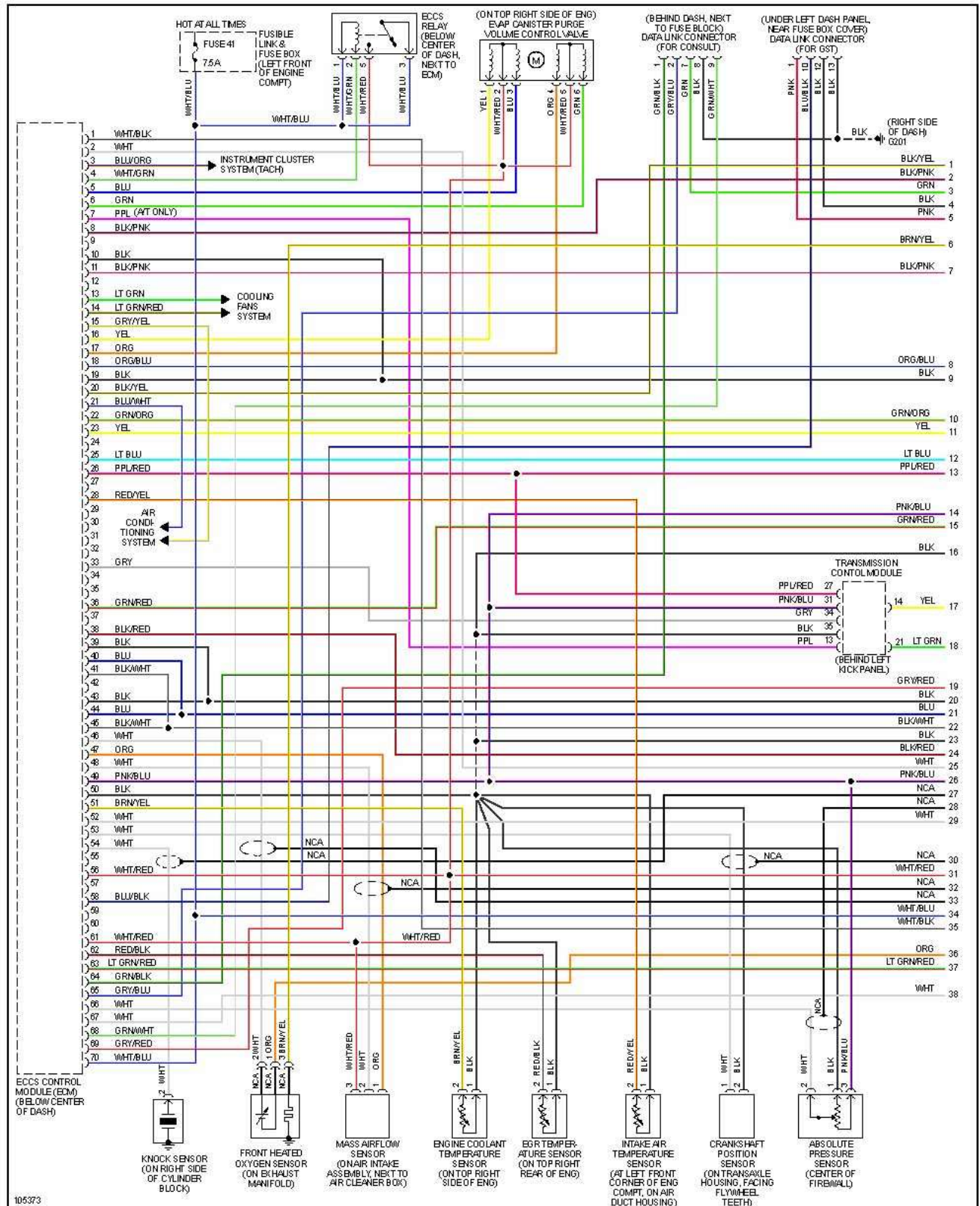
Recuerda que el mazo de cables no debe intimidarte, ya que para cumplir con éxito el Paso No. 5 solo debes identificar aquel cable que alimente de voltaje al primario de bobina, tanto en su entrada por el positivo como en su salida por el negativo. Esta prueba solo de eso se trata.

Veamos otro ejemplo.

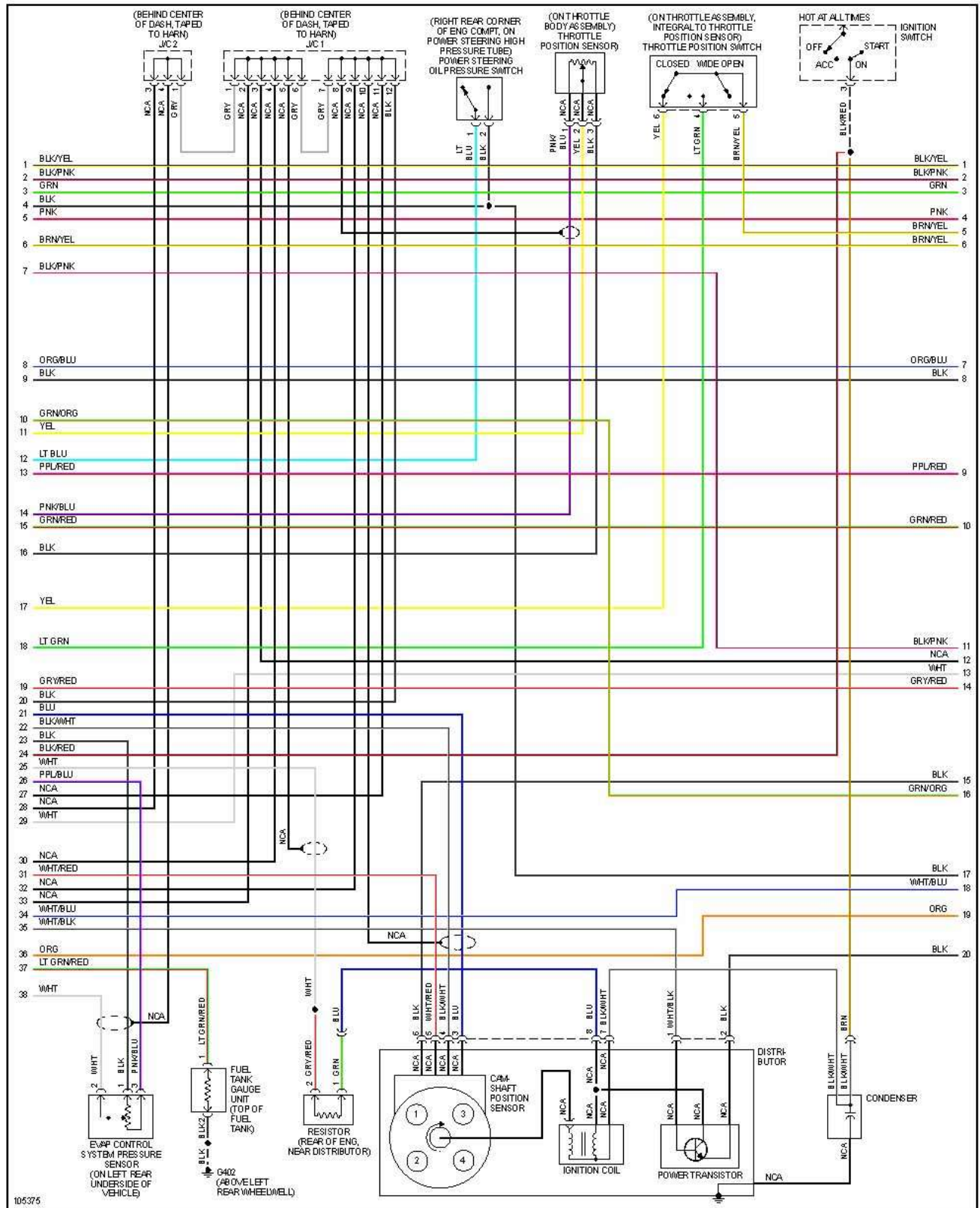
Esta vez se trata de un Nissan Sentra 1998 motor 2.0L. De igual forma, lo que haremos será “filtrar” los cables que solo por lo pronto no analizaremos, para concentrarnos en identificar aquel que nos indique el circuito primario de bobina, tanto en su borne positivo como el negativo.

Vamos a echarle un vistazo al diagrama.

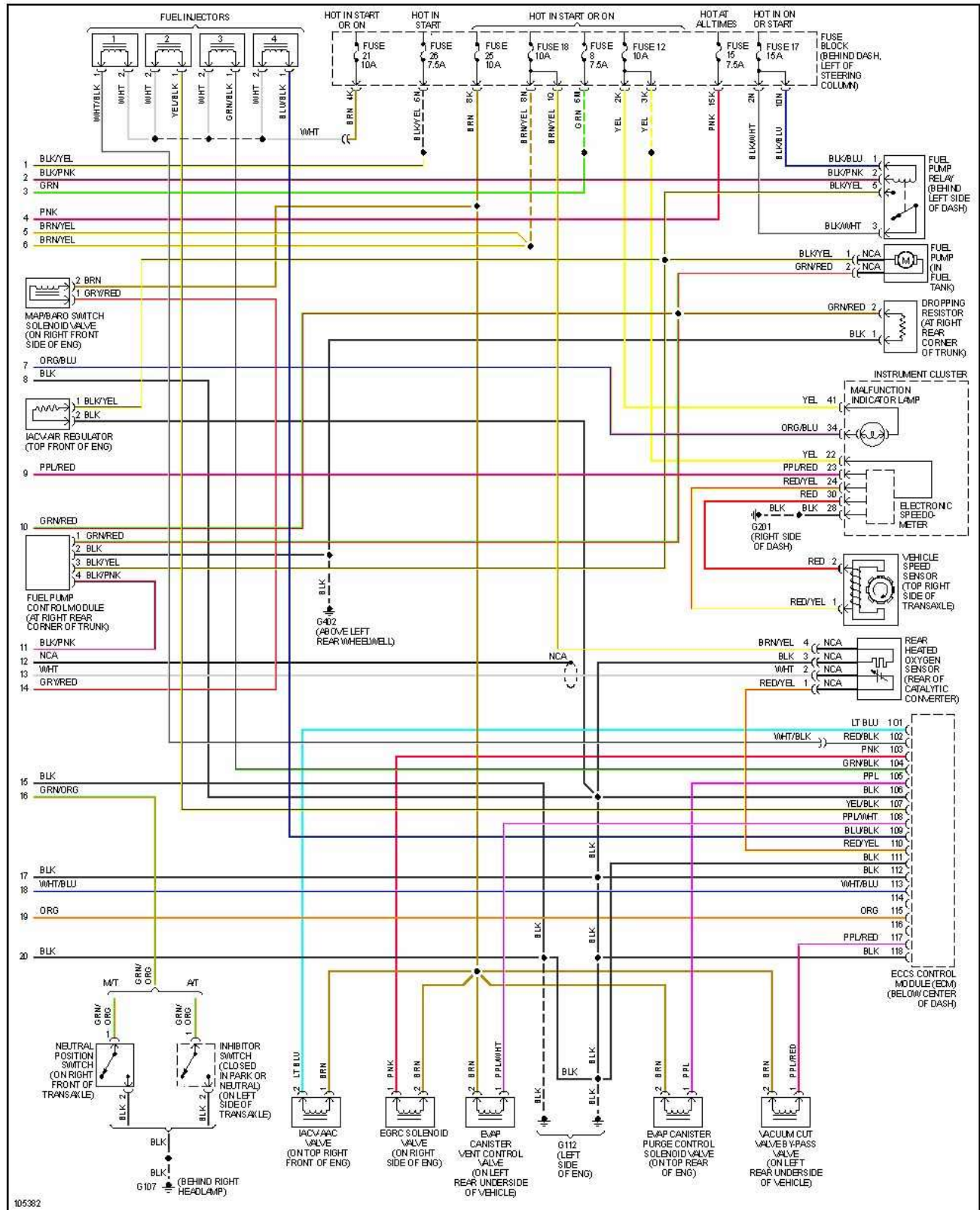
Nissan Sentra 2.0L, 1998, 1 de 3



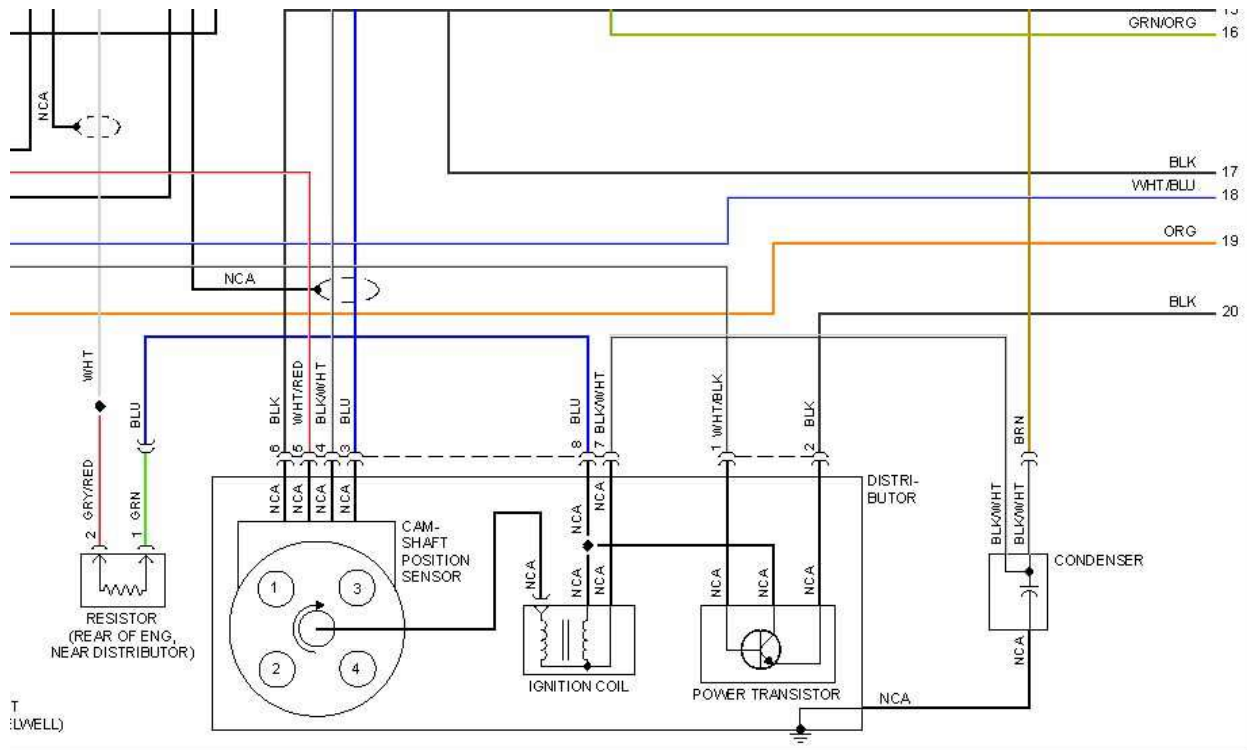
Nissan Sentra 2.0L, 1998, 2 de 3



Nissan Sentra 2.0L, 1998, 3 de 3

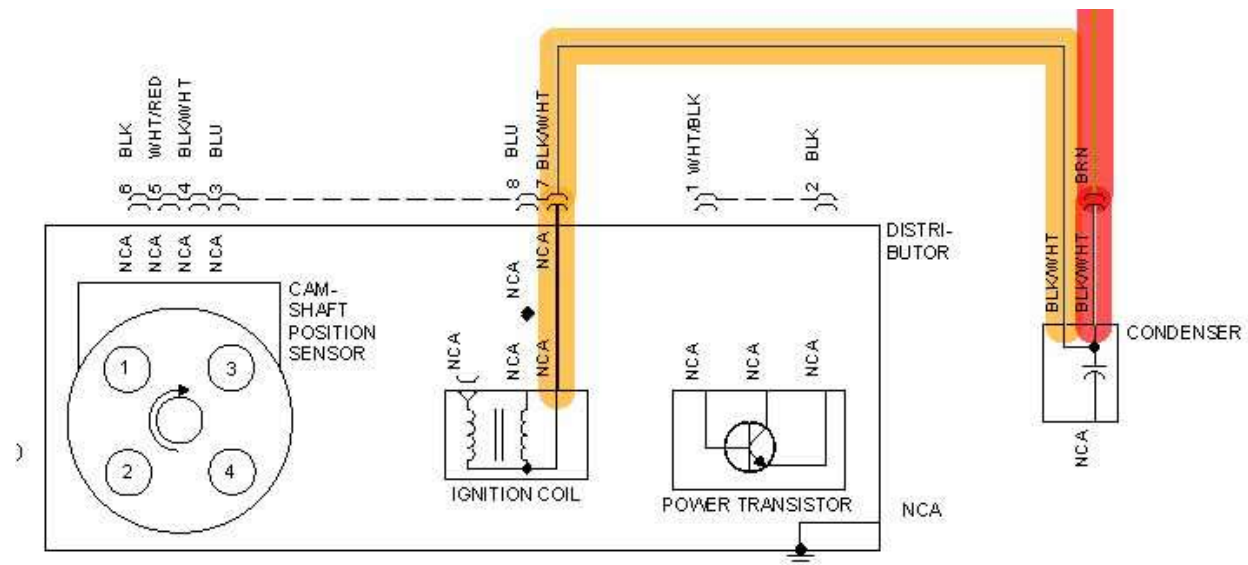


Es mucha información ¿no? Pero nosotros solo estamos buscando un solo cable. Enfoquémonos entonces en el circuito primario de bobina de este auto. Lo identificarás en la parte inferior del diagrama 2 de 3. Hagamos un zoom para verlo más de cerca.



Como puedes darte cuenta, nuevamente este auto emplea un distribuidor que aquí viene representado por un recuadro que tiene conectados 9 cables, pero en este momento solo nos interesa uno. Además, incluye un transistor que cumple la función de módulo.

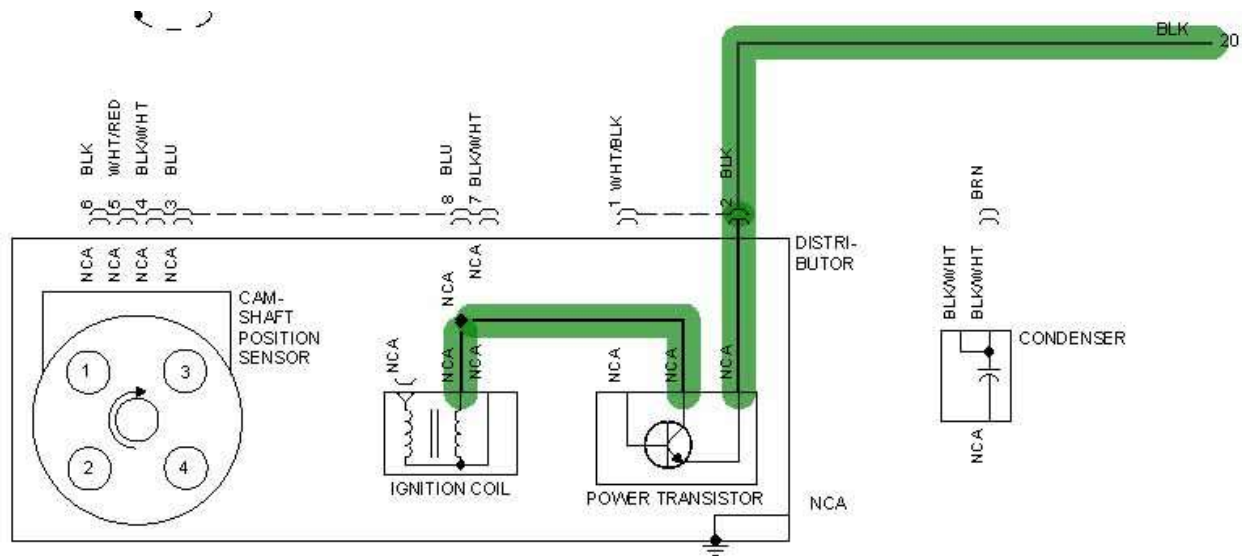
¿Ya ubicaste el circuito primario de bobina, tanto positivo como negativo? Qitemos lo que no necesitamos y veamos solamente donde está el circuito primario positivo en este caso.



Como puedes ver, el positivo de bobina lo puedes identificar fácilmente con el cable color BLK/WHT (negro/blanco), que en esta imagen lo he resaltado en naranja. Luego puedes ver que viene conectado a un condensador (o capacitor, mejor dicho). Este condensador está conectado directamente al switch de la llave de ignición.

Recuerda que este ejercicio consiste en identificar al circuito primario. Todas las bobinas tienen un “lado positivo”. En este caso el circuito primario positivo de la bobina incluye un condensador. Ahora fíjate en el diagrama completo y sigue la ruta hasta la llave. En este caso también deberías leer 12 volts cuando abras la llave. Si no fuese así, existe un problema con el circuito o el condensador está en corto.

Ahora solo nos falta verificar la otra mitad del circuito primario: el negativo de bobina. Resaltemos el cable que nos interesa y quitemos lo que no necesitamos.



Lo que estamos apreciando aquí en color verde es el circuito del borne negativo de la bobina, que como puedes ver, está controlado por un transistor del tipo NPN. Este transistor cumple la misma función de un interruptor de platinos: lo que hace es abrir y cerrar el paso de tierra. Solamente que como es de “estado sólido”, es decir, está compuesto de componentes electrónicos ya no sufre desgaste.

Pero lo que aquí tú debes entender es que la forma en que el circuito primario en este tipo de diseños “transistorizados” controla a la bobina es con un interruptor que ahora se llama “transistor”. De todas formas la corriente eléctrica tiene que fluir desde la llave de encendido, hacia el positivo de bobina, transitar por la bobina misma, salir por el negativo de bobina, llegar al transistor, esperar a que el transistor se “cierre” para que la corriente llegue a tierra. Cuando el transistor se “abra”, se producirá la chispa. Cuando se “cierre”, no hay chispa. Cuando se “abre” de nuevo, tiene que haber chispa y así sucesivamente. Pero esa dinámica la analizaremos a detalle más adelante en un capítulo especial.

Por lo pronto lo que tú necesitas saber para evaluar la integridad del negativo de bobina en un caso como este es que exista continuidad

entre el borne negativo de la bobina y la “entrada” al transistor, así como también debe existir tierra constante entre la “salida” del transistor y chasis. Si detectas conexiones flojas o corrosión tendrás problemas en el circuito y no habrá chispa. Por eso es muy importante primero verificar el estado del circuito primario de bobina, tanto el positivo como el negativo.

Como puedes darte cuenta, siempre deberás evaluar el circuito primario y ello implica que te puedes encontrar con diferentes arreglos, pero no debe preocuparte porque de todos modos los fabricantes necesitan un circuito primario con un lado positivo de corriente constante y un lado negativo para cortar la corriente. La única variante que puede representar un posible reto está en la forma en la que el fabricante conectó el lado negativo y los colores que utilizó, porque como ya vimos, la naturaleza del positivo exige que la corriente siempre esté presente.

Hasta aquí, hemos visto dos ejemplos del arreglo de una sola bobina para todos los cilindros.

Ahora veamos un ejemplo de circuitos primarios pero con bobinas independientes para cada cilindro. Con este “nuevo” arreglo, ahora ya no tenemos un solo circuito primario, sino que tendremos 2, 3, 4, 5, 6 u 8 circuitos primarios según el diseño.

Cuando se trata de bobinas independientes o individuales para cada bujía, los sistemas de encendido suelen tener nombres sofisticados: DIS, Chispa Compartida, Sistema de Encendido Sin Distribuidor, Sistema de Encendido Directo, Bobina Doble, etc., etc. Todos suenan muy rimbombantes pero eso no importa, porque a final de cuentas todos estos sistemas deben tener circuitos primarios: un circuito primario por cada bobina. Y como todas las bobinas sin importar el tipo que sean

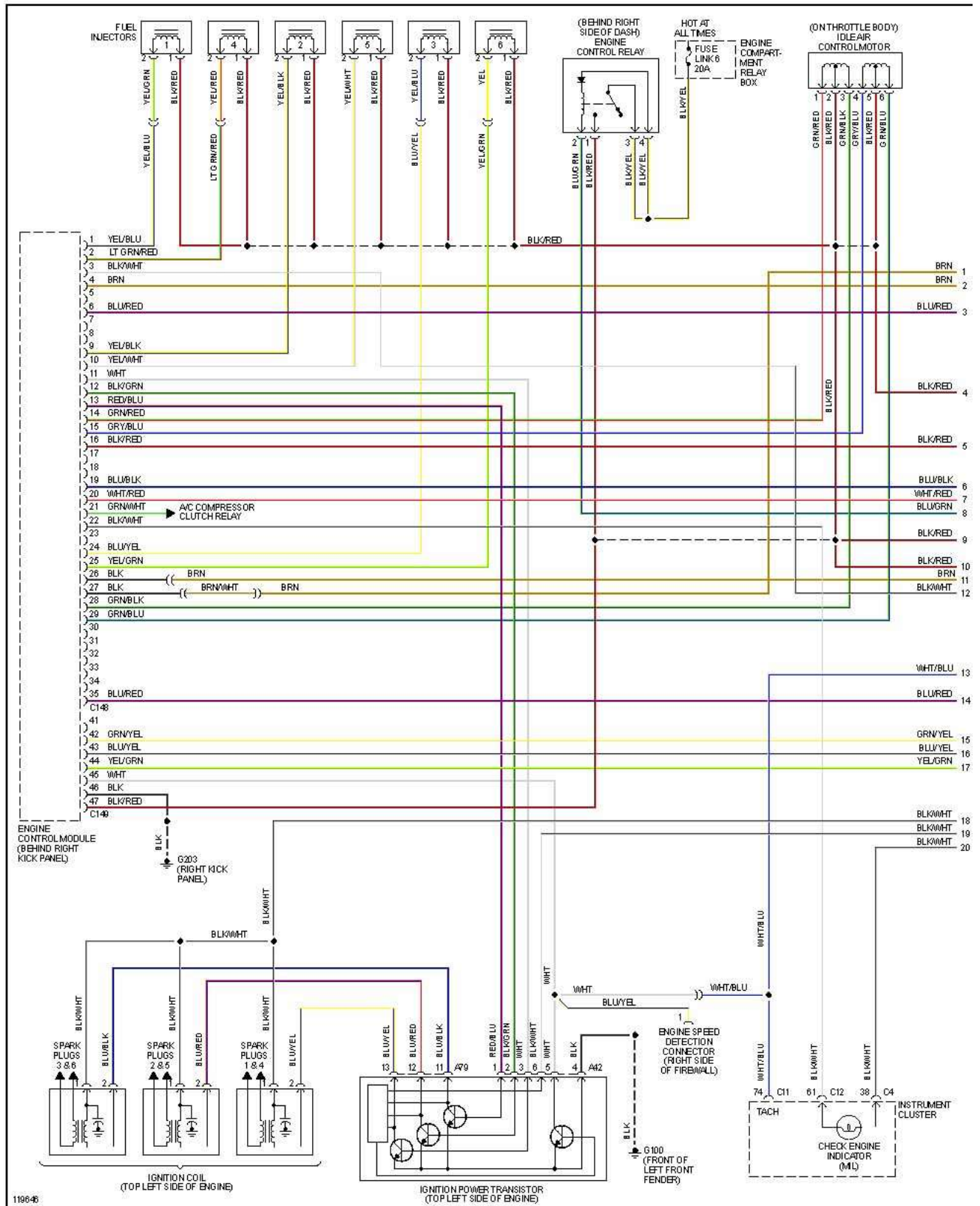
hacen lo mismo, por lo tanto los circuitos primarios también hacen lo mismo y por consiguiente, se revisan igual.

Si estamos hablando de motores de combustión interna, entonces todos los circuitos primarios deben tener un positivo de bobina y un negativo de bobina. Todas las bobinas comunes son de 2 terminales; cuando son “transistorizadas”, es decir, que tienen un modulo de encendido dentro de ellas entonces serán de 3 ó 4 terminales de control, pero a final de cuentas, deben generar una chispa y la prueba cambia ligeramente. Vamos viendo un ejemplo de bobina doble con dos terminales.

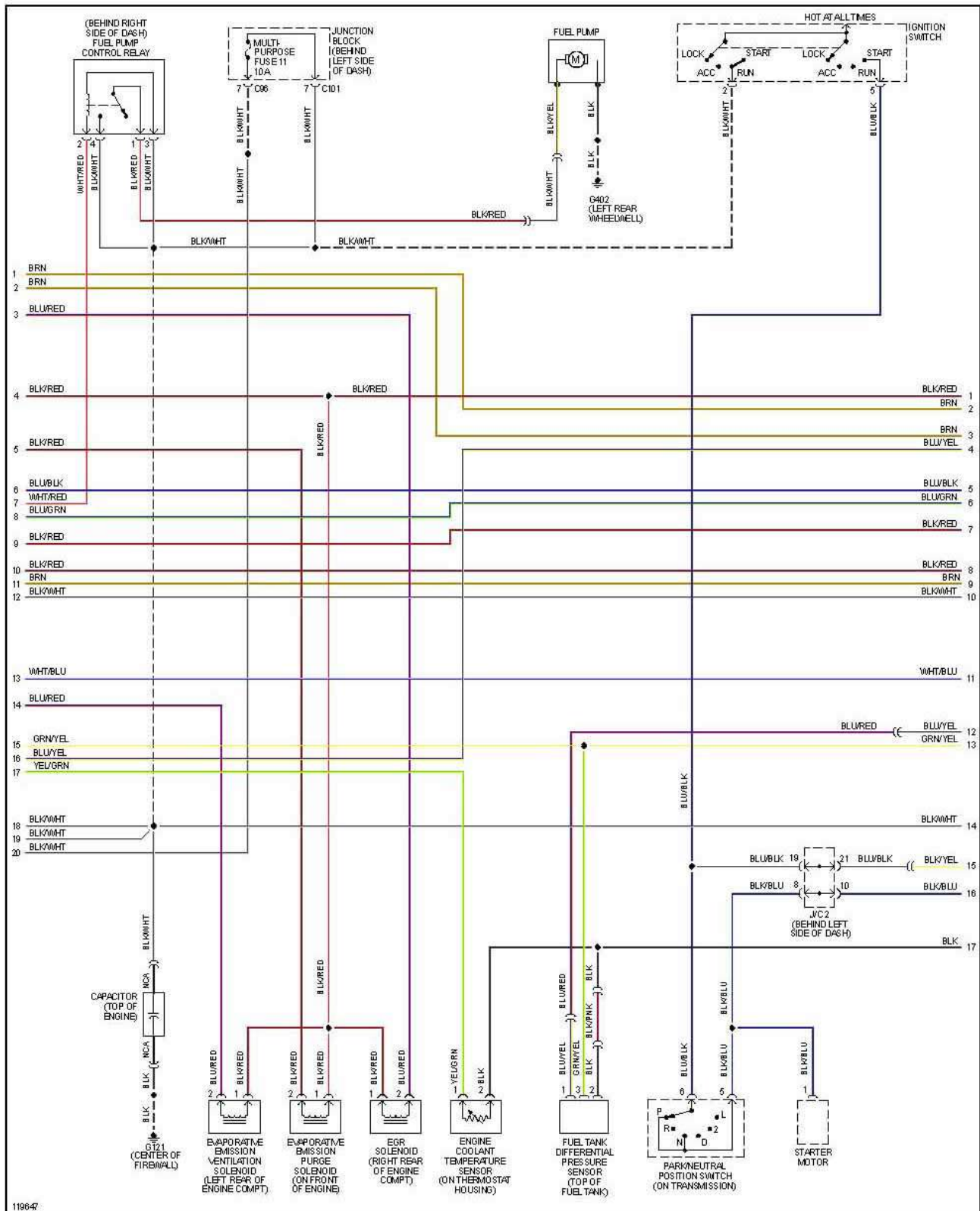
Esta vez se trata de una Mitsubishi Montero motor V6 de 3.5L modelo 2000. El arreglo del circuito primario de encendido de esta camioneta es de tres bobinas, una por cada dos cilindros, todas ellas alimentadas en paralelo por el switch de la llave de encendido. Cada bobina es de dos terminales.

Vamos revisando el diagrama.

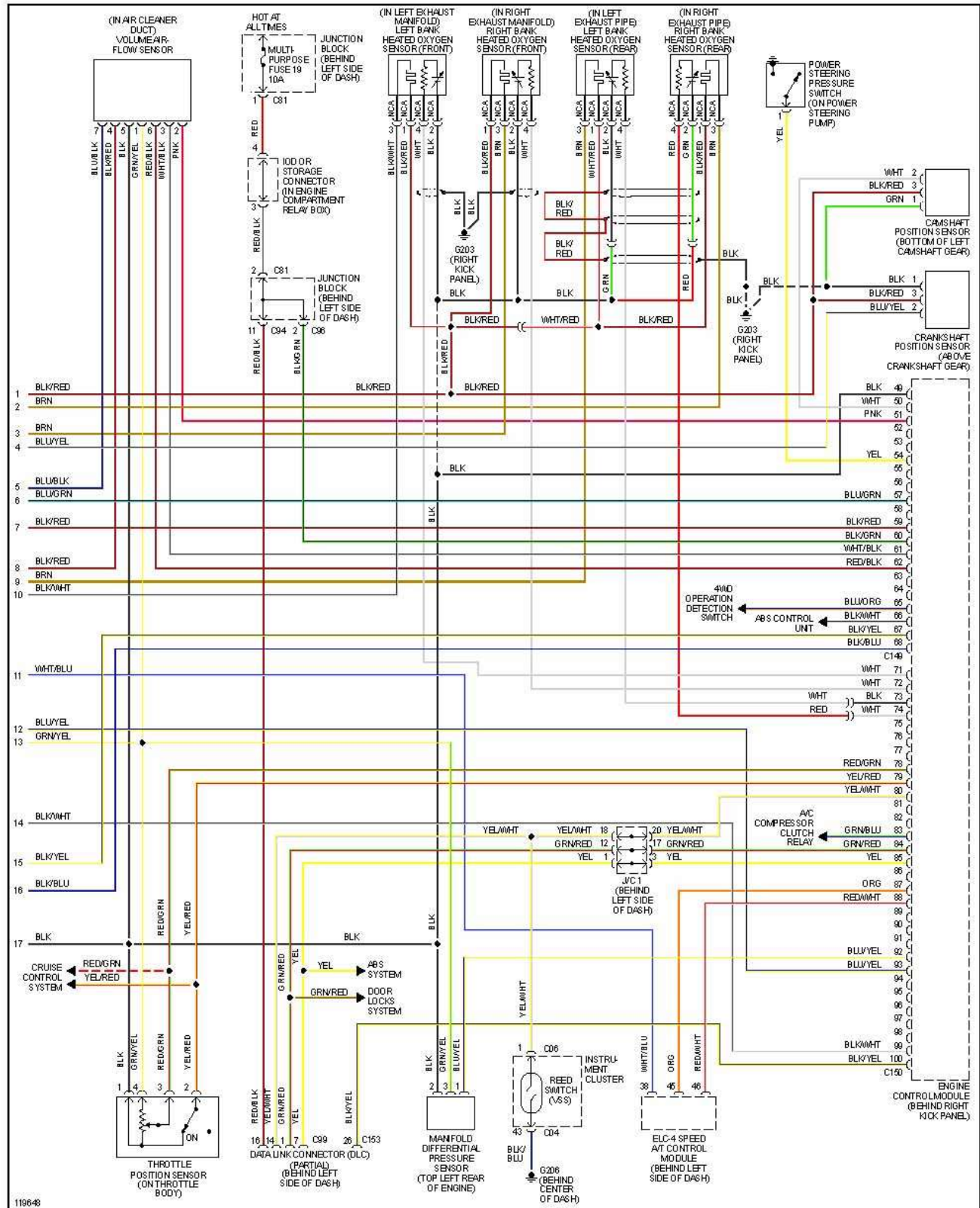
Mitsubishi Montero 3.5L, 2000, 1 de 3



Mitsubishi Montero 3.5L, 2000, 2 de 3

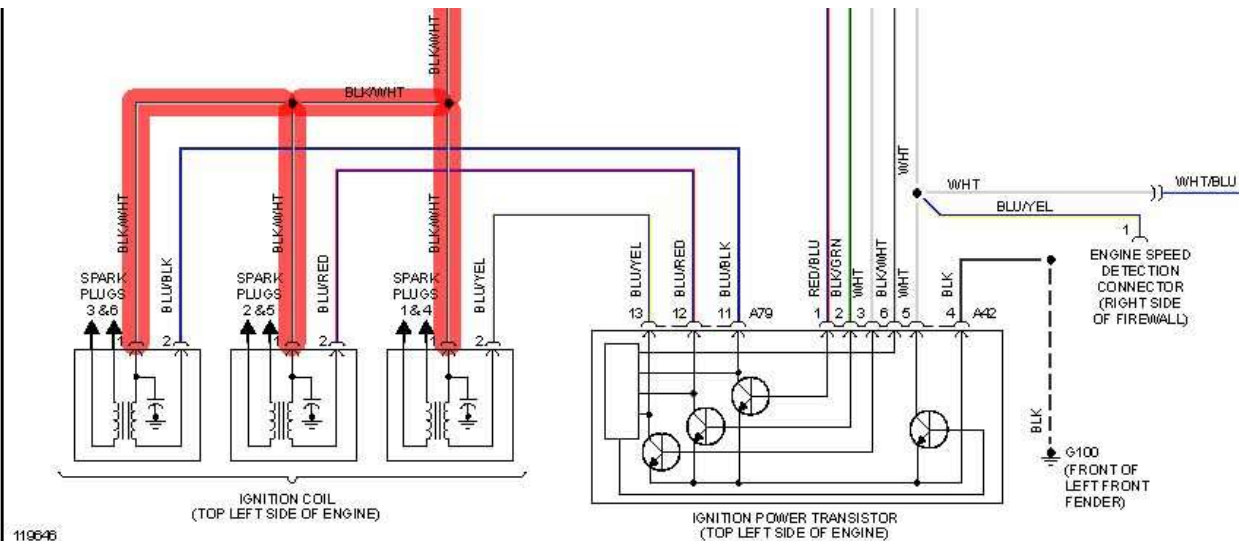


Mitsubishi Montero 3.5L, 2000, 3 de 3

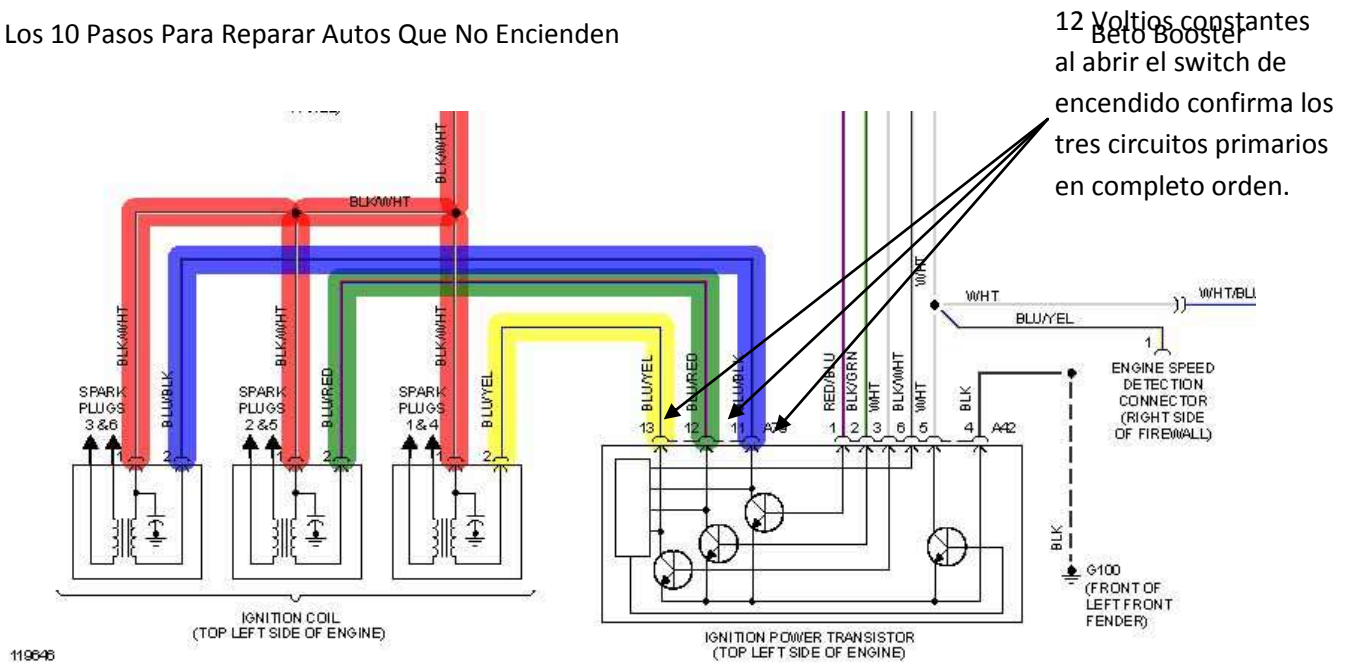


Como puedes darte cuenta, las tres bobinas están representadas en el diagrama 1 de 3, en la esquina inferior izquierda. Cada bobina suministra chispa a dos bujías. También cada terminal del positivo de cada una de las bobinas obtienen su corriente de 12 Volts ya que están conectadas en paralelo con el cable BLK/WHT (negro/blanco). De igual forma, cuando abres la llave de encendido, en cada una de estas debe haber 12 volts.

Veámoslo más de cerca y resaltémoslo en rojo.

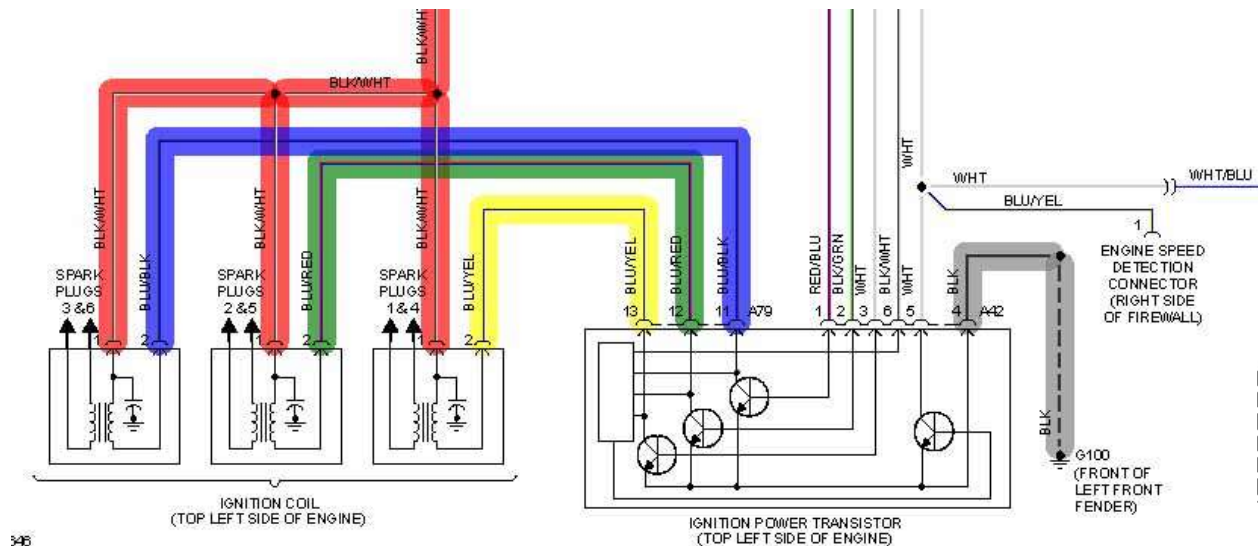


Hasta aquí, cada bobina recibe su voltaje necesario de alimentación desde el switch de encendido. Si todo está en orden dentro de cada una de ellas, la corriente eléctrica que fluye debería llegar hasta cada una de las terminales del módulo de encendido (ignition power transistor), como se ve en la siguiente figura en colores azul, verde y amarillo.



El positivo de bobina está representado en color rojo. Los tres negativos de bobina están resaltados en los colores azul, verde y amarillo, uno para cada bobina. Si en efecto la llave provee voltaje a las tres bobinas y estas no tienen ningún problema, si desconectaras la ploga en el módulo de encendido, allí también deberías leer 12 volts en cada terminal. Esa lectura por si sola te dice que el circuito primario del lado de positivo así como los tres circuitos del negativo de bobina de cada una de las tres bobinas, están en completo orden.

Lo último que te quedaría por corroborar es la tierra del módulo de encendido. ¿Ya la ubicaste? En la siguiente figura está resaltada en color gris.



Como pues observar, el negativo de bobina de cada una de las tres bobinas está conectado a su respectivo transistor. El transistor interrumpe y controla el aterrizaje de la corriente; los tres transistores conducen la corriente hacia una misma tierra (color gris). Mientras que en el Nissan Sentra que revisamos antes se controla a una sola bobina con un solo transistor, aquí también cada transistor controla a una sola bobina. La diferencia es que en vehículos como el Sentra que usan distribuidor, la bobina suministra chispa a cuatro bujías y aquí, una sola bobina provee chispa a dos.

De cualquier manera, sin importar a cuantas bujías una misma bobina les provea chispa, cada bobina tiene un circuito primario. Este circuito primario tiene un lado positivo y uno negativo. El positivo provee corriente desde el switch de la llave y el lado negativo de bobina será siempre el que esté conectado a un transistor. El transistor es el que interrumpe, es decir, “abre y cierra” el paso de la corriente hacia tierra. Como dijimos, más adelante revisaremos la dinámica del transistor pero ahorita lo que nos concierne en este Paso No. 5 es revisar que efectivamente la corriente eléctrica fluya a través de todo el primario de bobina, desde la llave hasta el positivo de bobina, pasando por la cuerpo

de la bobina misma y transitando por el negativo de bobina hasta donde el circuito indique que tenga que llegar, en este último ejemplo, hasta las terminales 11, 12 y 13 del módulo de encendido resaltados en azul, verde y amarillo, respectivamente.

De nuevo, cuando tenemos el diagrama en la mano en conjunto con el MMD (multímetro digital) o el Power Probe III, la revisión del primario de bobina en una Mitsubishi Montero de este tipo no puede llevarme más de 2 minutos. (Particularmente me gusta mucho hacer mis mediciones con el Power Probe III porque es una herramienta muy versátil que me permite determinar voltajes, tierras y activar y desactivar componentes en un instante sin tener que puentear o ingeniármelas. Te la recomiendo mucho.)

¿Ya viste la lógica de esta prueba? Simplemente tienes que ubicar un solo circuito y sus partes que lo componen: el primario. En cada auto y camioneta el primario de bobina tomará diferentes formas, tendrá diferentes colores de cable e irá conectado a diferentes terminales, ya sea a un transistor de tres terminales, a un módulo un poco más complejo o a la misma PCM, pero en general el primario de bobina siempre tiene la misma configuración: suministrar corriente eléctrica a la bobina y dirigirse hasta un transistor antes de llegar a tierra.

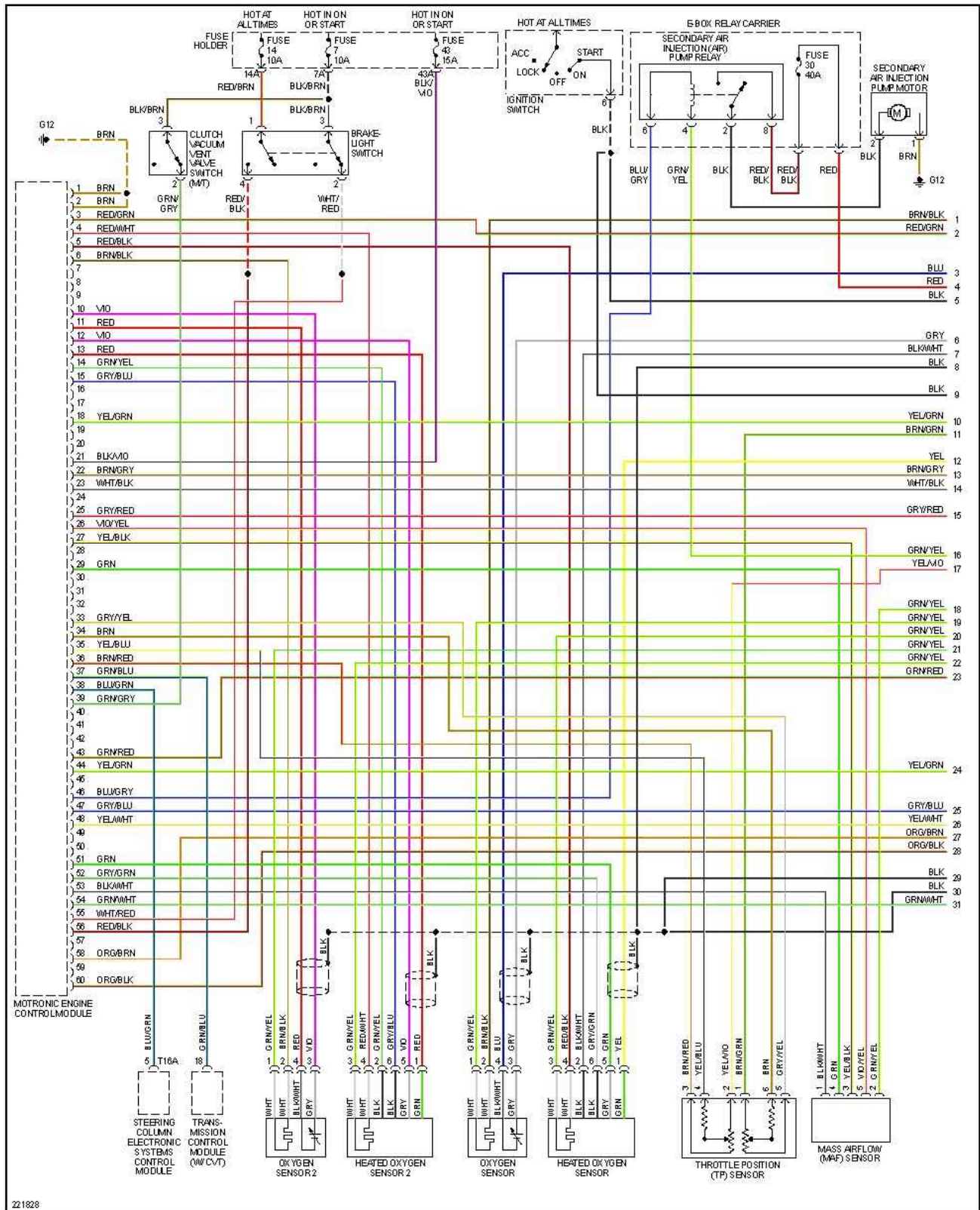
Veamos un último ejemplo.

Esta vez se trata de un auto más exótico: un Audi A4 3.0L, 2005 con tecnología de la Robert Bosch. De lo mejorcito que existe. Como ya es rutina para nosotros, vamos viendo el diagrama completo de la PCM.

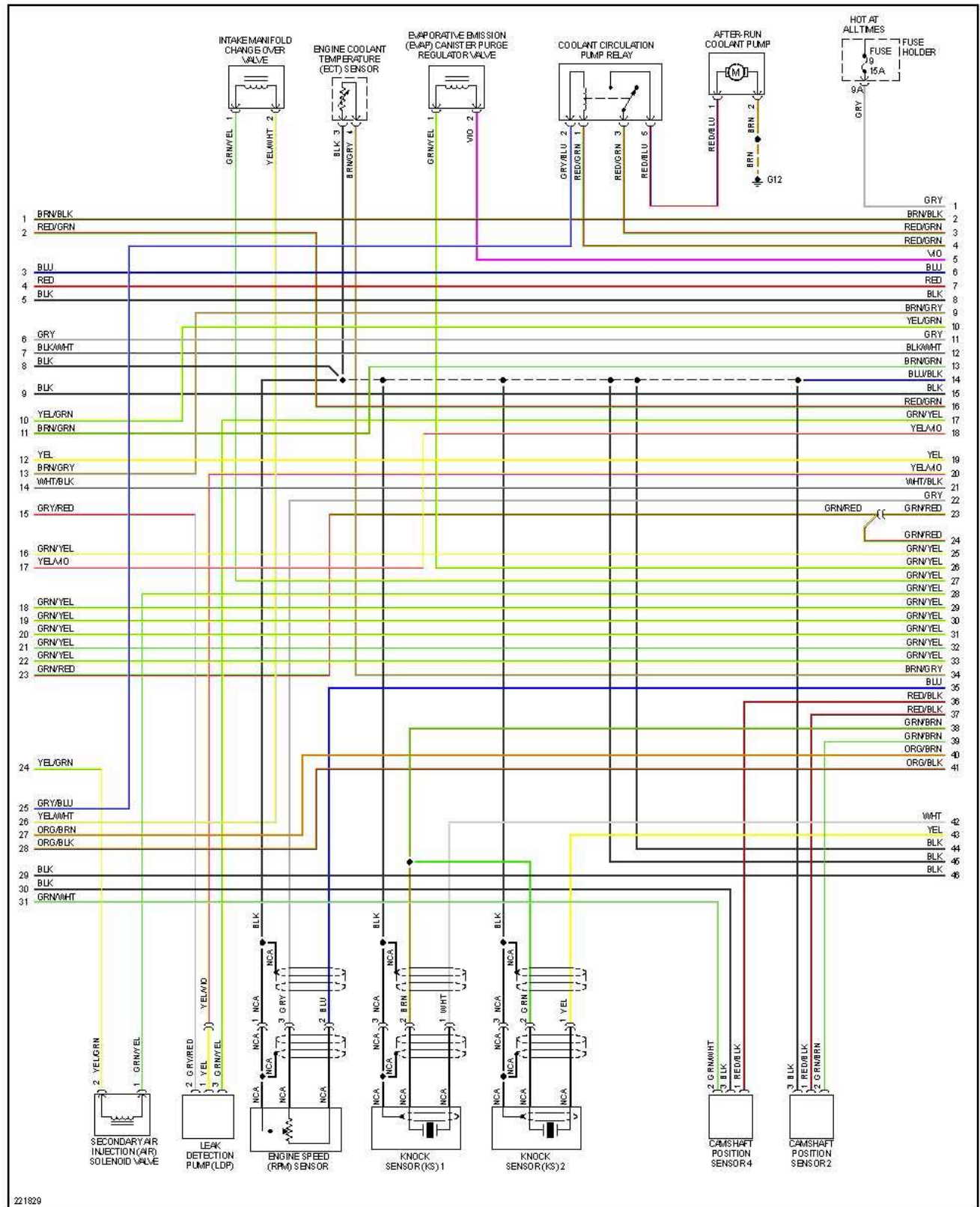
Este motor es de 6 cilindros y cada uno tiene una bobina individual. Révisalo con detenimiento y te darás cuenta de que en la parte inferior

del diagrama 3 de 4 viene el esquema de las seis bobinas y sus conexiones.

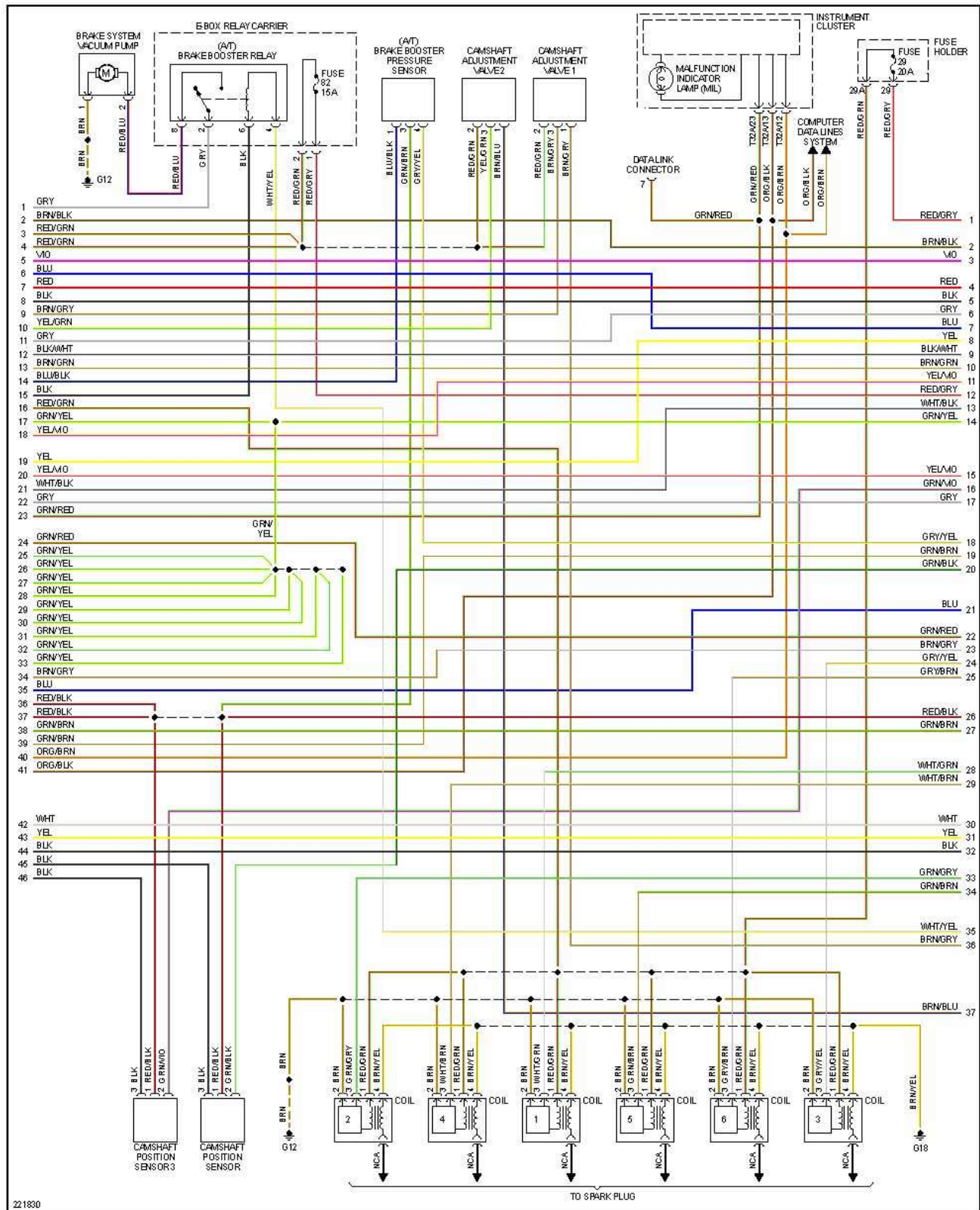
Audi A4 3.0L, modelo 2005, 1 de 4



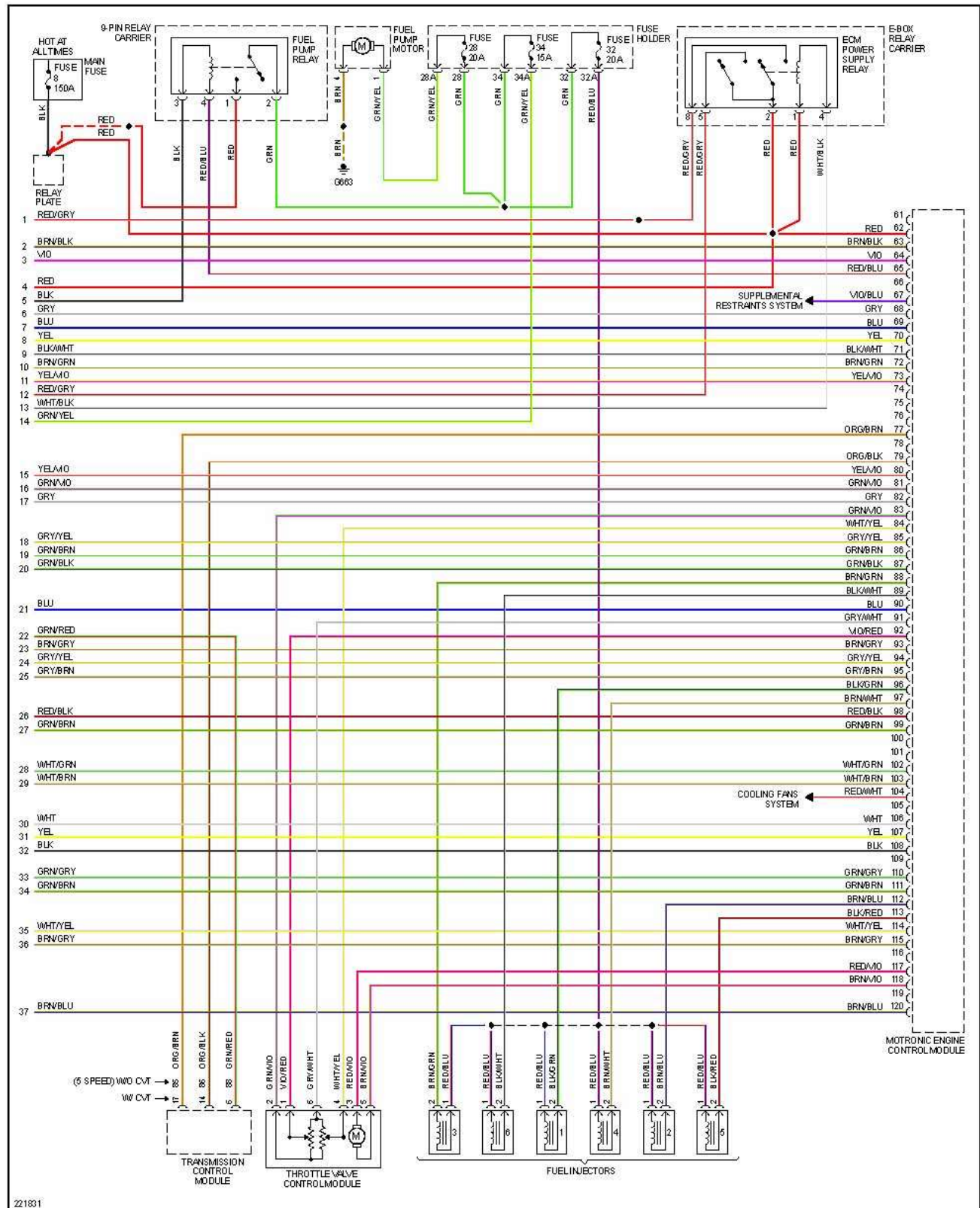
Audi A4 3.0L, modelo 2005, 2 de 4



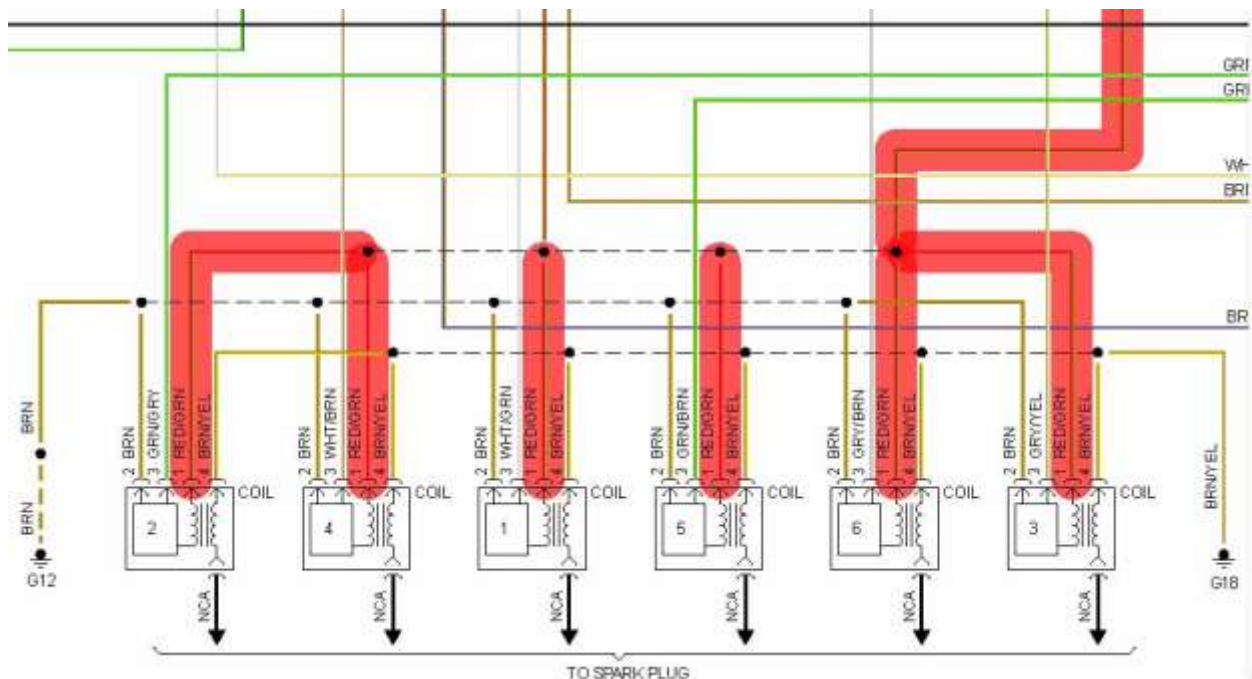
Audi A4 3.0L, modelo 2005, 3 de 4



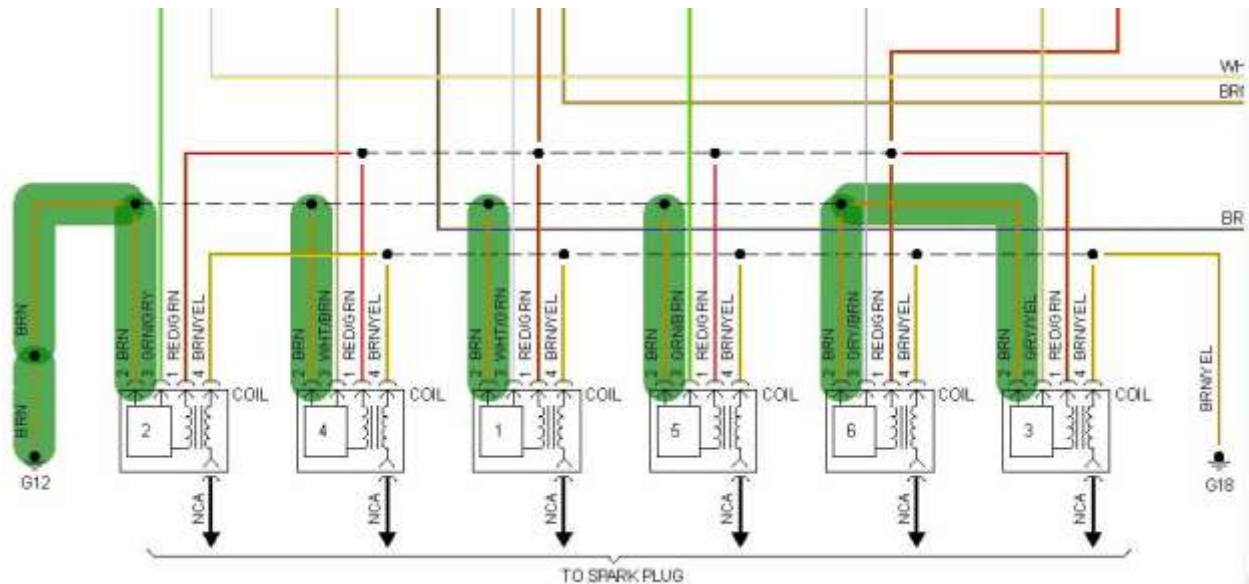
Audi A4 3.0L, modelo 2005, 4 de 4



Naturalmente, cada bobina tiene un circuito primario propio, el cual al activar la llave del switch energizará a todas las bobinas desde el mismo fusible. En la siguiente figura está representado en rojo el positivo del primario de cada una de las seis bobinas. Obviamente, cuando activas la llave las seis bobinas se energizan al mismo tiempo en su borne positivo. Con tu multímetro digital deberías leer 12 volts. Si lo mides con el Power Probe III el LED del instrumento se iluminaría en color rojo brillante.



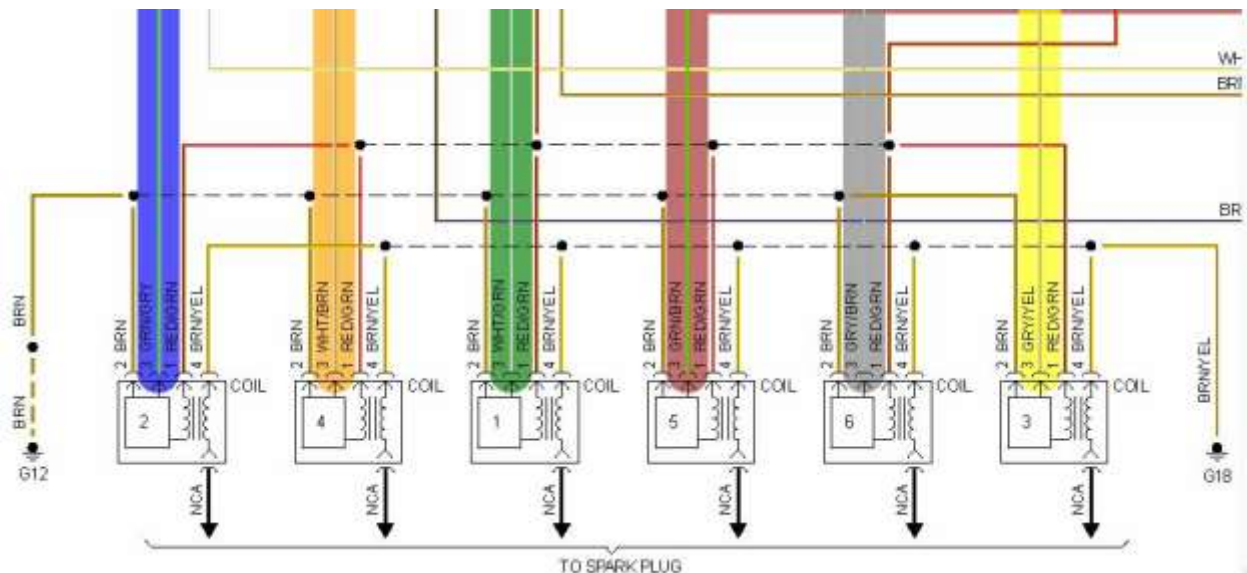
Por otro lado, el negativo de bobina de cada una de las seis bobinas tiene que darte tierra constante cuando lo identificas con el Power Probe III y en ese caso LED de este instrumento se ilumina en verde brillante. En la siguiente figura los cables de la tierra los puedes ver resaltados en color verde; la línea punteada representa el cable de tierra para todas las bobinas.



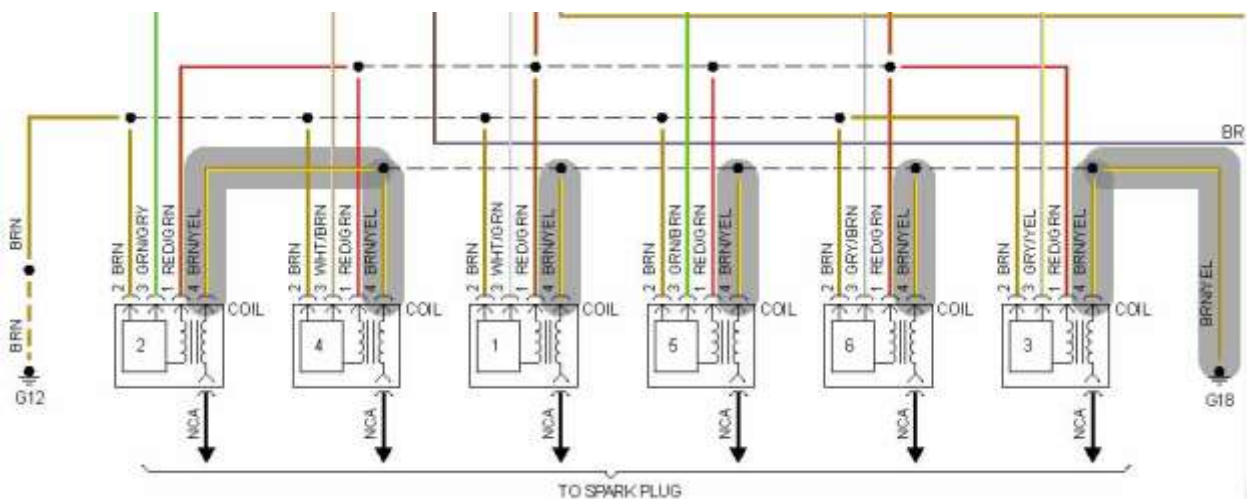
De esa forma ya concluimos la revisión de los seis circuitos primarios para las seis bobinas; no te puede llevar más 6 minutos, un minuto por bobina.

Cada una de estas bobinas es del tipo transistorizada. El recuadro que ves dentro de cada bobina es el transistor, que también es del tipo NPN. Cada transistor a su vez está conectado a la PCM y es la misma PCM la que controla a cada transistor.

El control y función de cada transistor se explicará más adelante en el capítulo 8, pero por lo pronto tú puedes ver que en este caso cada transistor se controla individualmente en su terminal específica, que en este caso para cada uno es la No. 3 y como puedes darte cuenta, cada una tiene un color diferente porque se activan en el tiempo de encendido que le corresponde; en un osciloscopio las verías en pantalla mediante una señal digital cuadrada, pero me estoy adelantando. Por lo pronto solo debes identificar cual es el cable que corresponde a la señal de control del transistor dentro de la bobina y en la siguiente figura lo puede ver.



Por último, las bobinas transistorizadas de cuatro terminales como las de este Audi A4, llevan una cuarta terminal que va conectada directamente a tierra para el manejo de voltajes excedentes. Al desconectar la ploga en la bobina tú medirías tierra de chasis en la cuarta terminal. A continuación esa tierra se representa en color gris.



Y eso es todo sobre identificación de circuitos primarios, positivos y negativos, de bobinas, tanto las comunes como las transistorizadas. Hasta hoy yo no he visto ninguna variante adicional entre los fabricantes

que he explorado. Todos coinciden en los mismo arreglos porque la tecnología del uso de bobinas para generar chispa por fuerza les exige a los fabricantes que utilicen un circuito primario y como hoy en día todo se controla con componentes de estado sólido, te puedo garantizar que el transistor estará presente en todos los circuitos primarios de todos los autos de control electrónico que te toque revisar. La forma en la que está conectado el circuito primario es justo como te lo acabo de describir.

Ahora te toca a ti definir cual es y para que es cada cable y que función desempeña cuando debas evaluar el circuito primario de bobina.

- a) Primario positivo de bobina
- b) Primario negativo de bobina
- c) Control del transistor (si es que este aplica en bobinas de 3 ó 4 terminales)
- d) Tierra de bobina para exceso de voltaje (si es que este aplica en bobinas de 4 terminales)

Pero eso es todo. La evaluación del circuito primario no es más complicada que eso. Una revisión integral del primario, por más bobinas que tenga, no te puede llevar más de 10 minutos.

Capítulo 6

Verificando Bobinas

Capítulo 6 - Verificando Bobinas

En el capítulo anterior hablamos sobre las tareas de identificación y verificación completa del circuito primario de bobina. Cuando te cercioras de que el primario funciona normalmente y generaste la chispa, simultáneamente has verificado también el funcionamiento de la bobina en ese circuito, pues ella forma parte del circuito primario. De hecho, eléctricamente, es el centro del circuito primario.

¿Entonces para qué necesitamos un capítulo especial para la verificación de las bobinas y sus circuitos?

Algunas veces conviene revisar a la bobina de forma individual porque cuando nos encontramos que existen problemas con el circuito primario que no nos permitan producir la chispa, ello nos obliga a diferenciar entre la bobina y el circuito activándola con un instrumento sin usar el circuito primario. Para ello existen pruebas especiales únicamente para las bobinas.

Aquí no vamos a hablar de la típica revisión de resistencia al circuito primario y secundario. En mi opinión, una prueba de medición de resistencia no me dice nada en concreto del estado de la bobina, porque lo que a mi me interesa de una bobina no es su estado de resistencia eléctrica... lo que yo quiero es verla trabajar y para eso, hay que obligarla a que “artificialmente” produzca su chispa.

Para eso se necesita un probador de bobinas.

En otras palabras, para mi la verificación de la bobina significa hacer que esta produzca chispa aunque el vehículo no pueda hacerlo por si mismo.

Ahora bien, no confundas un probador de chispa con un probador de bobinas. Son instrumentos diferentes.

Distintos probadores de chispa



Como ya vimos en el primer capítulo, para utilizar cualquiera de estos estilos de probadores de chispa, simplemente remueves un cable de bujía ya sea en la bujía misma o en el cable central del distribuidor, conectas el probador de chispa, lo aterrizas, das marcha y listo: el probador de chispa se conecta al secundario. A excepción de los probadores inductivos, que solo se colocan cerca de la bobina y emitirán su señal visual.

Por otro lado, un probador de bobinas se conecta al circuito primario, específicamente en el negativo de bobina. Naturalmente, primero deberás haber identificado cual es el cable del negativo de bobina para que allí lo conectes. La idea es que el probador de bobinas juega el papel de la PCM o el módulo de encendido, según sea el caso, suministrando y cortando el circuito hacia tierra.

Existen varios tipos en el mercado y son muy efectivos. Aquí te presento uno de ellos.



Este probador de bobinas, como puedes observar, se utiliza en conjunto con el probador de chispa.

Un instrumento de este tipo funciona tanto en bobinas normales como en bobinas DIS y transistorizadas. Para usarlo, a la bobina le deberás suministrar voltaje de batería en el positivo de bobina y remover el cable negativo de bobina. Ahora, cada una de las tres terminales se conectan del siguiente modo:

- 1) La roja se conecta al positivo de bobina.
- 2) La verde se conecta al negativo de bobina.
- 3) La negra se conecta a una buena tierra.

Ahora solo deberás activar y desactivar el botón y si la bobina funciona normalmente, se deberá generar una chispa fuerte que equivale a un voltaje superior a los 30 000 volts. Si no se produce, entonces la bobina no funciona y deberá reemplazarse.

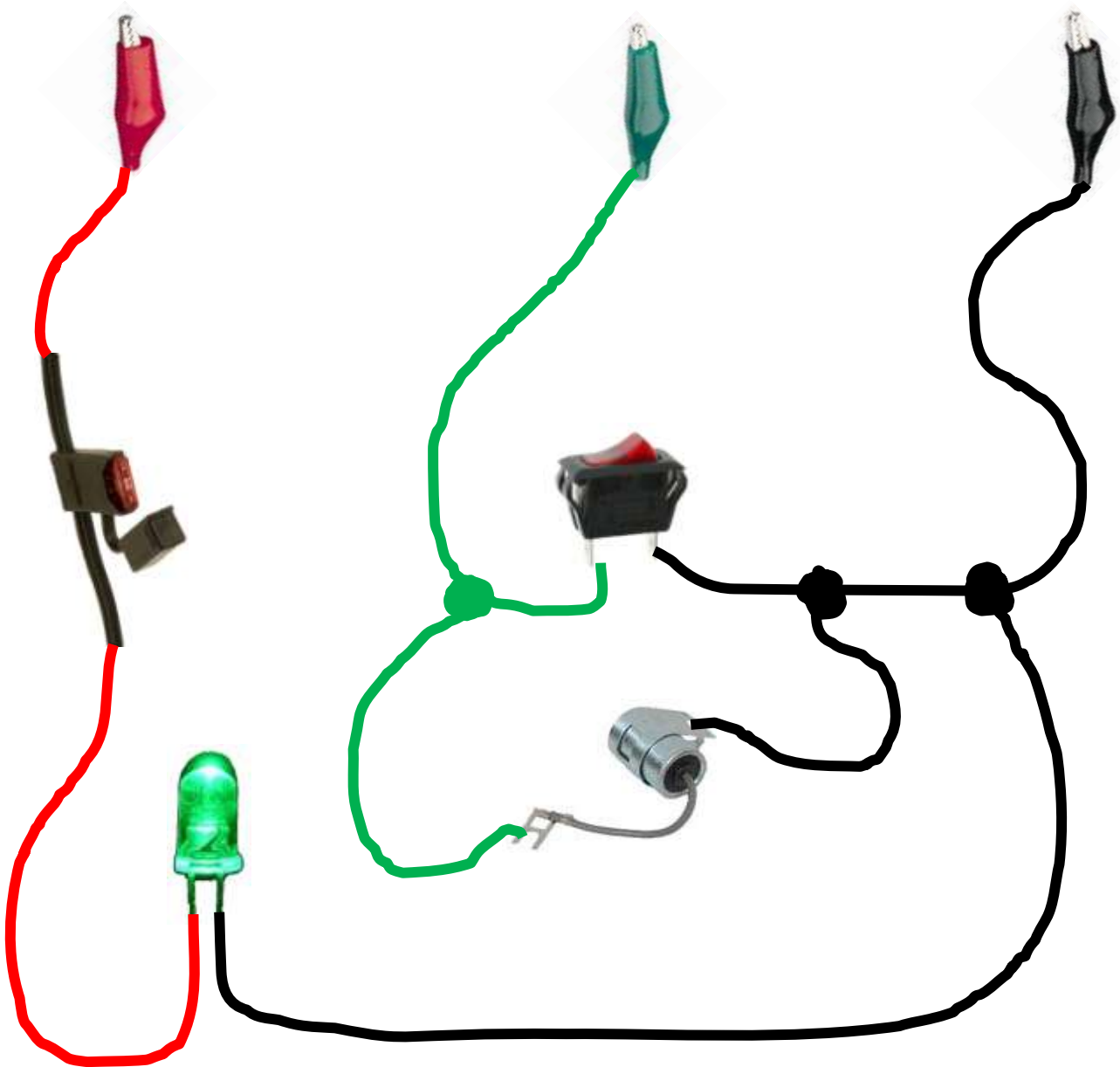
Haz click aquí para que veas unos videos que hemos preparado para ti. En ellos se te muestra como conectar el probador de bobinas.

Como ese probador es costoso, decidí ahorrarte algo de dinero y mostrarte como construirlo con piezas simples que ya tienes en tu taller.

Necesitarás:

- 1 interruptor normal de un paso.
- 1 condensador normal de platinos, ya sea para Volkswagen, Ford, GM, o de la marca que sea.
- 3 trozos de cable calibre 14
- 3 tenazas de caimán
- 1 foco LED
- 1 cajita de plástico
- 1 fusible de 10 amperes
- 1 porta-fusibles

A continuación te presento el diagrama para que lo construyas. No debería ser difícil para ti.



Ahora solo acomódalos dentro de una cajita, conéctalos, activa y desactiva el interruptor y verifica la chispa. Espero que esta nueva herramienta de diagnóstico te resulte útil como lo ha sido para mí.

Capítulo 7

Verificando Señales del Sensor del Cigueñal, del Arbol de Levas y sus Circuitos

Capítulo 7 - Verificando Señales del Sensor del Cigüeñal, del Arbol de Levas y sus Circuitos

¿Qué ocurre con los sensores? ¿Por qué dan tanto de que hablar? Desde que aparecieron los sistemas de control electrónico del motor, los sensores han sido causa de muchos debates, confusiones y grandes negocios. Se han inaugurado escuelas, impartido innumerables seminarios de capacitación y se han escrito infinidad de libros sobre la temática de los sensores del motor. Todo eso está muy bien pero aún así, sigue habiendo confusión. Las dudas en torno a los sensores del motor siguen sin esclarecerse.

Sobran los sitios de internet y las fuentes informativas que te explican como funcionan, como están contruidos, los tipos diferentes que existen, como están conectados, los códigos DTC que generan en un momento dado y muchas cosas más, pero aún así, muchísima gente sigue cometiendo los mismos errores y siguen sin entender de qué se trata exactamente cuando estamos trabajando con sensores automotrices.

¿Por que será eso?

Te voy a dar mi opinión profesional: es porque lo importante NO son los sensores.

¿Qué? ¿Cómo que los sensores no importan?

Así es: el sensor no es lo importante. Lo que en verdad importa es la INFORMACION que el sensor produce. Ahí esta la clave.

Recordando un poquito sobre el tema, sabemos que la esencia principal de un sensor del tipo que sea, es la transmisión de información.

En el mundo de la electrónica existen sensores de detección para millones de cosas que se tienen que medir todos los días en muchísimas disciplinas:

Movimiento, temperatura, radiación, ruido, luz, temperatura, ritmo cardíaco, velocidad, peso, humedad, temperatura, presión, acidez o basicidad del agua, contenido químico de componentes en alguna mezcla especial (así es, hay sensores que miden la cantidad de componentes químicos específicos), en fin... son muchas las cosas que este mundo físico nos exige que midamos y para eso necesitamos aparatos.

Naturalmente, el mundo automotriz no puede ser la excepción y como existen varios fenómenos físicos ocurriendo simultáneamente cuando un motor de combustión interna está operando, estos tienen que medirse y la forma de hacerlo es mediante sensores.

Ahora bien, como ya sabemos, en nuestra disciplina cada sensor está diseñado específicamente para detectar 'datos' de un área particular del motor, para convertirlo en señales eléctricas. Esa es la función de un sensor: convertir un fenómeno físico en una señal eléctrica. Algo ocurre dentro del cuerpo del sensor, un cambio de alguna especie que provoca que el suceso físico que ocurrió dentro de él, se transforme en información.

Esa transformación es la traducción que una computadora necesita para realizar su labor. Ahora el trabajo de una computadora automotriz es procesar esos datos.

¿Cuáles datos? Los que provienen de los sensores.

¿Y qué forma tienen esos datos? Toman la forma de “señales” eléctricas.

¿Y que es una señal eléctrica? Es simple corriente eléctrica circulando por el cable de un circuito; en nuestro caso, es desde el “cable de señal” del sensor hacia una terminal específica en el conector de la ECU. Cada sensor tiene un “cable de señal”.

¿Y cómo son esas señales eléctricas que producen los sensores automotrices? Solo existen dos:

- 1) Análogas y
- 2) Digitales

Cuando hablamos de señales, los seres humanos estamos pensando en términos “visuales”, pues nuestra lógica humana nos dice que una señal es una forma visible de comunicarnos... pero te tengo una sorpresa: la electricidad y sus señales que circulan por un cable son invisibles.

Sabemos que la electricidad está ahí y que es real porque vemos sus efectos, sus manifestaciones y hasta podemos sentirla y en algunos casos, escucharla cuando presenta zumbidos, pero no podemos verla. Tú puedes ver un cable expuesto sin aislante y que sabes que está conduciendo corriente eléctrica pero a la energía eléctrica como tal, no podemos verla porque esta es invisible. (Excepto en el caso de chispas, pero eso es otra historia).

¿Entonces cómo podemos hacerle para ver a las señales que los sensores producen, si las señales eléctricas son invisibles por naturaleza?

Para eso, mi amigo, necesitamos instrumentos.

¿Te vas dando cuenta ahora por qué los sensores en sí mismos no son lo importante?

Cuando los diagnostiques un motor que no tiene chispa, pues, concéntrate en el tipo de información que estos deben producir y no tanto en la estructura física de su diseño. El secreto de la comprobación de su funcionamiento radica ahí. Sé que suena contra-intuitivo, pero hazme caso.

Para nuestra fortuna, resulta que es muy fácil detectar si un sensor funciona con normalidad o si está descompuesto, ya que solamente únicamente deben producir dos tipos de señales: análogas o digitales.

Un sensor solamente produce un tipo de señal: o es análoga o es digital. Un mismo sensor no puede producir ambos tipos de señales. O produce una o produce la otra.

Correcto.

Pero a nosotros en este capítulo solamente nos interesa saber que ocurre exactamente con las señales de los sensores del cigüeñal (CKP) y del árbol de levas (CMP), porque cuando un motor no tiene chispa, antes de que se te ocurra condenar a cualquiera de estos dos sensores como los responsables, primero tienes que monitorear sus señales, sin importar si son análogas o digitales.

Pero antes de que entremos en los detalles de su diagnóstico, necesito que repases mi curso GRATUITO de “Señales Electrónicas del Motor” que viene dividido en tres partes para su fácil comprensión. Necesitas

estar conectado e Internet para acceder a ellos. Solo haz click en los siguientes vínculos y te llevarán directo. Hazlo.

[Señales Electrónicas del Motor – Parte I](#)

[Señales Electrónicas del Motor – Parte II](#)

[Señales Electrónicas del Motor – Parte III](#)

... ¿Listo?... ¿Seguro?... Continuemos.

Si ya leíste mi libro “Secretos de Encendido Electrónico” entonces sabes los sensores del cigüeñal se conocen como “Crankshaft Position Sensor” y se abrevia Sensor CKP.

Por su parte, el sensor de posición del árbol de levas se le conoce como “Camshaft Position Sensor” y se abrevia Sensor CMP.

Los sensores CKP y CMP hacen lo mismo: detectar movimiento metálico. Son sensores de movimiento de aplicación industrial que se adaptaron al giro de piezas metálicas en motores de combustión interna, como lo son el cigüeñal y el árbol de levas.

Por otro lado, solo existen tres grandes categorías de sensores CKP y CMP para aplicación automotriz:

- a) Captadores Magnéticos – Reluctor Variable – Pick Up Coil
- b) Efecto Hall
- c) Sensores Opticos

Todas las marcas de fabricantes de autos usan solo estos sensores porque no hay más. Ahora bien, la cosa se pone un poquito más interesante porque cada uno de estos sensores puede tener diferente número de cables. Todos tienen cable de señal hacia la ECU, pero

algunos ocupan voltaje, tierra y algunos otros, tienen dos cables de señal. Vamos viendo que es lo que sucede con cada uno.

No vamos a entrar en el estudio de cómo están contruidos estos sensores y como es que funcionan. El propósito de este capitulo, como ya dijimos, es verificar las SENALES ELECTRICAS que producen estos sensores.

Los sensores Captadores Magnéticos se conocen también como “Reluctores Variables” y en el argot anglo se les llama “Pick Up Coil”. En lo personal yo prefiero llamarles Captadores Magnéticos, porque es un nombre más universal.

Se les llama así porque en el centro de su cuerpo tienen una pequeña bobinita y un imán, que al exponerse al movimiento giratorio del cigüeñal, árbol de levas o a los reluctores dentro de los antiguos distribuidores de GM, esa bobinita y el pequeño imán producen una débil señal de voltaje, pero mas que suficiente para ser detectada por la ECU e interpretarla como información de movimiento mecánico.

¿Y cómo es la señal de un Captador Magnético?

Un sensor captador magnético es en realidad un alternador en miniatura, y como tal, produce voltaje de corriente alterna CA. Ese pequeño voltaje de corriente alterna CA producido por el sensor es precisamente la señal eléctrica del sensor. Al ser una señal de corriente alterna CA, entonces por definición, la clasificación de esta señal eléctrica es ANALOGA.

Conclusión: todos los sensores CKP y CMP de todos los fabricantes que utilicen captadores magnéticos, producen señales eléctricas análogas de corriente alterna.

Vuélvelo a leer y memorízalo.

¿Y que sucede con los de Efecto Hall y Opticos?

A diferencia de los captadores magnéticos que reaccionan con el movimiento de componentes que forzosamente deben ser metálicos, los sensores de Efecto Hall y Opticos en cambio, están diseñados para detectar movimiento mecánico repetitivo, tanto de elementos plásticos como metálicos. Cualquier cosa que se mueva cerca de ellos, los sensores de Efecto Hall y Opticos lo detectarán.

¿Y cómo es la señal de los sensores de Efecto Hall y Opticos?

La construcción de estos sensores se diseño de tal manera que fuesen alimentados con voltaje de corriente directa DC y necesitasen tierra constante para que de esa manera, produjesen señales eléctricas DIGITALES.

Conclusión: todos los sensores CKP y CMP de todos los fabricantes que utilicen sensores de Efecto Hall y Opticos, producen señales eléctricas digitales de corriente directa.

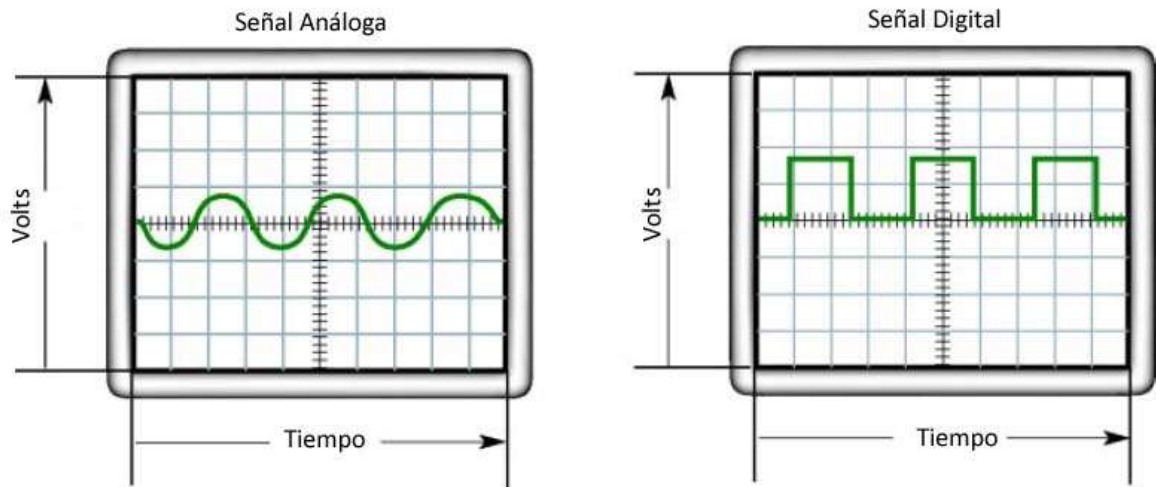
Vuélvelo a leer y memorízalo.

¿Y que aspecto tienen las señales análogas y digitales que estos sensores producen cuando las leo en un osciloscopio?

Como viste en el curso de Señales Electrónicas del Motor, en el display de un osciloscopio se verían del siguiente modo:

Osciloscopio Mostrando Señales Análogas y Digitales en su Pantalla

Las señales que entran y salen de una PCM pueden ser tanto digitales como análogas.



Obviamente, el motor debe estar operando para que las señales se produzcan.

¿Pero entonces como le voy a hacer para monitorear estas señales si para empezar el motor no enciende?

No te preocupes.

Los osciloscopios miden tanto señales digitales como análogas, pero no la hacen pos sí solos; según las características de tu equipo, tendrás que apretar un botón, girar un perilla o activar alguna función para pasar de mediciones digitales a análogas y viceversa. Cuando sigues las instrucciones de tu osciloscopio, lo preparas para medir señales análogas o digitales según sea el sensor que vas a diagnosticar y la sonda de medición la conectas en paralelo al cable de señal hacia la ECU que

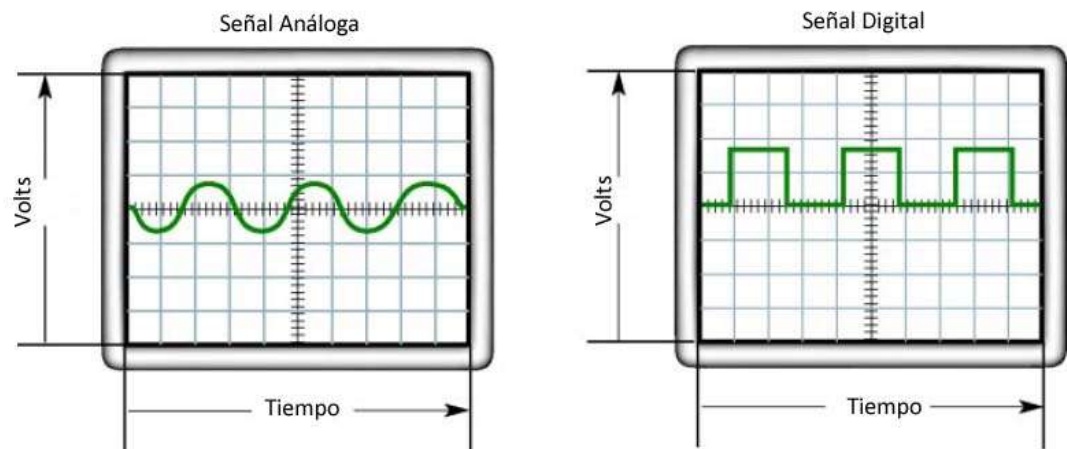
ya identificaste, según te lo especifique el diagrama, basta entonces con dar marcha unos 5 segundos al motor para que la señal se despliegue en la display.

Naturalmente, si el sensor efectivamente sí funciona y su circuito está intacto, la señal se producirá y tú podrás leerla fácilmente. Tendrá un aspecto muy similar al de la imagen que viste arriba.

Obvio: si es un captador magnético su señal será análoga y se parecerá a la foto de la izquierda. Si es de efecto hall u óptico, su señal será digital y será como la de la derecha. Míralo de nuevo.

Osciloscopio Mostrando Señales Análogas y Digitales en su Pantalla

Las señales que entran y salen de una PCM pueden ser tanto digitales como análogas.



Los sensores CKP y CMP son de especial importancia porque cuando un motor no tiene chispa, por inercia solemos de inmediato pensar que existe un problema con estos sensores. Probablemente si tengan un problema, porque si fuera el caso de que uno de estos dos sensores no funciona, es casi seguro que no habrá chispa. No obstante, ya sabemos

que estos sensores no son la única causa, ya que representan solo una. Por eso debemos realizar los monitoreos, interpretar la presencia o ausencia de las señales y tomar una decisión.

Con los sensores CKP y CMP está muy fácil: si no hay chispa y la señal del sensor está ausente, primero debemos verificar la integridad de los circuitos relacionados con el sensor, es decir, antes de asumir que el sensor está defectuoso siempre debemos tomar la precaución de verificar que los cables conectados a el y hasta la ECU estén intactos, sin aperturas, ni roturas, ni resistencias o su circuito en corto. Eso significa desconectar la ECU, identificar las terminales que corresponden a los sensores CKP o CMP según sea el caso, desconectar los sensores y medir continuidad. Tiene que haber continuidad. Si no hay continuidad en los cables que conectan entre la ECU y el sensor, haz la reparación eléctrica correspondiente. Esa es la rutina.

Sin embargo, antes de conectar cualquier instrumento u osciloscopio debemos primero saber que tipo sensor estamos diagnosticando. **NO** conectes tu osciloscopio a ningún sensor si no estás seguro del tipo de sensor que medirás y el tipo de señal que esperas leer.

Por ejemplo: si antes de hacer la medición configuras tu instrumento para medir señales digitales porque tú piensas que el sensor que diagnosticarás produce señales digitales y conectas la sonda al cable de señal del sensor, pero resulta que este te producirá una señal analógica porque en realidad se trata de un captador magnético, corres el riesgo de arruinar tu aparato. Es lo mismo para el caso contrario. Ten cuidado.

Entonces ahora surge una pregunta importante:

Cuándo llegue el próximo vehículo sin chispa y me disponga a evaluar el sensor CKP y CMP así como sus circuitos, ¿cómo le hago para saber si son captadores magnéticos, de efecto hall o sensores ópticos?

Respuesta: con la experiencia o con el diagrama. La verdad es que con solo verlos no puedes saber cual tipo es, a menos que ya los conozcas.

¿Cómo reconocer de qué tipo son entonces?

Basémonos primero por su ubicación.

Como regla general, si se trata de motores con distribuidor es complicado porque puede tener cualquiera de los tres. Los sensores ópticos solo aplican en distribuidores y por lo regular solo los orientales los usan.

Eso nos deja con los sensores CKP tipo captadores magnéticos y de Efecto Hall en aplicaciones directas para el movimiento del cigüeñal, ya sea directamente sobre el bloque de cilindros o cercanos a la polea frontal del cigüeñal. Algunos sensores CKP, en cambio, van montados cerca del volante cremallera, entre motor y transmisión.

Para los sensores CMP los captadores magnéticos y de Efecto Hall siempre estarán cercanos a los engranes de árbol de levas.

Lo cierto es que su ubicación solo nos dice “a medias” el tipo de sensor que son y esto NO es suficiente.

¿Existirá alguna manera más certera y segura de determinarlo, sin riesgo para mi instrumento?

Lamentablemente no la hay y es la verdad. Los osciloscopios son instrumentos delicados además de costosos aunque sean de segunda mano y en mis inicios, me ocurrió: lo puse en modo de medición análoga, conecte la sonda de mi osciloscopio a un sensor Hall (que produce señales digitales) de una Jeep Gran Cherokee ¡y sorpresa!... se quemó el canal análogo de mi aparato. Hasta el día de hoy, ese viejo osciloscopio solo lee señales digitales en su canal digital.

Ese aprendizaje me costó un buen billete.

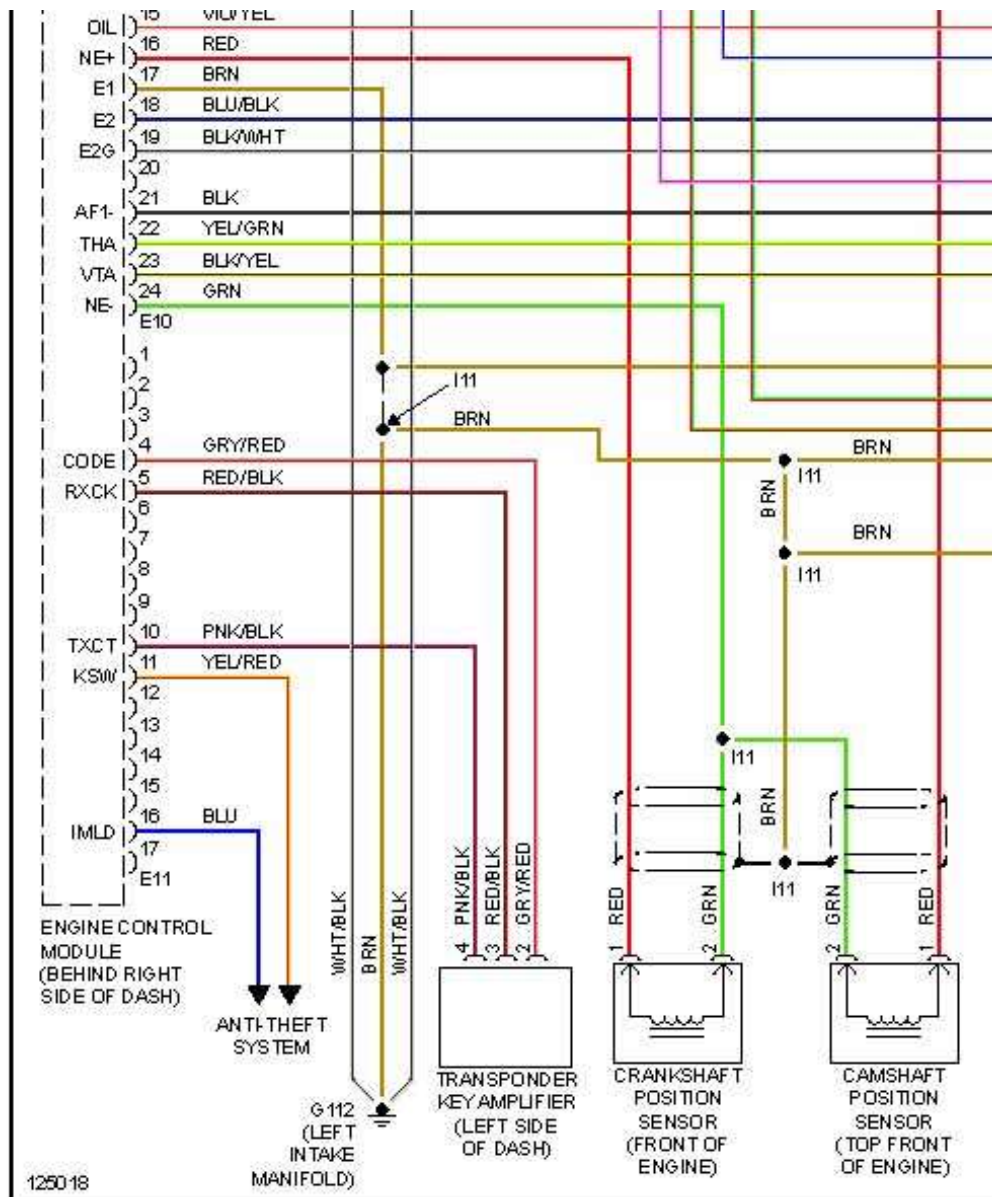
Para prevenirme lo que ahora hago es consultar el diagrama. Aunque ningún diagrama de ningún manual te indicará nunca el tipo de sensor CKP o CMP, si es óptico, Hall Effect o Captador Magnético, lo que definitivamente si te dirá es el número de cables conectados al sensor y cuando leas sus tipos de conexiones y la tarea que cumple cada cable con solo seguir su ruta, podrás deducir de que tipo de sensor se trata y afortunadamente, eso es tarea relativamente fácil. Si no estás familiarizado con el auto o camioneta y tienes dudas sobre el tipo de sensor CKP o CMP a la hora de conectar tu instrumento, la única forma segura que yo conozco para minimizar el grado de error es interpretando la información del diagrama. NO debes andar adivinando.

Por ejemplo, yo te podría decir que en una Toyota 4Runner 2000 con motor 3.4L, tanto su sensor CKP como el CMP son captadores magnéticos. Todos los captadores magnéticos solamente usan dos cables para enviar su señal.

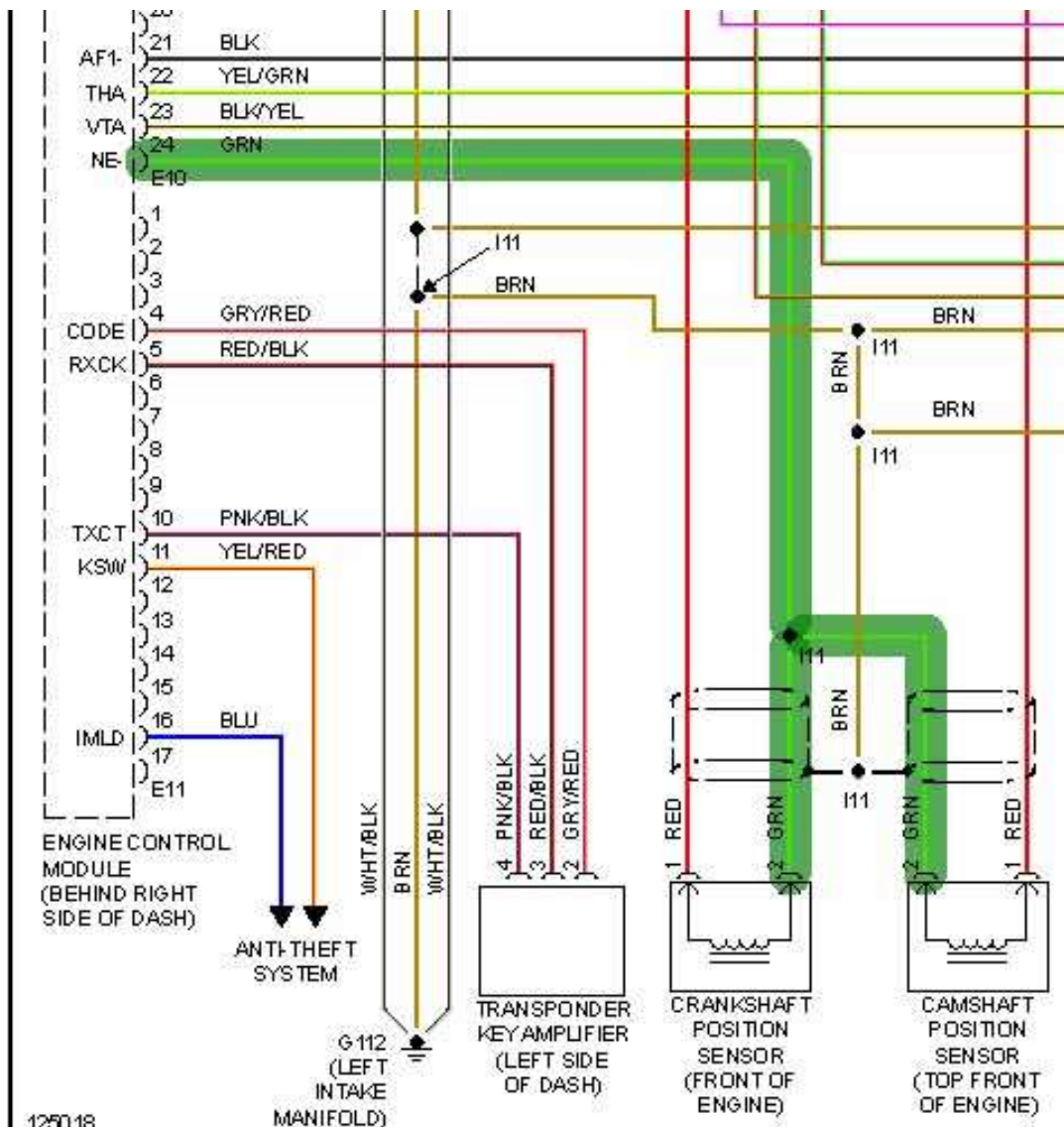
En el siguiente diagrama los podrás observar en la parte inferior izquierda.



Hagamos un zoom.



Si te fijas, tanto el sensor CKP como el CMP, abajo a la derecha, están unidos por un cable verde que se conecta a la terminal 24 de la ECM. Permíteme resaltarlo.



El cable restante, el de color rojo es de la señal. El sensor CKP tiene su cable rojo. El sensor CMP tiene su cable rojo de señal, respectivamente. Si yo quisiera verificar la señal del sensor CKP de esta camioneta, de antemano ahora se que es un sensor captador magnético, porque estos sensores operan solo con dos cables y lo acabo de corroborar en el diagrama. De esa forma deduzco que la señal que obtendré de ese cable deberá ser análoga, por lo tanto, para esta medición mi osciloscopio lo pongo en el modo de señales análogas, enseguida conecto la sonda en

paralelo en cualquier parte del cable rojo entre el sensor y la terminal hacia la ECU, doy marcha al motor, leo el display y busco a señal análoga. Eso es todo.

Si quiero verificar la señal del sensor CMP, procedo de la misma manera. Como este también es captador magnético por las características que exhibe el diagrama, solo conecto la sonda en paralelo, doy marcha al motor y tomo mi lectura.

Si en ambos casos obtuve la señal análoga esperada, significa que el sensor funciona normalmente; de lo contrario, reviso el estado de sus cables hasta la ECU. Si los cables no tienen ningún problema y aún así no hay señal, entonces el sensor está defectuoso y deberá reemplazarse.

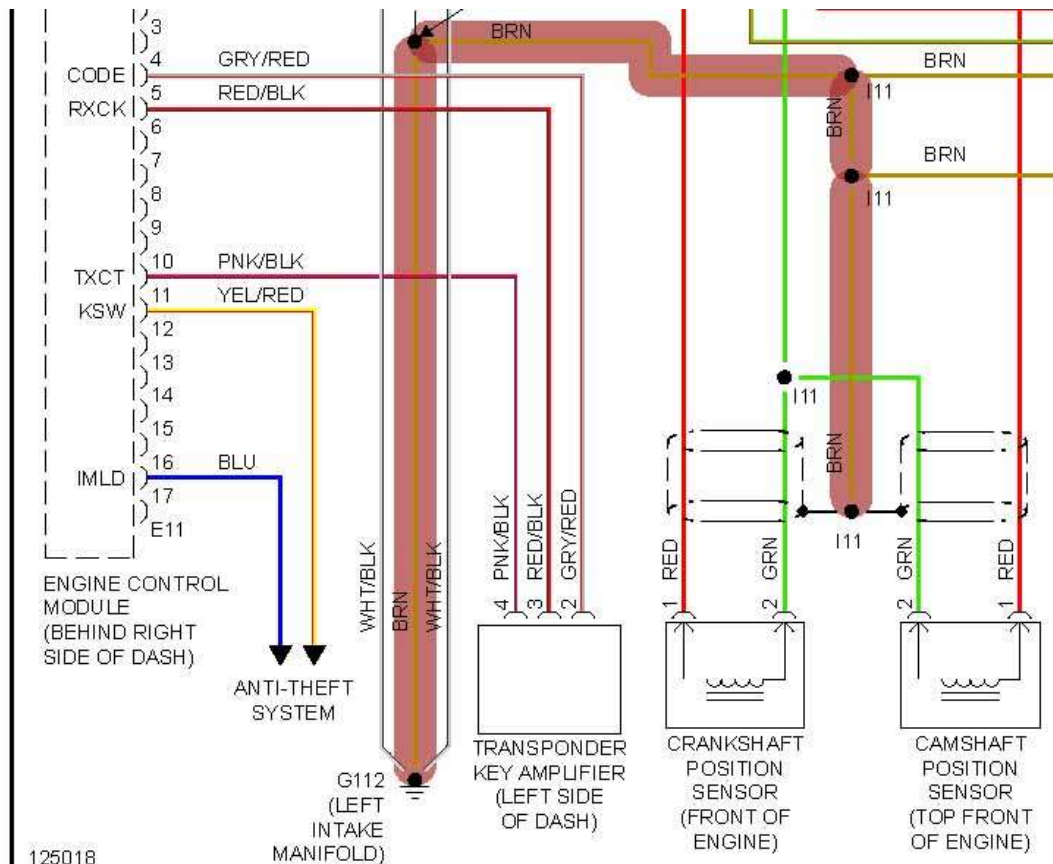
Sucede algo curioso con los captadores magnéticos.

Cuando los inspeccionas físicamente, en muchos de ellos te darás cuenta de que son tres cables. Aparentemente esto no concuerda, porque los captadores magnéticos trabajan con dos cables. ¿Qué es lo que sucede?

Muchos fabricantes utilizan un tercer cable de tierra que no está en contacto de ninguna forma con el sensor ni con sus conexiones. Lo que verás es que ese tercer cable sirve como precaución para “captar” todas aquellas ondas que puedan interferir con la señal análoga de los captadores. Esto sucede así porque las señales de este tipo de sensores, al ser análogas, suelen verse afectadas por interferencias eléctricas en el aire circundante al cable. Sé que esto suena raro, pero es cierto. Las señales análogas reaccionan, por así decirlo, con las ondas eléctricas circundantes. Verás... a veces sucede que cuando ese cable aislante no está bien aterrizado para proteger la señal análoga del sensor CKP y llega una interferencia de radio, digamos, de un teléfono celular, un

cautín, un radiolocalizador o una bobina que con la fuerza de su campo magnético emite radiofrecuencias análogas capaces de interferir con lo que sea que se encuentre cerca, ya que también emiten señales de radio análogas de “baja frecuencia”, pueden interrumpir el flujo natural de la corriente desde el sensor CKP o CMP hacia la ECU. Para que esa interferencia no ocurra, es que se utiliza ese cable de tierra en este tipo de sensores que “capturan” esas señales flotantes para evitar que se “mezclen” con la señal del sensor CKP.

Créeme que es un verdadero dolor de cabeza no saber que está pasando con la señal análoga de un sensor CKP o CMP cuando estas interferencias ocurren debido a que el cable aislante no está bien aterrizado. Cuando trabajes con captadores magnéticos cerciorate de que si el diagrama indica que deben llevar el aislante, en efecto se encuentre allí. Aquí está resaltado en café. Fíjate como “envuelve” a los cables de ambos sensores con la “línea negra” y luego sigue su trayectoria a tierra. Esa “línea negra” es un aislante anti-frecuencias.



En cualquier caso, una vez corroborado que el sensor es del tipo captador magnético y habiendo identificado su cable, la revisión de la señal análoga no puede tomarte más de 6 minutos.

Cuando se trata de captadores magnéticos dentro de distribuidores, muchas veces incluirán más de un captador magnético dentro del mismo distribuidor, dándote en total 4 cables y dos de ellos serán de señal. La fórmula que yo utilizo para diferenciarlos es leyendo el diagrama y enseguida monitoreo sus señales como ya te lo expliqué.

Sobre captadores magnéticos eso es todo lo que hay que saber para diagnosticarlos. Si tú quisieras averiguar como están contruidos y cual es su principio de funcionamiento, remítete a un libro de mecánica básica para que aprendas sus fundamentos.

¿Y qué sucede con los sensores de Efecto Hall?

Todos los sensores de Efecto Hall utilizan tres cables: uno de alimentación de voltaje, uno de señal y uno de tierra o “retorno”. Para cumplir su función estos sensores necesitan ser alimentados con voltaje y aterrizados.

Dependiendo del fabricante, el cable de alimentación puede proveerle al sensor Hall voltaje directo de batería, si es que está conectado directo a un fusible, pero estos casos son raros. La mayoría de los fabricantes acostumbran proveerle voltaje desde una terminal de la ECU específica para ese propósito y no rebasa los 5 voltios.

El cable de tierra del sensor Hall casi en el 99% de los casos estará conectado a tierra dirigida hacia la ECU. Es muy raro el que este conectado directamente a chasis, pero no descartes la posibilidad de encontrarte alguno conectado en su tierra directamente a chasis.

El cable de la señal, por su parte, en realidad se trata de un cable de voltaje proveniente desde la ECU. Como vimos, las señales emitidas por los sensores Hall son digitales.

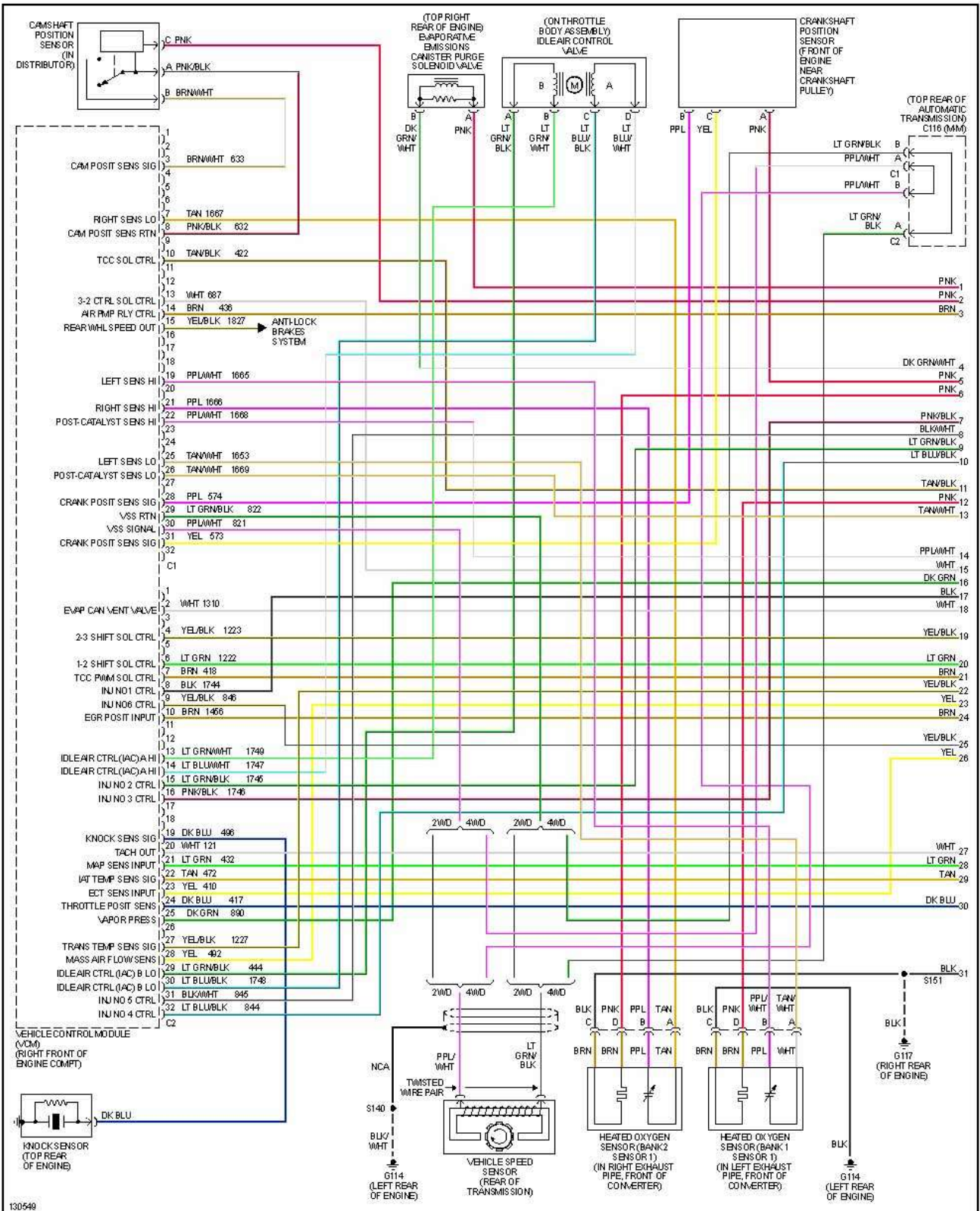
De esta forma, el diagnostico de sensores CKP y CMP del tipo Efecto Hall es muy simple.

Solo necesitas ubicar el sensor, determinar si en efecto es de Efecto Hall, desconectarlo, abrir la llave del switch y con un multímetro determinar las tres señales: voltaje de alimentación, voltaje del cable de señal y tierra constante. Esos son los requisitos eléctricos de cualquier sensor CKP o CMP de Efecto Hall. Si esta prueba la haces con el Power Probe III, obtendrás las lecturas de los dos voltajes en su display y la de tierra la detectara iluminando el LED verde. Si no cuentas con el Power Probe III

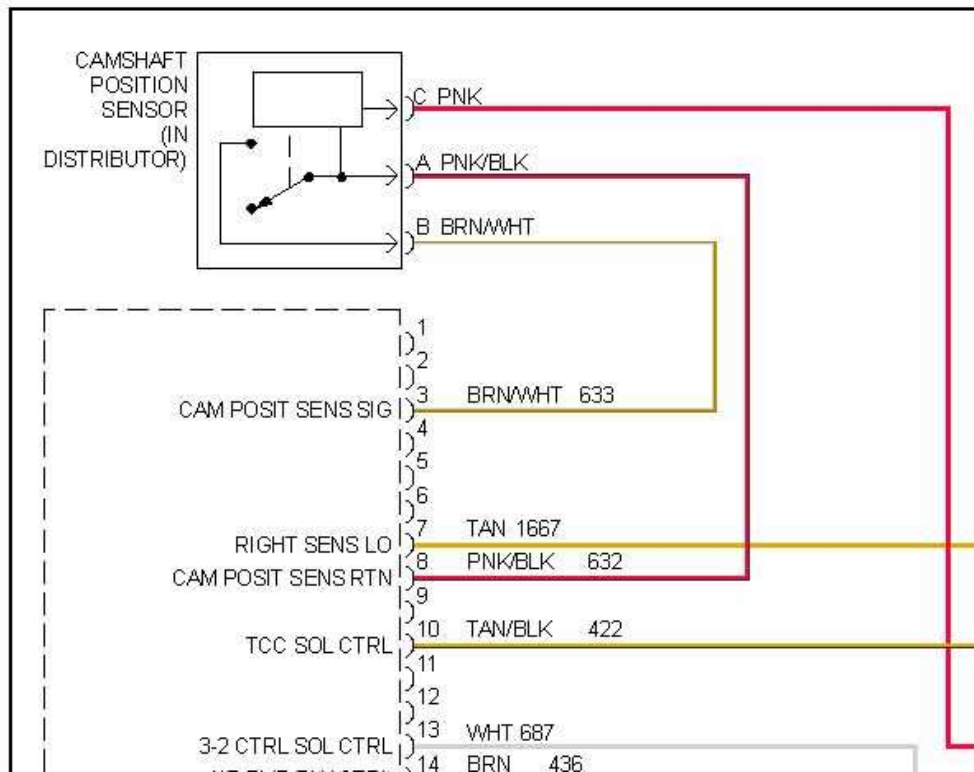
también puedes hacerlo con un multímetro digital, pero la prueba de tierra no es concluyente.

Observa el siguiente diagrama y en la esquina superior izquierda ubica el sensor CMP de Efecto Hall. Es de una Chevrolet Blazer motor 4.3L modelo 2000, que su diseño es idéntico para Oldsmobile Bravada, GMC Envoy, GMC Jimmy, GMC Sonoma y Chevrolet S-10.

Motor GM 4.3L modelo 2000



Míralo más de cerca.



Como puedes ver, al ser de tres cables y por la simbología interna de inmediato deducimos que se trata de un sensor de Efecto Hall. Además, la leyenda en el diagrama indica que este sensor se encuentra dentro del distribuidor. Si tú ubicas el distribuidor en estos motores verás que esos tres cables estarán conectados directamente al sensor Hall. Ahora solo es cuestión de desconectarlo y hacer las tres revisiones.

Ahora bien, esto es en el caso de que no exista ningún problema con los tres circuitos que lo alimentan, pero nada es perfecto. ¿Qué sucederá si encuentras que uno de los tres requisitos eléctricos no se cumple al desconectar el sensor y hagas estas tres mediciones? Sigue cada uno de los cables y nuevamente, cerciorate de que no tengan ningún defecto eléctrico: roturas, resistencias, corrosión, corto, etc.

Muchas veces los cables de alimentación de voltaje y el de tierra están compartidos con otros sensores, dándote como resultado que si otro sensor, (completamente independiente pero que comparta algún voltaje o alguna tierra con el sensor Hall) tiene un problema, por el solo hecho de compartir el mismo circuito o e mismo fusible con el sensor Hall al estar conectados en paralelo, repercutirá negativamente en sus suministros de voltaje o tierra.

Eso significa que si por ejemplo, el sensor Hall comparte la misma fuente de alimentación de voltaje de un sensor TPS, y resulta que el sensor TPS o su circuito quedaron en corto, consecuentemente el circuito de alimentación del sensor Hall también quedará en corto porque al estar conectados en paralelo lo que le suceda a uno le sucederá al otro, y viceversa.

Por eso es indispensable consultar el diagrama para buscar aquellos detalles alimentación de fuentes de voltaje y tierra que puedan compartirse con otros componentes. Cuando los voltajes de alimentación y las tierras de un sensor CKP o CMP son individuales y presentan algún problema, la reparación es muy directa y rápida. Pero cuando esas alimentaciones y tierras son compartidas con otros sensores y por ahí se presento un problemita “invisible”, es una verdadera odisea encontrarlo si no tienes el diagrama. Pueden pasar semanas o meses enteros antes de que determines la causa y lo sabes. Por eso el diagrama es fundamental.

En lo personal, para mi resulta irrelevante todo lo que yo sepa del funcionamiento de los sensores CKP y CMP así como sus variedades si no tengo la información técnica que me diga como y con quien están conectados en un motor.

Ahí te va otra: también existen los sensores de Efecto Hall Dobles y GM es fanático de estos sensores.

Los sensores “Double Hall Effect” siguen siendo como cualquier sensor Hall, solo que con la única diferencia de que en lugar de emplear tres cables, usan cuatro. ¿Para qué sirve ese cuarto cable en un sensor Hall doble?

Al igual que el cable de señal de un sensor Hall de tres cables, el cuarto cable sigue siendo también de señal digital cuadrada. Entonces tenemos que cuando diagnostiques un sensor Hall de cuatro cables hallaras que uno de ellos le suministrara voltaje al sensor y el otro será de tierra constante; los dos cables restantes son de señal digital cuadrada.

Ahora bien, cuando abras la llave del switch y desconectes la ploga del sensor, las mediciones de voltaje que obtendrás deben ser un voltaje de alimentación (5V o 12 Volts, según el fabricante), un tierra constante y dos voltajes contantes provenientes desde la ECU (o desde el modulo de encendido si fuese el caso de que el sensor esta conectado allí, como sucede con muchos fabricantes). Estos dos últimos voltajes siempre deberán estar presentes en cualquier sensor Hall doble.

¿Y por qué doble?

Por cuestiones de diseño, muchos sensores Hall van montados directamente en la tapa frontal de distribución, justo entre dicha tapa y la polea del cigüeñal. Estas poleas tienen “dientes” o “ventanas” en forma de “castillo” y al girar, pasan por un pequeño “canal” o “pasadizo” del sensor Hall.

Detrás de las “ventanas de forma de castillo” están también unas semi-paredes circulares, que también pasan por un segundo “canal” en el cuerpo del sensor.

Tenemos entonces que un sensor Hall Doble tiene dos “canales”: un canal es para detectar el giro de las ventanas tipo castillo y el otro canal es para las semi-paredes. De esta forma las ventanas tipo castillo generan un señal digital “mas corta” y las semi-paredes generan otra señal digital “mas larga”. Por algún motivo, GM necesita que sus poleas de cigüeñal produzcan dos señales, por eso utiliza sensores Hall Dobles, o de dos canales, que a su vez cada canal por separado detecta el giro de las “semi-paredes” y las “ventanas”, y cada canal envía su señal por su respectivo cable: un canal detecta el giro de las semi-paredes y envía su señal digital por un cable y el otro canal detecta el giro de las ventanas y envía su señal por su respectivo cable. Por eso en muchos autos GM veras que existen dos señales, igualmente digitales, desde este mismo sensor.

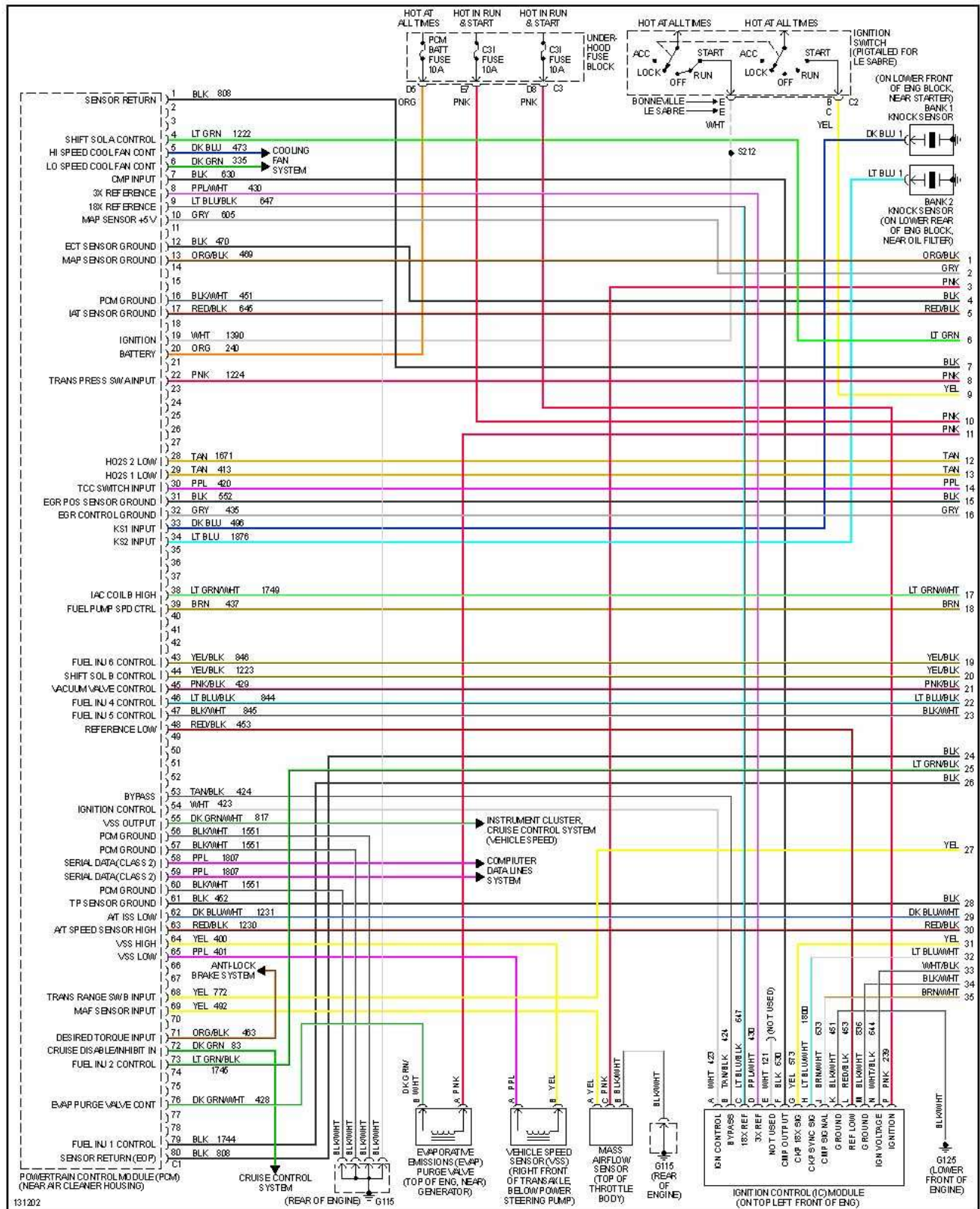
Observa las siguientes imágenes.



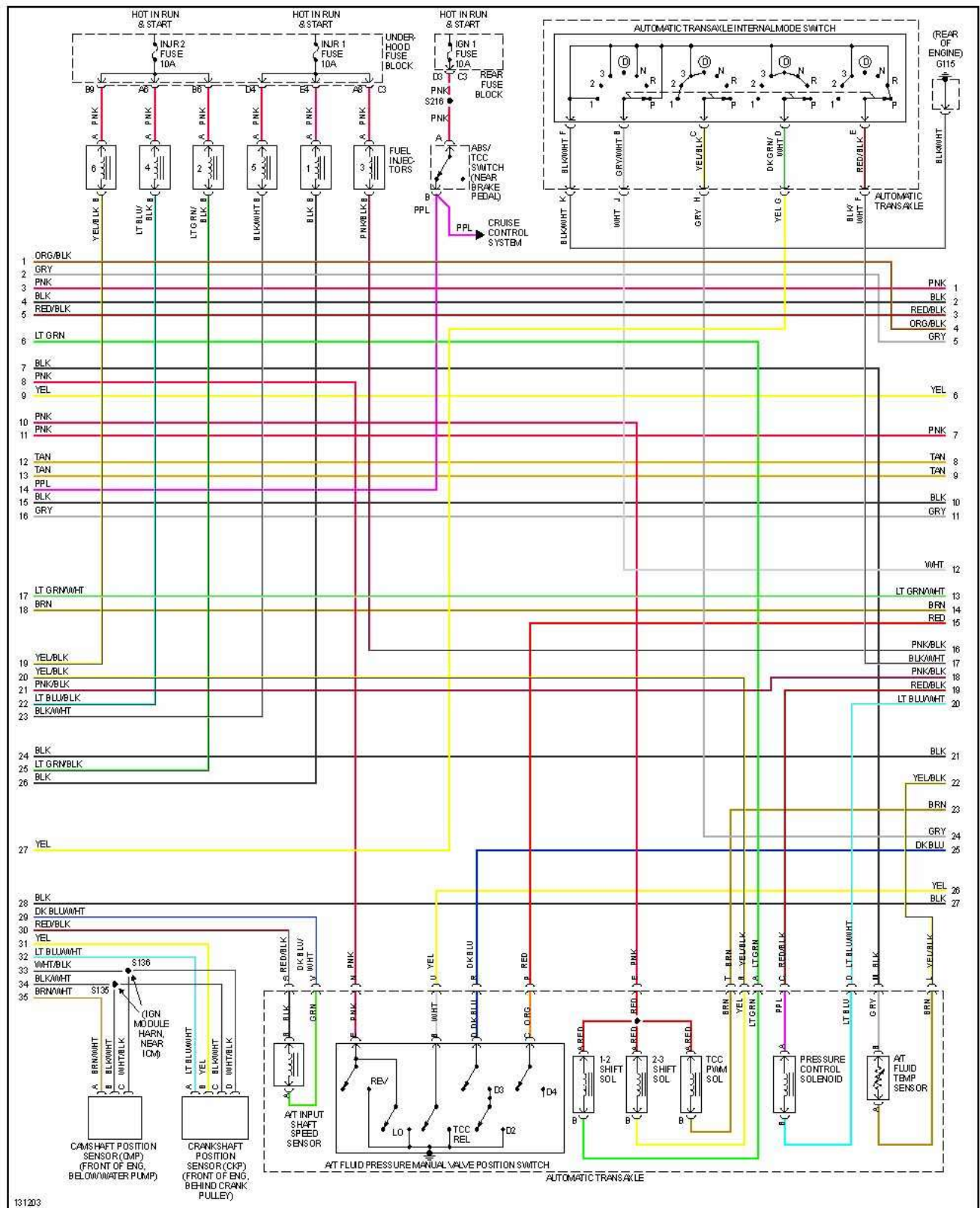


Ahora veamos el diagrama de un Buick Le Sabre 3.8L modelo 2000 para revisar como están conectados los sensores CKP y CMP y cuantos cables tienen cada uno

Buick LeSabre y Boneville 3.8L, 2000, 1 de 4



Buick LeSabre y Boneville 3.8L, 2000, 2 de 4

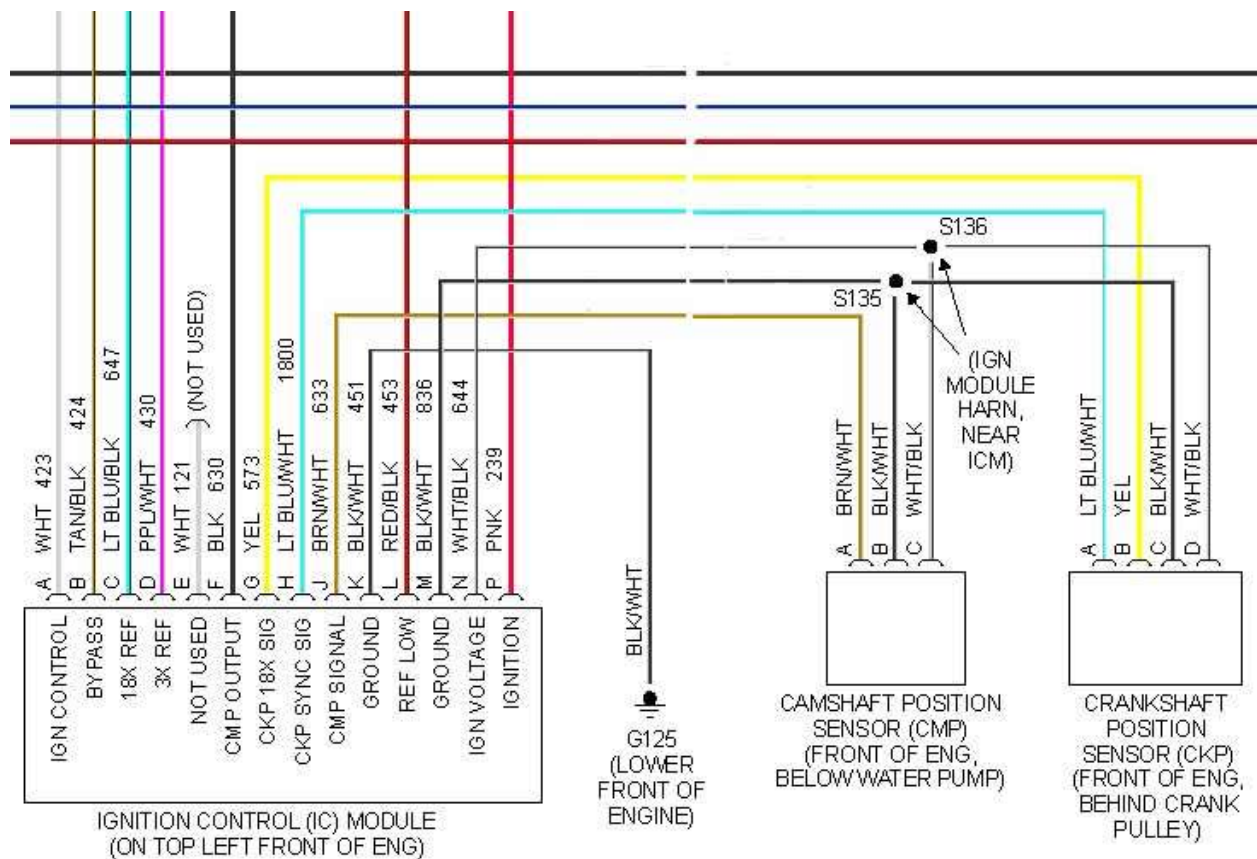


[illegible]



Como puedes observar, los sensores CKP y CMP se encuentran representados la esquina inferior izquierda del diagrama 2 de 4. El sensor CMP es de efecto Hall puesto que tiene tres cables. El sensor CKP es también de efecto Hall, sin embargo, tiene 4 cables. Ambos sensores se encuentran conectados a un módulo de encendido representado en la esquina inferior derecha del diagrama 1 de 4.

Hagamos un zoom y veamos más de cerca.



(Como puedes ver, en este caso ambos sensores en lugar de conectarse directamente hacia la PCM, están conectados al módulo de encendido. Debo decirte que aunque físicamente sea distinto, técnicamente, es lo mismo. En el capítulo siguiente veremos más sobre el módulo de encendido.)

Ahora analicemos primero las conexiones del sensor CMP:

- 1) La terminal "A" es el cable de la señal y está conectada a la terminal J del módulo.
- 2) La terminal "B" es el cable de tierra del sensor y está conectado a la terminal M del módulo.
- 3) La terminal "C" es el voltaje suministrado desde la terminal N del módulo.

Para monitorear al sensor CMP, la sonda de tu osciloscopio la conectarías en el cable de la terminal A y allí leerías una señal digital cuadrada.

Ahora veamos las cuatro conexiones del sensor CKP de Efecto Hall:

- 1) La terminal "A" es uno de los dos cables de señal y está conectado a la terminal H del módulo.
- 2) La terminal "B" es también uno de los dos cables de señal y está conectado a la terminal G del módulo.
- 3) La terminal "C" es el cable de tierra del sensor y está conectado a la terminal M del módulo.
- 4) La terminal "D" es el voltaje suministrado desde la terminal N del módulo.

Para monitorear al sensor CKP, la sonda de tu osciloscopio la conectarías en el cable de la terminal A y allí leerías una señal digital cuadrada; enseguida la conectaría a la terminal B y también leerías otra señal digital cuadrada.

Si estos sensores Hall con estas mismas características estuviesen conectados a una PCM, funcionarían de igual manera.

Repito: si por algún motivo un motor no tiene chispa, no le echas la culpa al sensor Hall de inmediato. Primero debes verificar de cuantos cables es, que cada uno se encuentre intacto y que cada uno le provea sus necesidades eléctricas para funcionar. Si después de que te hayas cerciorado de que si cuentan con voltaje de alimentación, tierra y el voltaje del cable de señal y llegan hasta la punta que conecta con el sensor y aún así el sensor no emite su señal digital cuadrada, reemplaza ese sensor Hall. Para que los sensores Hall doble funcionen correctamente, deben generar su señal en ambas terminales de señal. Si una de las dos señales llegase a faltar, el motor no encenderá.

Obviamente en tu inspección física fíjate bien que los dientes y semi-paredes de la polea no tengan ningún contacto con el sensor y que éste tampoco tenga marcas.

Sobre sensores de Efecto Hall eso es todo lo que hay que saber para diagnosticarlos. Si tú quisieras averiguar como están contruidos y cual es su principio de funcionamiento, remítete a un libro de mecánica básica para que aprendas sus fundamentos.

¿Y que hay del diagnóstico de los Sensores Opticos?

Los sensores ópticos cumplen exactamente la misma función: detectar movimiento. Sin embargo, por la naturaleza misma de su diseño, los sensores ópticos no pueden instalarse en tapas frontales de cadenas de distribución, ni sobre el bloque del motor ni en la campana del volante cremallera entre motor y transmisión, que son los lugares idóneos para medir el movimiento de giro del cigüeñal.

Con los sensores ópticos no sucede así. Como su nombre lo indica, un sensor óptico funciona con luz. De alguna manera, el fenómeno óptico

que ocurre en el cuerpo del sensor produce una señal susceptible de ser transmitida vía cable hacia la PCM.

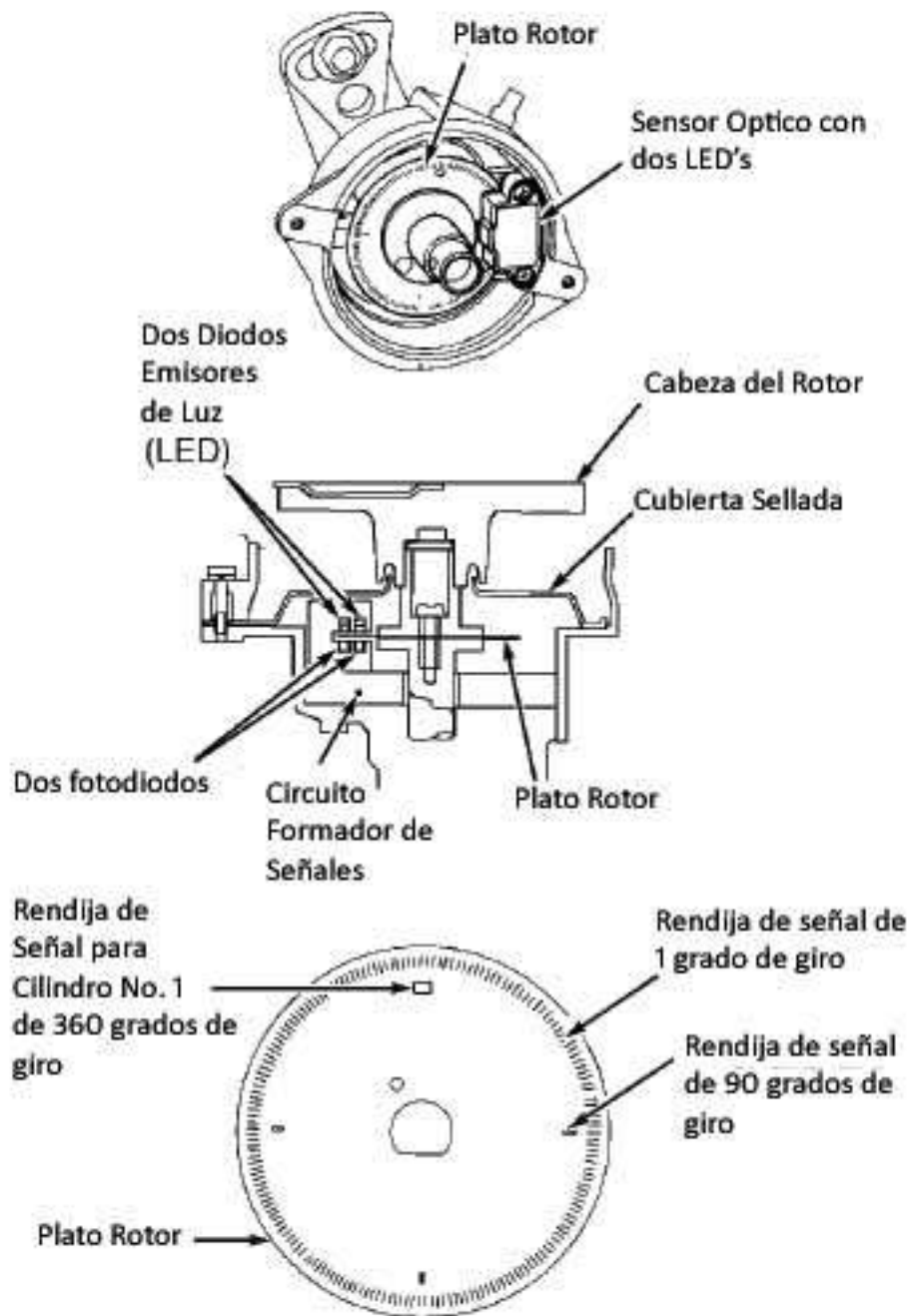
¿Qué características debe cumplir el diseño de un sensor óptico para funcionar? Como hemos dicho, nosotros no entraremos en una disertación sobre la construcción del sensor, pues mas que sus formas y componentes lo que nos interesa es el tipo de señal que generan, donde encontrarla y como interpretarla; pero si te puedo decir que la ubicación física en la que siempre encontraras a los sensores ópticos es dentro de un distribuidor, pero puedo asumir que eso ya lo sabias.

Como sabes, los sensores ópticos funcionan con LED's, (Light Emitting Diodes) que en español seria Diodos Emisores de Luz y dos Fotodiodos. Un LED es un simple foco que emite luz y por lo tanto, para funcionar necesita suministro de voltaje y tierra. Los sensores ópticos en los distribuidores siempre usan dos LED's emisores y dos Fotodiodos receptores en todos los casos: el LED envía la luz y el Fotodiodo la capta. Entonces tenemos que en todos los sensores ópticos uno de sus cables siempre será de suministro de voltaje al abrir la llave del switch, otro cable será de tierra constante y dos emiten señales. Los dos cables conductores de las señales están conectados a los fotodiodos.

La dinámica es muy sencilla: el LED se ilumina al recibir el voltaje del switch y tierra. Ahora iluminado, el LED emite su luz hacia el fotodiodo, ya que la función de un fotodiodo es captar la luz proveniente de un LED. Cuando el fotodiodo recibe esa luz, la convierte en una señal eléctrica y se la envía a la PCM. Como son dos LED's y dos fotodiodos, entonces tienen que ser dos cables de señales separadas hacia la PCM.

Cuando el plato rotor gira y pasa entre el espacio entre el LED y el fotodiodo, las rendijas en el plato rotor "cortan" la luz que viajan del LED

al fotodiodo. Esto causa una señal pulsante del tipo ON-OFF-ON-OFF y es lo que la PCM necesita para saber que el motor está operando.



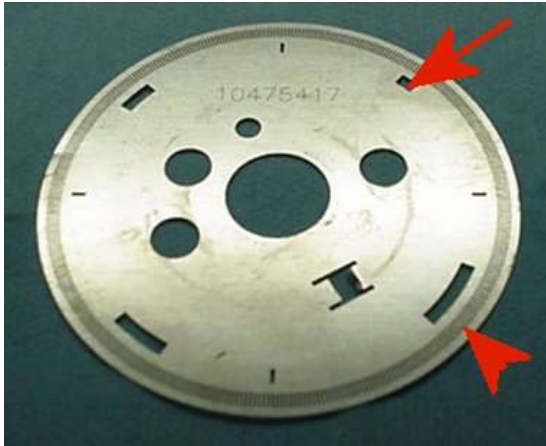


Los dos LED's y los dos fotodiodos están dentro del cuerpo plástico.

¿Y cuales son los cables de las señales?

Todos los sensores ópticos utilizan dos cables de señal. Uno de los cables reporta cuando el pistón No. 1 alcanza el PMS (Punto Muerto Superior) en la carrera de compresión, solo una vez cada 360° de giro del distribuidor. Como sabes, cuando el distribuidor gira una vez, el cigüeñal ya giro dos. Esto significa que cuando el distribuido gire una vuelta completa, el sensor óptico enviará solo un pulso de señal digital a la PCM.

El otro cable de señal, por su parte, reporta el movimiento giratorio del distribuidor con cada grado de giro, y lo hace 360 veces con cada vuelta del distribuidor. Esto significa que cuando el distribuidor gire una vuelta completa, el sensor óptico enviará 360 pulsos de señal digital a la PCM.



Un solo pulso de señal digital desde el fotodiodo del sensor, cada vez que el disco rotor pase por esta rendija.

360 pulsos de señal digital desde el otro fotodiodo del sensor, cada vez que el disco rotor gire una vuelta completa y pase por cada una de las rendijas.

En pocas palabras: un sensor óptico envía dos señales “ON-OFF-ON-OFF” desde cada uno de los dos fotodiodos.

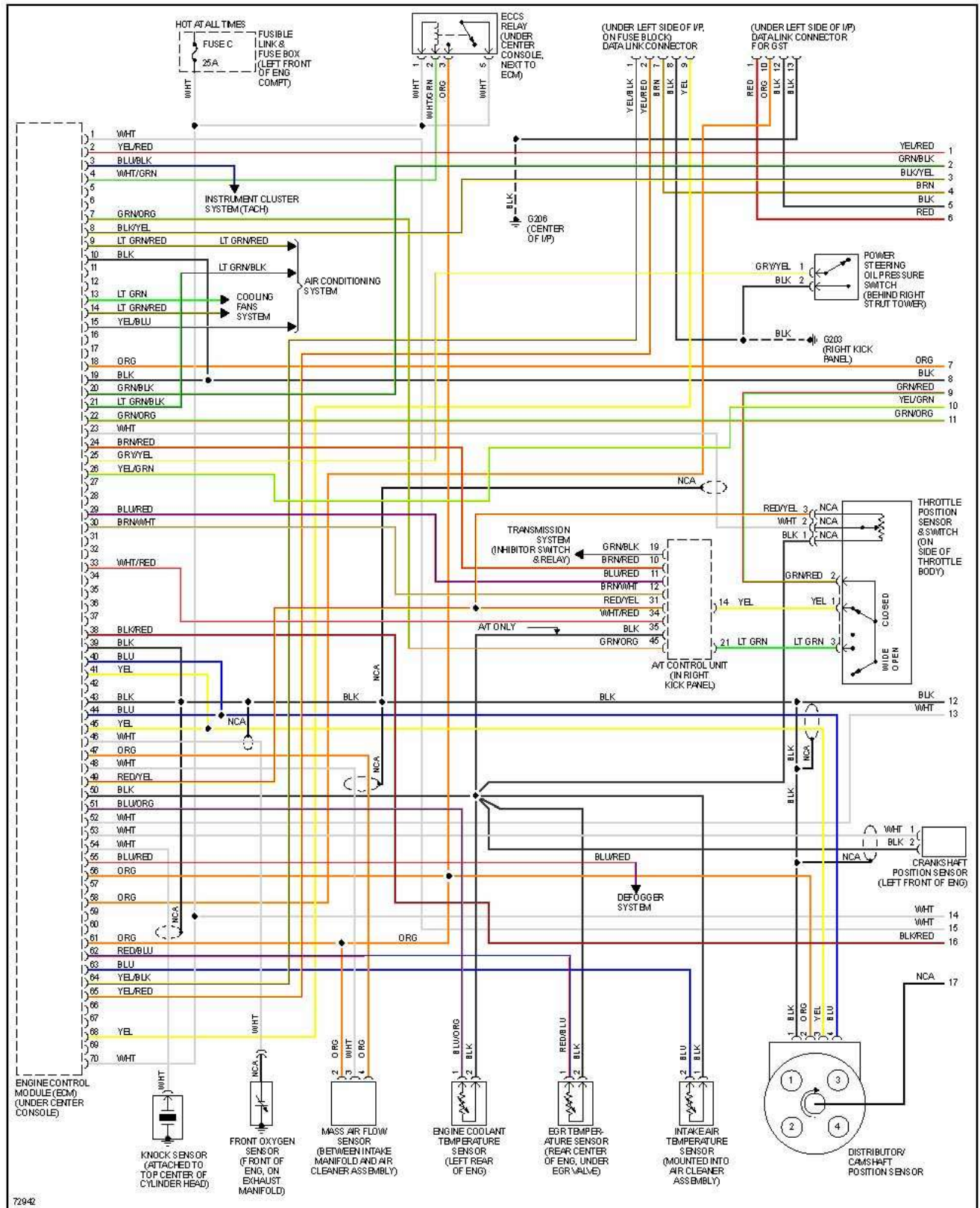
¿Y cómo es la forma de la señal de este sensor cuando la leo en un osciloscopio?

En todos los casos es digital cuadrada.

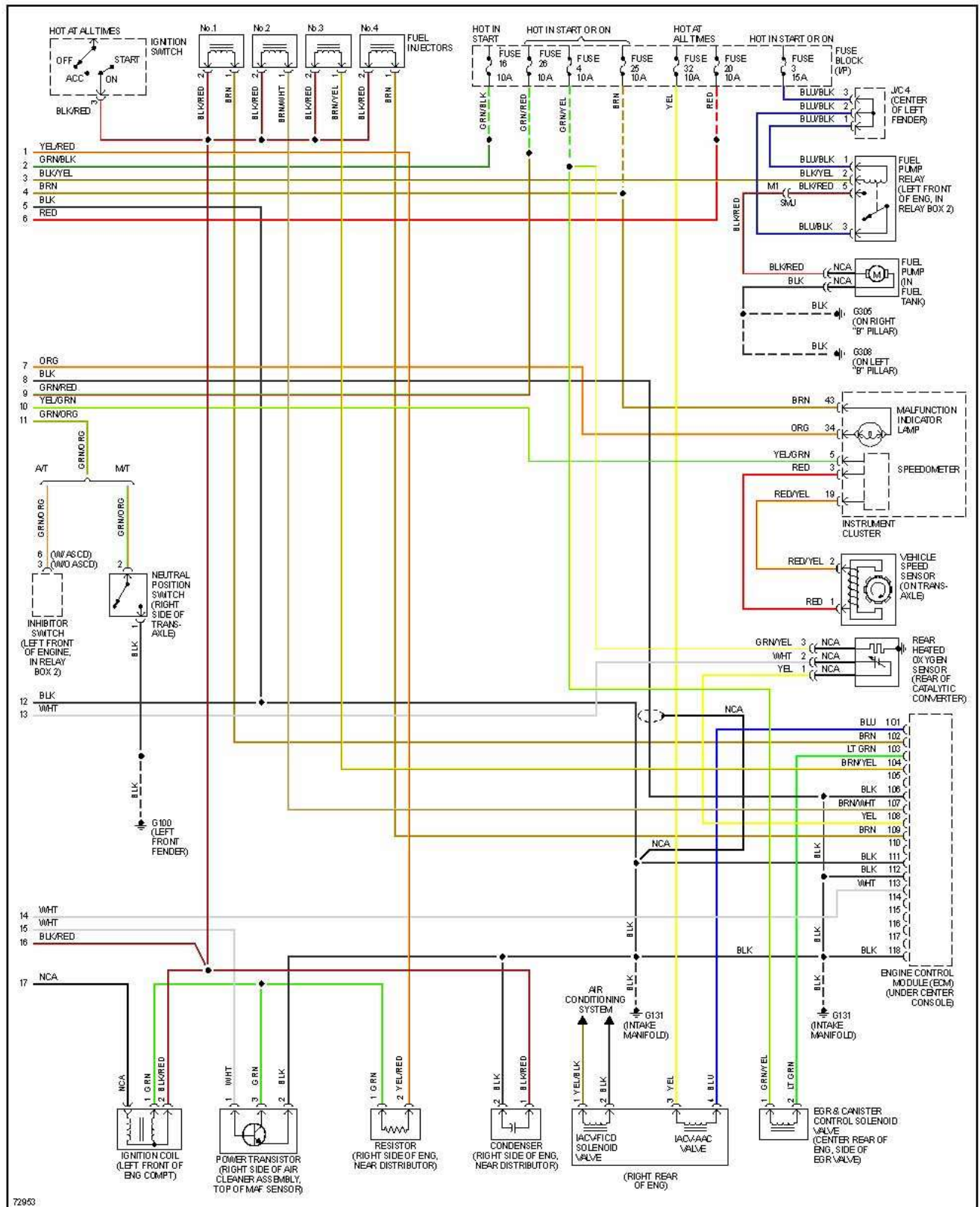
Nota: una falla muy común con este tipo de sensores es que como van instalados dentro del distribuidor, muchas veces el reten de aceite que va en la base del distribuidor se desgasta, el aceite entonces ingresa a la cámara del plato rotor inundando de aceite a los LED's y fotodiodos, impidiendo entonces el paso de la luz entre ellos. Esto termina traducándose en una condición de no-encendido. Como el aceite oscurece a los LED's, entonces estos son incapaces de producir su señal. La reparación fácil es reemplazar el conjunto. La más laboriosa pero económica es hacer la reparación completa y la limpieza de los componentes utilizando limpiadores químicos no agresivos, porque los LED's y sus circuitos son delicados.

Ahora veamos un diagrama de ejemplo para identificar cada cable. Se trata de un Nissan Altima 2.4L, 4 cilindros, 1995.

Nissan Altima 2.4L, 4 cilindros, 1995 1 de 2



Nissan Altima 2.4L, 4 cilindros, 1995 2 de 2



Este vehículo utiliza un sensor CKP del tipo captador magnético y un sensor CMP del tipo óptico y como dijimos, éste último va dentro del distribuidor y tiene cuatro cables: negro, naranja, amarillo y azul y los puedes ubicar en la esquina inferior derecha del diagrama 1 de 2.

Explora el diagrama completo.

¿Podrás determinar la función de cada cable?

Capítulo 8

Verificando Señales del Módulo de Encendido y sus Circuitos

Capítulo 8 - Verificando Señales del Módulo de Encendido y sus Circuitos

La mayoría de las personas están acostumbradas a pensar en electrónica complicada, señales inexplicables y cosas similares cuando se trata de sistemas automotrices de encendido electrónico, pero como hemos venido dándonos cuenta a lo largo de nuestro estudio, podemos ver que en realidad no es tan difícil. Basta con que alguien nos explique de una forma clara.

Es cierto que un sistema de encendido tiene su ciencia y su comprensión requiere nuestro tiempo y concentración, pero si avanzamos poco a poco, parte por parte, nos detenemos a pensar y analizamos cada uno de los puntos no transcurrirá mucho tiempo antes de que hallemos la lógica detrás de cada componente que lo conforma.

Un sistema de control electrónico del motor no es solamente el sistema de encendido: incluye muchos otros sistemas individuales y el sistema de encendido electrónico solamente es uno más. Lo único que lo distingue es que tiene más componentes y cuando uno de ellos llega a fallar, todo el sistema se muere. Entonces, si analizamos cada componente que lo conforma, como lo hemos estado haciendo, llegaremos al fondo del asunto hasta diferenciar el componente dañado.

El módulo de encendido es uno de esos componentes que requiere especial atención. Y no tanto porque sea complicado *per se*. Lo que lo vuelve un poco más laborioso de entender y más tardado en su diagnóstico es la dinámica que ocurre en cada uno de sus cables.

Entonces la estrategia de análisis de funcionamiento de un módulo de encendido para saber si este funciona o si ya se quemó, comienza por el entendimiento de lo que hace cada cable conectado a él.

Si no somos capaces de determinar el propósito de cada uno de los cables que “entran” y “salen” del módulo de encendido, no podremos diagnosticarlo.

El módulo de encendido es simplemente un intermediario entre la bobina y la ECU.

¿Pero para qué sirve? ¿Por qué se necesita un módulo de encendido?

¿Recuerdas a los contactos por platinos? ¿Qué es lo que hacían?

Abrir y cerrar el primario de bobina.

En aquellos viejos vehículos de los 20's, 30's, 40's, 50's, 60's, 70's y algunos de los 80's, cuando dentro del distribuidor los platinos estaban cerrados, la corriente fluía desde la batería, pasaba por la resistencia balastro, ingresaba al positivo de bobina, transitaba por el embobinado primario de la bobina, salía por el borne negativo de bobina hasta llegar a los contacto por platinos.

En pocas palabras, ese es el flujo que sigue la corriente en el circuito primario.

Como tú bien sabes, los contactos por platinos no son otra cosa más que un simple interruptor. Ya lo vimos. Cuando están “cerrados”, la bobina “se carga”, un instante después el giro de la leva “abre” a los platinos y eléctricamente esto provoca que la bobina se “descargue”: el producto es una chispa. Un instante después con el giro de la siguiente leva del distribuidor los platinos vuelven a “cerrarse”, permitiendo que la bobina

se “cargue” de nuevo, el distribuidor no deja de girar y enseguida “abre” de nueva cuenta a los platinos, provocando otra vez que la bobina se “descargue”, generando una nueva chispa. Repite este proceso 900 veces por minuto y tendrás 900 RPM’s en el tacómetro del tablero

Con tanto movimiento, es de esperarse que los platinos sufran desgastes en sus puntas de contacto y eso repercute fuertemente en la calidad de la chispa. Entre más movimiento tenga un componente eléctrico, menor será su capacidad de conducción eléctrica y mayor su probabilidad de fallar.

Como los ingenieros automotrices se aburrieron de eso y además son muy sofisticados, se dejaron seducir por la electrónica y para hacer más negocio y engordar los bolsillos de la industria automotriz, decidieron comenzar por reemplazar a los platinos, que no son otra cosa más que un interruptor mecánico, suplantándolo por un interruptor electrónico, que es el transistor.

Así es: el transistor ocupó el lugar de los platinos.

De alguna manera, el transistor cumple exactamente la misma función de “abrir” y “cerrar” el circuito primario de bobina en el lado negativo. Pero sucede que un transistor nunca “sufre desgaste” porque como es componente electrónico de “estado sólido”, es decir, como no tiene partes mecánicas en movimiento susceptibles de flamearse, podemos utilizarlo para una tarea de interrupción continua del circuito primario sin el temor de que se desgaste. Si no se mueve, no se desgasta.

Por eso se dice que los transistores son de “estado sólido” porque sin tener el más mínimo movimiento, cumplen la función que necesitamos que hagan. En realidad, un transistor es una pasta preparada con sustancias químicas especiales de tal forma, que permiten que el trabajo

de “abrir” y “cerrar” el primario de bobina se haga sin dificultades. Así es: para mi este producto es mágico, una maravilla de esta época y lo mejor de todo es que un transistor nada más se compone de tres terminales eléctricas de rápida revisión.

Cuando los ingenieros lo incluyeron en el sistema de encendido para abrir y cerrar el primario de bobina, sabían que mucha gente se iba a confundir, así que para hacerlo más difícil metieron a estos transistores en cajitas de plástico y les pusieron por nombre “módulos de encendido”.

Pero realmente no es difícil porque todo el propósito del módulo de encendido es activar y desactivar al negativo de bobina. Pero esta tarea en realidad no la realiza el “módulo de encendido”, sino los transistores que están dentro de él.

Un módulo de encendido puede estar compuesto de uno o más transistores y como regla básica, cada transistor controla a una bobina en particular abriendo y cerrando el circuito primario del negativo de bobina.

Apréndete eso: cada transistor controla a una bobina en particular abriendo y cerrando el circuito primario del negativo de bobina.

Eso es lo único que hacen. Abrir y cerrar el negativo de bobina. Abrir y cerrar el negativo de bobina. Abrir y cerrar el negativo de bobina. Nuevamente, 900 aperturas y cierres cada minuto te dan 900 RPM's.

Pues si, eso está muy bien, entendemos el propósito de lo que deben hacer, pero aquí la cuestión es:

¿Cómo lo hacen?

En realidad es muy sencillo. Te lo voy a explicar con diagramas coloreados y tienes que imaginarte “los momentos de apertura” y “los momentos de cierre” que te mostraré.

Tú ya sabes que se supone que la bobina tiene que generar una chispa... pero esta chispa no se genera todo el tiempo de manera continua. La forma en la que la chispa se produce es en un momento si, en el siguiente no, en el siguiente si, en el siguiente no, y así sucesivamente, similar a prender y apagar un foco. Prendido, apagado, prendido apagado, On, Off, On, Off.

De esta forma, tenemos que la bobina solamente puede estar en dos modos:

Prendida = On = Produciendo Chispa

Apagada = Off = Cargándose

Prendida = On = Produciendo Chispa

Apagada = Off = Cargándose

Pero tú y yo sabemos que es un transistor dentro del módulo de encendido el que controla esos dos modos. Explicarlo solamente con palabras está difícil, así que te lo voy a dibujar y además te lo diré con palabras sencillas. Presta atención.

La bobina nada más puede estar apagada o prendida, es decir, sin chispa o con chispa, respectivamente. También ahora ya sabes que es lo que está haciendo la bobina cuando está apagada y prendida.

Ok.

Pero sabemos también que la actividad de la bobina depende de la “posición” del transistor. Entonces de aquí surgen dos preguntas importantes:

1) ¿Cuando la bobina está apagada, en qué posición está el transistor?

Y además...

2) ¿Cuándo la bobina está prendida, en que posición está el transistor?

Vamos a definir eso.

1º) Si la bobina está apagada, el transistor está apagado.

Y también...

2º) Si la bobina está prendida, el transistor está prendido.

Memorízalo.

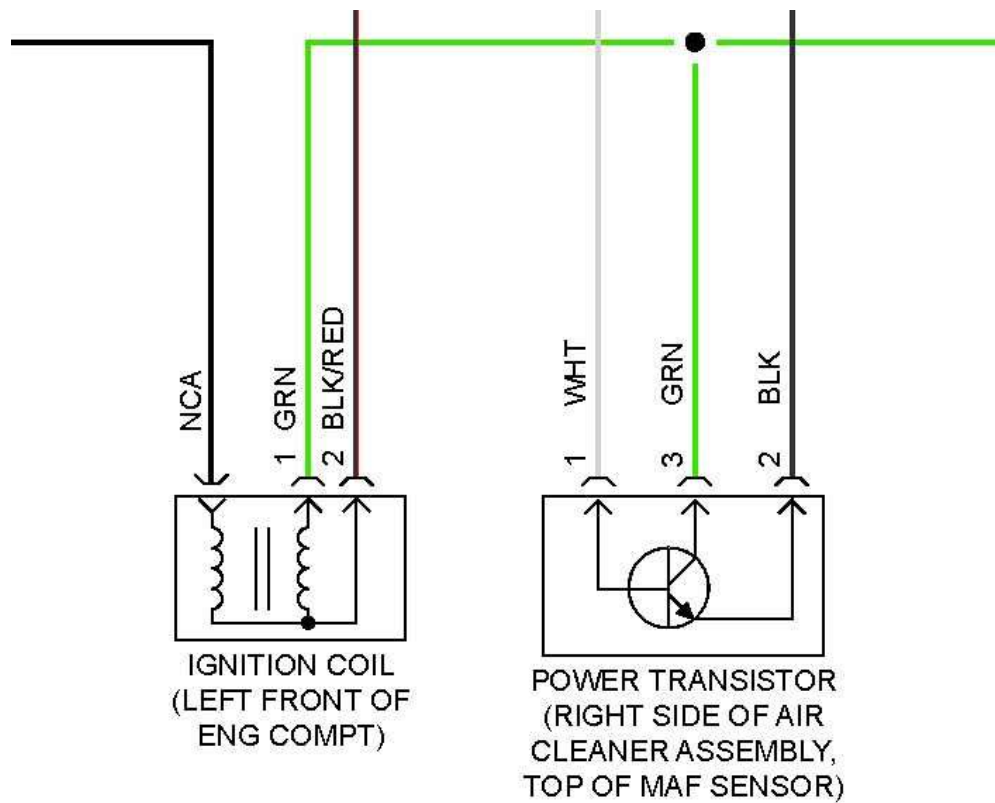
(Para que tengas una imagen más clara de los transistores en aplicación automotriz, necesitarás en este momento estar conectado a internet y solo haz click [AQUI](#) para acceder a la primera parte de mi curso gratuito de Transistores del Motor y cuando lo termines, haces click [AQUI](#) para acceder de inmediato a la segunda parte. Te recomiendo que leas estos dos documentos antes de continuar.)

Ahora bien, eléctricamente, ¿cómo se vería eso en un diagrama? Veámoslo con un ejemplo real. Se trata de un Nissan Altima 2.4L 1995, 4 cilindros, distribuidor, una bobina, un módulo de encendido de tres terminales. En la siguiente imagen puedes apreciar el diagrama parcial de la conexión entra la bobina (izquierda) y el módulo de encendido (derecha).

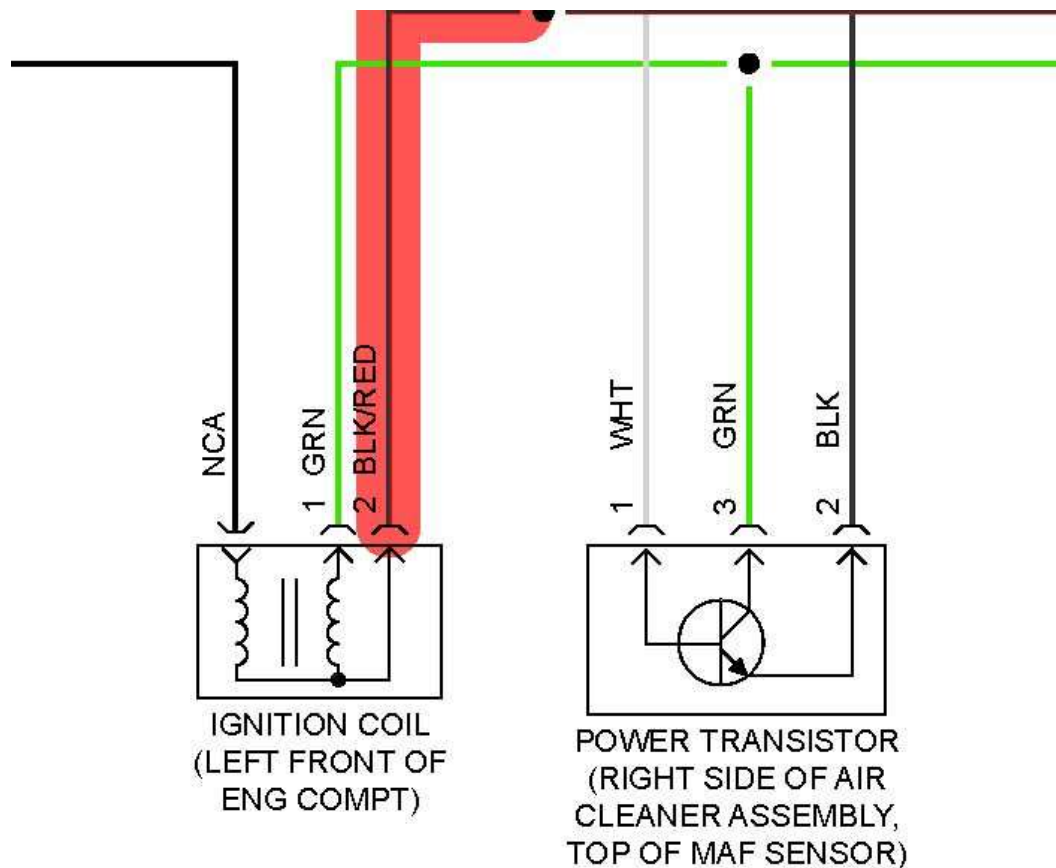
Para la bobina: la terminal 2 de la bobina es el positivo de bobina y la terminal 1 es el negativo de bobina.

Para el módulo de encendido: es un solo transistor y en este diseño de Nissan está compuesto de tres terminales. La terminal 1 es la Base del transistor, la terminal 2 es el Colector del transistor y la terminal 3 es el Emisor.

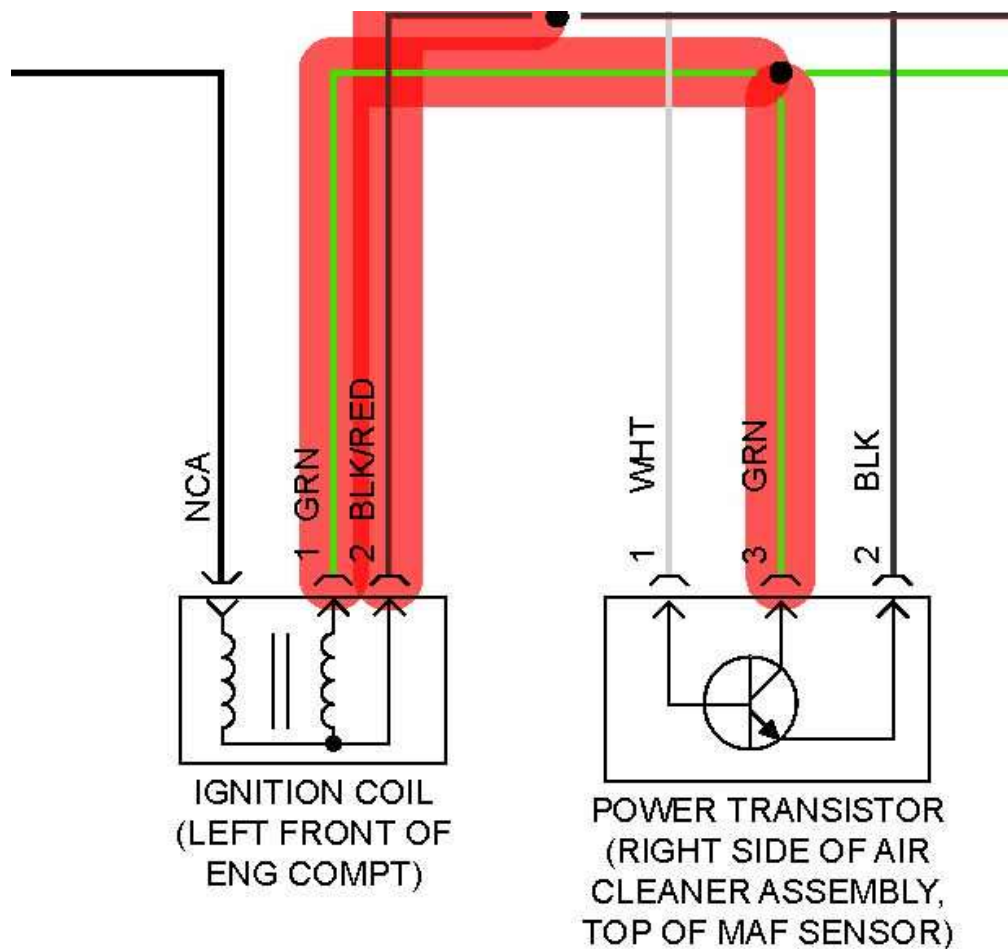
Supongamos que todo está apagado, la llave del switch está en OFF. Así no habrá flujo de corriente. En esta imagen no está representado el flujo de corriente.



Ahora vamos a suponer que todo funciona normalmente y que abrimos la llave del switch; representaremos el flujo de corriente hacia el positivo de bobina en color rojo, que es en la terminal 2 de la bobina. Obsérvalo en la siguiente figura.



Como en nuestro ejemplo la bobina no tiene ningún problema, entonces lo que en realidad sucede es que cuando abrimos la llave en el switch la corriente no se queda en el positivo de bobina, sino que circula por todo el embobinado primario dentro de la bobina y sale por el negativo, saliendo por la terminal 1 de esta bobina y llegando hasta la terminal 3, que es el emisor del Transistor. Ese es el recorrido completo. Recuerda: la llave del switch esta en ON, en este momento no hay giro del motor. Eléctricamente eso significa que la corriente llega hasta el transistor y ahí se queda. Observa.

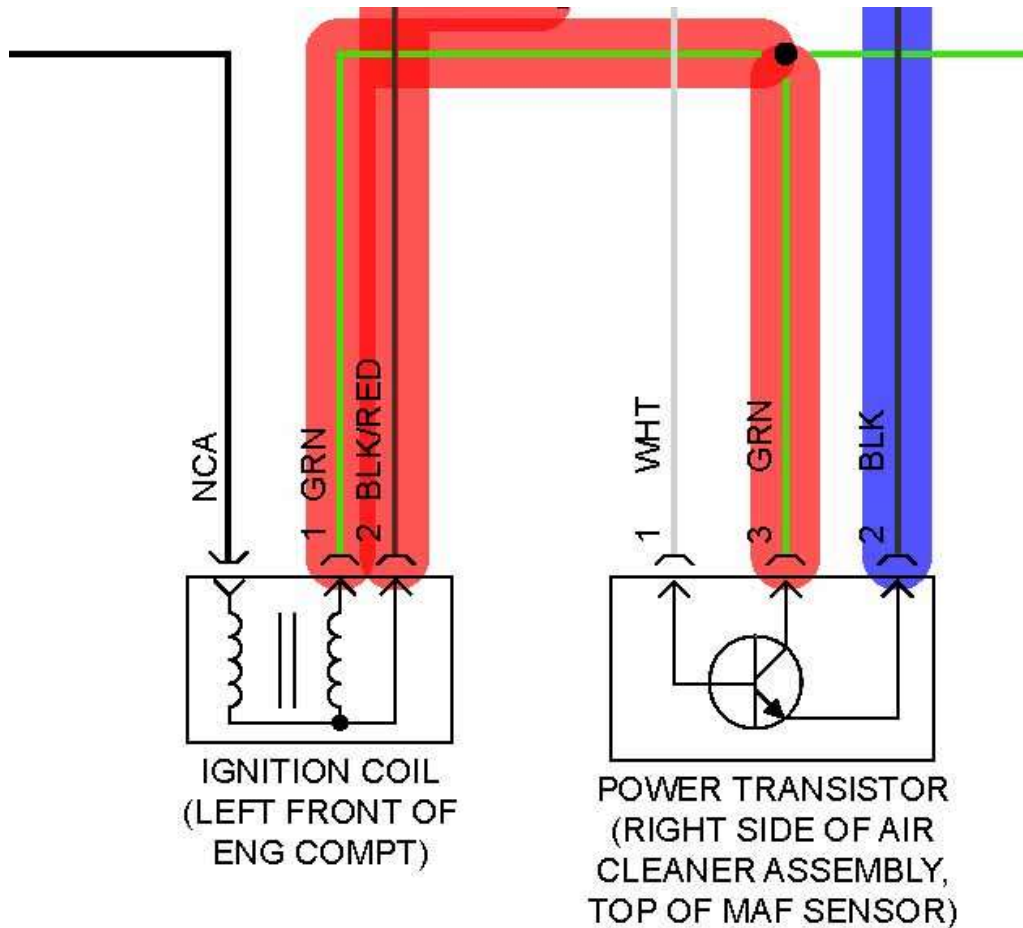


Hasta aquí, lo que físicamente ocurrió en el vehículo fue abrir a llave del switch sin arrancar. Nada más. Si todo está en orden, cuando abres la llave el voltaje debe viajar hasta la terminal 3 del transistor. Ahí debe haber 12 voltios.

Ahora bien, como viste en el curso de Transistores del Motor, una terminal del transistor debe recibir el voltaje. Ya lo estamos viendo. Por otro lado, existe otra terminal que debe recibir la tierra de forma constante. En nuestro ejemplo, la terminal de nuestro transistor que recibe la tierra constante de chasis es la número 2, conectada al cable BLK (negro). Esa terminal en cualquier módulo de encendido que conste de un transistor de tres terminales, siempre debe presentar tierra.

Entonces, cuando abrimos la llave del switch, nuestro transistor tendrá voltaje en la terminal 3 y en la terminal 2 siempre hay tierra.

Observa como lo representamos aquí: el voltaje en rojo y la tierra en azul.



Mecánicamente, aun no sucede nada. Solo abrimos la llave. El voltaje y la tierra están esperando hacer contacto para “cargar” la bobina, pero como el transistor está “apagado”, dicho contacto eléctrico aún no sucede. Para que ocurra, el transistor debe estar “prendido”.

¿Qué se necesita para que un transistor se “prenda”?

Se requiere que en su ‘base’ reciba un pulso de corriente. En este Nissan Altima para que el transistor se “prenda” y en consecuencia, el voltaje y la tierra se junten para cargar eléctricamente a la bobina, la ECU tiene que enviarle ese pulso de corriente a través de la terminal restante, que en este caso, es la terminal 1 con el cable WHT (blanco).

Pero si el cigüeñal no está girando, la ECU no producirá ese pulso de corriente. Tiene que haber movimiento.

Ahora vamos a suponer que en el siguiente instante ya le damos marcha al motor. Esto obligará que el sensor de CKP del cigüeñal y el CMP del árbol de levas generen sus respectivas señales hacia la ECU o PCM. La ECU a su vez cuando las detecte, producirá una señal especial para el sistema de encendido.

En otras palabras, la ECU le comunicará al módulo de encendido que comience a trabajar. Esa comunicación ocurrirá solo mediante un cable.

¿Por qué solamente a través de un cable?

Porque este motor solo usa una bobina; si nada más tenemos una bobina, entonces solo se necesita un solo circuito primario, por lo tanto solo se ocupa un solo transistor.

Entonces nos queda claro que la ECU y el transistor se comunicarán a través de un cable. Como viste, el transistor ya tiene ocupadas sus dos terminales, recibiendo la corriente eléctrica que proviene del lado de la bobina y la tierra, que proviene de chasis. Esa corriente tiene que llegar a tierra, pero el transistor aún no la deja pasar.

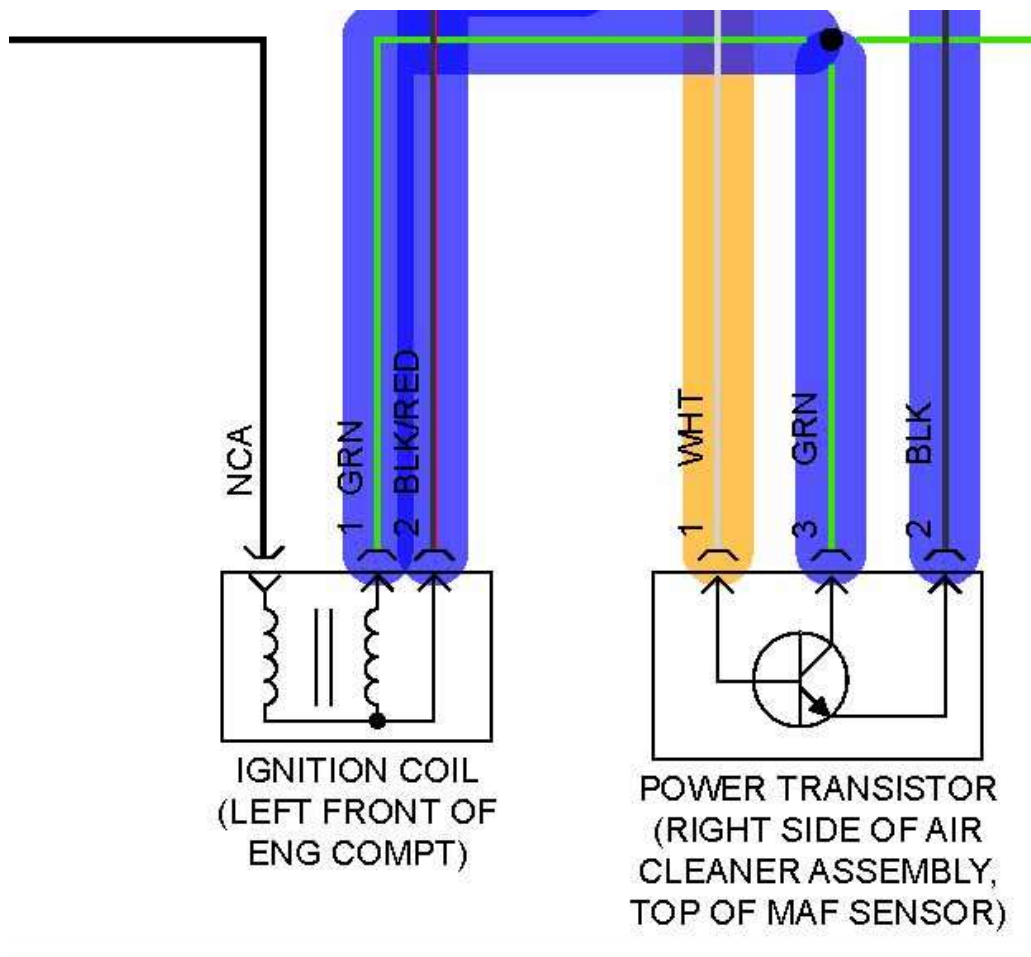
¿Por qué?

Por que la ECU aun no le envía la señal. El transistor tiene que esperar. En nuestro ejemplo, esa señal de corriente eléctrica en “pulsos” provendrá desde la ECU hacia la base del transistor mediante el cable blanco en la terminal 1, cuando la ECU así lo determine.

Esa señal eléctrica como dijimos, es en “pulsos”, igual como sucede con los inyectores (solo que no se mide con una luz noid). Tú ya sabes que las señales por pulsos son del tipo “apagado”, “prendido”, “apagado”, “prendido”, ON, OFF, ON, OFF.

En consecuencia, cuando ya le estemos dando marcha al motor, llegará el momento en que la ECU generará un pulso de señal eléctrica en el cable blanco 1. Ese pulso dura muy poco tiempo, milisegundos, pero es más que suficiente para que el voltaje en la terminal 3 y la tierra en la terminal 2 se unan y el circuito primario se cierre. Eso significa que en esos milisegundos en los que la ECU envía el pulso por el cable blanco, el voltaje se aterrizó. Si leíste mi libro gratuito “Secretos de Encendido Electrónico”, sabrás entonces que esta señal se conoce como STE.

En la imagen lo representamos del siguiente modo.

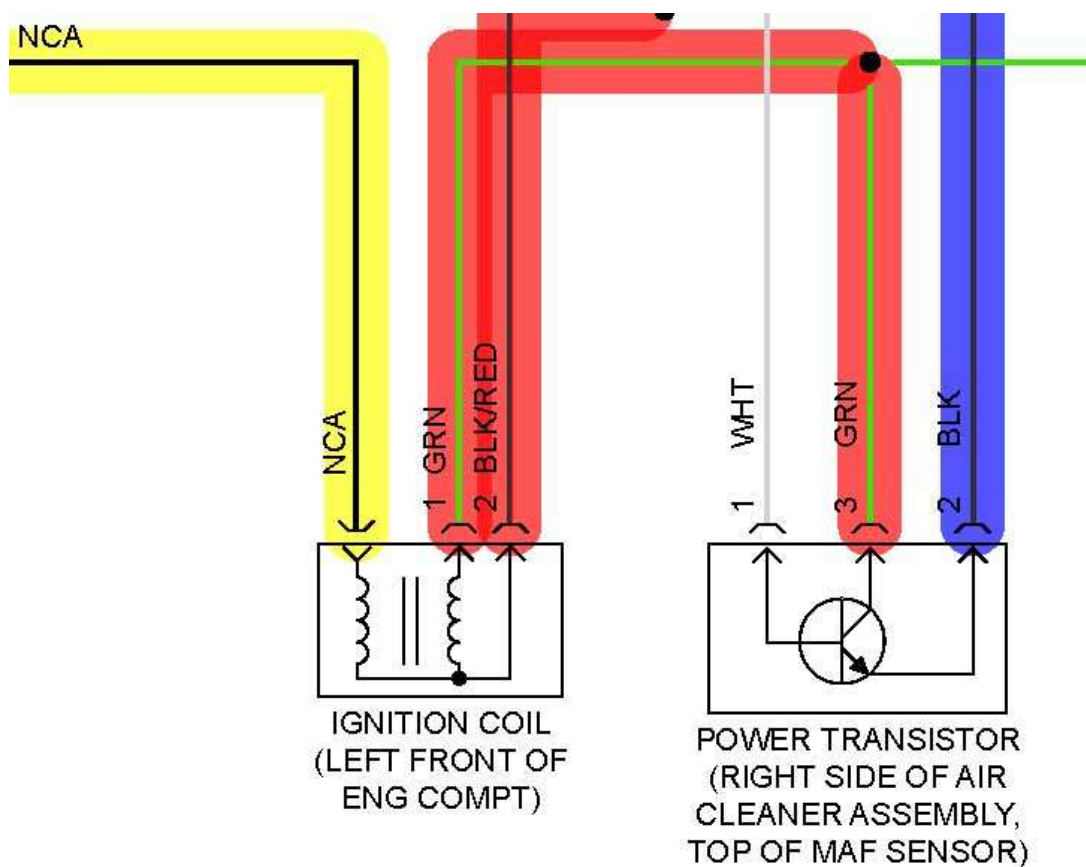


Como puedes ver, la ECU envió el primer pulso de corriente a la base del transistor (señal STE) . Al hacerlo, el transistor reaccionó a este cambio y cumplió su trabajo: conectó a las terminales 2 y 3.

Cuando esto sucede, la tierra llega hasta la bobina y el voltaje se cae a 0 volts, mientras el pulso siga presente en la base del transistor. El pulso estará allí durante tantos milisegundos como la ECU lo permita. Esta duración es para que la bobina se cargue eléctricamente, y casualmente, solo le toma esos pocos milisegundos. La chispa aún no se genera, porque el pulso todavía está presente en la base del transistor.

Llegará el momento en que la ECU corte el pulso de corriente, lo cual “apagará” al transistor, y ello también abrirá de nuevo al circuito primario. Cuando eso suceda la terminal 1 del cable WHT (blanco) no tendrá pulso, la terminal 2 del cable BLK (negro) volverá a tener tierra normal y la terminal 3 del cable GRN (verde) volverá a tener voltaje normal. Todo volverá a la normalidad, como al principio, pero con la diferencia de que ahora la bobina habrá generado su chispa.

En la siguiente figura la chispa sale por la terminal del borne NCA y está coloreada en amarillo.



¿Si te das cuenta como el voltaje se mantiene en todo el primario de bobina hasta llegar a la terminal 3 del módulo?

¿Te das cuenta también como la tierra está presente y disponible en la terminal 2 del módulo?

¿Si te fijas también como la bobina todo el tiempo está conectada a voltaje de batería?

¿Puedes ver como en este último movimiento NO hay pulso en la terminal 1 del módulo?

¿Te das cuenta que cuando la ECU quitó el pulso del cable blanco, es cuando la chispa se produjo?

En efecto: la chispa no se produce cuando la ECU envía su pulso a la base del transistor. La chispa se produce justo cuando la ECU apaga ese pulso de corriente, es decir, la chispa se genera cuando la ECU remueve el pulso.

Tú lo puedes hacer manualmente. La próxima vez que te encuentres cualquier Nissan noventa y tantos operado con distribuidor, solo deberás localizar el módulo de encendido, que Nissan lo llama "Transistor de Potencia o "Power Transistor". Desconéctalo, abre la llave del switch, una terminal debe tener 12 volts, otra debe tener tierra y la otra no debe tener nada. Fíjate en el color de los cables. Ahora reconecta el módulo y cierra la llave. Enseguida, ubica la ECU y desconéctala. Ya desconectada, cuenta las terminales y ubica la terminal que corresponda al cable que conecta con la base del Transistor de Potencia. Abre la llave del switch nuevamente. A la terminal de la ECU que está conectada a la base del transistor, (que ya la ubicaste en el conector de la ECU porque ya contaste), dale "piquetitos" de corriente con un cable-fusible, como si tú fueras las ECU. Lo que deberás ver es que la bobina produce su chispa con cada "piquetito". Pero si observas bien, te percatarás de que la chispa se produce solo cuando retiras el

cable-fusible. Si lo dejas haciendo contacto un segundo, no se produce chispa, pero en cuanto lo retiras verás que esta se produce. Así funciona el circuito de control de cualquier encendido electrónico.

Si tuvieras un Nissan de distribuidor que no enciende, con esa simple maniobra compruebas bobina, circuito primario, circuito secundario, módulo de encendido y harnés de cableado entre módulo y ECU... todos esos componentes solo con desconectar la ECU y darle “piquetitos” de corriente en la terminal apropiada.

Con esta información, en menos de 7 minutos evalúas la mitad del sistema de encendido electrónico en este tipo de autos. No te exagero cuando te digo que todos los días utilizo esta misma estrategia.

Claro que no todos son Nissan, sino que esta misma dinámica de “piquetear” donde debe ser me ahorra muchísimo tiempo me indica que es lo que sí funciona y lo que no.

Si por ejemplo, me llega este auto porque no tiene chispa, la rutina que te acabo de describir es lo primero que hago. Si genero la chispa, de antemano ya sé que de la ploga hasta la bobina, no hay ningún problema. Entonces debo moverme entre la ECU, sus fuentes de voltaje y tierra y los sensores CKP y CMP. El problema por ahí estaría.

Ahora supongamos que todo funciona normalmente, todo está conectado en su lugar. Si quisieras llevar tu análisis de señales un poco más allá y estrenar tu osciloscopio para monitorear la señal del módulo de encendido, lo puedes hacer. Como sabes, las señales eléctricas en “pulsos” se dice que son “digitales”.

¿Por qué se le llaman así? Ya habíamos visto que las posiciones eléctricas “apagado-prendido-apagado-prendido” o si prefieres “ON-

OFF-ON-OFF” las computadoras automotrices las entienden como “ceros” y “unos”. Como las PCM’s solo saben hablar en términos de estos dos ‘dígitos’, se dice entonces que sus señales son “digitales”.

De esta forma, mientras que para ti un componente llámese sensor, inyector, módulo, etc., se encuentre una posición eléctrica “prendida”, la ECU la entenderá como “0”.

Y viceversa: cuando ese componente tú lo detectes en tu osciloscopio como “apagado”, la ECU lo entenderá como “1”.

Las PCM’s no saben de “prendido” y apagado”. Ellas solo saben de “0” y “1” y cuando no los muestra gráficamente en un display nosotros solamente vemos “señales cuadradas”.

Por eso, cuando nosotros leemos las señales “prendido” y “apagado” en un osciloscopio, siempre las veremos como señales cuadradas, sinónimo de “señales digitales”.

De esta forma, si queremos analizar a detalle las señales electrónicas de un módulo de encendido en cualquiera de sus terminales utilizando un osciloscopio, entonces en resumen debes tener presente que:

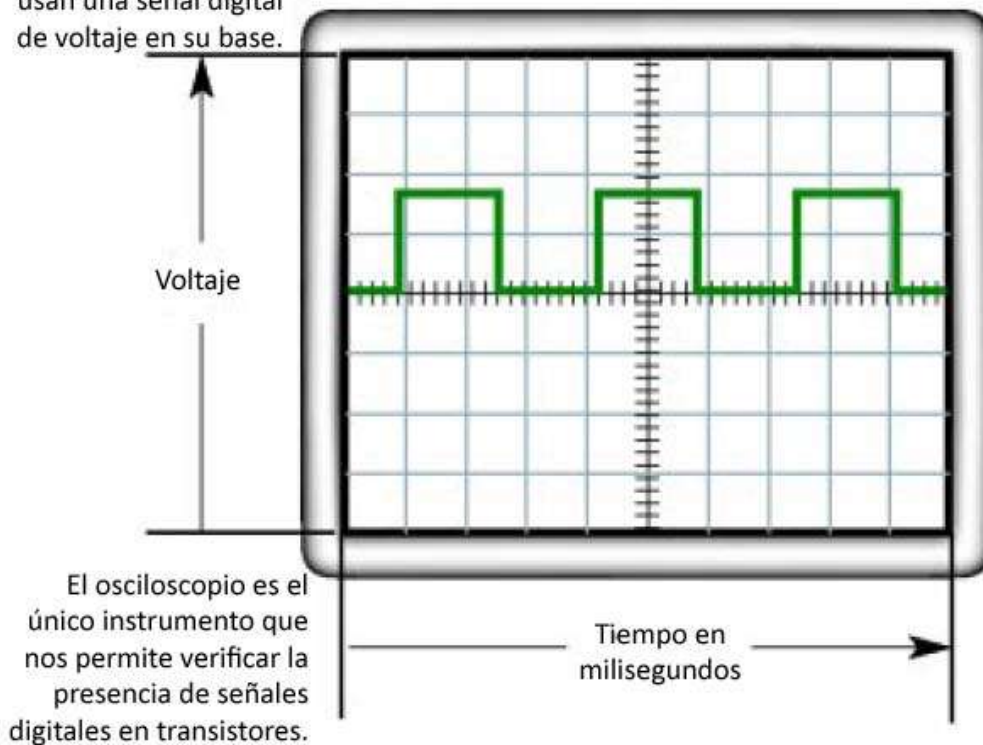
Señal Cuadrada = Señal Digital = Prendido/Apagado

Si conectas “la sonda” tu osciloscopio en el cable que opera como la base del transistor de cualquier módulo de encendido, en el display verás algo muy similar a lo siguiente:

Señal Digital de la Base del Transistor de Potencia

Los transistores NPN usan una señal digital de voltaje en su base.

Así se ve la señal digital de la base de un transistor de potencia que funciona con normalidad.



Si el motor está operando y la señal la ves así, o muy similar, todo está perfecto. Si no lo ves y el motor funciona, algo estás haciendo mal.

Vuelve a leer todo lo anterior hasta que te quede claro. Tienes que ser capaz de imaginártelo, pero el verdadero aprendizaje vendrá cuando lo pongas a prueba.

Y ahora me vas a decir: *“Pues si Beto, todo eso está muy bien, pero me pusiste como ejemplo el módulo de encendido más fácil que existe... así que chiste.”*

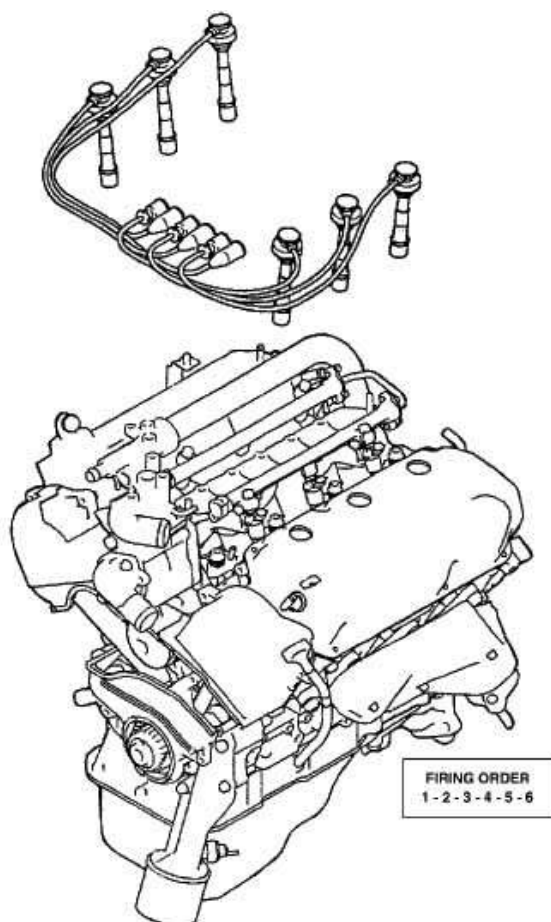
Bueno... vamos por partes, tenía que comenzar por un facilito para irnos entendiendo. Ahora vamos a subirle de nivel.

Sobre sistemas de encendido electrónico, créeme que no existe ningún libro más fácil de entender que éste. Si ya captaste que todos los módulos de encendido operan bajo la lógica del transistor NPN (Negativo-Positivo-Negativo), podemos avanzar. Si te atoraste, tienes que repasarlo y visualizarlo en tu mente hasta que se te “prenda el foco”.

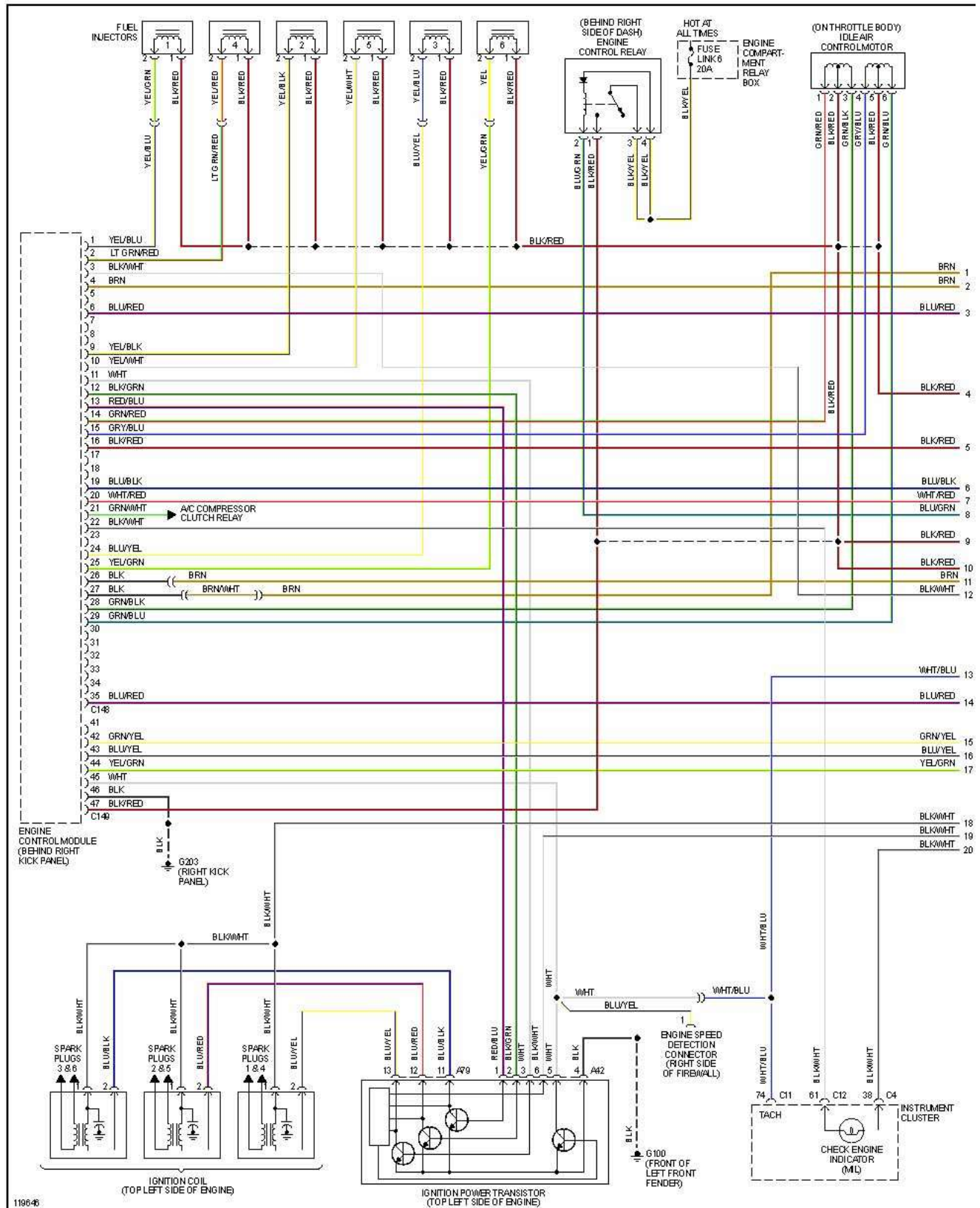
Continuamos.

¿Recuerdas el ejemplo de la Mitsubishi Montero 3.5 que revisamos en el capítulo 5?

Tiene un motor V6 con bobinas dobles y módulo externo. El orden de encendido de este motor es 1-2-3-4-5-6. Veamos los diagramas.

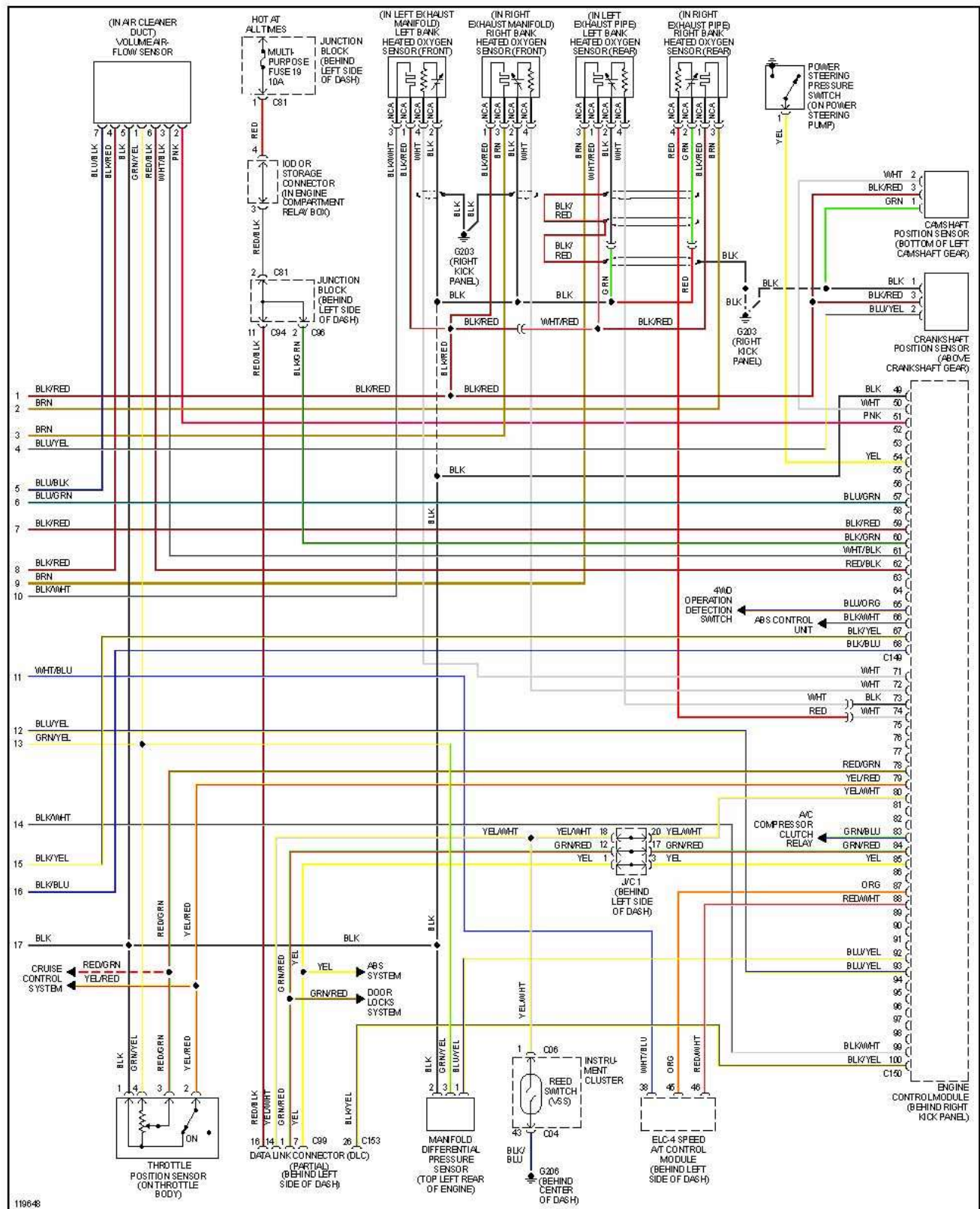


Mitsubishi Montero 3.5L, 2000, 1 de 3

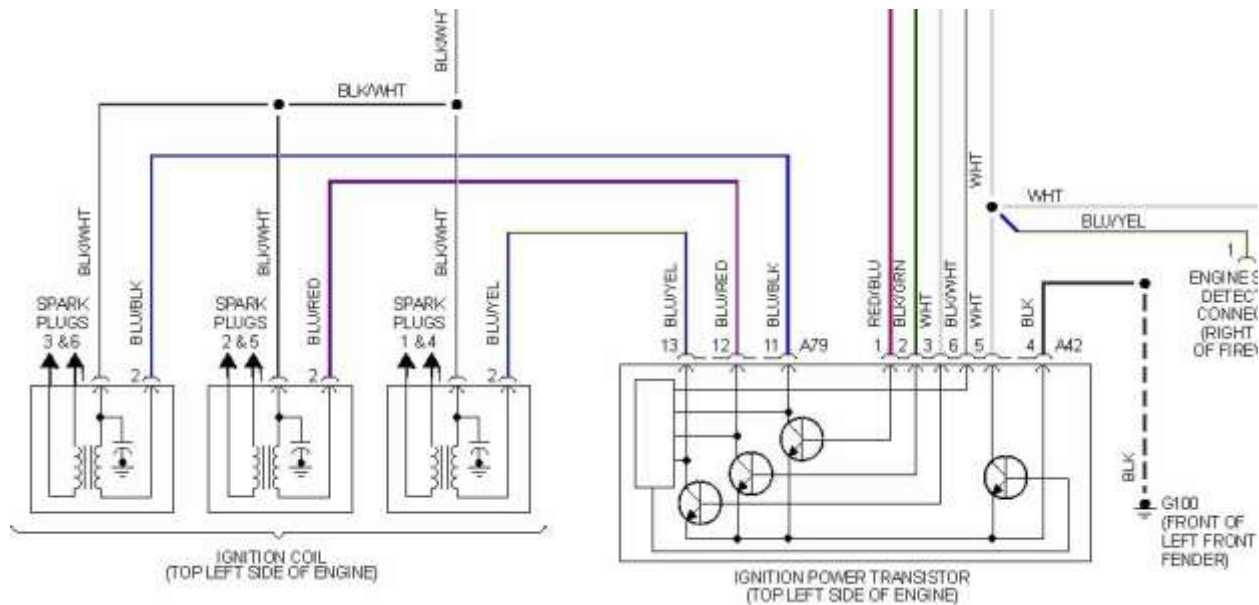


[illegible]

Mitsubishi Montero 3.5L, 2000, 3 de 3



La parte que nos interesa en este diagrama esta en la parte inferior del diagrama 1 de 3, como se ve a continuación.

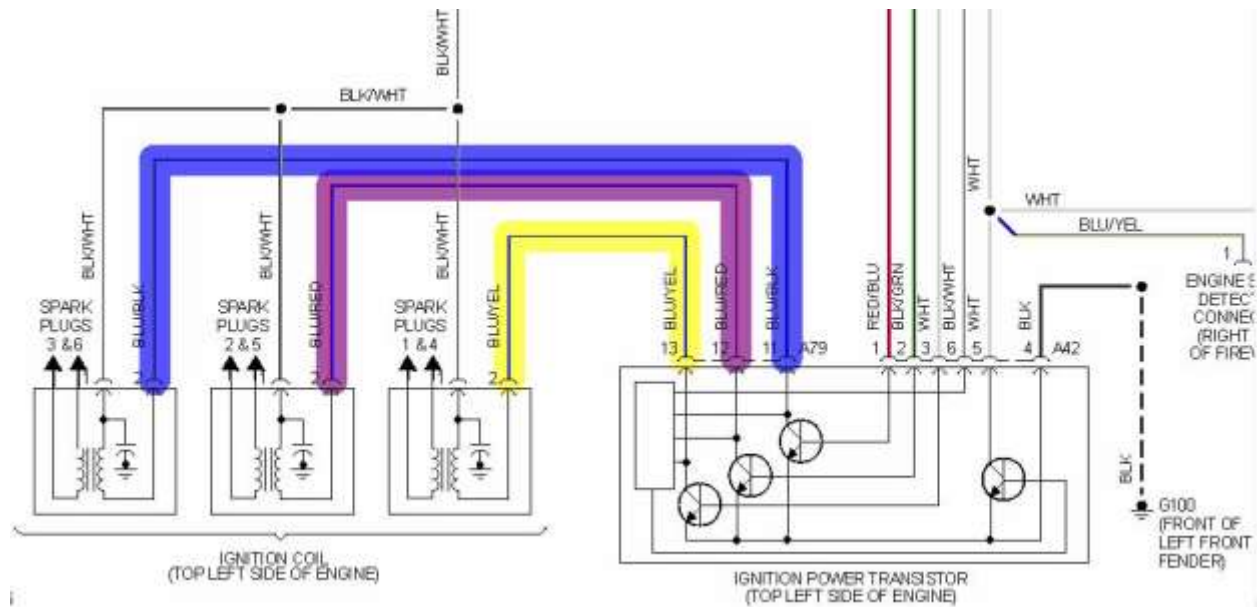


Aquí puedes apreciar como las tres bobinas están conectadas con sus tres transistores respectivos a través del negativo de bobina.

Recordatorio: Ya habíamos dicho que una bobina tiene un “borne positivo de bobina” y un “borne negativo de bobina”. El borne negativo de bobina, (y me refiero a cualquier bobina de cualquier vehículo) siempre estará conectado a su respectivo transistor. Si es solo una bobina, tendrá su transistor. Si son dos bobinas, serán dos transistores, si son tres bobinas, tres transistores y así sucesivamente.

En el ejemplo de esta Mitsubishi Montero son tres bobinas y como puedes observar en el diagrama, cada negativo de bobina está conectado a su respectivo transistor dentro del módulo.

Los tres transistores están dentro del módulo. En la siguiente imagen puedes ver los tres negativos de bobina conectados a sus respectivos transistores resaltados en colores amarillo, morado y azul.



Si te fijas, también hay un cuarto transistor del lado derecho dentro del módulo. Ese transistor no está conectado a ninguna bobina ya que cumple otra función: reportar las RPM's a la ECU. Pero esa es otra historia.

Pero regresando a nuestros tres transistores que interrumpen el flujo de corriente en el negativo de bobina: te conviene estudiarlos cada uno por separado.

¿Por qué?

Porque cuando estudias el funcionamiento de uno solo, en realidad ya estudiaste a los otros dos porque funcionan exactamente igual: todas son bobinas comunes y corrientes alimentadas en su borne positivo y conectadas a su correspondiente transistor en su borne negativo. El

transistor solo es el intermediario entre el voltaje que viene desde la bobina y la tierra que viene desde chasis. El transistor lo único que tiene que hacer es juntar voltaje y tierra muchas veces por minuto.

Entonces si ya sabes que todos los transistores dentro de un mismo módulo de encendido simplemente cumplen la función de “abrir” y “cerrar” el primario de bobina, cuando recorres el circuito primario completo de una sola bobina desde el fusible principal, pasando por el switch de la llave, llegando al positivo, pasando por su embobinado interno, saliendo por el negativo de bobina y llegando hasta el transistor que le toca, la corriente eléctrica que circule por todo ese recorrido se detendrá en la entrada al transistor, porque ya habíamos dicho que un transistor solo es un “interruptor”. Tienes que aprender a ver al transistor dentro de un módulo como un simple interruptor. Imagínatelo así. Yo sé que es algo complicado imaginarse el símbolo del transistor y traducirlo como si fuese un interruptor, porque estamos muy malacostumbrados a pensar en términos de movimiento cuando se trata de interrumpir flujo de corriente. Despierta: eso ya cambió.

Desde hace muchísimos años, alrededor de 70, el flujo de corriente se interrumpe con transistores que no tienen movimiento físico. Acéptalo.

Si tú ya estás familiarizado con la ciencia de la electrónica, ignora estos últimos comentarios. Si en cambio, eres totalmente nuevo en esto, repásalo tantas veces como creas necesario hasta que lo asimiles.

Regresando.

módulo esa terminal se conecta a su transistor. (Si te fijas, existe una conexión en paralelo entre la terminal 11 y el transistor hacia un sub-módulo interno. No hay ningún problema con el ya que solo es para medir RPM's y no influye en la operación del circuito primario.)

Por otro lado, en la terminal 4 del módulo está resaltado en color gris la conexión a tierra. Tú puedes ver ahí que dicha conexión de tierra al entrar por la terminal 4 sigue su trayecto hasta llegar a cada uno de los tres transistores de cada bobina (ya dijimos que el cuarto transistor es para medir RPM's y no interfiere en el encendido).

De esta forma tú puedes leer en el diagrama que el transistor que estamos estudiando, efectivamente, está conectado al negativo de la bobina que le corresponde y también está conectado a tierra constante.

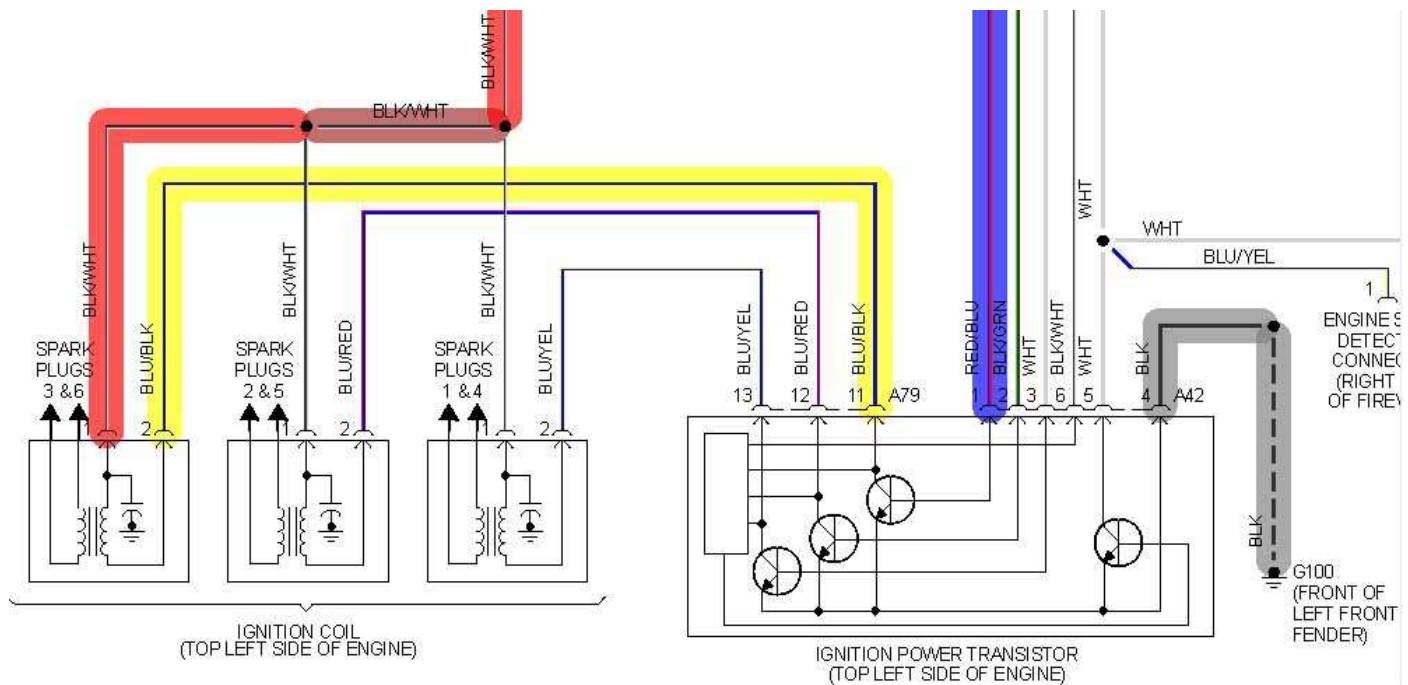
En ese momento el transistor está listo para aterrizar el voltaje y que así la bobina se cargue.

¿Qué le falta para producir la chispa en la bobina?

Adivinaste: un breve pulso de corriente eléctrica en su base.

¿Para nuestro transistor de donde viene ese pulso?

Según el diagrama, el pulso de nuestro transistor tiene que provenir de la terminal No. 1 a través del cable RED/BLU (rojo/azul). Ese pulso llegará cuando la ECU así lo estime, según el orden de encendido. Digamos que la ECU le envió el pulso al transistor. En la imagen te lo he resaltado en color azul. Observa.



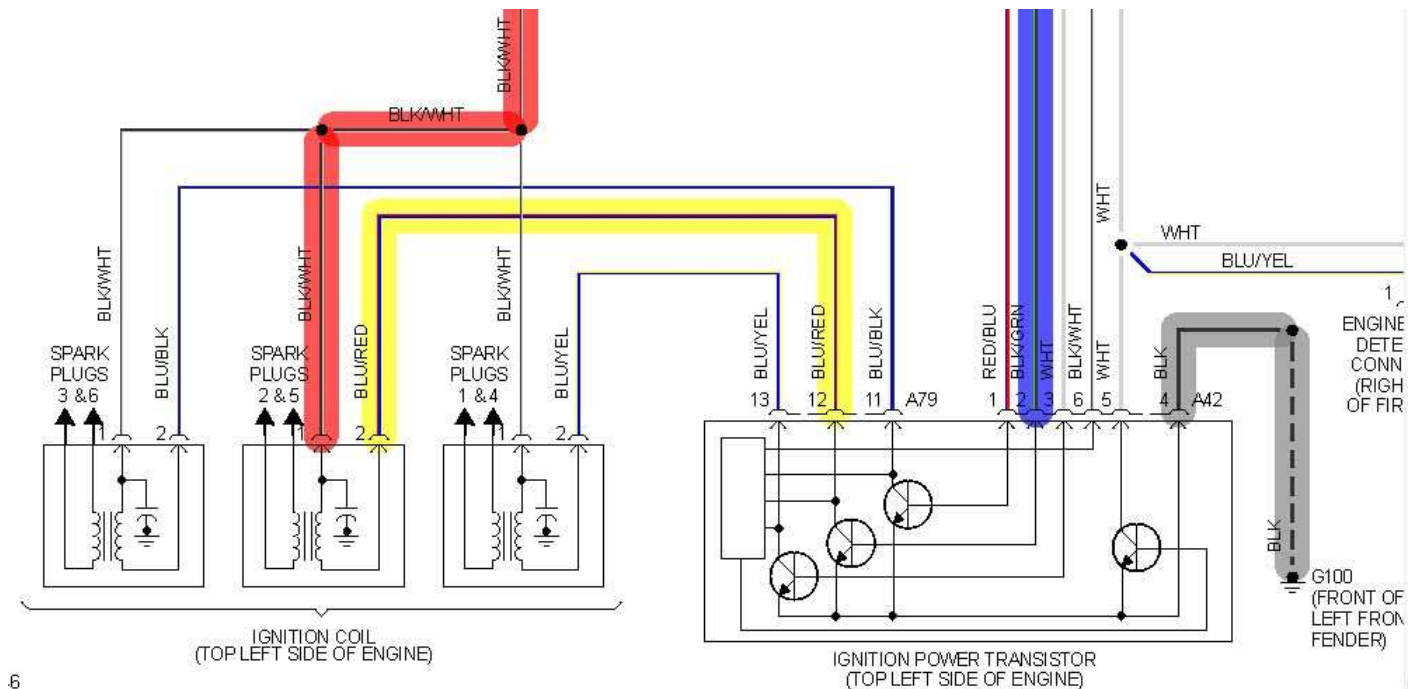
¿Que tenemos?

- 1) Circuito primario energizado hasta llegar a la “entrada” del transistor.
- 2) Tierra presente en la “salida” del transistor.
- 3) Pulso desde la ECU hacia la base del transistor.

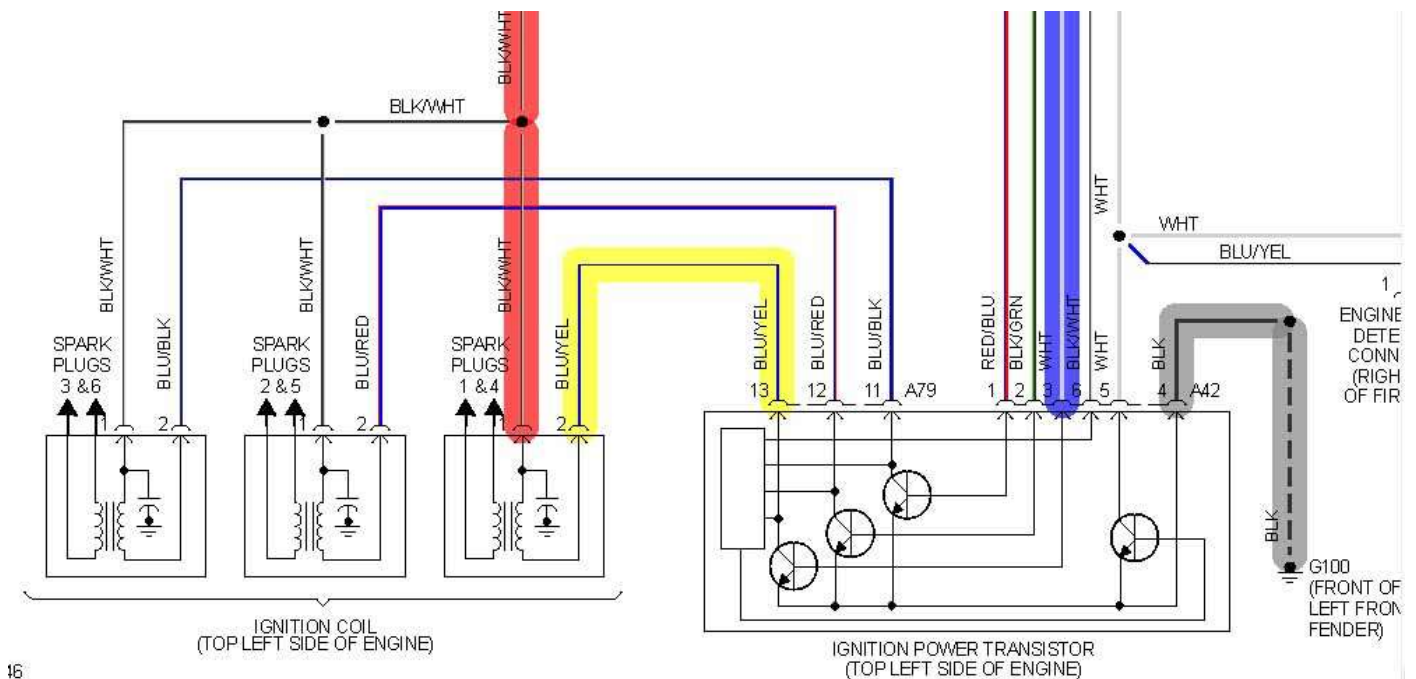
En tiempo real, esto es sinónimo de los milisegundos que transcurren para que ocurra la “carga” dentro de la bobina. Los tres factores arriba señalados tienen que estar presentes para que la bobina se cargue y acumule su campo magnético dentro de ella. Es justo cuando la ECU envía el pulso a la base del transistor que el circuito primario se “cierra” y la corriente eléctrica fluye por el negativo de bobina, a través del transistor mismo, para finalmente llegar a tierra. En ese instante el transistor realizó la función de un interruptor cualquiera.

Cuando la ECU remueva el pulso al siguiente milisegundo, el transistor “abrirá” el circuito primario y el campo magnético que se produjo y se acumuló dentro de la bobina, se convertirá finalmente en la chispa. Si

seguimos el orden de encendido, la ECU enviará el pulso a la base de cada transistor según el turno que le corresponda, activando en consecuencia a la siguiente bobina. Observa las dos figuras a continuación, compáralas con la anterior y observa sus diferencias.



6



16

171

¿Ya te fijaste?

De esa forma, cada bobina va generando su chispa conforme su respectivo transistor dentro del módulo de encendido reciba el pulso en su base desde la ECU.

Eso es todo.

Todos los módulos de encendido de todos los fabricantes automotrices están contruidos bajo esta misma base de operación.

Una bobina – Un primario – Un transistor – Un Pulso – Una chispa

Dos bobinas – Dos Primarios – Dos transistores – Dos pulsos – Dos chispas

Etc., etc., etc.

Así que no importa cuantas bobinas, cuantos circuitos primarios, cuantos transistores y cuantos cables de pulso tenga un sistema de encendido electrónico, todos trabajan igual.

Existen muchos vehículos que no usan módulos de encendido, dado que estos van dentro de las mismas ECU's. Esa configuración es mucho más fácil de revisar porque el negativo de bobina simplemente va conectado a la ECU, y tú ya sabes que es lo que debe suceder: el primario de bobina debe llegar a tierra y en estos casos, es la misma ECU la que se encarga de ello, pero la dinámica es la misma.

Entonces, tu trabajo en cada rutina de diagnóstico consiste en identificar cual es la terminal que le corresponde a cada transistor dentro del módulo y eso solo se puede hacer leyendo el diagrama, interpretando la

función de los componentes como te lo ejemplifiqué y deduciendo el resultado que debes esperar con cada medición y cada prueba.

Vuelve a leer este capítulo. Quiero que la dinámica que te expuse te quede muy clara. Cuando termines, examina el cuaderno de diagramas para que identifiques la función de los módulos en cada diagrama, identifica y rastrea los primarios de cada bobina que detectes así como los cables de pulso provenientes de la ECU, cuando aplique.

Es mucho trabajo de estudio y te llevará como una semana terminarlo, pero créeme que cuando termines, dominarás esta parte fundamental del encendido electrónico. No hay otra forma. Hazlo.

Capítulo 9

Verificando la PCM y sus Circuitos

Capítulo 9 – Verificando la PCM y sus Circuitos

Control Computarizado del Motor

Sin la computadora de control del motor, también conocido como microprocesador, los automóviles y camionetas de hoy jamás podrían desempeñar las funciones que realizan. Las computadoras automotrices han hecho un trabajo tan excepcional que los fabricantes cada vez les confieren más tareas. En modelos mas recientes la computadora también control la transmisión, frenos antibloqueo, control de tracción y algunas otras funciones eléctricas. El uso de computadoras de control en automóviles y camionetas modernas ha revolucionado su operación.

Estas computadoras vienen en todas las formas y tamaños y generalmente se encuentran debajo del panel de instrumentos, dentro de la tapicería o debajo del asiento. Todas las computadoras deben estar garantizadas para una vida mínima de 5 años o 50 000 millas recorridas. Los fabricantes permitirán que la garantía de las computadoras cubra la reparación a su costo. Tenlo presente cuando te encuentres diagnosticando o reparando este tipo de sistemas.

Mientras que la computadora del motor (PCM o ECU) es capaz de tomar decisiones a la velocidad de la luz, en realidad no puede hacer nada por si sola, y esto incluye la determinación de lo que está ocurriendo a su alrededor. Para ello, la computadora necesita una serie de sensores (que ya conoces en mis cursos gratuitos.)

La computadora constantemente ajusta la operación del motor mientras este se encuentra operando, y esto se logra al comparar los datos de entrada proveídos por todos los sensores contra los datos que tiene

programados en su memoria. Esta programación consiste en dos tipos de datos: fijos y variables.

Los valores fijos incluyen instrucciones operativas del sistema y constantes numéricas tales como número de cilindros, equipo de emisiones, tipo de transmisión y ratios de engranaje, etc.

Los valores variables consisten en información específica de la operación del vehículo en cualquier momento y esto incluye las RPM's del motor, flujo de aire, ángulo de garganta, tiempo de encendido, vacío del motor, presión de aceite, etc.

PROM

En la mayoría de vehículos de marcas americanas, la información fija está localizada en el mismo controlador de la computadora, mientras que la información variable está contenida en un chip de memoria separada conocido como Memoria Programable de Solo Lectura (PROM – Programmable Reading Only Memory). También se conoce como calibrador. Algunos modelos utilizan más de un módulo PROM.

El sistema le permite al fabricante ahorrar algo de dinero al utilizar un solo controlador computarizado en un amplio espectro de vehículos específicos al insertarles un PROM relativamente económico. Dado que el PROM simplemente se conecta en el controlador de la PCM, reprogramar la información variable en el taller o con el concesionario es una tarea simple.

EPROM Y EEPROM

Se ha tomado gran cuidado con los frágiles chips PROM, no obstante, en modelos más recientes se utiliza una PROM “borrable” denominada EPROM. En las EPROM, el área de la memoria de la computadora se borra al exponerla a luz ultravioleta y en seguida se reprograma. En modelos aún más recientes se incluye una memoria eléctricamente borrrable (EEPROM), permitiéndole al concesionario actualizar o modificar la memoria de una PCM hasta la especificación más actualizada que tenga disponible, si es que la reparación así lo requiere.

Memoria Adaptable

Las computadoras más recientes tienen una función de memoria adaptable que se ajusta a variables tales como desgaste de componentes, calidad del combustible e inconsistencias de producción. Esta función de memoria adaptable le permite a la computadora del motor realizar ajustes menores de operación para compensar y mantener la manejabilidad cuando ciertos valores de operación se encuentren fuera de los rangos programados.

La memoria adaptable está sujeta a cambios constantes con el paso del tiempo; estos cambios se almacenan en la memoria RAM (Random Acces Memory), o Memoria de Acceso Aleatorio y esta se pierde cuando se desconecta la batería. Si esto ocurre, simplemente deberás conducir el vehículo normalmente por unos 30 kilómetros hasta que la computadora “re-aprenda” por si sola los cambios de la memoria adaptable.

Precauciones con la Computadora

Las computadoras tienen delicados circuitos internos que fácilmente pueden dañarse cuando se someten a voltajes excesivos, electricidad estática o magnetismo. Cuando diagnostiques problemas eléctricos en un circuito conectado a la computadora del motor, recuerda que la mayoría de las computadoras operan en un rango de voltaje relativamente bajo, alrededor de 5 voltios).

Deberás observar las siguientes precauciones cuando te encuentres trabajando con la computadora del motor o sus circuitos relacionados:

1. No dañes el cableado ni los conectores eléctricos de tal forma que permitas aterrizajes o que exista contacto con otras fuentes de voltaje.
2. No utilices instrumentos de prueba (tales como el ohmmímetro) que están energizados con baterías de 6 Voltios o más. El exceso de voltaje puede ocasionar que un componente electrónico dentro de la computadora se queme o haga corto. Si acaso, solamente deberás utilizar un multímetro de 10 mega ohmios de impedancia cuando trabajes con circuitos de control del motor.
3. No remuevas ni diagnostiques la computadora sin las herramientas y la información apropiada, porque cualquier error por mínimo que sea puede invalidar la garantía o dañar el componente.
4. Todos los cables de bujía deberán estar por lo menos 10 centímetros lejos de cualquier sensor, circuito o cableado de control. Un problema inesperado en los circuitos de la computadora es la presencia de los campos magnéticos que envían señales falsas a la computadora del motor, resultando con frecuencia en problemas y fallas difíciles de diagnosticar. Como sabes, los cables que conducen electricidad se convierten en imanes magnéticos y esto tiene repercusiones en los circuitos circundantes. Aunque existen casos de líneas de alto voltaje o transformadores interfiriendo con la computadora, la causa más común

de este problema en los circuitos de los sensores es la posición de los cables de las bujías cuando están muy cerca del cableado de la ECU.

5. Ten especial cuidado cuando manipules y trabajes cerca de la computadora. Recuerda que la electricidad estática puede ocasionarle danos a la computadora al crearse una alta carga eléctrica en tu cuerpo. (Ver siguiente párrafo.)

Componentes Electrónicos y la Electricidad Estática

Precaución: la electricidad estática puede dañar o incluso destruir la computadora u otros componentes electrónicos. Leer a continuación con atención.

La electricidad estática puede ocasionar dos tipos de daños. El primero y el más obvio es la falla completa del dispositivo. El otro tipo de daño es mucho más sutil y difícil de detectar como la falla de un componente eléctrico. En esta situación, el circuito integrado ha sido degradado y puede debilitarse en un periodo de tiempo. Puede desempeñarse erráticamente o aparecer como la falla intermitente de otro componente.

La mejor manera de prevenir la electricidad estática es descargando la carga eléctrica de nuestro cuerpo, aterrizando tu cuerpo al cuerpo o chasis del vehículo y en seguida trabajando en un área libre de estática. Una pulsera de control de estática bien aterrizada al chasis de vehículo descargará la estática de tu cuerpo, previniendo cualquier descarga inesperada hacia los componentes electrónicos de vehículo.

Recuerda: regularmente no es posible sentir la energía eléctrica estática en tu cuerpo hasta que alcanza un nivel de 3 000 voltios. Es muy posible que con tus dedos toques componentes electrónicos mientras que les descargas semejante energía ¡sin que te des cuenta!

Diagnóstico y Reparación de Vehículos Que No Encienden Debido a Problemas Asociados con la ECU

Una ECU o PCM inoperante provocará que no haya chispa y que el motor no encienda. Eso es obvio. ¿Pero cuáles son las causas que impiden que la ECU cumpla su función?

Las he categorizado en dos tipos:

- 1) Causas Internas y
- 2) Causas Externas

Las causas internas son todos aquellos desperfectos que ocurren dentro del cuerpo de una ECU y los dos principales que presentan una reparación relativamente sencilla serían estos dos:

Causas Internas

- 1) circuitos quemados y
- 2) memorias desconfiguradas

Cuando la causa de una ECU que no funciona es debido a un circuito quemado, pudiendo este haber sido provocado por una descarga de electricidad estática, alguna descarga de exceso de voltaje en alguno de sus circuitos debido a un corto o a un prueba mal ejecutada, conexión de un ohmmímetro de baja impedancia, etc., cualquier condición externa que haya generado en la ECU una circulación de exceso de voltaje hacia sus circuitos internos, fundirán uno de sus circuitos, provocando que la ECU ya no funcione.

Si este fuera el caso, solo deberás destapar la ECU e inspeccionar visualmente donde quedo el flamazo en la tabla de circuito impreso. Cuando lo detectes, solo deberás soldar con un cautín milimétrico en el punto del daño y si ese era el problema, el motor encenderá. Este problema es bastante común ya que la causa siempre es humana: alguien intervino el sistema de control electrónico y por “accidente”, quemó la computadora al generarle una descarga que los circuitos internos no pudieron soportar.

Ahora bien, cuando la causa es una memoria desprogramada, estaríamos hablando de un defecto de fábrica. No existe ningún motivo por el cual una ECU pierda su memoria pero desafortunadamente, sucede.

Cuando ese es el caso, la mayoría de los fabricantes tienen un rutina de reprogramación para devolverle a la ECU los datos fijos que le permiten funcionar y ello implica en el 95% de los casos conectar el scanner original del fabricante, seguir la rutina que allí se indica, descargarle a la ECU el nuevo software y listo. En si, cualquier rutina de reprogramación es fácil de hacer, el único inconveniente es que se necesita el scanner del concesionario.

Afortunadamente la mayoría de ellos ya están disponibles en el mercado y se manejan como cualquier scanner: lees el manual, buscas las funciones de reprogramación que necesitas y sigues las instrucciones paso por paso hasta que llegas al resultado. Son de fácil uso, su plataforma visual es muy amigable pero por otro lado son, muy costosos.

Cada fabricante tiene su scanner que te permiten realizar estas tareas. A continuación te presento algunos:

Ford-Lincoln-Mercury-Mazda: **New Generation Star (NGS)**



Chrysler-Plymouth-Dodge-Jeep-Mitsubishi: **DRB III (Diagnostic Readout Box III)**



GM-Chevrolet-Pontiac-Oldsmobile-Opel-Vauxhaul-Buick-Daewoo-
Cadillac-GMC-Hummer-Isuzu-Saturn: **Tech 2**



Toyota: **Diagnostic Tester**



Los detalles de la rutina de reprogramacion los puedes encontrar en el manual del mismo scanner del fabricante y por lo tanto, quedan fuera del alcance de este libro.

Eso es sobre causas internas, pero ahora bien, ¿qué sucede cuando se trata de una causa externa?

Estas son las más fáciles y de las que me llegan varias veces por semana. Solo existen dos tipos de causas externas por las que una ECU no funciona que son de lo más sencillo y rápido de diagnosticar:

- 1) Falta de voltaje
- 2) Falta de tierra

Como sabes, todas las ECU's y PCM's tienen muchos circuitos integrados dentro de sus tablas de circuito impreso, que son de color verde. Pues bien, muchos de estos circuitos, eléctricamente, son completamente independientes unos de otros. De esa forma, necesitan fuentes de voltaje y de tierra por separado.

¿Qué crees que sucede cuando solo una fuente de voltaje o de tierra no le llega a la ECU?

Adivinaste: no hay chispa y en consecuencia, el motor no enciende.

¿Qué crees que suceda cuando sean dos?

Lo mismo.

Cuando realices tu rutina de diagnostico electrónico en un vehículo que no tiene chispa, también tienes que asegurarte que todas las fuentes de voltaje y de tierra estén disponibles y en perfecto estado.

Cuando yo recién comenzaba aprendí que por una sola terminal de alimentación de este tipo que no tuviese voltaje o tierra, según lo requiera la ECU, esta no cumplirá sus funciones. Y así debe ser: si la ECU está diseñada para cumplir todas sus funciones, entonces debemos asegurarnos que se satisfagan todas sus necesidades eléctricas. Traducción: que tenga todos sus voltajes y tierras.

¿Cómo se le hace para comprobar cuantas y cuales son las terminales de voltaje y las de tierra de una ECU?

Consultando el diagrama de encendido y control electrónico del motor: esa es la única forma. Porque si crees que con solo desconectar la ECU y conectarle un probador de voltaje vas a encontrar ese voltaje o tierra que falta, mi amigo, te anuncio desde ahorita que estás muy equivocado. La única manera de asegurarnos que la ECU cuenta con todos sus requerimientos de alimentación es con la información que viene en los diagramas. No hay de otra.

Por eso te digo que cuando hay problemas con la ECU, las causas externas son las más fáciles y menos obvias de todas las causas que impiden que un motor encienda. También es la más lucrativa porque si ya revisé todo lo anterior y salió bien, ahora solo debo concentrarme en revisar todos los voltajes y tierras, uno por uno. Es solo cuestión de tiempo antes de que aparezca la que ando buscando.

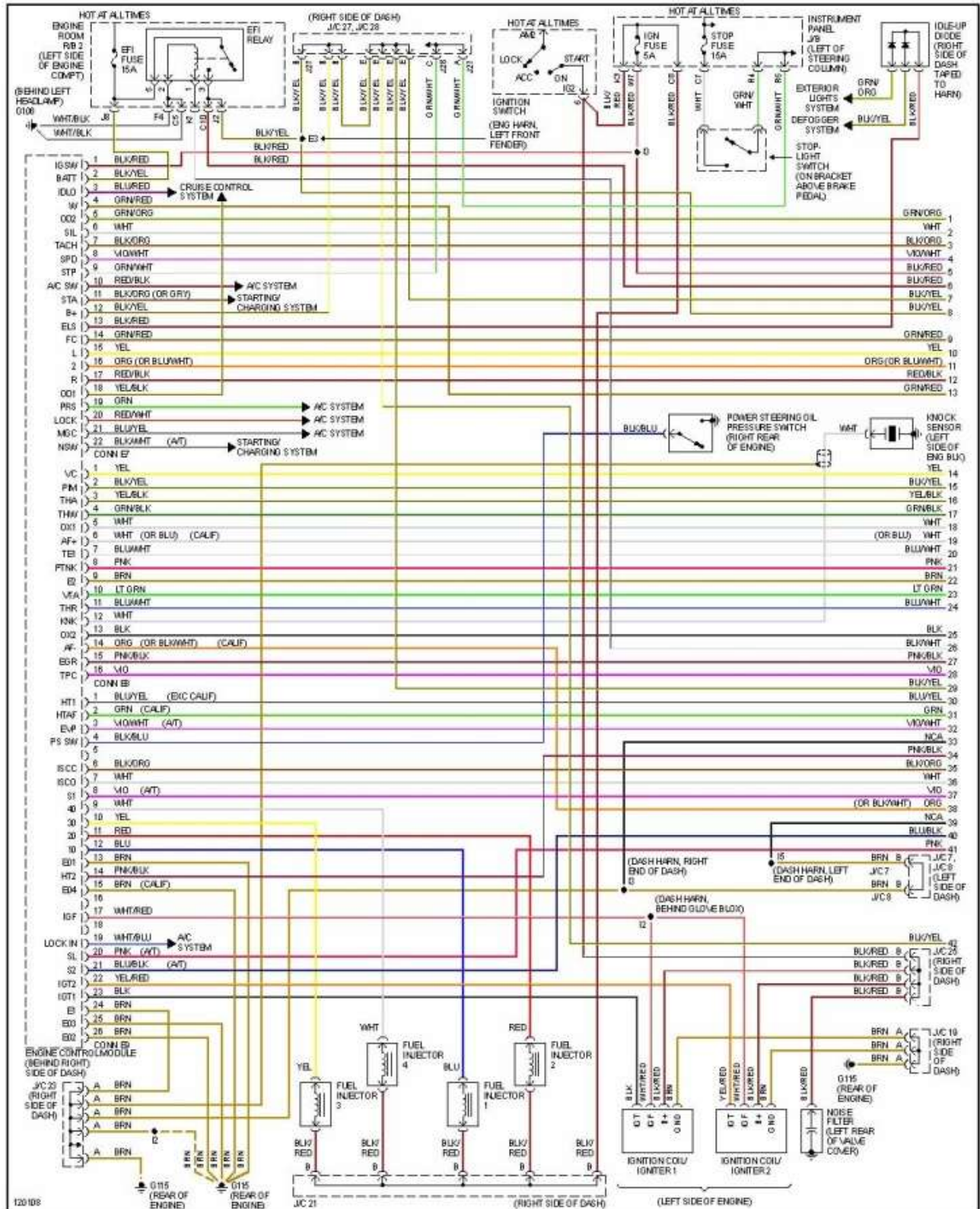
He reparado muchos autos y camionetas que presentaban este sencillo problema porque lo único que debo hacer es contar... 1, listo, 2, listo, 3, listo, 4, listo, 5, ¡bingo!... Teniendo el diagrama de terminales en la mano y el Power Probe III, solo voy comprobando uno por uno mientras leo el diagrama.

Ubicar la ECU, desconectarla, ubicar las terminales comparándolas contra el diagrama e ir comprobando una por una no tiene que tomarte más de 15 minutos. Si el problema esta allí, simplemente haz la reparación eléctrica que corresponda y el motor encenderá.

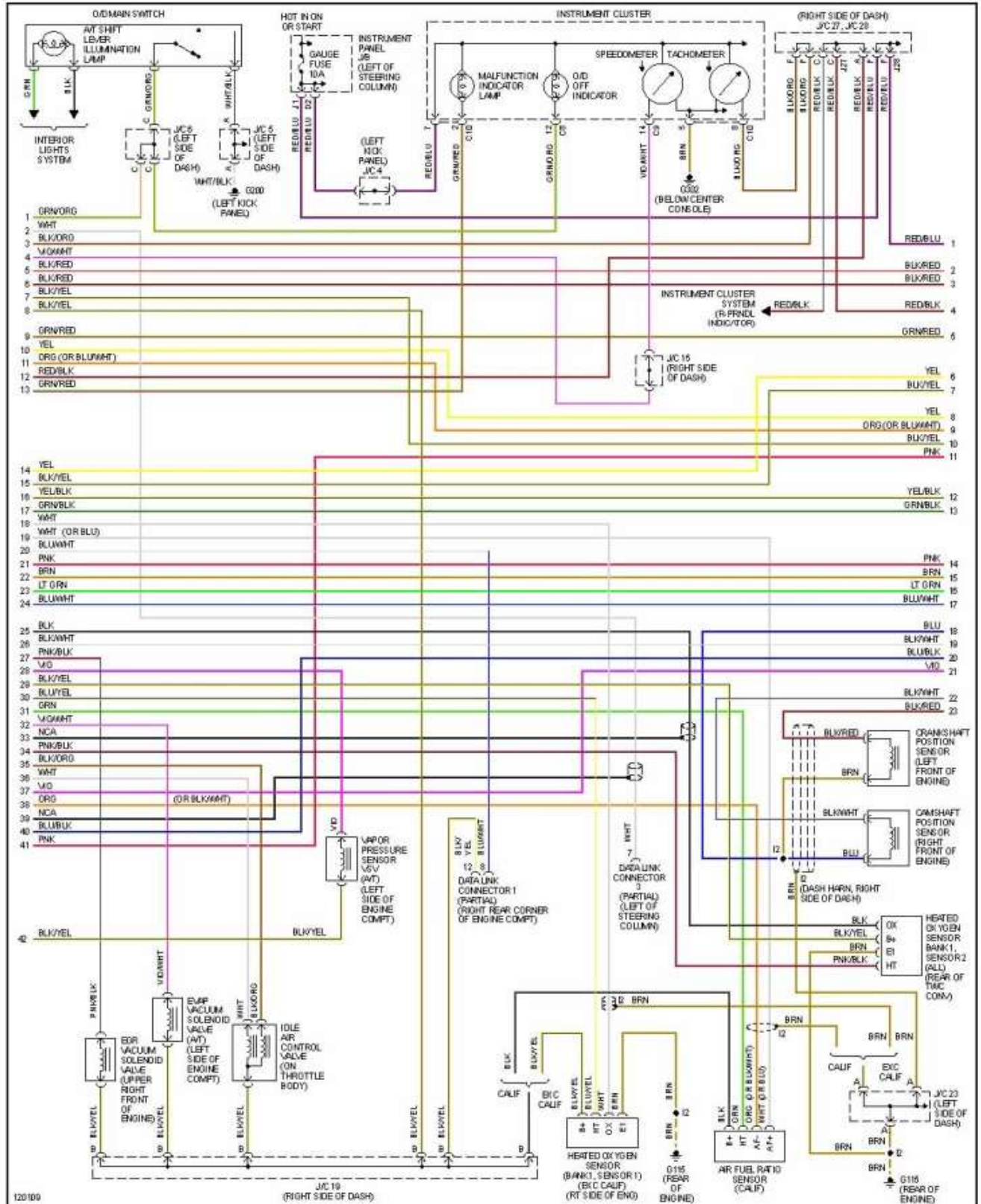
Ejercicio:

Revisa el siguiente diagrama. Es de un Toyota Camry 2.2L modelo 1999. Encuentra todas las fuentes de voltaje y terminales de tierra de la ECU.

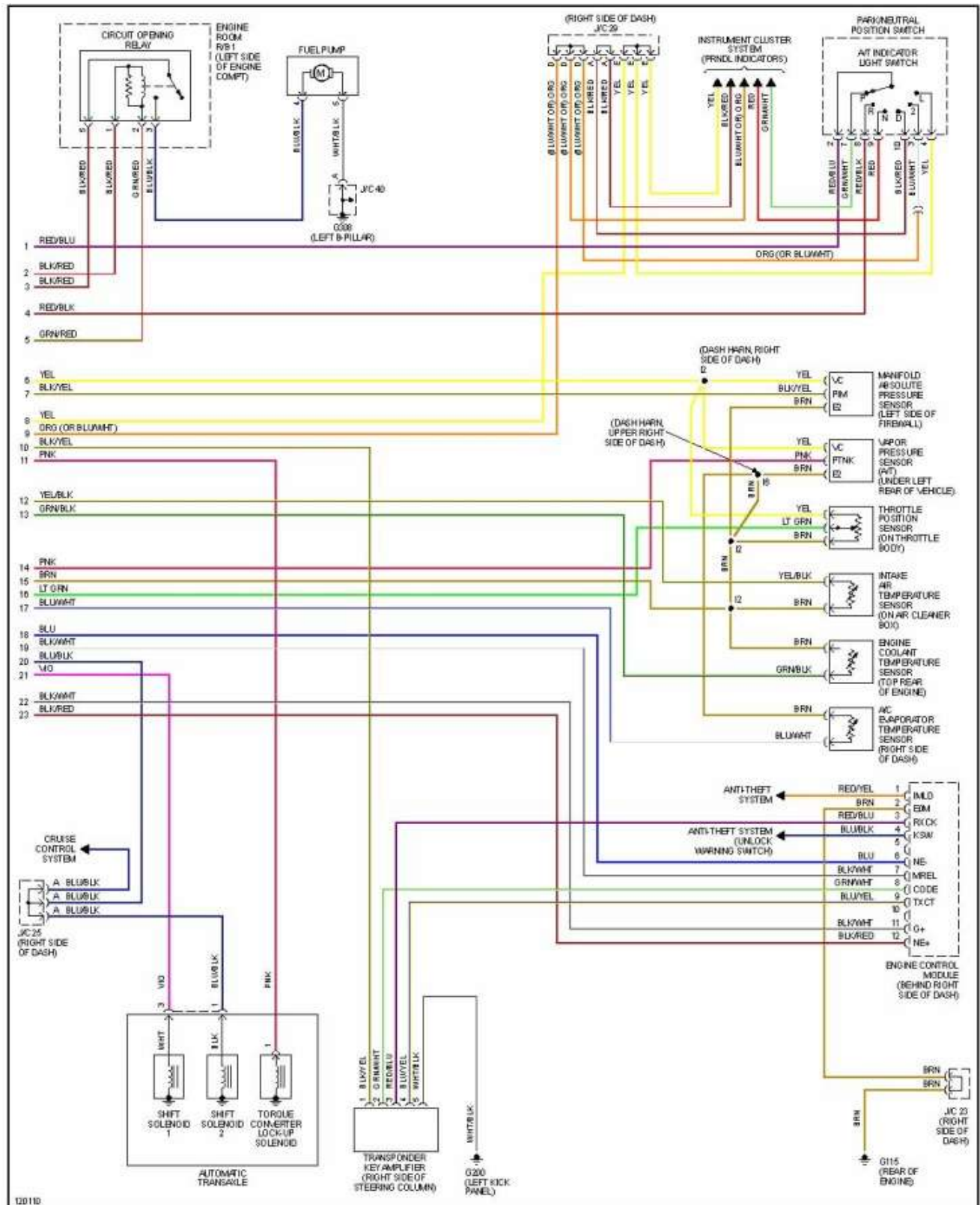
Toyota Camry, 2.2L, 1999, 1 de 3



Toyota Camry, 2.2L, 1999, 2 de 3

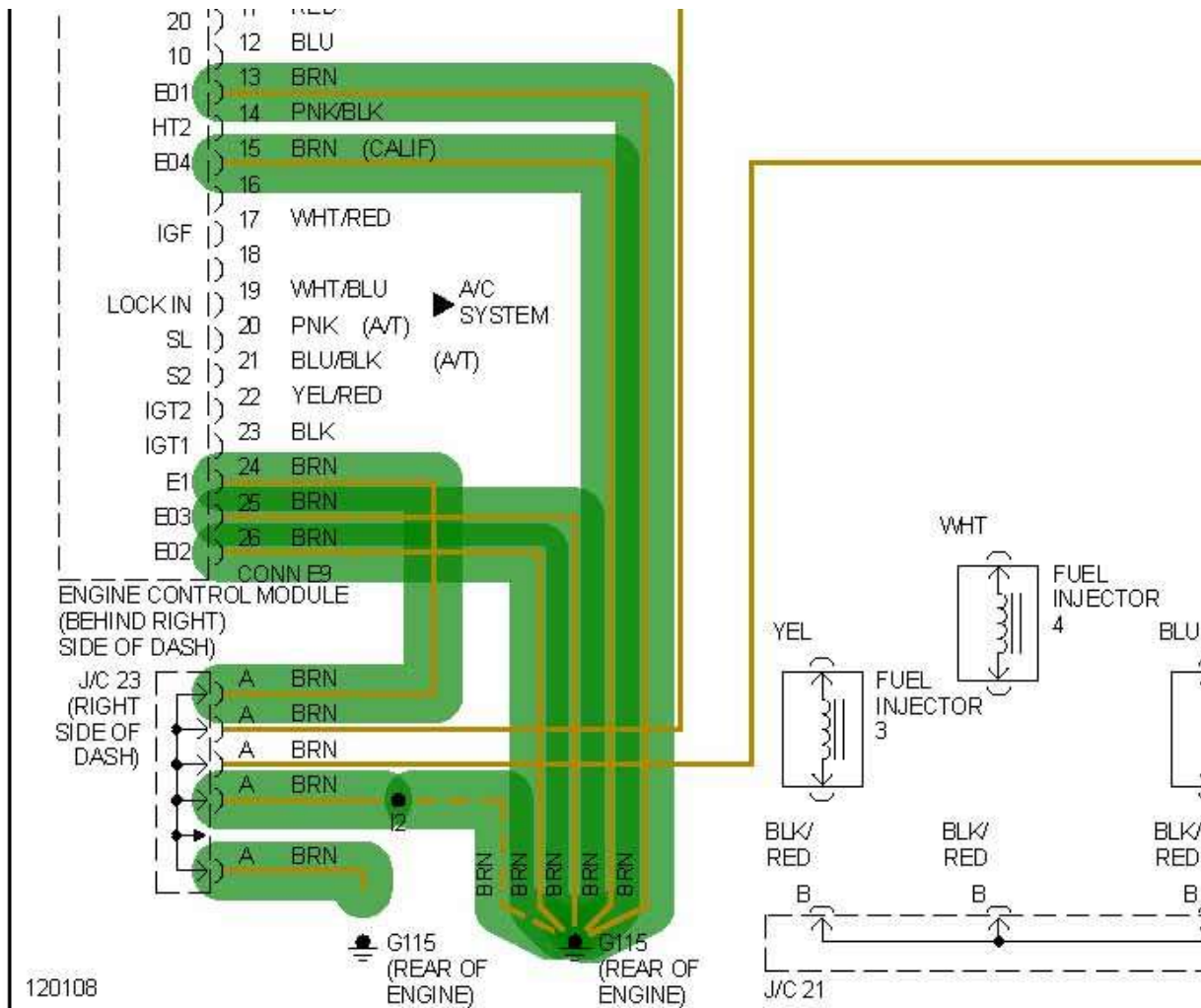


Toyota Camry, 2.2L, 1999, 3 de 3



¿Ya los ubicaste? No es fácil, ¿cierto?

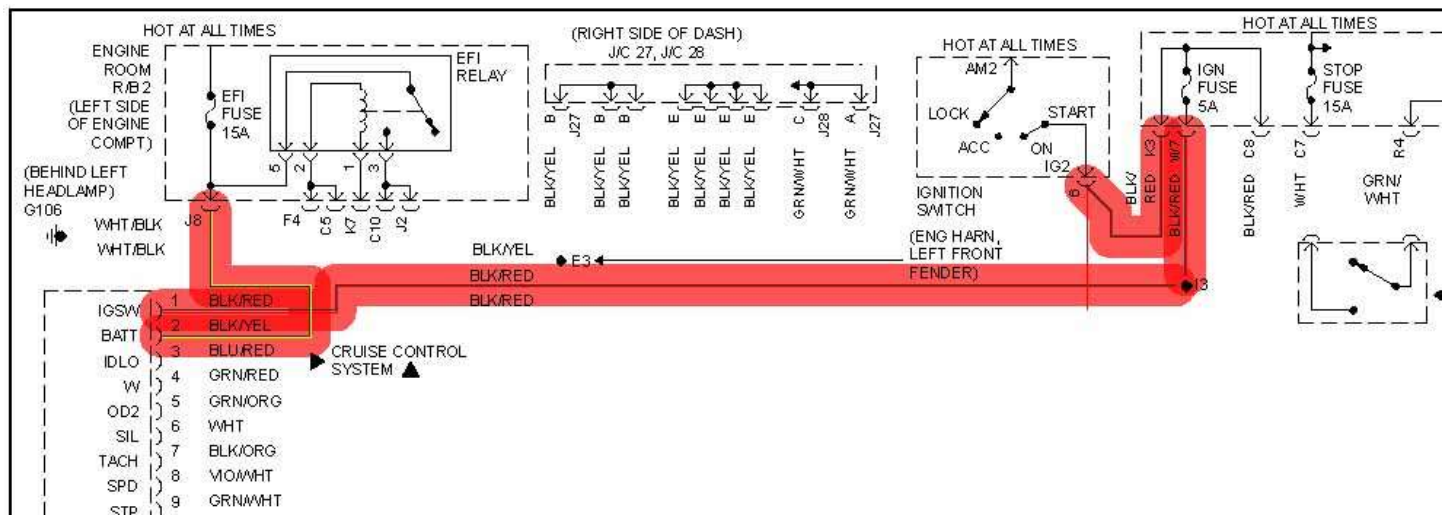
En el diagrama 1 de 3, en la esquina inferior izquierda las terminales 13, 15, 24, 25 y 26 son de tierra directa para la ECM; los he resaltado para ti, así que hagamos un zoom.



Si tan solo una de ellas está ausente, te garantizo que no habrá chispa.

¿Y las fuentes de voltaje?

Vamos revisando más de cerca.



Esta ECU solamente emplea dos fuentes de voltaje y se encuentran en las terminales 1 y 2. Como puedes observar, la terminal 1 requiere voltaje solo cuando la llave de encendido esta en la posición ON o RUN. Por su parte, la terminal 2 requiere estar conectada a la batería todo el tiempo.

En resumen...

En el ejemplo de un Toyota Camry 2.2L modelo 1999 para que la ECU realice sus funciones, tenemos que debemos revisar los requerimientos de tierra en las terminales siguientes: 13, 15, 24, 25 y 26.

Los requerimientos de voltaje, en cambio, están en las terminales: 1 y 2.

El diagrama te lo dice todo cuando se trata de “problemas externos”, como yo los llamo, y son bastante comunes más aún en temporadas y lugares húmedos. Si la ECU no responde, siempre revisa primero todas las tierras y corrientes antes de asumir que está defectuosa.

Si el vehículo no incluye un sistema de seguridad original de fábrica y ya revisaste que todo lo exterior esté en orden, entonces el problema es “interno” y solo te restan dos cosas por hacer que ya las discutimos al inicio de este capítulo: 1) destapar la ECU para localizar visualmente un posible “flamazo” en su circuito impreso o 2) reprogramarla con un scanner especial.

Si vas a empezar el Paso No. 9 de tu rutina de diagnóstico con la ECU, siempre deberás comenzar revisando la parte “externa” y enseguida la “interna”. No lo hagas al revés.

Existe una tercera categoría de desperfectos internos de las ECU's. Los vehículos OBD II de modelos 1996 y posteriores tienen la capacidad de generar DTC's relacionados con fallas del software de la ECU que cuando estos DTC's te aparecen, en definitiva te indican que no existe otra reparación mas que el reemplazo de la ECU misma.

Así que si esos códigos te aparecen en el scanner, primero deberás realizar todos los pasos que hemos discutido hasta aquí antes de asumir que la ECU está defectuosa, aunque esos códigos aparezcan. Si tu revisión está completa y bien hecha, solo así podrás prestarle atención a código porque si no lo haces así, corres el riesgo de reemplazar una ECU cuando el problema estaba en alguno de todos los pasos que hemos venido estudiando. Créeme: ya me sucedió.

La lista de esos códigos de daños internos al software de la ECU es la siguiente:

P0600	Malfuncionamiento del vínculo de comunicación en serie
P0601	Modulo de control interno, error en la suma de verificación de memoria
P0602	Modulo de control, error de programación
P0603	Modulo de control interno, error memoria KAM (Keep Alive Memory)
P0604	Modulo de control interno, error memoria RAM (Random Access Memory)
P0605	Modulo de control interno, error memoria ROM (Reading Only memory)
P0606	Falla del procesador de la PCM

Si con tu scanner detectas cualquiera de estos códigos y ya realizaste toda la revisión en toda la serie de pasos desde el 1 hasta el 9, casi puedes estar seguro de que debes reemplazar la ECU, y lo más seguro es que si la reemplazas y reprogramas la nueva, obtendrás la chispa. Aunque a veces (y repito) solo a veces, puedes intentar la reprogramación de la ECU dañada con el scanner del fabricante y esto puede solucionar el problema, pero no siempre funciona. Si la reprogramas y funciona, corriste con suerte, si no, lo habrás intentado y no habrá más remedio que reemplazarla y de todos modos tendrás que reprogramarla (cuando se trate de modelos 2000 y superiores).

En muchos modelos el reemplazo de una ECU no exige reprogramación, basta con conseguir una usada en un deshuesadero e instalarla. En muchos otros, sin embargo, no habrá más remedio y necesitaras el scanner para reprogramar. No existe una regla para saber cuales si necesitan reprogramarse y cuales no porque cada fabricante hace lo que le parece, pero como tip general te puedo decir que cuando son modelos 2000 y superiores puedes esperar casi con plena seguridad que si el resultado de tu proceso de diagnóstico te indica que debes de reemplazar la ECU, la reparación te exigirá reprogramarla.

El diagnóstico de los problemas de las ECU's y PCM's no se salen del panorama que te acabo de exponer. Si la ECU en efecto tiene un problema, solo puede ser uno de estos.

Recuerda que no debes apresurarte a reemplazar la PCM hasta que no estés completamente seguro de todos los pasos anteriores.

Ahora bien, si no aparece ninguno de esos códigos DTC, y además dentro del seguimiento de todos los pasos desde el 1 a 9 compruebas que todo está correcto y aún así no hay chispa, solo te resta verificar el estado del sistema de seguridad Anti-Theft (si es que el vehículo lo incluye), del cual hablaremos en el siguiente capítulo.

Capítulo 10

Verificando Sistemas Anti-Robo de Fábrica y Llaves con Chip

Capítulo 10 – Verificando Sistemas Anti-Robo de Fábrica y Llaves con Chip

A partir del año 1996 aparecieron en el mercado los vehículos equipados con sistemas antirrobo originales de fábrica. Lo interesante es que estos sistemas no son simplemente alarmas luminosas y sonoras, sino que se trata de sistemas “pasivos” que operan de forma silenciosa.

Como cualquier sistema de seguridad, estos están diseñados para evitar que el vehículo encienda aunque le demos marcha al motor.

Estos sistemas “pasivos” son tan discretos que quienes no están familiarizados con ellos o desconocen de su existencia, y al darle marcha al motor y el sistema está activo suprimiendo en consecuencia al sistema de encendido electrónico, muchos mecánicos no se percatan de ello y comienzan a reemplazar sensores, bobinas, módulos de encendido, PCM's, bombas de gasolina y no se cuantas cosas más (todos ellos en buen estado, por cierto) cuando lo único que el vehículo presenta es una condición particular en la que el sistema antirrobo está “armado”, es decir, en modo de protección para evitar el robo del vehículo, de ahí que el motor no encienda.

Verás... resulta que, en general, a partir del año 1996 los fabricantes de automóviles comenzaron a implementar módulos electrónicos antirrobo, muy similares a los sistemas de alarmas comerciales, solo que estos sistemas de fábrica además de estar conectados directamente a la PCM también incluyen una pequeña gran diferencia: están conectados electrónicamente con el cilindro del switch de encendido para reconocer electromagnéticamente a la llave, la cual tiene un chip electrónico en su interior conocido con el nombre de “transponder”.



¿Pero cómo funciona el sistema antirrobo original de fábrica?

Se dice que estos sistemas son “pasivos” en el sentido de que para funcionar no requieren ninguna actividad por parte del usuario. Un sistema pasivo antirrobo o Passive Anti-Theft System usa tecnología de identificación por radiofrecuencia para verificar si se está utilizando la llave apropiada para encender el vehículo.

Puesto que estos sistemas están diseñados para prevenir el robo del vehículo, naturalmente que impedirán que el motor encienda inhibiendo la chispa con el primario de bobina, apagarán el pulso de inyección, suprimirán la operación de la bomba, etc. si no se satisfacen ciertos requisitos de identificación.

Durante cada secuencia de arranque y encendido, la llave de encendido codificada es interrogada por la electrónica antirrobo del vehículo. Si el código de identificación de la llave está correctamente programado en el chip de la llave y además es reconocido por el sistema antirrobo del vehículo, el motor encenderá. Si por el contrario, el código de identificación es incorrecto o se perdió, el motor no encenderá: no habrá chispa, ni pulso, etc.

Todos los sistemas antirrobo de fabrica incluyen un modulo electrónico muy parecido a la PCM por fuera, pero cumple otras funciones. Estos módulos están conectados con la PCM mediante cableado compartido en el que se envían señales conocidas como BUS. Es a través de ese cableado que el módulo antirrobo le envía señales electrónicas en lenguaje BUS a la PCM sobre el estado del sistema de seguridad para que esta determine si el motor encenderá.

Todos los elementos del sistema antirrobo deben estar funcionando con normalidad, de lo contrario el vehículo tampoco encenderá. En la mayoría de los vehículos si la PCM previene el encendido del motor

debido a un problema relacionado con el sistema pasivo antirrobo, la PCM producirá y almacenará un código DTC en su memoria.

Estos sistemas de protección consisten de los siguientes elementos: módulo electrónico antirrobo, PCM del motor, luz indicadora en el tablero (Theft, Security, Alarm, o algo similar), módulo transductor en el cilindro de llave, circuitos/cables relacionados y llave con chip transponder.

Operación de Componentes

Luz Indicadora Anti-Theft, Security, Alarm, etc.

La luz indicadora, ubicada en el tablero de instrumentos, se utiliza para comprobar el estatus de operación del sistema. Bajo operación normal, la luz indicadora se iluminará por tres segundos cuando la llave de encendido esté en RUN o START y enseguida, se apagará. Si hubiera un problema, la luz indicadora parpadeará rápidamente o se quedará iluminada de forma constante cuando la llave de encendido esté en RUN o START.

Llave con Chip Transponder

Cuando el cilindro del switch de encendido está en la posición RUN, ON o START, el sistema antirrobo inicia un proceso “interrogatorio” al transponder de la llave. Para esto, el módulo antirrobo provee voltaje y una señal transportadora al módulo transductor dentro del cilindro para energizar momentáneamente a la llave. Luego de que el período de energizado expiró, la llave le transmite su código de identificación al módulo transductor en el cilindro. Las llaves de encendido con chip son de tamaño más grande para acomodar los circuitos electrónicos localizados dentro de su cubierta plástica.

Módulo Transductor del Cilindro de Llave

Módulo transductor, localizado dentro de la cubierta plástico de la dirección, detrás del volante, recibe el código de identificación de la llave y envía la señal al módulo antirrobo.

Módulo Electrónico del Sistema Antirrobo Pasivo (PATS)

El módulo antirrobo contiene los circuitos de interfase con el sistema eléctrico del vehículo, módulo transductor, red eléctrica con otros módulos electrónicos y la luz indicadora del tablero. Los módulos antirrobo almacenan los códigos de las llaves en memoria no-volátil. Los módulos antirrobo se pueden diagnosticar mediante el mismo conector de autodiagnóstico utilizado para OBD II.

Módulo de Control del Tren de Potencia - Computadora del Motor (PCM, ECU, ECM, etc.)

Los sistemas antirrobo pasivo utilizan a la PCM para habilitar o deshabilitar el funcionamiento del motor. Los módulos antirrobo y la PCM comparten información de seguridad cuando se instalan juntas, convirtiéndose en un par compatible. La seguridad compartida del módulo antirrobo y la PCM se conserva por largo tiempo aunque se desconecte la batería. Un segundo después de haberle dado marcha al motor, la PCM debe recibir la señal de autorización del módulo antirrobo o el motor no encenderá.

Pero eso son solo los integrantes del sistema y la forma en la que funcionan, ¿pero qué sucede cuando se presentan problemas con el sistema antirrobo?

El principal problema que te encontrarás es que por algún motivo, las llaves con chip se desprograman y en ese momento, el módulo transductor no reconoce a la llave pues ésta ahora ya no puede proporcionar el código que antes tenía grabado.

¿Cómo se soluciona esto?

Reprogramando la llave.

Por si todo esto no fuera suficiente, así como la PCM del motor activa a la luz Check Engine, genera sus códigos de falla y los obtenemos con el escáner según el lenguaje OBD II, de igual forma resulta que los módulos electrónicos de seguridad de estos sistemas también activan a su propio foco, también generan sus propios códigos y además, se necesita un escáner que tenga la habilidad especial de comunicarse con el módulo antirrobo para reprogramar a la llave, cosa que un escáner común OBD II no puede hacer.

Como te puedes dar cuenta, en este capítulo estamos hablando de una disciplina que se sale fuera del alcance de este libro, porque cada marca de automóviles tiene su propio protocolo y su procedimiento de diagnóstico y reparación cuando se trata de problemas relacionados con el sistema antirrobo.

Cuando el sistema antirrobo te da problemas, naturalmente el único síntoma que exhibirá es que el motor no encenderá y una llave desprogramada te provoca eso, manifestándose con una luz THEFT-SECURITY-ALARM que está parpadeando en el panel de instrumentos. Si bien la reparación en realidad no es tan difícil, sí nos exige equipo muy costoso e instrucciones específicas que varían de una marca a otra.

Un equipo que es relativamente accesible y bastante confiable es el T300. Si bien no es una marca muy reconocida, es de lo poco que hay accesible en el mercado ya que abarca muchas marcas y muchos modelos con muy buenos resultados. Hasta el día de hoy a mi nunca me ha fallado: llave que he tenido que programar con esta maquinita, vehículo que hago funcionar en 20 minutos.



Pero independientemente de ello, aquí lo importante es que tú tienes que aprender a reconocer que cuando se trata de un problema del sistema antirrobo, no te vayas con la finta suponiendo erróneamente que la causa esta en los sensores, el módulo, la PCM, etc. y comiences a reemplazarlos.

Así que la próxima vez que te llegue un vehículo que no enciende, todo lo que hemos visto en este ultimo capítulo es de hecho el primer paso que debes considerar, antes de siquiera abrir el capó.

Comentarios Finales

Espero que lo que acabas de aprender lo apliques en tu trabajo. Para mi fue muy difícil y me tomó muchos años resumir en este libro lo que tantas personas no han podido explicar. Las escuelas de mecánica tardan meses e incluso hasta un par de años antes de mostrarte el material que te acabo de presentar, pues su negocio consiste en dosificar la información para que sigas pagando colegiaturas. Conserva esta guía y vuelve a consultarla cuando no recuerdes como hacer lago. Trata de seguir el sistema de trabajo que te propongo y verás que obtendrás resultados en el mismo día. Claro que necesitarás herramientas especiales y como mecánico tú sabes que nunca dejarás de comprar herramienta y por eso mismo, nunca dejarás de tener mucho trabajo.

Por otro lado solo me resta decirte que he calculado algunos números y podría decirte que la mayoría de los problemas electrónicos que encuentro que están relacionados con la ECU tienen que ver con cables importantes en mal estado, así que mi gente y yo pasamos casi todo e día rastreando cables y hallando defectos de conexiones defectuosas, cortos o resistencias en el 70% de los casos.

Un 20% nos arroja un sensor o un componente electrónico como una bobina o un módulo de encendido en mal estado, un 6% le corresponde a una ECU dañada “internamente” y el 4% a problemas relacionados con el sistema de seguridad.

Estas estadísticas tómalas en cuenta a la hora de estimar que es lo que te puedes encontrar en cada caso.

No me despido y espero que sigamos en contacto. Gracias por leer este libro y que tengas mucho éxito.

Tu amigo y colega.

Beto Booster.

10 Pasos para REPARAR AUTOS Que no encienden



**Lo Que Todo Profesional Automotriz
Debería Saber Sobre Sistemas De Encendidos Modernos
Y Controles Electrónicos Del Motor Para Repararlos El Mismo Día**