

# El sistema de encendido electrónico

Desarrollado por el equipo  
editorial de

**MECANICA**  
automotriz  
**Fácil**



Incluye  
prácticas,  
ejercicios y  
evaluaciones

# Indice

## Capítulo 1. El sistema de encendido convencional

I. El sistema de encendido.....	7
II. Sistema de encendido convencional .....	8
• La generación de la chispa de encendido .....	8
• Cómo funciona el sistema de encendido convencional .....	9
• Componentes del sistema de encendido.....	9
Batería.....	9
Cables de bujías .....	10
Bujías.....	10
Bobina.....	11
Distribuidor .....	12
• Componentes y funcionamiento .....	12
• Punto de encendido: atraso y avance.....	14
III. Recursos didácticos .....	16

## Capítulo 2. El sistema de encendido electrónico con distribuidor

I. Encendido electrónico con distribuidor .....	21
• Su estructura y componentes .....	22
• Características del sistema de encendido electrónico con distribuidor .....	24
• Funcionamiento del sistema de encendido electrónico con distribuidor .....	25
II. Módulo de encendido .....	26
• Funcionamiento del módulo de encendido ...	27
• Acciones del módulo de encendido .....	28
III. El control del tiempo de encendido y el orden de encendido .....	29

IV. Generadores de señales .....	31
• Generador de impulsos de inducción.....	31
• Generador de efecto Hall.....	33

V. Fallas más comunes en el encendido electrónico con distribuidor.....	35
---	----

VI. Recursos didácticos.....	36
------------------------------	----

## Capítulo 3. Algunos sistemas de encendido electrónico con distribuidor

I. Encendido por distribuidor de alta energía (HEI).....	40
• Funcionamiento del sistema HEI .....	42
• Pruebas de operación al sistema HEI.....	43
II. Encendido electrónico con distribuidor y sensores integrados .....	44
Sensor de posición del cigüeñal .....	45
Sensor de presión .....	45
• Funcionamiento del sistema.....	46
• Pruebas de operación al sistema .....	47
III. Encendido duraspark con distribuidor ....	48
• Funcionamiento del sistema Duraspark.....	49
• Pruebas de operación al sistema .....	50
IV. Encendido transistorizado por distribuidor .....	51
• Funcionamiento del sistema.....	52
• Pruebas de operación del sistema.....	52
V. Recursos didácticos .....	54

## Capítulo 4. El encendido electrónico sin distribuidor (DIS y EDIS)

### I. Encendido electrónico sin distribuidor ..... 58

- Funcionamiento general del encendido electrónico sin distribuidor ..... 59

### II. DIS (Direct Ignition System)..... 60

- Sistema de encendido DIS (Chevrolet) ..... 61
  - Sensor del cigüeñal..... 62
- Sistema de encendido DIS (Ford) ..... 65
  - Encendido de chispa perdida o desperdiciada ..... 67

### III. EDIS (Electronic Direct Ignition System)..... 68

### IV. Pruebas a componentes del sistema DIS .. 70

### V. Nuevas tecnologías en sistemas de encendido ..... 75

- Sistema de encendido directo (estático integral)..... 75
- Sistema de encendido con bobinas independientes ..... 77
  - Encendido independiente: utiliza una bobina por cada cilindro..... 77
  - Encendido simultáneo: utiliza una bobina por cada dos cilindros ..... 78
- Sistema de encendido con bobinas y módulo de encendido independientes ... 80
  - Encendido independiente con módulos integrados: utiliza

una bobina y un módulo por cada cilindro ..... 80

### VI. Recursos didácticos..... 81

## Capítulo 5. El encendido electrónico con distribuidor en diferentes marcas

### I. Encendido electrónico (con distribuidor) en vehículos volkswagen (VW)..... 85

- Funcionamiento del sistema de encendido transistorizado (VW)..... 86

### II. Encendido electrónico (con distribuidor) en vehículos Chrysler ..... 88

- Funcionamiento del encendido electrónico (con distribuidor) Chrysler..... 90

### III. Encendido electrónico (con distribuidor) en vehículos Ford..... 91

- Funcionamiento del sistema TFI en vehículos Ford..... 93

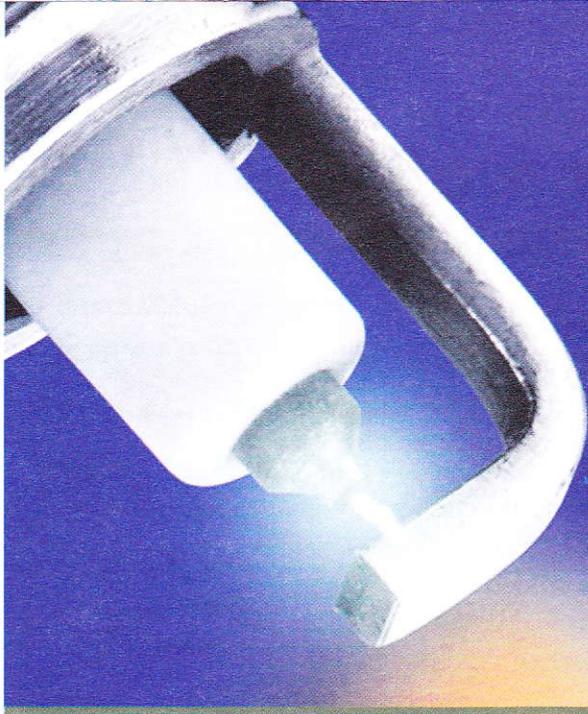
### IV. Encendido electrónico (con distribuidor) en vehículos General Motors (GM)..... 94

- Funcionamiento del sistema HEI (General Motors) ..... 95

### V. Encendido electrónico (con distribuidor) en vehículos Nissan..... 96

- Funcionamiento del encendido electrónico (con distribuidor) Nissan..... 97

### VI. Recursos didácticos..... 98



# El sistema de encendido convencional

Capítulo

1

Hay inventos que no obstante su aparente simplicidad producen grandes cambios en la industria y en la vida cotidiana. Es el caso del **encendido automático, que sustituyó al encendido por manivela**, y que fue desarrollado por el ingeniero Charles Franklin Kettering.

Kettering trabajó en la National Cash Register Company de Dayton (mundialmente conocida como NCR), donde desarrolló la primera caja registradora eléctrica. Posteriormente, en 1909, abandonó esta compañía para crear la Dayton Engineering Laboratories Company, cuyas iniciales dieron nombre a sus productos: DELCO.

En 1911, Kettering y su socio Edward A. Deeds mejoraron el sistema de arranque y alumbrado de los autos; y en 1912, desarrollaron el **sistema de encendido eléctrico: un aparato distribuidor que llevaba la corriente de alto voltaje hacia cada una de las bujías, instalado por primera vez en vehículos Cadillac**. En poco tiempo habría de generalizarse en toda la industria automovilística.

Por décadas fue el sistema de encendido universal, y sólo dejó de aplicarse cuando la tecnología electrónica se introdujo en el sector automotriz; aunque, sin embargo, se siguen manteniendo los principios del sistema de encendido automático original.



## OBJETIVOS

- ✓ Identificar el funcionamiento y los componentes del sistema de encendido convencional (con platinos)
- ✓ Conocer los mecanismos para regular el momento del encendido

## I. EL SISTEMA DE ENCENDIDO

El sistema de encendido controla la ignición del combustible dentro de las cámaras de combustión del motor; y para lo cual **proporciona una chispa que enciende en el momento adecuado la mezcla aire-combustible.**

En torno de la chispa que salta en la bujía del motor, se genera el encendido inicial, y se propaga la combustión, hasta formar un frente de llama que va quemando el combustible a medida que lo alcanza; y así la presión aumenta de súbito. La velocidad con la que se inflama el combustible depende de la relación aire-gasolina.

La chispa debe ser potente y tener cierta duración; y para que sea aplicada en el momento oportuno, el sistema de encendido también controla el adelanto o atraso de la chispa con respecto al giro del cigüeñal. Este proceso se controla centrífugamente y por vacío; estos mecanismos de control del sistema de encendido son indispensables para la adecuada operación del motor, y los detallaremos al final de este capítulo.

Existe una gran diversidad de sistemas de encendido. Pero para comprender los sistemas de encendido modernos (electrónicos), primero debemos conocer el funcionamiento típico de un sistema de encendido convencional.



## II. SISTEMA DE ENCENDIDO CONVENCIONAL

### La generación de la chispa de encendido

**Este sistema carece de controles electrónicos.** Su función es generar, por medio de la bujía, la chispa con la que se enciende la mezcla. Y para que la bujía produzca la chispa, necesita una tensión (voltaje) de entre 8,000 y 15,000 voltios (dependiendo del fabricante del vehículo). La chispa es de alta descarga, porque para generarla se utiliza una tensión muy elevada.

Existen diversos factores para que la chispa se genere adecuadamente:

- Desgaste de las bujías (abertura de los electrodos)
- Resistencia de los cables de encendido
- Resistencia del rotor del distribuidor
- Distancia entre la salida de alta tensión del rotor y las terminales de la tapa del distribuidor
- Punto de encendido (tiempo del motor)
- Compresión de los cilindros
- Mezcla aire-combustible
- Temperatura del motor

### Componentes del sistema de encendido convencional

#### Batería o acumulador

Almacena la energía eléctrica generada por un elemento de carga (alternador), y convierte la energía química en energía eléctrica.

#### Distribuidor

Por medio de ruptores (platinos), conduce hacia la bujía (del cilindro en combustión, según el orden de encendido del motor) el voltaje incrementado por la bobina.

El distribuidor le hace llegar a la bujía el alto voltaje, en forma de alta descarga eléctrica, a través del cable que la comunica con él.

#### Cables de bujías

Conducen hacia las bujías el voltaje generado por la alta descarga eléctrica, proveniente del distribuidor. Y con dicho voltaje, las bujías generan la chispa de encendido de la mezcla aire-combustible.

#### Bujías

Se emplean como transformadores elevadores de voltaje.

**A**

#### Switch de ignición

Este interruptor sirve para energizar el solenoide del automático y los campos electromagnéticos de la marcha. En el sistema de encendido electrónico, proporciona alimentación eléctrica al módulo de control del motor para preparar el encendido y poner en marcha al motor.

**B**

#### Bobina

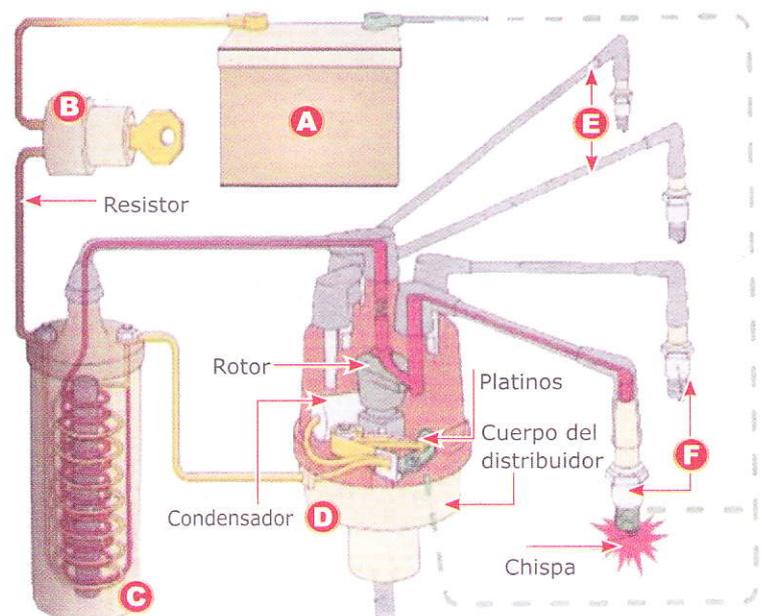
Se emplea para incrementar el voltaje suministrado por la batería, hasta que su nivel sea suficiente para ocasionar un arco eléctrico entre los electrodos de una bujía.

**C**

**D**

**E**

**F**

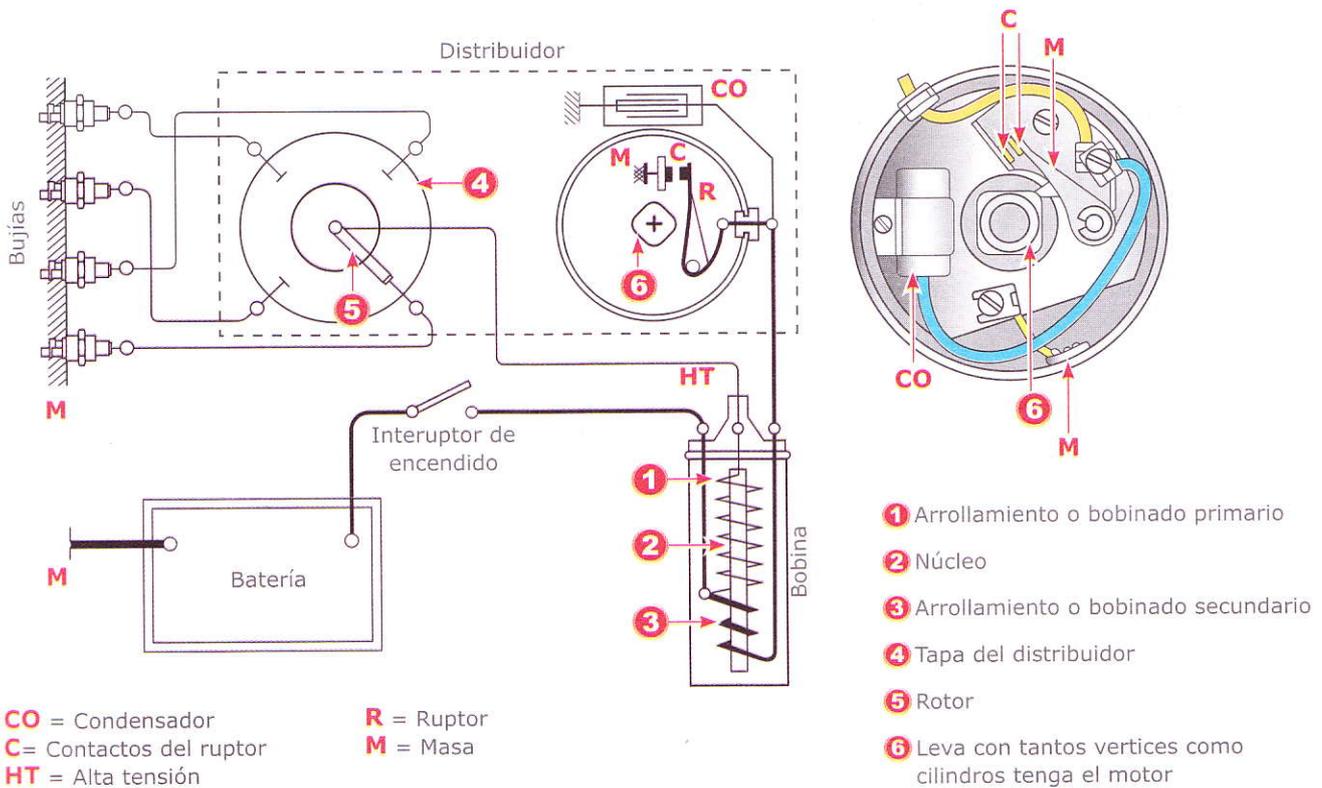


## Cómo funciona el sistema de encendido convencional

El sistema de encendido genera la alta tensión que se necesita para producir la chispa, a partir de una tensión de 12 voltios suministrada por la batería. Pero como este voltaje no es suficiente, debe incrementarse hasta alcanzar el nivel necesario para producir el “salto” del arco eléctrico o voltaico (chispa) entre los electrodos de la bujía; se requieren de **8 a 15KV** (o incluso más, dependiendo de las especificaciones del sistema).

Este incremento de voltaje se consigue a través de la bobina de encendido, que funciona como un “transformador”: recibe de la batería una baja tensión y la transforma (releva) en alta tensión, para inducir el salto del arco voltaico y producir entonces la chispa dentro de la cámara de combustión, encendiendo así la mezcla aire-combustible.

### ■ Esquema eléctrico del sistema de encendido convencional



## Componentes del sistema de encendido

### Batería

Como sabemos, proporciona la energía eléctrica para el encendido inicial del motor y el funcionamiento de los diversos sistemas del automóvil.

La batería sólo **almacena y suministra esta energía**, la cual es generada por el alternador.





#### Características de los cables de bujías

- Altas propiedades de aislamiento
- Resistencia a las altas temperaturas (hasta 200°C)
- Resistencia a las vibraciones y a las variaciones de humedad

Todas las baterías tienen dos polos de corriente: negativo (-) y positivo (+). Estos polos no pueden conectarse directamente, porque se puede dañar algún componente electrónico o la propia batería.

Cuando el motor está en funcionamiento, el alternador genera una corriente de más de 12 voltios. Y un regulador de corriente incorporado o externo regula esta corriente, la cual se manda hacia la batería; así, ésta siempre se encuentra totalmente cargada.

#### Cables de bujías

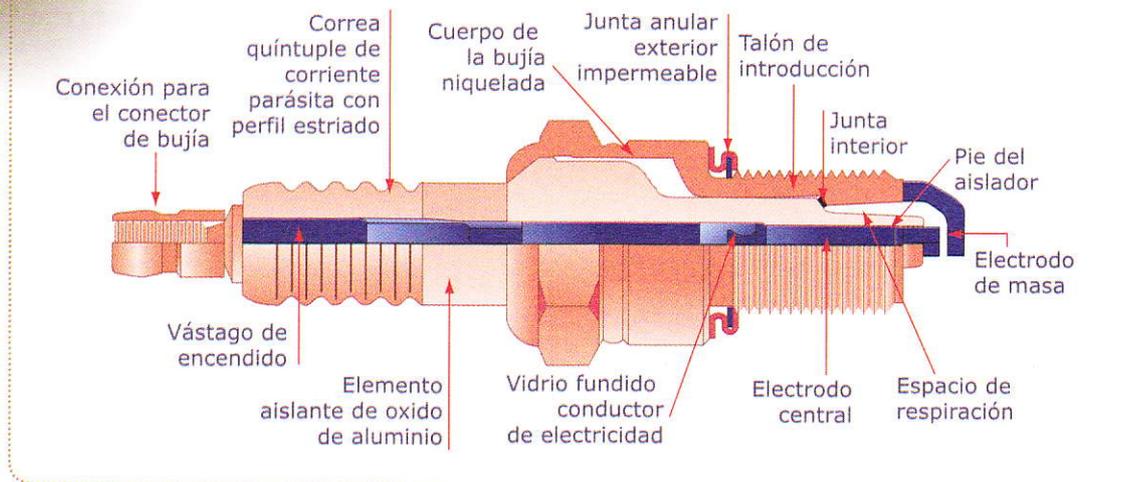
Conducen el alto voltaje proveniente de la bobina, hacia la tapa del distribuidor; y desde los extremos de éste, lo llevan hasta las bujías.

Su tipo y calibre son esenciales para el correcto encendido y funcionamiento del motor.

#### Bujías

Son los elementos terminales del sistema de encendido. **Generan una chispa de alta tensión**, la cual activa la explosión y la combustión de la mezcla aire-combustible en el motor. Sus dos funciones son:

1. Quemar la mezcla aire-combustible
2. Disipar la temperatura dentro de la cámara de combustión en su camino hacia el sistema de enfriamiento (rango térmico)



Para producir el encendido la chispa salta entre los dos electrodos de la bujía, para inflamar la mezcla contenida en el cilindro del motor.

Uno de los electrodos se conecta a la masa o chasis, por medio de la cuerda del motor. Y por medio de los cables de bujía, el otro electrodo (electrodo central), se conecta a una de las tomas de la tapa del distribuidor.

Las bujías que no cumplen las especificaciones indicadas para un determinado modelo de vehículo, ocasionan fallas y hacen que el motor entregue poca fuerza o potencia.

### Bobina

Tiene dos devanados de alambre magneto; es decir, **se trata de un transformador**. Se compone de dos circuitos:

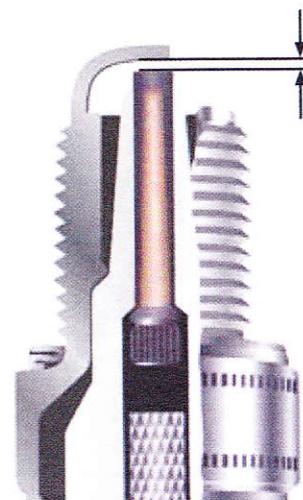
#### Circuito primario

Es un embobinado de aproximadamente 250 vueltas.

#### Circuito secundario

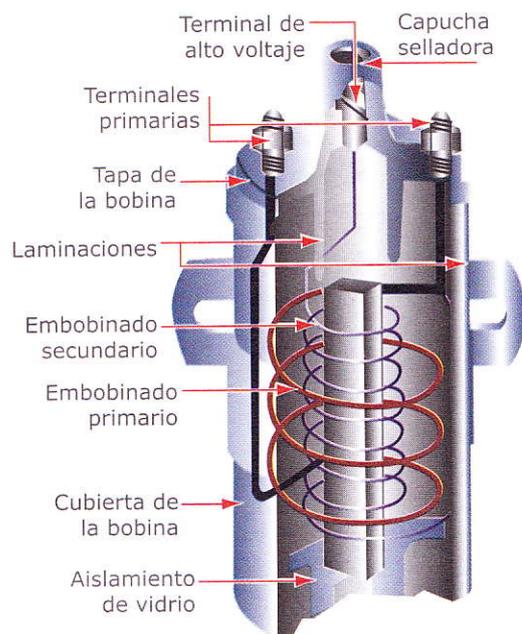
Es un embobinado de aproximadamente 20,000 vueltas de alambre más delgado.

1. Cuando se cierra el switch de ignición, la corriente positiva (+) es conectada a la bobina; pero para funcionar, también necesita la señal negativa (-). El distribuidor le suministra la señal negativa a la bobina, porque es una de sus funciones.
2. Cuando la bobina tiene conectados los dos polos (negativo y positivo), la corriente fluye dentro del embobinado primario; y debido a esto, se produce un fuerte campo magnético dentro del circuito. Y cuando se corta la conexión, ocurre un colapso en el campo magnético. A su vez, este colapso induce una corriente de alto voltaje dentro del circuito secundario de la bobina.
3. El corte de conexión o de señal negativa [-] es consecuencia de la función que hacen los ruptores (platinos): responder al giro de su eje principal, sincronizado con la rotación del árbol de levas del motor.
4. El alto voltaje sale por la torreta de la bobina, y a través de un cable viaja hacia el distribuidor. Para distribuir el voltaje entre las bujías, el distribuidor utiliza otros cables según la cantidad de cilindros del motor.



#### TOMA NOTA

El rango o grado térmico es la capacidad que tiene la bujía de transmitir el calor desde su punta hasta el sistema de enfriamiento. Dicha transmisión depende de la distancia que el calor recorre desde la punta de la bujía hasta la culata del motor.





### Distribuidor

Su función es **repartir entre las bujías la corriente de alta tensión** que se necesita en el momento de iniciar la combustión de la mezcla.

Por otra parte, además de cortar la corriente generada en la bobina:

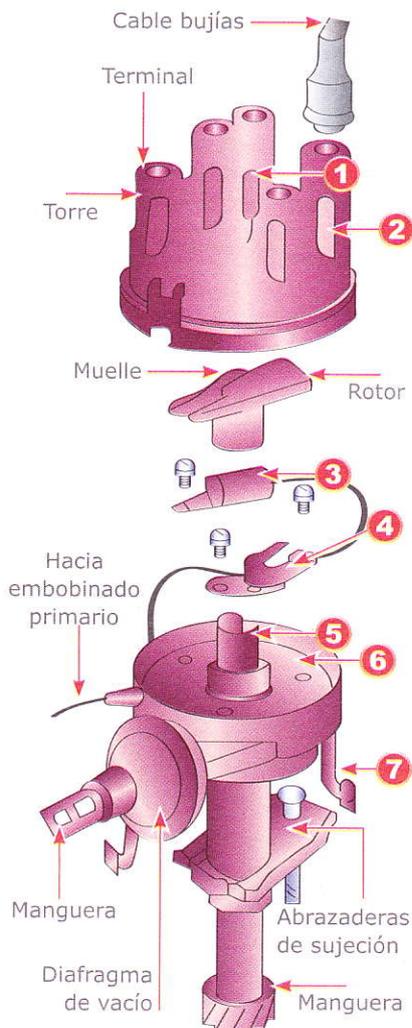
- Funciona como interruptor (switch) de alta velocidad, porque los giros de su rotor están sincronizados con los del motor.
- Distribuye y sincroniza entre las bujías la corriente que recibe de la bobina. Hace todo esto por medio de una descarga de alta tensión de la bobina (que se produce en un momento determinado) con la posición de salida del rotor; y así, cuando se tiene alta tensión, el rotor apunta hacia un cilindro.

### Componentes y funcionamiento

Consta de una sección distribuidora de energía para cada una de las bujías (según la secuencia de descarga, debida al orden de encendido del motor), un generador de señal de encendido (que, de manera intermitente, manda la corriente a la bobina de encendido), un avanzador (que controla el tiempo de encendido, de acuerdo con las condiciones del motor) y unos platinos o ruptores.

Su funcionamiento es el siguiente:

1. A través de los cables de alta tensión, la alta tensión de la bobina llega hasta el distribuidor.
2. Internamente, la alta tensión se comunica con el punto central del rotor.
3. Mediante el giro del rotor, se establece contacto entre éste y cada una de las terminales de la tapa del distribuidor.
4. De esta forma, la chispa es repartida entre todos los cilindros.

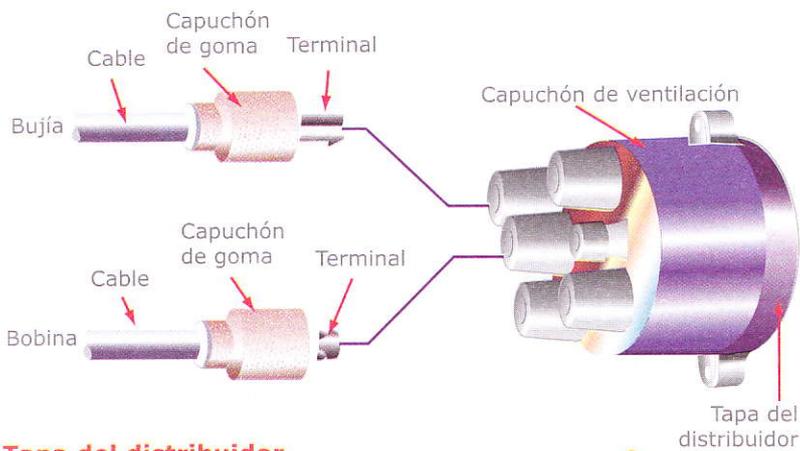


- 1 Contacto de carbón
- 2 Contactos metálicos
- 3 Condensador
- 4 Platinos
- 5 Flecha de distribuidor
- 6 Placa de platinos
- 7 Abrazaderas

### TOMA NOTA

En el mecanismo del distribuidor, la chispa se genera sobre el hecho del contacto de los ruptores; y este mecanismo se mueve por el giro la flecha del distribuidor que está conectada al árbol de levas, el cual sincroniza al distribuidor con el mecanismo del motor.

## ■ Principales partes del distribuidor



### Tapa del distribuidor

La bobina envía la chispa al conector central de la tapa. Y desde este conector, el alto voltaje se distribuye entre la parte central de la tapa del distribuidor y el cilindro en el cual tiene que encender la mezcla.

Otra función de la tapa del distribuidor, es proporcionar el soporte para los cables de alta tensión. En la terminal de entrada de alta tensión, se encuentran un carbón y un muelle, cuya función es mantener un contacto flexible con el rotor.

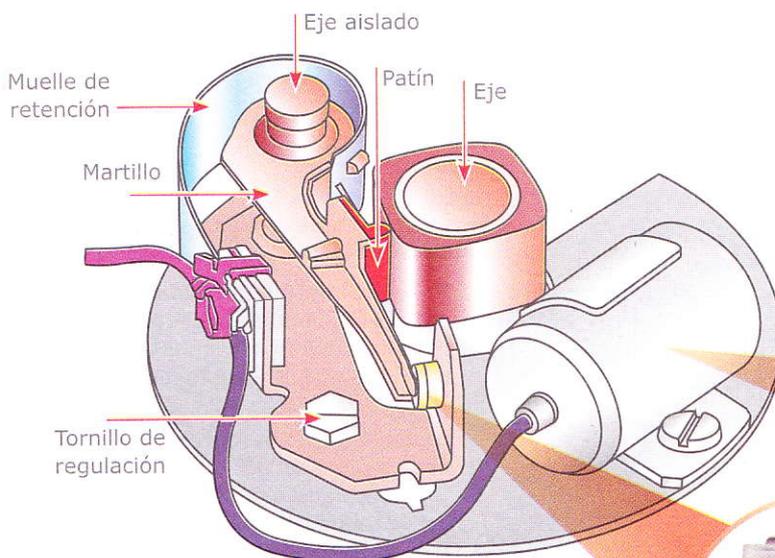
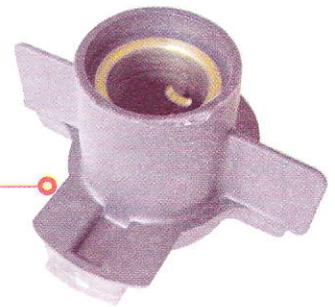
El conector central de esta tapa se encuentra rodeado de un número de conectores igual al número de cilindros del motor.

### ○ Rotor

Ofrece un soporte, para que la alta tensión viaje desde la entrada de la tapa del distribuidor hasta la salida hacia cada cilindro.

Su función es dar vueltas, y en su estructura lleva ensamblada una lámina que abarca desde su centro hasta su extremo. Esta lámina recibe en su centro la alta descarga proveniente de la bobina; y cuando la lámina gira, a través de uno de sus extremos la distribuye entre los conectores; a su vez, éstos conducen la descarga eléctrica hasta las bujías para generar la chispa.

El rotor distribuye la chispa en forma ordenada: en cada vuelta entrega la chispa a los conectores de las bujías, ya sea de derecha a izquierda o de izquierda a derecha (según la forma en que el distribuidor gira).



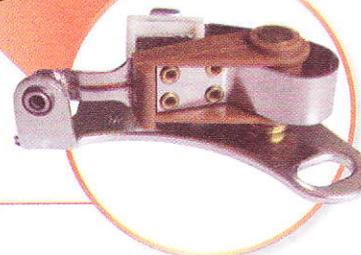
### Ruptores o platinos

Son interruptores que se abren y se cierran de manera alternada (impulsados por una leva que a su vez es accionada por el eje del distribuidor), para enviar el flujo de corriente hacia el bobinado primario de la bobina de encendido al ritmo de las revoluciones del motor.

### ○ Condensador

Reduce el arco eléctrico que se produce entre los contactos del ruptor en el momento de la apertura.

Si no se contara con el condensador, dicho arco eléctrico ocasionaría la rápida destrucción de estos contactos.



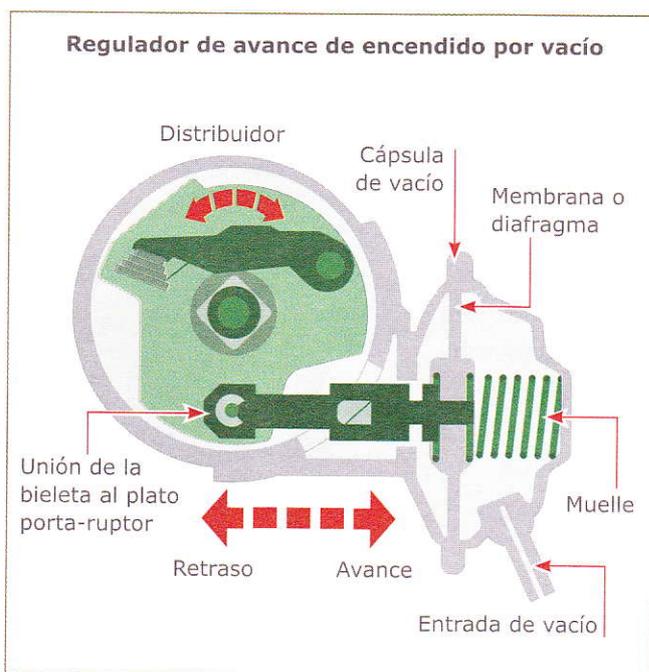
## Punto de encendido: atraso y avance

### TOMA NOTA

Al igual que los sistemas convencionales, algunos sistemas electrónicos (con distribuidor) utilizan reguladores de encendido centrífugo y por vacío.

El ángulo que recorre desde que salta la chispa hasta que se produce el punto de encendido, varía en función de la velocidad de giro del motor. Así que es necesario adelantar el encendido, a medida que aumentan las revoluciones.

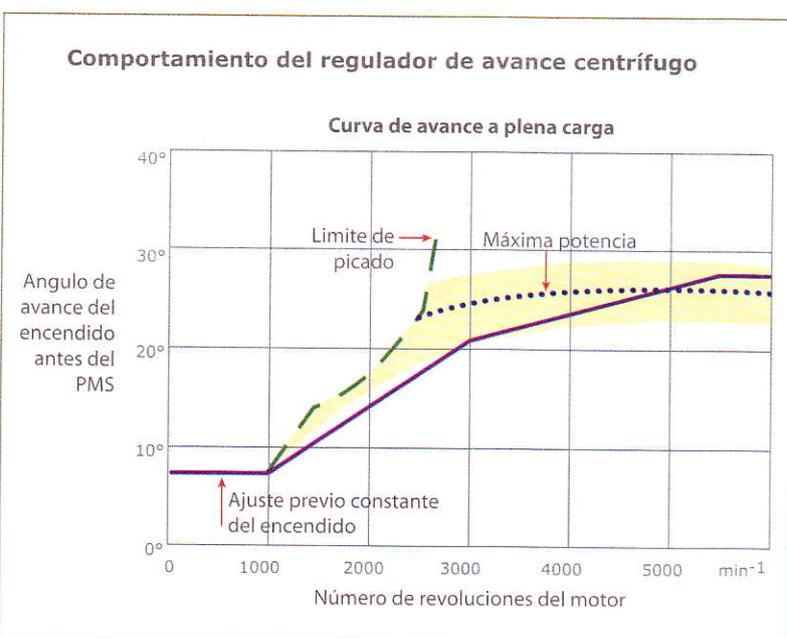
Unos dispositivos de avance situados en la cabeza del distribuidor, ajustan el punto de encendido en función de las revoluciones y la carga del motor. Existen dos ejecuciones básicas:



### Por vacío

Cuando el conductor pisa a fondo el pedal del acelerador, se genera un incremento de presión (vacío) en el múltiple de admisión. Tal variación es aprovechada por una válvula secundaria conectada al múltiple, y por una válvula primaria conectada a una toma de vacío que se encuentra encima de la válvula tipo mariposa en el cuerpo de aceleración.

- Cuando aumenta el vacío en el múltiple de admisión, la válvula secundaria entra en acción; hace que se mueva un vástago, con el fin de controlar una válvula de estrangulación de aire en el cuerpo de aceleración. Y de esta manera, se controla el retraso del encendido.
- Cuando el vacío en la toma localizada encima del cuerpo de aceleración es suficiente para activar a la válvula primaria, ésta toma el control de la válvula de aceleración en el cuerpo de admisión. Y de esta manera, se controla el avance del encendido.



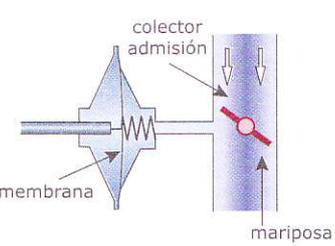
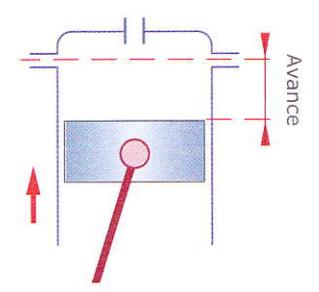
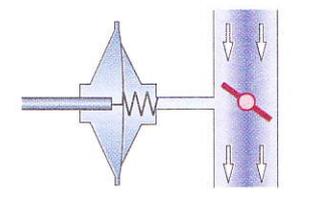
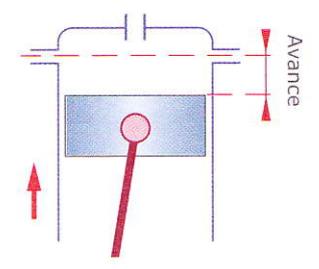
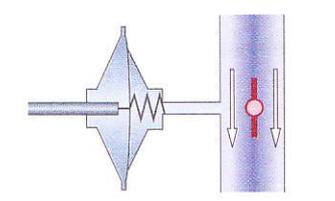
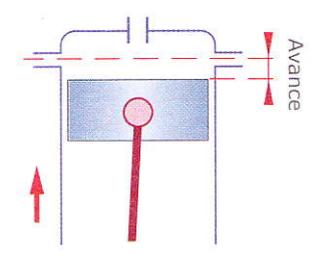
### Centrífugo

Es un mecanismo que regula el momento de encendido, en función de las revoluciones del motor.

El regulador centrífugo tiene dos masas excéntricas que se mueven sobre un plato contenedor; giran sobre unos pivotes y se unen a una leva por medio de unos muelles. Todo el conjunto del regulador es impulsado por la flecha principal del distribuidor (cuando gira el motor).

Cada vez que el motor opera a velocidad de ralentí, los muelles mantienen los contrapesos en reposo; y a medida que el motor gira con mayor velocidad, la fuerza centrífuga (al girar la flecha del distribuidor) hace que los contrapesos se desplacen hacia

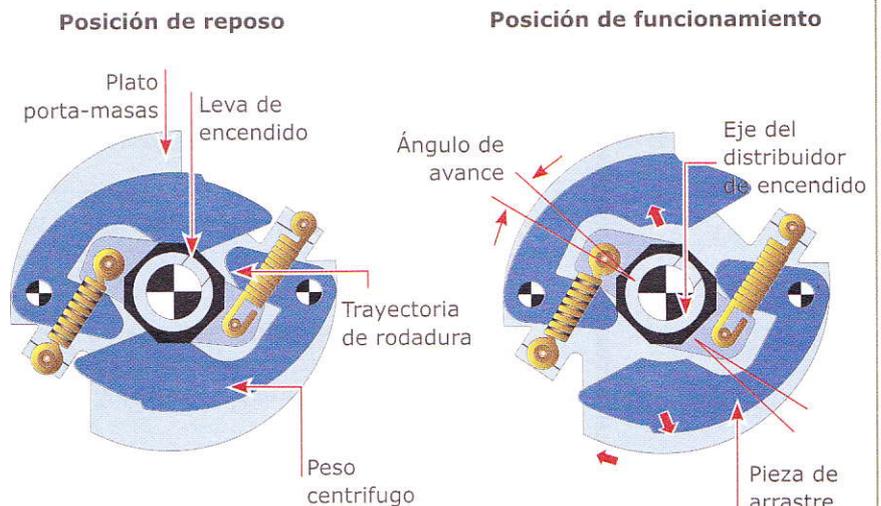
## Posición de las membranas del regulador por vacío

Ejemplos de uso a velocidad constante: 60 km/h	Posiciones de la mariposa y de la membrana	Avance del piston antes de PMS
<b>1. En descenso</b> 	Presión más fuerte en la parte inferior  Mariposa poco abierta Carga del motor mínima	 Avance máximo
<b>2. En llano</b> 	Presión tiende a igualarse  Mariposa medio abierta La carga aumenta	 Avance marcha
<b>3. En subida</b> 	Presión igual en las dos partes  Mariposa abierta Carga importante	 Avance mínimo

afuera. A su vez, esto hace que la leva se balancee en un determinado ángulo en el mismo sentido de giro del distribuidor; y así, el ángulo de contacto entre platinos se abre en cierto ángulo antes o después de la posición de reposo de la leva.

El ángulo máximo alcanzado por un regulador centrífugo es de 30° de giro efectivos (medidos en el giro del cigüeñal). Y de esta manera, el encendido se adelanta o atrasa en función de las revoluciones de operación del motor.

## Regulador de avance centrífugo





## CONCEPTOS CLAVE

**Ignición:** Proceso en el cual se enciende la mezcla aire-combustible.

**Centrífugo:** Efecto que ejerce una fuerza originada por el movimiento de un cuerpo desde su centro de gravedad hacia el exterior.

**Vacío:** Es una presión cuyo valor es inferior al de la presión atmosférica.

**Punto de encendido:** Momento exacto en el que se enciende la mezcla aire-combustible dentro de los cilindros en el motor.

**Avance de encendido:** Acción de un mecanismo en el distribuidor, para adelantar (medido en ángulo o grados con respecto al giro del cigüeñal) el encendido de la mezcla aire-combustible.

**Excéntrico:** Elemento mecánico ligeramente descentrado con respecto a un punto de referencia tomado como centro.

**Leva:** Elemento mecánico con el que se impulsa a otros mecanismos, para controlar el tiempo de activación de los mismos.

**Electrodo:** Terminal de conexión de un dispositivo eléctrico.

**Devanado:** Embobinado de un transformador eléctrico.

**Orden de encendido:** Secuencia en la cual se enciende la mezcla aire-combustible dentro de los cilindros del motor.



## EN POCAS PALABRAS

- ✓ El sistema de encendido **proporciona la chispa con la que se enciende la mezcla aire-combustible en el momento correcto.**
- ✓ El sistema de encendido controla el **atraso y avance de la chispa** con respecto al giro del cigüeñal; lo hace **por vacío**, en función de la carga del motor; y **centrífugamente**, en función del número de revoluciones del motor.
- ✓ El sistema de encendido convencional **carece de controles electrónicos.** Su función es generar la chispa para encender la mezcla por medio de una bujía.
- ✓ Los componentes del sistema de encendido convencional son: **switch de ignición, batería, bobina, distribuidor, bujías y cables de bujías.**



## ¡MANOS A LA OBRA!

Con la supervisión de tu maestro, realiza el reemplazo y la calibración de las bujías de algún vehículo que esté disponible. Ejecuta el procedimiento que se describe a continuación:

### Material

- Dado o llave para bujías
- Calibrador de hojas rectas

### Procedimiento

1. Cuando el motor esté frío, toma el dado o la llave especial y afloja la tuerca que sujeta a la bujía
2. Extrae la bujía, y limpia la suciedad existente en el espacio que ocupa. Observa la punta de encendido de la bujía; debe estar en buen estado; si presenta erosión, desgaste o abolladuras, no es adecuada para el funcionamiento óptimo del sistema de encendido. Las condiciones de esta punta nos dan una referencia del estado de funcionamiento del motor.
3. Antes de colocar la nueva bujía, calibra la tolerancia entre los electrodos mediante el calibrador. Introduce el grosor (de las hojas rectas una sobre otra) entre los electrodos, de acuerdo con la medida que indica el fabricante. Si los electrodos están muy separados, deberán ajustarse; hay que cerrar este espacio, hasta lograr el contacto con las hojas rectas.
4. Coloca la bujía nueva en su cavidad, y apriétala con los dedos hasta que la empaquetadura toque la culata.
5. Termina de apretar la bujía con el dado o la llave especial. Si la aprietas demasiado, puedes romper su casquillo metálico; y si no la aprietas lo suficiente, se sobrecalentará. Para conocer el par de apriete exacto, consulta la información técnica de servicio correspondiente.

# El sistema de encendido electrónico con distribuidor

Capítulo

2



En el sistema de encendido se han incluido elementos electrónicos, para generar la corriente de alta tensión y distribuirla de manera sincronizada entre las bujías. Recordemos que para obtener alto voltaje en la bobina, es necesario que circule una corriente por el circuito primario y luego se interrumpa.

La diferencia fundamental entre un sistema de encendido convencional y un sistema electrónico con distribuidor, radica en **la forma en que se interrumpe y controla la corriente suministrada a la bobina de encendido**. En el sistema convencional, la interrupción se logra abriendo los platinos; mientras que en el sistema electrónico, esta función es realizada por el módulo de encendido o por el módulo de control para el motor a partir de las señales que recibe.

En este capítulo conoceremos el sistema de encendido electrónico con distribuidor, que conserva gran parte de los componentes del sistema convencional, pero incluye otros elementos, básicamente para el control electrónico.



## OBJETIVOS

- ✓ Identificar el funcionamiento y los componentes del sistema de encendido electrónico con distribuidor
- ✓ Conocer la estructura y funcionamiento del módulo de encendido
- ✓ Reconocer los tipos básicos de encendido electrónico con distribuidor

## I. ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON DISTRIBUIDOR

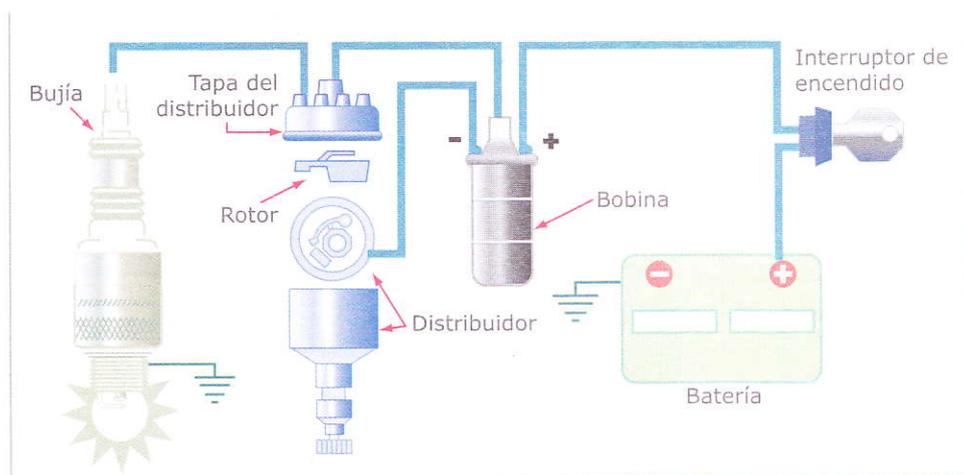
El uso de circuitos electrónicos en los sistemas de encendido permitió sustituir a los ruptores o platinos, los cuales se desgastaban continuamente.

El módulo electrónico o transistorizado del sistema de encendido (módulo de encendido) recibe la señal correspondiente del emisor, y realiza entonces el corte de la corriente negativa hacia la bobina. Esta es la manera en que se reemplaza a los tradicionales platinos (puntos o ruptores) y al condensador.

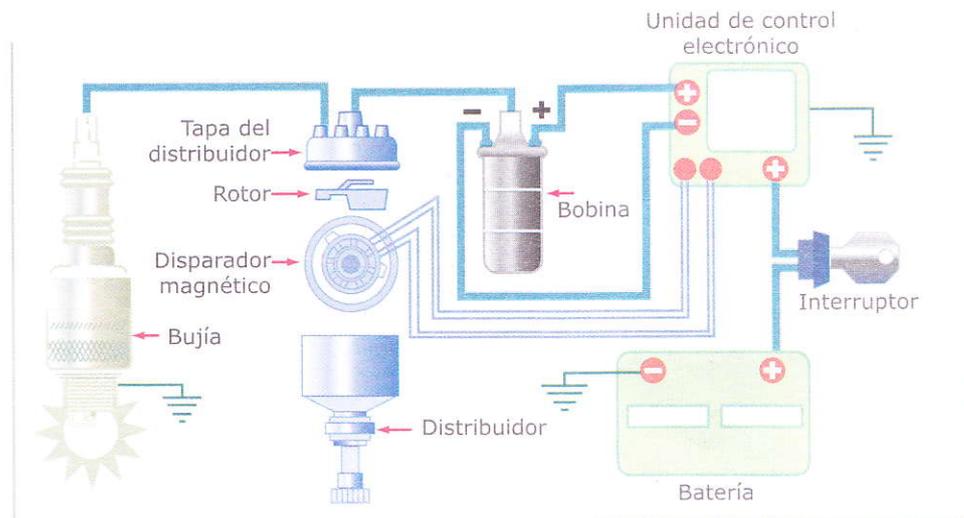
La función de este sistema de encendido es igual a la del sistema convencional: **generar la chispa eléctrica de alta descarga, para encender la mezcla aire-combustible.**

En resumen:

1. En el sistema de encendido electrónico, un **módulo de control electrónico** interrumpe y controla la corriente, a partir de las señales que recibe.
2. En el sistema convencional, los **platinos** se abren y cierran para interrumpir la corriente de forma mecánica.



**Sistema básico de encendido a base de platinos**



**Sistema básico de encendido electrónico con distribuidor**

**TOMA NOTA**

Comúnmente, al encendido electrónico o transistorizado se le llama breakerless, que significa "sin ruptor". Por su sencillez, prestaciones y fiabilidad se utilizó por la mayoría de los fabricantes de automóviles, y todavía gran cantidad de vehículos en circulación cuentan con este sistema.

## Su estructura y componentes

En el conjunto del distribuidor encontramos un grupo de transistores (**módulo de encendido**). Esta configuración varía en algunos sistemas, porque el módulo de encendido puede formar parte de los circuitos de control del módulo electrónico del motor.

A su vez, este sistema requiere un **generador de impulsos capaz de producir señales eléctricas** en función de la velocidad de giro del distribuidor; también necesita, propiamente, de un módulo de control electrónico principal.

En estos sistemas, como los ruptores o platinos, se han sustituido por un dispositivo estático: el generador de impulsos; por lo tanto, no hay partes mecánicas, sujetas a desgaste.

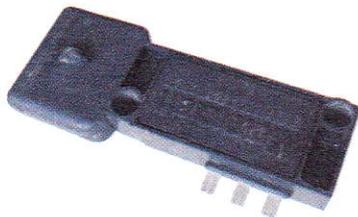
### ■ Componentes del sistema electrónico de encendido con distribuidor

#### Componentes de uso común en el sistema convencional y en el sistema electrónico:

- Distribuidor
- Bobina de encendido
- Bujías
- Cables de bujías

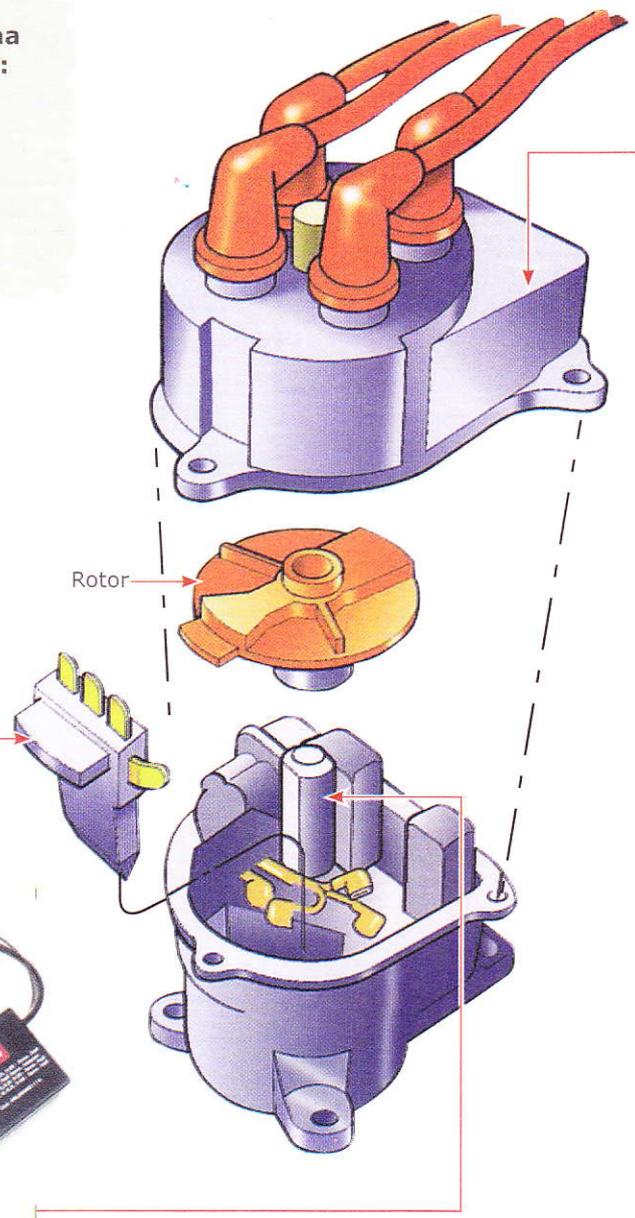
#### Módulo de control de encendido

Recibe los impulsos eléctricos que el generador de señales envía desde el distribuidor, e interrumpe el paso de la corriente a través del primario de la bobina de encendido.



#### Generador de señales

En el conjunto del distribuidor se localiza un generador de señales, que puede ser un sensor de efecto Hall o inductivo (sustituye a los ruptores o platinos). Este elemento envía la señal de tiempo al módulo de control, la cual es básica para el control del encendido.



### Componentes específicos para el control electrónico del encendido:

- Módulo de control de encendido
- Generador de señales
- Sensores

#### Distribuidor

Reparte entre las bujías la alta tensión generada en la bobina. Lleva incluido un "generador de impulsos" de efecto Hall o inductivo, cuya señal es utilizada por el módulo de control para detectar en qué posición se encuentran los cilindros del motor.

En algunos sistemas se utilizan sensores interruptores que sirven para:

- Registrar el cambio de aceleración que ocurre cuando se oprime el pedal del acelerador. En este caso, dichos sensores se localizan cerca del varillaje de aceleración.
- Enviar una señal eléctrica negativa a la computadora. Cuando ésta recibe dicha señal, cancela el avance de encendido por vacío del motor; y al mismo tiempo, comienza una variación en la entrega de combustible al motor. En este caso, dichos sensores se localizan en el vástago del mecanismo de aceleración.

#### Bobina de encendido

Sirve para generar una alta descarga eléctrica, la cual es repartida entre las bujías por el distribuidor.

En los sistemas electrónicos, tienen un arnés y un conector, a través de los cuales reciben la señal de corte de campo suministrada por el módulo electrónico del motor o por un módulo de encendido (según la variante del sistema de encendido). En algunos sistemas la bobina está integrada en el conjunto del distribuidor, o es reemplazada por otros dispositivos que cumplen su función.



#### Módulo de control electrónico (ECU)

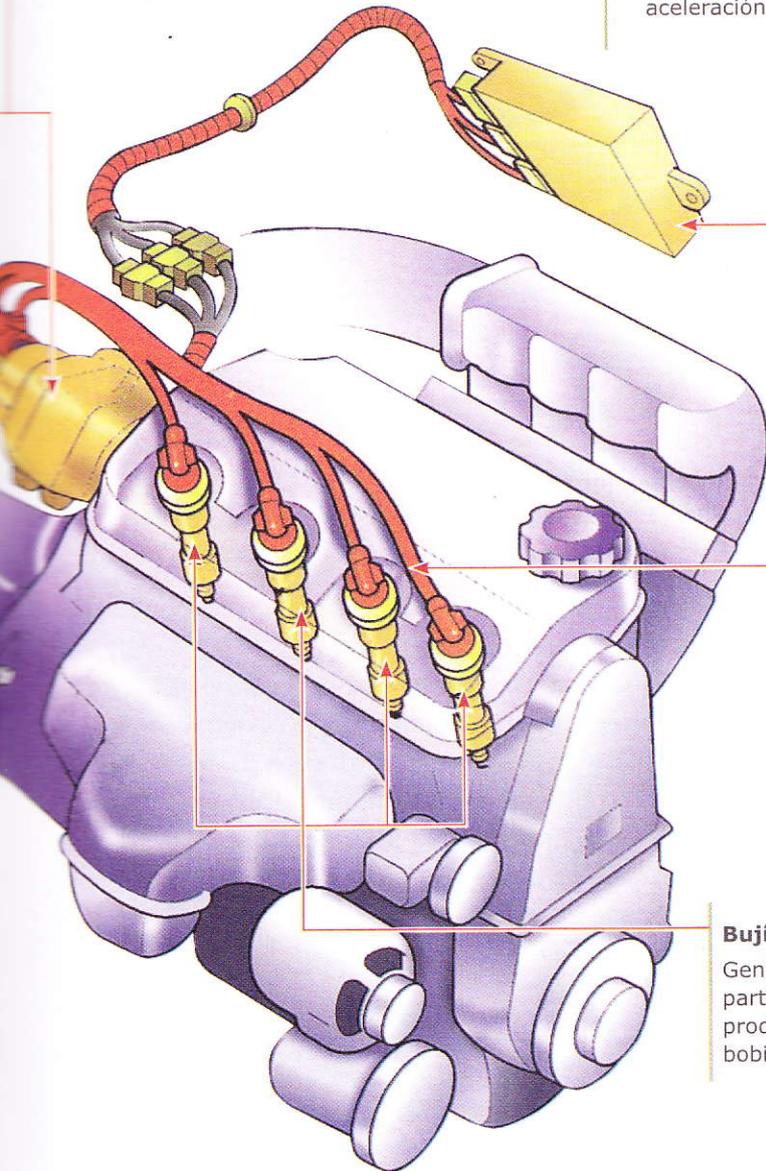
Aquí se procesan las señales proporcionadas por los sensores, se generan las señales de activación de los actuadores y se realizan las funciones de autodiagnóstico del sistema de control de todas las funciones del motor (incluyendo el control del encendido).

#### Cables de bujías

A través de estos conductores, la alta descarga eléctrica generada por la bobina de encendido se transmite a las bujías para que éstas produzcan la chispa.

#### Bujías

Generan la chispa, a partir de la descarga producida por la bobina de encendido.

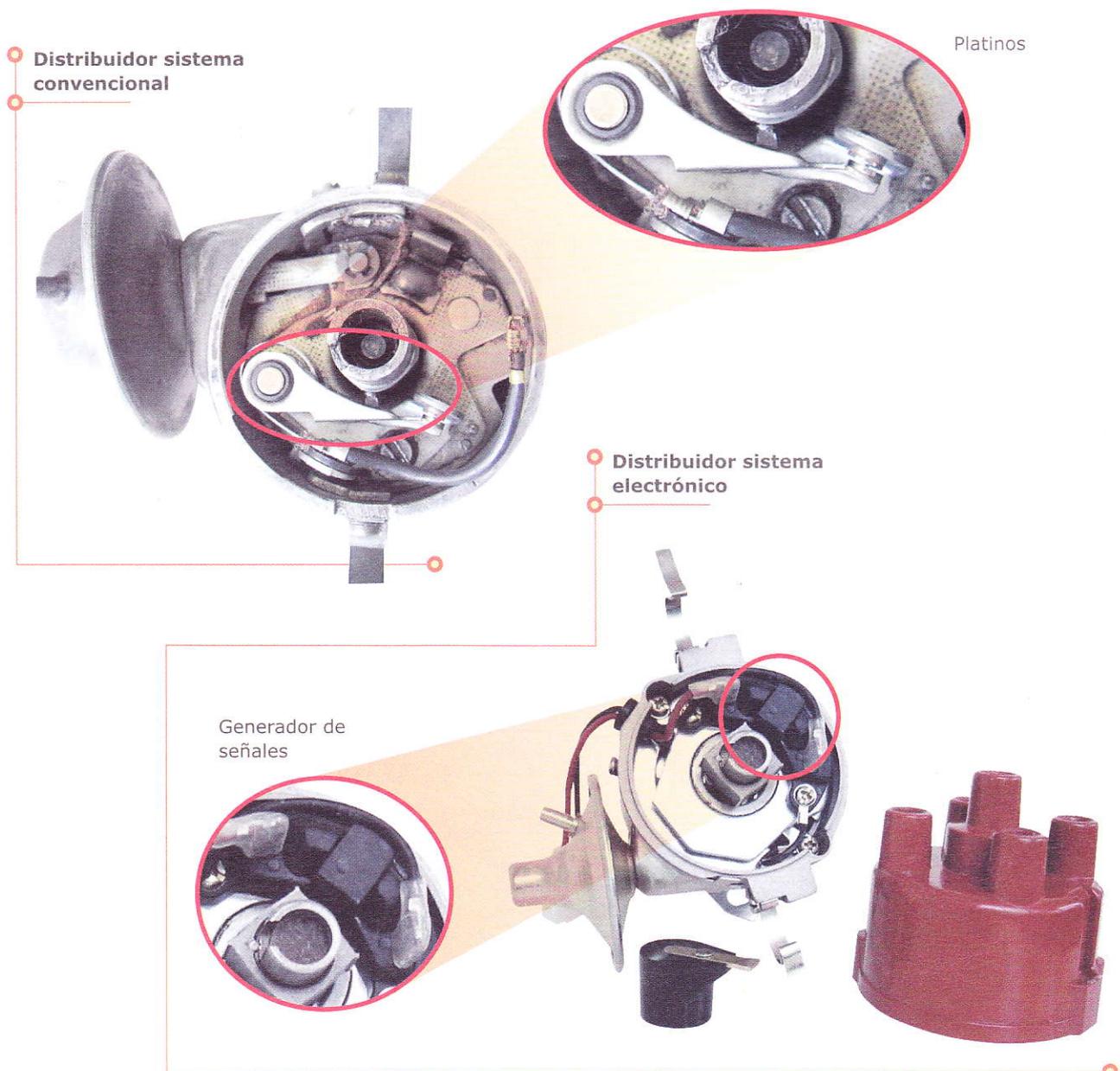


## Características del sistema de encendido electrónico con distribuidor

En el encendido convencional, se obtienen 18,000 chispas por minuto; en el sistema electrónico de encendido con distribuidor y bobina (sistema transistorizado), 21,000.

El reducido número de chispas generadas en el sistema convencional, se debe a problemas como el rebote de contactos; así que este tipo de encendido es limitado, sobre todo en motores de altas prestaciones (en los sistemas de encendido electrónico, no existe tal situación).

Por otra parte, los ruptores o platinos se desgastan continuamente, porque la leva que abre y cierra los contactos roza con la fibra con la que están fabricados. El desgaste de los ruptores ocasiona un desfase en el punto de encendido y variación del ángulo *Dwell* (ángulo de contacto). Esto obliga a reajustar periódicamente la separación de los contactos, lo que no ocurre en los sistemas electrónicos.

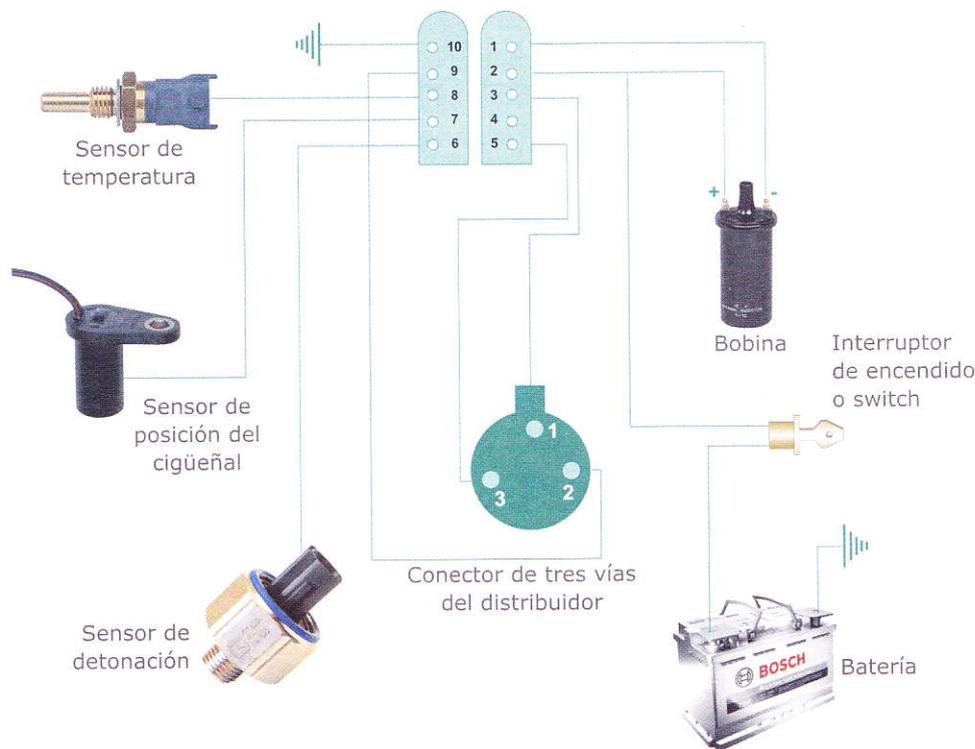


## Funcionamiento del sistema de encendido electrónico con distribuidor

En un sistema de este tipo, **la operación del motor se monitorea mediante sensores**; éstos mantienen informado al módulo de control electrónico, precisamente sobre las condiciones de operación del motor.

Enseguida veremos los principales sensores utilizados para el monitoreo de la operación del motor. Se emplean en todos los sistemas de encendido electrónico con distribuidor; pero dependiendo de la marca y de la generación tecnológica de cada sistema, puede utilizarse un mayor número de sensores.

### Esquema de conexiones de un sistema de encendido electrónico con distribuidor

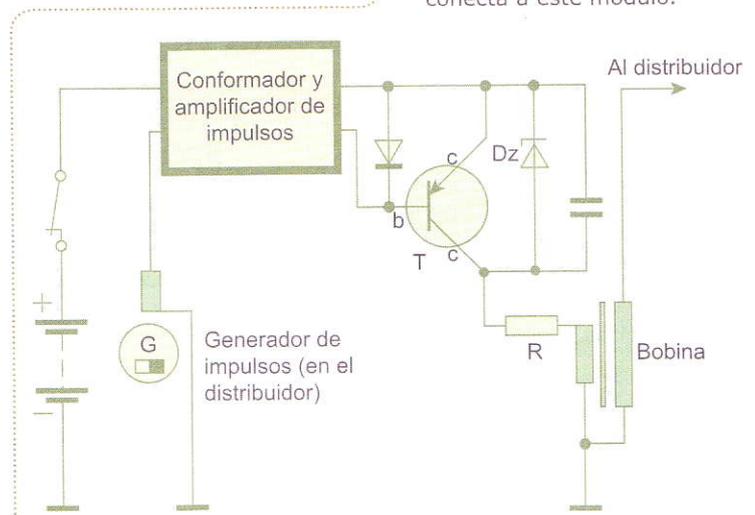


#### Estructura básica de un encendido electrónico

Para controlar un sistema de encendido electrónico con distribuidor, se necesita básicamente una etapa de potencia con un transistor de conmutación y un circuito electrónico amplificador de impulsos. Ambos se encuentran en el módulo de control principal. Y un generador de impulsos localizado dentro del distribuidor, se conecta a este módulo.

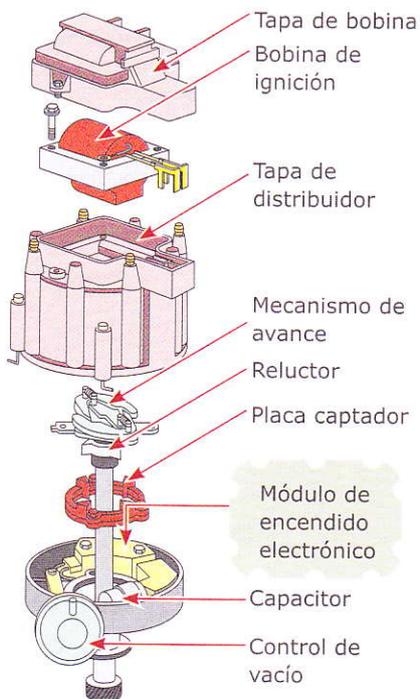
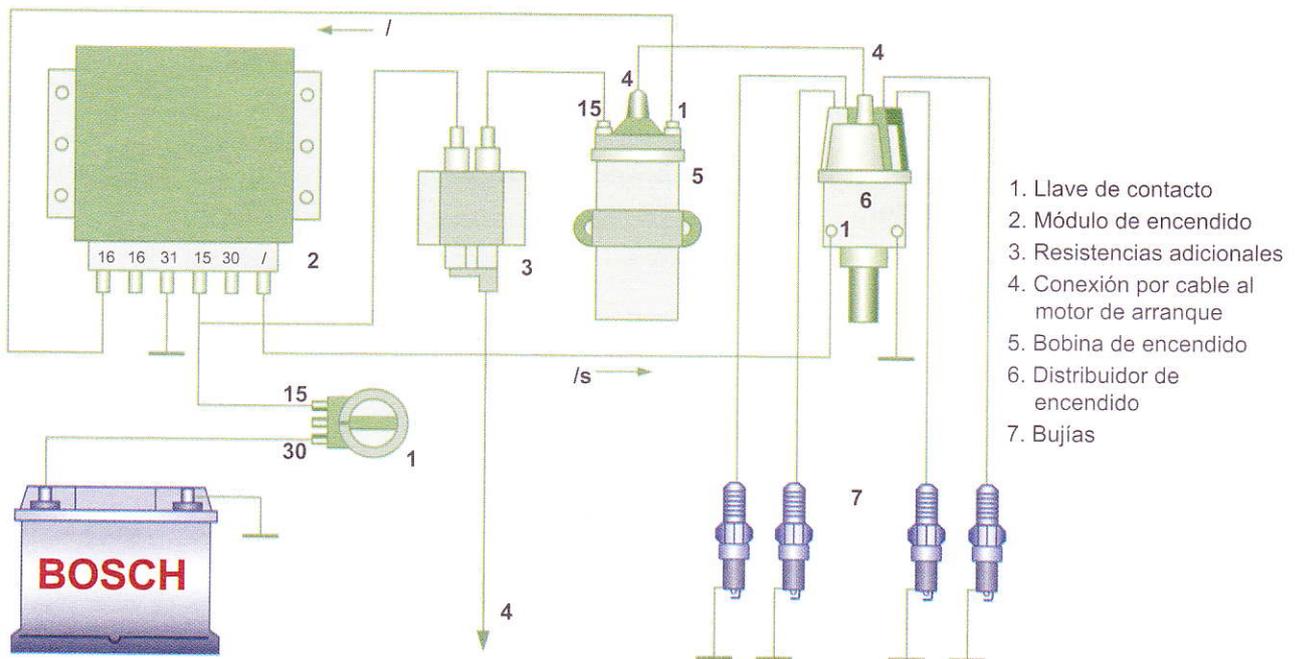
En general, los sistemas de encendido electrónico con distribuidor poseen un dispositivo transductor (generador de señales) que detecta el movimiento de la flecha del distribuidor. Con base en esto, dicho dispositivo genera una señal y la envía al módulo de control electrónico (módulo de encendido) para que éste controle a la bobina de encendido.

En algunos sistemas de encendido electrónico, en el distribuidor se encuentran un regulador de avance centrífugo y un regulador de avance del encendido por vacío.



## II. MÓDULO DE ENCENDIDO

La unidad de control de encendido de un sistema de encendido electrónico, que es uno de los dispositivos más importantes que se incluyen en este sistema, **recibe los impulsos eléctricos que el generador de señales le manda desde el distribuidor.**



Esta unidad (localizada dentro del conjunto del distribuidor, y también llamada “amplificador” en muchos manuales), se divide en tres etapas fundamentales:

### 1. Modulador de impulsos

Recibe la señal de tensión alterna proveniente del generador de señales, y la convierte en una señal de onda cuadrada de longitud e intensidad adecuadas para el control del instante de corte de la corriente en el devanado primario de la bobina de encendido.

Estas magnitudes (longitud e intensidad de impulsos) son independientes de la velocidad de rotación del motor.

### 2. Estabilizador

Sirve para mantener la tensión de alimentación lo más constante posible.

### 3. Mando del ángulo de cierre

Hace variar la duración de los impulsos de la señal de onda cuadrada, en función de la velocidad de rotación del motor.

## Funcionamiento del módulo de encendido

Ahora veamos, paso por paso, el funcionamiento del módulo de encendido:

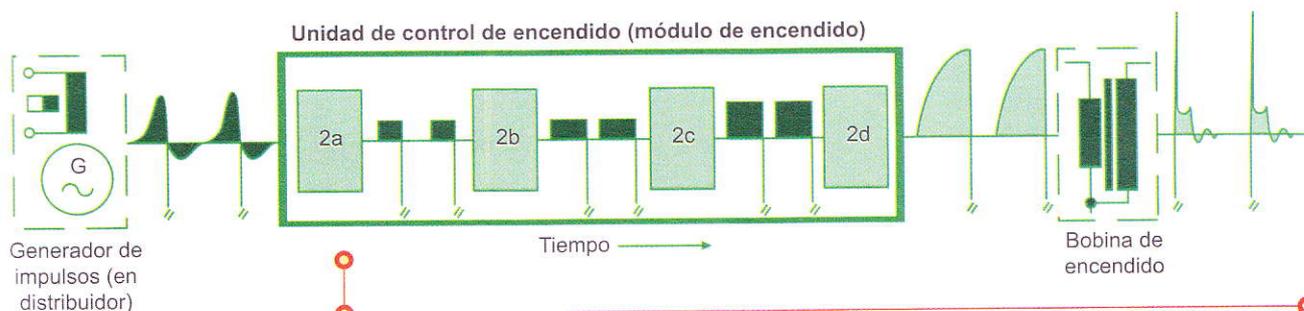
1. La tensión alterna que se produce en el generador de impulsos, es enviada al módulo de encendido; y en éste, un circuito modulador electrónico multivibrador la transforma en una onda cuadrada.

En esta nueva condición, ya puede controlar la corriente de alimentación que se suministra al devanado primario de la bobina de encendido.

2. Luego, esta señal de onda cuadrada pasa por un circuito electrónico del módulo de encendido, encargado de controlar el ángulo de encendido; y con ello, se modifica la longitud de los impulsos en la señal de control (los cuales son adaptados a la velocidad de rotación del motor, para poder gobernar el ángulo de encendido del motor).

De este modo, el tiempo de conducción de corriente al devanado primario de la bobina de encendido se ajusta al régimen de giro del motor. Por lo tanto, el paso de corriente por el embobinado primario se tiene que adelantar, a medida que aumenta el régimen de giro del motor.

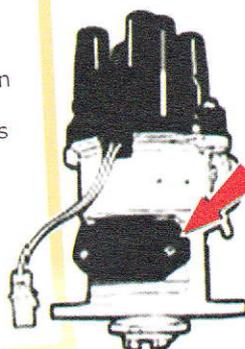
3. Enseguida, la señal de onda cuadrada pasa a la etapa de excitación, misma que amplifica y adapta los impulsos para controlar posteriormente a un transistor de *conmutación* utilizado en la etapa de potencia. Éste permite o impide el paso de la corriente al embobinado primario de la bobina de encendido, para que se genere la alta tensión en el embobinado secundario de la misma bobina.



Transformación que sufre la señal del generador de inducción, cuando entra en el módulo de encendido. Observa cómo es adaptada, para luego salir y alimentar al primario de la bobina con el fin de generar el encendido.

### TOMA NOTA

Los módulos de encendido son muy confiables, tienen un alto grado de integración y un peso reducido. En algunos sistemas, este módulo se acopla al propio distribuidor en el exterior de la carcasa. Esto facilita la conexión del generador de impulsos del distribuidor con el módulo de encendido.



Unidad de control fijada al distribuidor

### Circuitos de comunicación entre el módulo de encendido y el módulo de control

#### Señal de referencia

Le proporciona al módulo de control, información sobre las RPM y la posición del cigüeñal.

#### Tierra de referencia

Esta señal se encuentra conectada a tierra en el distribuidor. Le proporciona al módulo de control, una señal de referencia de tierra del módulo de encendido.

#### Control bypass

Aproximadamente a 450 RPM, el módulo de control aplica 5 voltios a este circuito para cambiar el control de tiempo de encendido del módulo de encendido electrónico al módulo de control.

#### Salida EST (sistema electrónico de tiempo de encendido)

Este circuito controla al módulo de encendido, en cuanto el motor supera el límite de 450 RPM. El módulo de control "no sabe" el tiempo de encendido actual en el que está; pero como sí sabe cuándo recibe la señal de referencia, hace que la chispa se adelante o se retrase desde este punto.

#### Conector de puesta a tiempo

Se desconecta para ajustar el tiempo base.

## Acciones del módulo de encendido

El módulo de encendido permite o impide que la corriente pase por el transistor de potencia; o lo que es lo mismo, **sirve para dar paso o cortar la corriente a través del embobinado primario de la bobina de encendido**. También realiza otras acciones sobre la señal de control del embobinado primario de la bobina de encendido:

### 1. Limitación de corriente

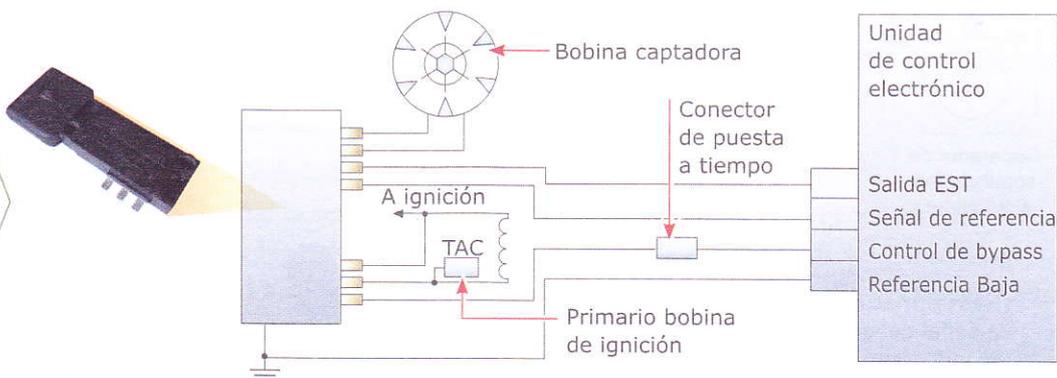
En el sistema de encendido con generador de efecto Hall y módulo de encendido, se utiliza una bobina cuyo embobinado primario tiene una resistencia muy baja (menos de 1 ohmio). Debido a esto, el enrollamiento permite que la bobina se cargue y descargue en poco tiempo; pero a la vez la pone en riesgo, porque en bajos regímenes la corriente puede llegar hasta 15A, lo que puede dañar a la bobina y al módulo de encendido.

Para evitar esto, **el módulo de encendido cuenta con un circuito que controla la intensidad del primario**, de manera que no pase de 6A.

### 2. Regulación del tiempo de cierre

La gran diferencia que hay entre el **tiempo de una chispa a altas revoluciones y el tiempo de una chispa a bajas revoluciones**, hace que los tiempos de carga en la bobina sean a la vez muy dispares. Esto causa que los tiempos de saturación de la bobina de encendido sean excesivos en algunos casos, y que la energía sea insuficiente en otros.

Para evitar ambas situaciones, el módulo de encendido dispone de un circuito de control que actúa con base en la saturación de un *transistor tipo Darlington*; esto es para ajustar el tiempo de carga en la bobina, de acuerdo con el régimen de operación del motor.



Este sistema de encendido es especialmente adecuado para los arranques en frío. Y lo es, porque cuando el motor está detenido, fluye corriente al embobinado primario de la bobina de encendido; y porque gracias a esto último, el conmutador de encendido o arranque se mantiene conectado.

En este caso, el generador de impulsos se conecta con el módulo de encendido por medio de tres cables conductores. Estos cables permiten suministrar corriente al circuito Hall, a través de sus bornes positivo y negativo; y también transmiten las señales al módulo de encendido, a través del borne de conexión O.

### III. EL CONTROL DEL TIEMPO DE ENCENDIDO Y EL ORDEN DE ENCENDIDO

Antes de seguir explicando el funcionamiento de un sistema de encendido electrónico con distribuidor, debemos mencionar qué son el tiempo de encendido (atraso y avance) y el orden de encendido. Son cuestiones muy importantes en la operación de este sistema del motor.

#### Cuadro explicativo 2.1

## Tiempo de encendido en los sistemas de encendido electrónico: atraso y avance

En estos sistemas, la variación del tiempo de encendido se obtiene ya sea por medio de cálculos electrónicos o mecánicos.

En este último caso, se logra generalmente a través de un regulador de avance por depresión o vacío que se encuentra conectado en una toma de vacío que se localiza en el cuerpo de aceleración.

Éste realiza una variación complementaria en el control del tiempo de encendido electrónico, además corrige el tiempo de encendido en muchos casos en sentido de retraso y no de avance para mejorar la combustión del motor.



#### Tiempo de encendido mediante cálculos electrónicos

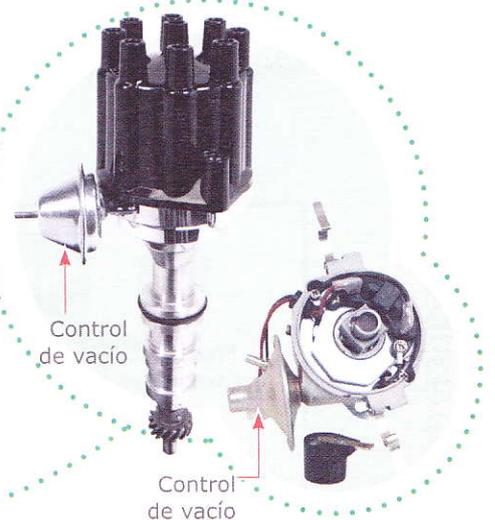
En algunos sistemas de encendido electrónico, el atraso y el adelanto del encendido (atraso o adelanto de la chispa) se realizan de forma automática mediante un control por parte del módulo de control principal o del módulo de encendido, y con base en las señales proporcionadas por el sensor de giro del cigüeñal, del sensor de detonación o KS y del sensor de efecto Hall (generador de efecto Hall). Este último entra en acción, si el sistema electrónico usa distribuidor.

#### Tiempo de encendido mediante cálculos mecánicos

En algunos sistemas de control electrónico, el atraso de la chispa para el encendido se controla con base en la presión de vacío producida en el múltiple de admisión (la cual indica la carga del motor), donde el vacío mueve al mecanismo del regulador de atraso de encendido que se encuentra conectado mediante palancas a la placa soporte del reluctor de la bobina captadora en el distribuidor: cuando se mueve, hace que se desplace

dicha placa, y con ello se modifica el ángulo de corte de campo en la bobina captadora en el conjunto del distribuidor; y a su vez, esto retrasa la generación de la chispa.

Este mecanismo, se utilizó en los primeros sistemas electrónicos de encendido, en donde el regulador de tiempo por vacío va instalado en el conjunto del distribuidor.

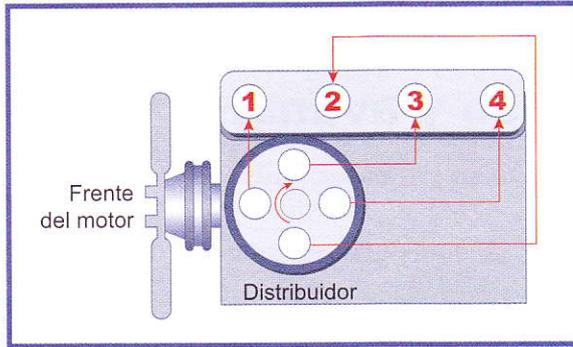


# Orden de encendido

El orden de encendido es la secuencia en que se produce la explosión de la mezcla aire-gasolina en las cámaras de combustión dentro de los cilindros del motor. Ya sea que el motor tenga cuatro, seis u ocho cilindros, los pistones suben de dos en dos; y el orden de encendido, siempre es cilindro por cilindro; es decir, de uno en uno siguiendo una secuencia estricta, y tomando en cuenta que una secuencia de

encendido correcta minimiza los problemas de vibraciones durante el funcionamiento del motor. Esta secuencia u orden de encendido siempre es determinada por el fabricante.

Para conocer dicha secuencia, se debe consultar los datos técnicos respectivos; o bien, puede tomarse como referencia la siguiente información.



**Tipo de motor:**

En línea de 4 cilindros

**Orden de encendido:**

1-3-4-2

**Grados que ocupa el cigüeñal para posicionar un pistón en FC:**

180 grados

$180^\circ \times 4$  (número de cilindros) = 720 grados

**Tipo de motor:**

En V de 6 cilindros

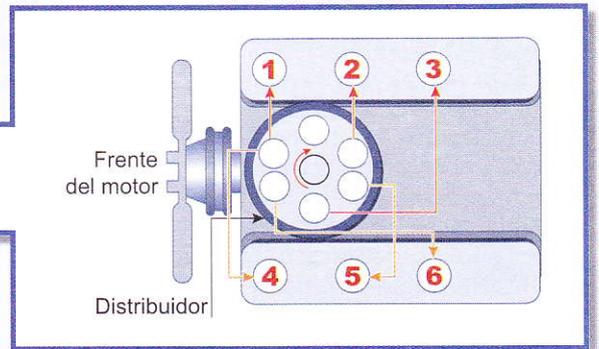
**Orden de encendido:**

1-4-2-5-3-6

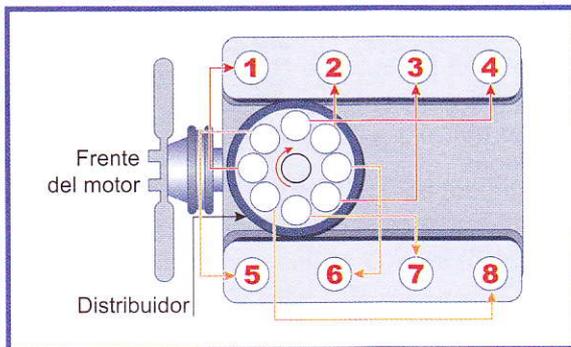
**Grados que ocupa el cigüeñal para posicionar un pistón en fase de compresión:**

120 grados

$120^\circ \times 6$  (número de cilindros) = 720 grados



# Cuadro explicativo 2.2



**Tipo de motor:**

En V de 8 cilindros

**Orden de encendido:**

1-5-4-2-6-3-7-8

**Grados que ocupa el cigüeñal para posicionar un pistón en fase de compresión:**

90 grados

$90^\circ \times 8$  (número de cilindros) = 720 grados

## IV. GENERADORES DE SEÑALES

Con base en el tipo de generador (captador) o sensor utilizado por el distribuidor, podemos distinguir dos tipos de encendido electrónico con distribuidor:

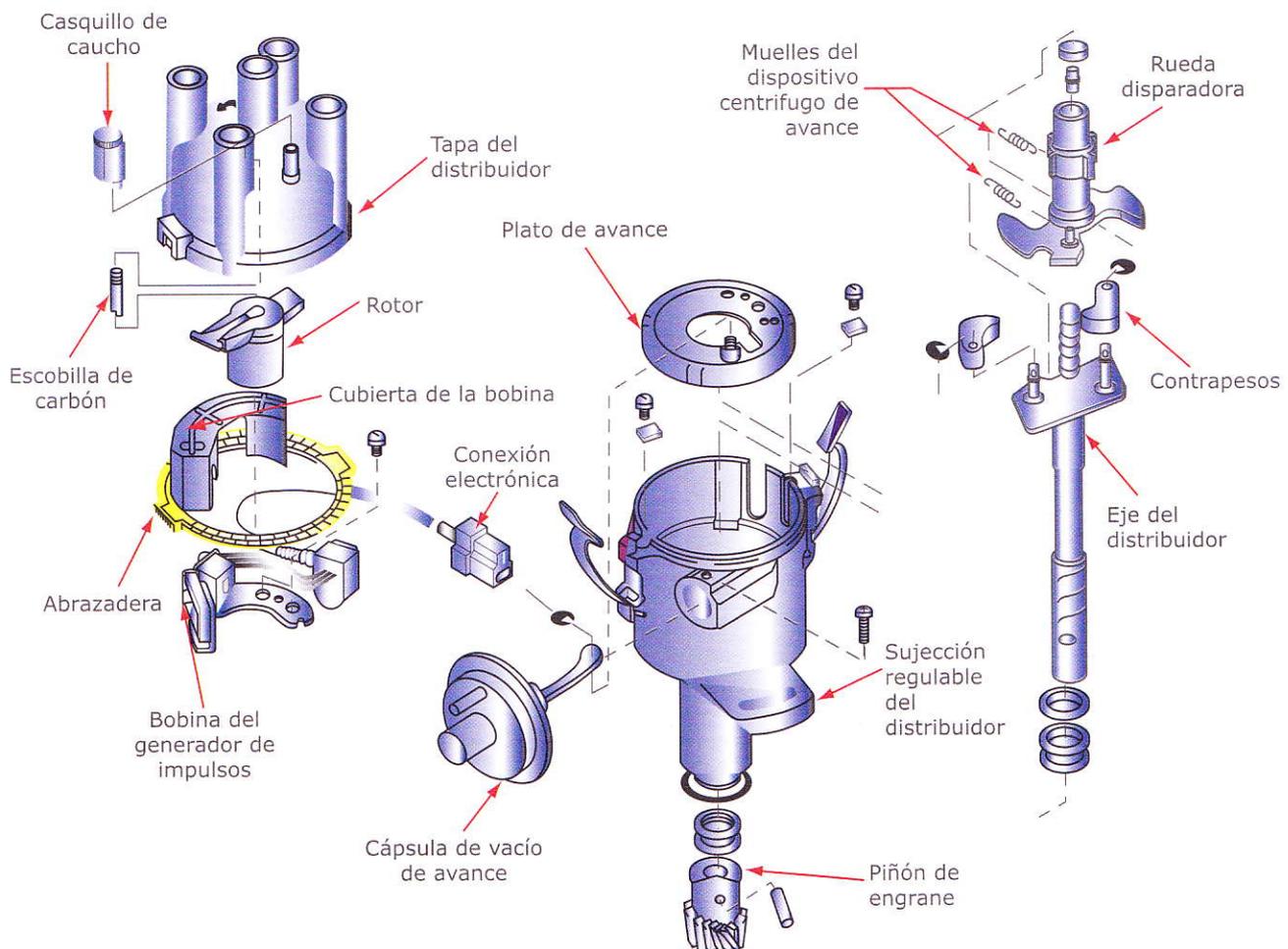
1. Encendido electrónico con **generador de impulsos de inducción**.
2. Encendido electrónico con **generador Hall**.

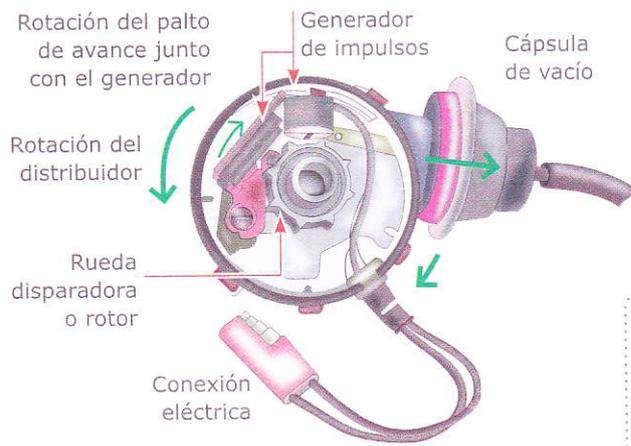
Son los dispositivos generadores de mayor uso.

### Generador de impulsos de inducción

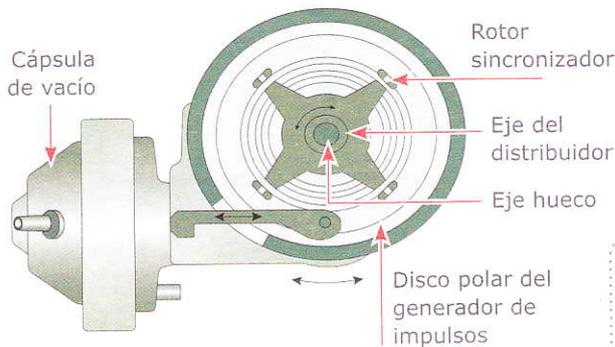
Se encuentra instalado en la cabeza del distribuidor, sustituyendo al ruptor.

La señal eléctrica producida por este generador, se envía al módulo de encendido. Y luego de recibirla y procesarla, esta unidad gestiona el corte de la corriente del embobinado primario de la bobina, para generar la alta tensión que se manda a las bujías.



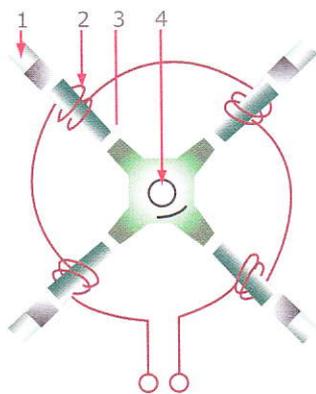


Estructura interna del distribuidor con generador de impulsos de inducción



El generador de impulsos consta de un núcleo ligeramente magnético y de un arrollamiento inductivo con forma de disco que se conoce como "disco polar", y tiene en su parte externa la superficie dentada correspondiente al estator.

### Generador de impulsos de inducción



- 1.- Imán permanente
- 2.- Bobinado de inducción con núcleo
- 3.- Entrehierro
- 4.- Rotor de acero magnético

El generador de impulsos está fijado en un plato de soporte. El imán permanente produce su flujo magnético en el entrehierro, y esto genera la señal que controla a la bobina de encendido.

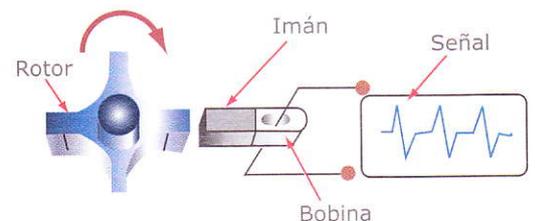
Las variaciones de señal en el entrehierro, ocasionadas por el giro del rotor cada vez que los reductores cortan el campo, producen variaciones de señal en forma de onda cuadrada. Esta última señal, mediante sus pulsos de tensión que son enviados al módulo de encendido, sirve para controlar el flujo de corriente en el embobinado primario de la misma bobina.

La rueda generadora de impulsos se encuentra fija sobre el hueco que rodea al eje del distribuidor. Por lo general, el número de dientes de esta rueda y del disco polar coinciden con el número de cilindros del motor. Entre los dientes fijos y los dientes móviles hay una distancia de aproximadamente 0.5mm. El imán permanente, el arrollamiento de inducción y el núcleo del generador de inducción integran una unidad compacta llamada "estator".

A medida que cada aspa del rotor se acerca a la bobina de inducción, la tensión va subiendo cada vez con mayor rapidez, y alcanza su máximo valor, cuando la bobina y cada una de las aspás quedan frente a frente; y cuando esa aspa se aleja (dado que el rotor sigue girando), la tensión cambia rápidamente.

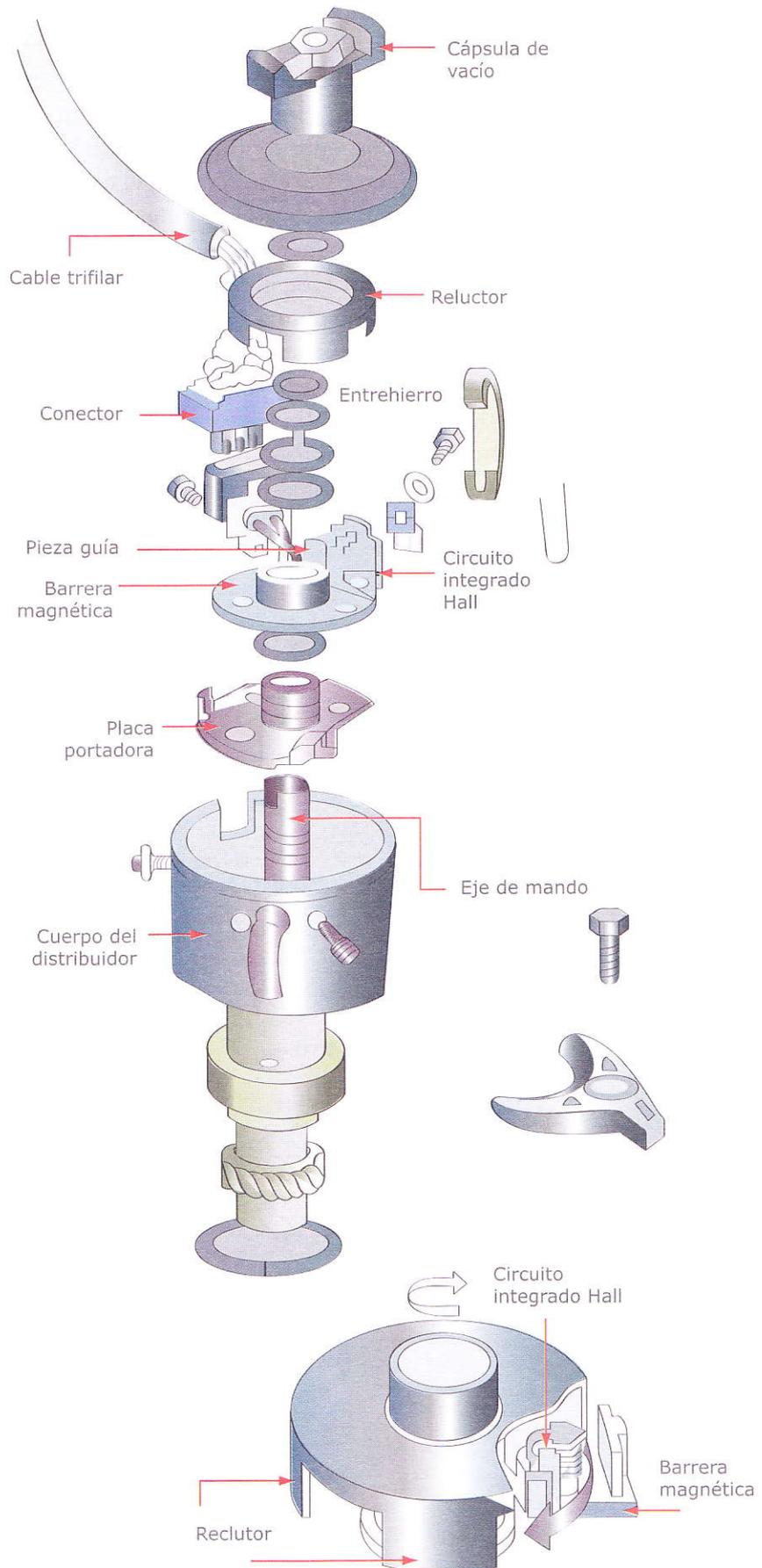
El valor del voltaje o tensión depende de la velocidad de giro del motor: aproximadamente 0.5V a bajas revoluciones, y cerca de 10V a altas revoluciones. El impulso o señal que así se origina en el distribuidor, se envía al módulo de encendido para producir el encendido del motor.

Al girar, la rueda con aspás (rotor) produce una variación en el flujo magnético del imán permanente; así, dicho imán induce una tensión en la bobina captadora. Esta tensión se hace llegar al módulo de encendido, el cual la utiliza como señal para controlar el corte de corriente de la bobina de encendido.



## Generador de efecto Hall

Otros sistemas de encendido electrónico de uso común, son los que cuentan con un generador de impulsos de “efecto Hall”. El funcionamiento de este último se basa, por una parte, en la **generación de una barrera magnética**; y, por otra, en la **interrupción periódica de la misma**, para producir una señal eléctrica que se envía al módulo de encendido. Y con esta señal, dicho módulo determina el tiempo o ángulo de encendido.

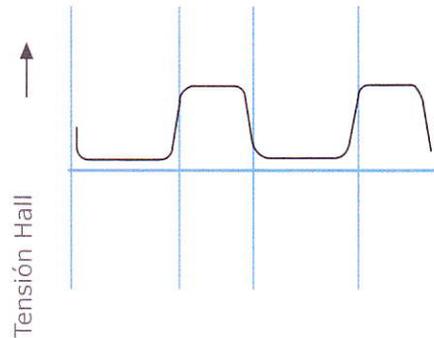
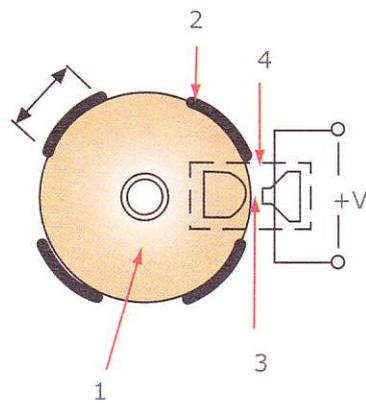


En el distribuidor se localiza el generador de efecto Hall, el cual está compuesto por un tambor obturador de material magnético que incide en el eje del distribuidor de encendido. Este tambor tiene tantas ranuras como cilindros hay en el motor.

Cuando el tambor gira, se coloca entre un electroimán y un cristal semiconductor alimentado por corriente continua. Cuando la parte metálica de la pantalla se sitúa entre el semiconductor y el electroimán, el campo magnético de este último es desviado. Y cuando entre ambos se sitúa la ranura del semiconductor, éste recibe el campo magnético del imán y se genera el "efecto Hall".

Cuando el motor gira, el tambor obturador va abriendo y cerrando el campo magnético Hall; esto genera una señal de onda cuadrada, la cual va directamente al módulo de control del motor; específicamente, a los módulos de circuito encargados de controlar la función de encendido.

El sensor Hall es alimentado directamente por el módulo de encendido con una tensión de 7.5V aproximadamente. Esta alimentación puede variar, según las especificaciones de un determinado fabricante.

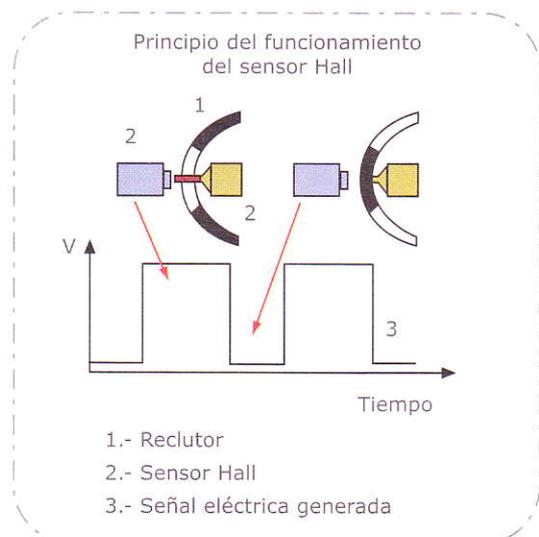


- 1.- Reluctor
- 2.- Pantalla
- 3.- Entrehierro

- 4.- Circuito integrado Hall
- 5.- Anchura de pantalla

**TOMA NOTA**

Para saber si un distribuidor lleva un generador de impulsos "inductivo" o de "efecto Hall", sólo tienes que fijarte en el número de cables que lo comunican con la unidad electrónica. Si el distribuidor tiene dos cables, es un distribuidor con generador de impulsos "inductivo"; y si tiene tres cables, se trata de un distribuidor con generador de impulsos de "efecto Hall"



## V. FALLAS MÁS COMUNES EN EL ENCENDIDO ELECTRÓNICO CON DISTRIBUIDOR

El principal problema de operación que se presenta en un sistema de encendido con distribuidor, es la **constante alteración del efecto Hall**; y esto, prácticamente **imposibilita el encendido** del motor. Síntoma de esto, es la nula generación de chispa, o que el motor, luego de enfriarse, arranca y ya no vuelve a fallar.

Cuando esto sucede, hay que hacer las siguientes revisiones y poner atención en los detalles mencionados:

Verificar que llegue alimentación al sensor Hall, tomando en cuenta que el cable conectado a la cavidad que está en medio del conector, corresponde a la señal de tierra proporcionada por el módulo de control.

Uno de los dos cables restantes recibe 5 voltios y el otro 9 o 12 en algunos modelos.

Revisar si la señal de corriente cambia cuando el motor se pone en funcionamiento, porque éste es un generador de ondas cuadradas (en sí, este es el efecto Hall). O sea que en un momento dado, puede ser de 5 voltios (que es lo que recibe el efecto Hall); y cuando el motor gira, cambia a 0 voltios.



Revisar el rotor, porque casi siempre se oxida. Una vez desmontado, hay que limpiarlo con solvente para remover la oxidación.



Limpiar los conectores del sensor de efecto Hall. En este caso, se debe utilizar líquido dieléctrico o *Silljet*.



Revisar las terminales de conexión de la batería, y limpiarlas con una mezcla de agua y bicarbonato o simplemente con agua mineral.



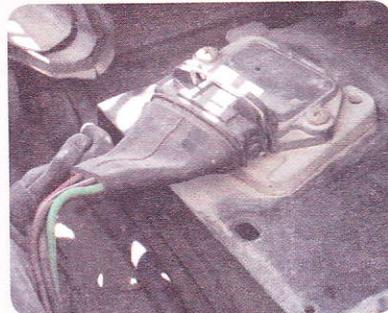
Hay que evitar el uso de sistemas de alarma que impliquen la instalación de interruptores en el sistema de encendido. En muchos casos, los *relays* (relevadores) de estos sistemas interrumpen la señal proveniente del receptor de señales del sistema de encendido electrónico.

Debido a factores externos como la temperatura o la humedad a los que es sometido el módulo de encendido, éste debe construirse con materiales de buena calidad; y cualquier sistema de alarma asociado a él, también debe estar construido con materiales de este tipo.



La computadora de control recibe y administra las señales provenientes del módulo de encendido. Así que cuando ésta se encuentra en malas condiciones (lo que es fácil saber, porque la mayoría de veces es visible el circuito dañado), ocurren diversas fallas; y en casos extremos, el vehículo no puede arrancar.

Cuando hablamos de circuitos de una computadora de control electrónico, no estamos hablando de circuitos que funcionan con 12 voltios. Un módulo de control o computadora, administra perfectamente 1 voltio; lo divide o maneja en milivoltios. Así que se debe dar la importancia que merece a la señal de tierra que entra y sale del módulo de control o computadora (si se aplican 12 voltios en los sensores, se quemarán los circuitos de la computadora).



Módulo de encendido



Módulo de control principal



### EN POCAS PALABRAS

- ✓ En un sistema de encendido convencional, la **interrupción y el control de la corriente** de encendido se realizan mediante **platinos (o sea, mecánicamente)**. En el sistema de encendido electrónico con distribuidor, ambas acciones se hacen por medio de un **módulo de control electrónico**.
- ✓ El sistema de encendido electrónico con distribuidor utiliza bujías y sus cables, una bobina, un distribuidor, un módulo de control electrónico del motor (**ECM o ECU**), **un módulo de encendido, un generador de señales y unos sensores**.
- ✓ El **módulo de encendido** recibe y procesa la señal eléctrica producida por el generador, y gestiona el corte de la corriente del embobinado primario de la bobina.
- ✓ Existen dos tipos básicos de encendido electrónico con distribuidor: con generador de **efecto Hall** o con generador de **impulsos de inducción**



## ¡MANOS A LA OBRA!

### Prueba al módulo de encendido (encendido con generador de efecto Hall)

Con la ayuda de tu maestro, realiza una prueba al módulo de encendido de un sistema de encendido con generador de efecto Hall. Recuerda que este módulo alimenta al sensor de efecto Hall y a la bobina; y que sincroniza la chispa, de acuerdo con la señal de excitación que le provee dicho sensor. (Puedes encontrar un módulo de siete terminales; y en vehículos más recientes, un módulo pequeño de tres terminales).

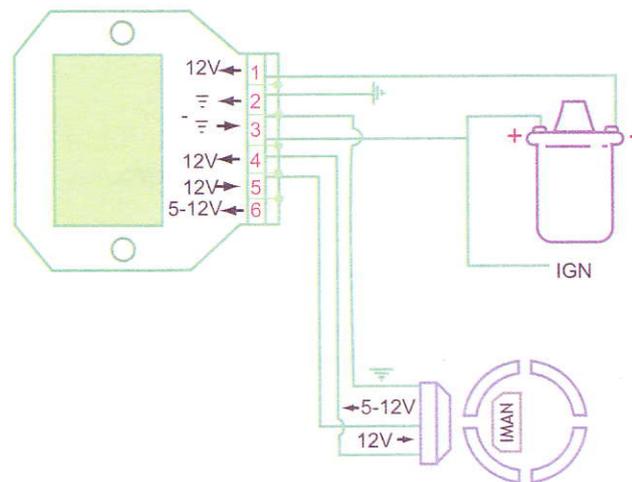
#### Material

- Multímetro
- Sistema de encendido electrónico con distribuidor (de efecto Hall)

#### Procedimiento

Toma de referencia el siguiente esquema. Aunque es el más utilizado, el orden de los cables puede cambiar debido a las variantes que existen entre las diferentes marcas y modelos de vehículos.

- Observa que cuando se abre el switch, el módulo debe tener una alimentación de 12 voltios en su terminal 4 y tierra en su terminal 2.
- Cuando el módulo recibe alimentación, proporciona tierra, a través de su terminal 3, al sensor de efecto Hall; y a través de su terminal 5, le provee 12 voltios.
- A su vez, este sensor excita al mismo módulo, al enviarle una señal por su terminal 6. Y el módulo manda esta señal al borne negativo de la bobina, a través de su terminal 1.



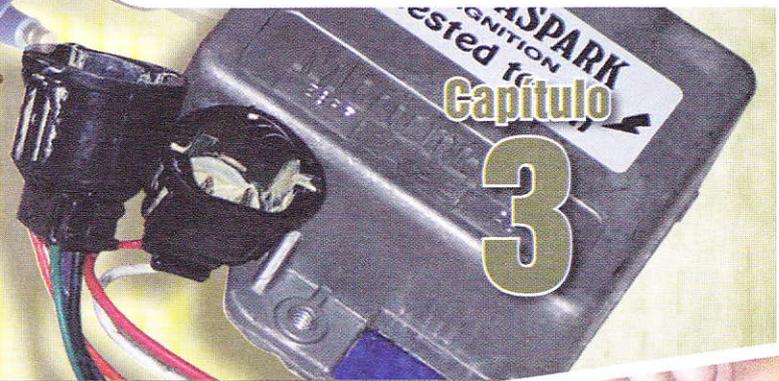
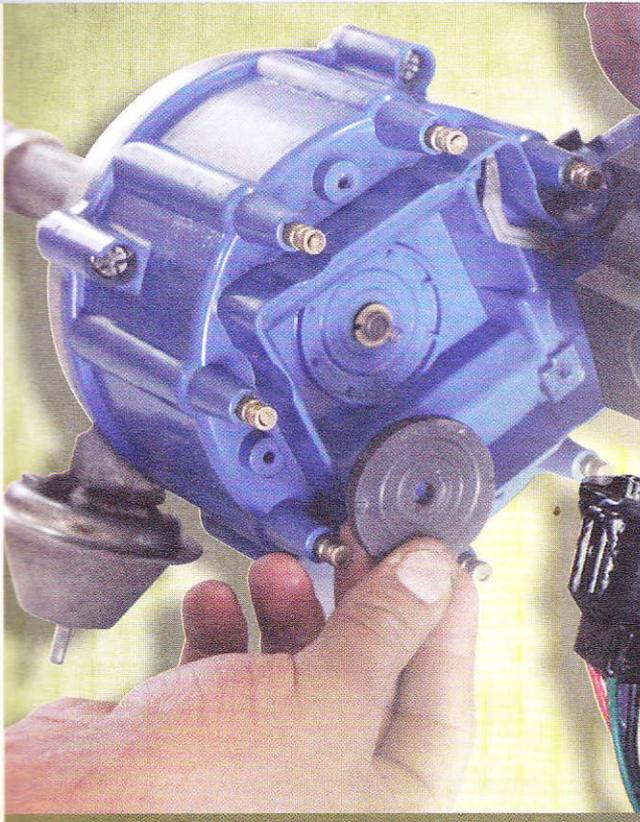
#### Primera etapa:

1. Con el vehículo apagado, desconecta el conector del módulo y abre el switch.
2. Con el multímetro en función de voltímetro y colocado en la escala de 20VCD, verifica las alimentaciones del módulo: en su terminal 4 debe haber 12 voltios; y en su terminal 2, que se verifica con respecto al borne positivo de la batería, debe haber tierra.
3. Si el módulo tiene tres terminales, revisa solamente su alimentación y tierra. Y luego, con el motor encendido, verifica la presencia de la señal de excitación.

#### Segunda etapa:

1. Apaga el vehículo, y verifica las alimentaciones del módulo hacia el sensor de efecto Hall. Utiliza un multímetro (corriente directa en la escala de 20VCD).
2. Desconecta el conector del sensor, y abre el switch. Verifica que exista una alimentación de 12 voltios y otra de tierra.
3. Si el módulo no está suministrando voltajes al sensor, revisa dichas líneas de alimentación. Tal problema se debe a que el módulo está dañado; debe reemplazarse.
4. También debes revisar que la señal de excitación del módulo llegue al negativo de la bobina.

# Algunos sistemas de encendido electrónico con distribuidor



Desde la década de 1970 los fabricantes incluyeron **dispositivos electrónicos** en los vehículos; agregaron por ejemplo en el sistema de encendido, sensores para reemplazar elementos mecánicos; dispositivos para incrementar la energía de la chispa de encendido; módulos de control mejorados, etc. Pero todos con el mismo objetivo: distribuir los impulsos de alto voltaje a cada bujía para encender la mezcla aire-combustible de la manera más óptima posible.

En este capítulo conoceremos algunos de estos sistemas de encendido electrónico con distribuidor, ya que se fabricaron muchas variantes. Tomaremos como ejemplo a los más representativos, y que marcarían la pauta tecnológica de los sistemas actuales. Describiremos sus **características y funcionamiento**, sin omitir, por supuesto, las **pruebas comunes** que se deben realizar cuando dichos sistemas fallan. No olvidemos que todavía hay vehículos en circulación con sistemas de encendido electrónico que aún incluyen distribuidor



## OBJETIVOS

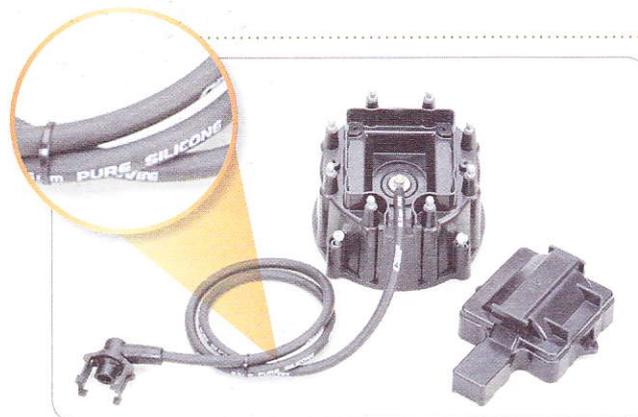
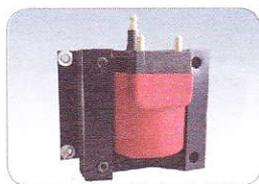
- ✓ Identificar las características y el funcionamiento de algunas variantes del sistema de encendido electrónico con distribuidor
- ✓ Realizar pruebas de operación básicas a algunas variantes del sistema de encendido electrónico con distribuidor

Se conocen dos versiones del sistema HEI:

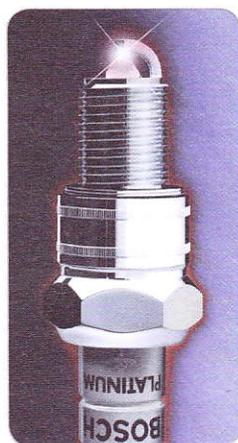
- En una de ellas, la bobina de ignición se ubica en el conjunto del distribuidor



- Mientras que en la otra se instala por separado.



Los sistemas HEI usan cables de silicona para la transmisión de voltaje.



Para que la chispa sea generada con las especificaciones adecuadas, en los sistemas de encendido electrónico con distribuidor HEI, no pueden utilizarse bujías estándar. Se requieren bujías especiales.

## I. ENCENDIDO POR DISTRIBUIDOR DE ALTA ENERGÍA (HEI)

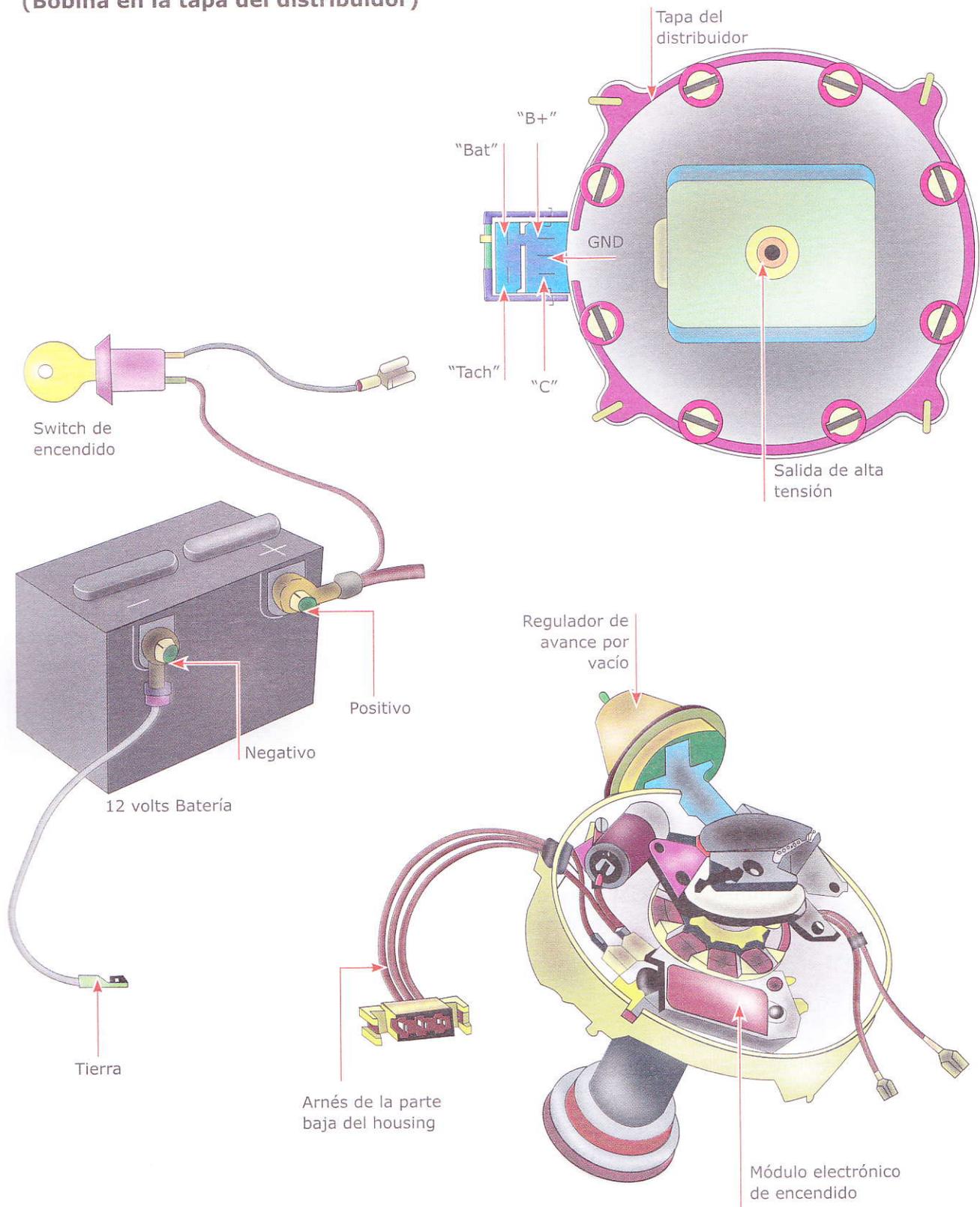
Este sistema apareció a principios de la década de 1970; lo incluyeron por ejemplo los modelos Century 88 y Celebrity 86 de la marca General Motors. Su característica es que produce elevaciones de tensión de hasta 35,000 voltios, y por eso se le llama “**sistema de encendido de alta energía con distribuidor**”; pero se le identifica por las siglas **HEI** (*High Energy Ignition* o **ignición de alta energía**).

En las primeras generaciones de estos sistemas (en sus dos versiones), los distribuidores tenían reguladores de avance centrífugos y por vacío, que se usaban para controlar el tiempo de encendido. En sistemas HEI de versiones posteriores, este control del avance para el encendido dependió ya del módulo de control electrónico.

Ahora bien, como los sistemas HEI son de alta tensión, utilizan cables de silicona para la transmisión de voltaje. Y por ello, los dispositivos de retención que se emplean para asegurar dichos cables, evitan que su recubrimiento (que es relativamente blando) roce con el motor. Y es que la alta temperatura puede afectar el funcionamiento del sistema de encendido.

Otra característica particular de los sistemas HEI, es que los electrodos de las bujías están más separados entre sí que los electrodos de bujías utilizadas en otros sistemas de encendido; su separación es unos 2.03mm (para conocer la tolerancia exacta, consulta el manual de servicio correspondiente). Dicha separación es mayor, por la alta tensión que estos sistemas generan para obtener la chispa; también, porque una chispa larga es más eficaz para encender la mezcla aire-combustible.

■ Sistema de encendido HEI  
(Bobina en la tapa del distribuidor)





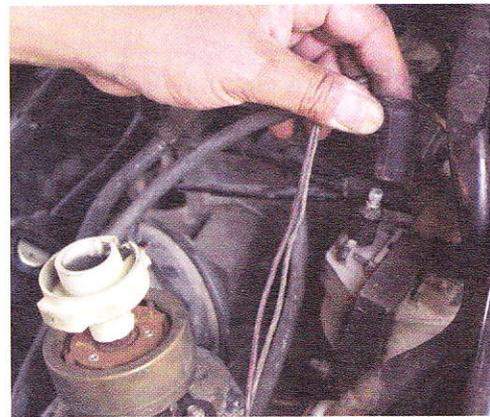
## Pruebas de operación al sistema HEI

Para verificar un sistema HEI, debe hacerse lo siguiente:



1

Primero, se debe quitar la tapa del distribuidor; hay que girarla, de manera que los sujetadores la dejen libre y pueda ser retirada.



2

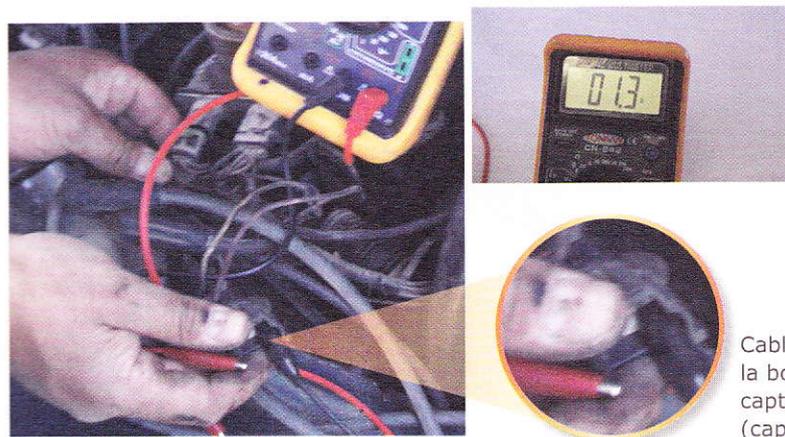


3

Con un multímetro en función de óhmetro, hay que verificar la resistencia de las terminales (5 ohmios en el primario, y 8000 ohmios en el secundario). Si el multímetro registra 0, deberá reemplazarse la bobina de encendido porque tiene abierto un circuito.



Para desmontar esta bobina, se deben retirar sus tornillos de fijación. Luego hay que extraerla junto con sus cables de conexión, y verificar que no tenga daños; si los tiene, deberá ser reemplazada al igual que su junta de sello.



4

Cables de la bobina captadora (captador)

Hay que separar el rotor y los cables de la bobina captadora (generador de señales) en el distribuidor. Luego hay que poner el multímetro en función de óhmetro y colocar las puntas de prueba en los cables del captador. El aparato debe marcar valores de entre 500 y 1500 ohmios; de lo contrario, habrá que sustituir la bobina captadora (generador de señales).

## II. ENCENDIDO ELECTRONICO CON DISTRIBUIDOR Y SENSORES INTEGRADOS

Algunos de los “primeros sistemas” de encendido electrónico con distribuidor que incluyeron sensores, conservaron los mecanismos centrífugos y por vacío para el control de avance del encendido. Esta variante la utilizaron principalmente algunos modelos de Renault, como el Alliance 87 o el Encore del mismo año.

Estos sistemas se caracterizan por el uso de:

- Un **sensor de RPM del motor**. Con base en la velocidad de giro del cigüeñal, este sensor genera una señal de corriente alterna.
- Un **sensor de presión en el múltiple de admisión**. Mide la carga del motor, y con base en la presión existente en el múltiple de admisión del motor, genera una señal.

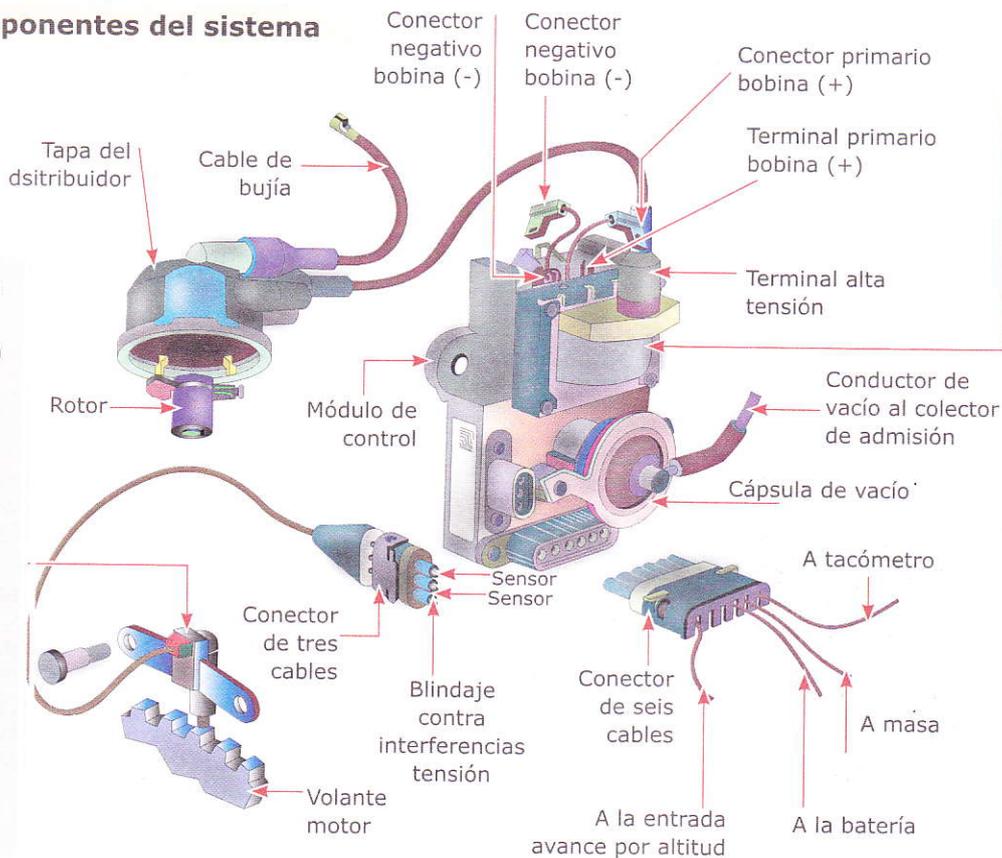
Algunas ventajas de estos sistemas de encendido electrónico dotados de sensores son:

1. Regulan mejor el encendido.
2. Incluyen parámetros de control adicionales (por ejemplo, las RPM del motor).
3. Buen comportamiento del arranque, mejor marcha en ralentí y menor consumo de combustible.
4. Control de una mayor cantidad de datos de funcionamiento.
5. Regulación antidetonante dentro de los cilindros del motor.

### Componentes del sistema

#### Sensor de posición del cigüeñal

Monitorea la posición del cigüeñal y la velocidad del motor, y con ello genera una señal que proporciona al módulo de control. Y así, éste calcula el ángulo de encendido (el cual corresponde a la posición –en grados– del cigüeñal antes de que un pistón esté en FC, para dar tiempo a la detonación de la mezcla aire-combustible).



#### Bobina de encendido

Genera la alta descarga eléctrica para generar la chispa dentro de los cilindros del motor.

#### Sensor de presión en el múltiple de admisión

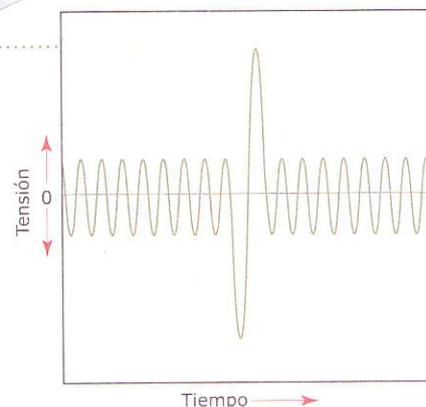
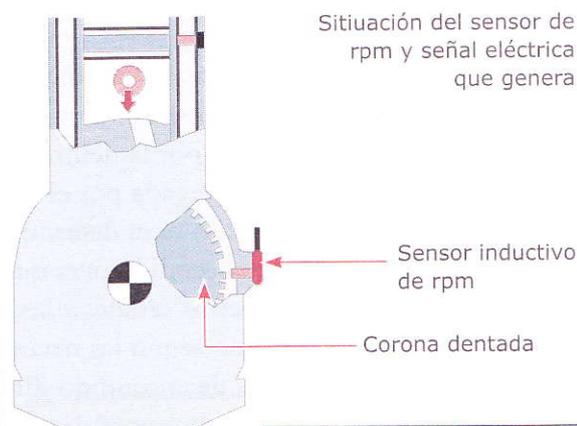
Proporciona una señal al ECM, con la que éste determina el vacío existente en el múltiple de admisión (y con ello, la carga del motor) para determinar el ángulo de encendido.



### Sensor de posición del cigüeñal

Este dispositivo **permite determinar el número de RPM del motor y la posición del cigüeñal**; consta de un imán permanente, que lleva enrollada una bobina; y en ésta se induce una tensión, cada vez que un diente de la corona pasa frente al sensor. Como resultado de esto, se detecta la velocidad de rotación del motor.

En la corona existe un diente con un hueco más ancho que el de los demás dientes; está situado  $90^\circ$  antes del punto muerto superior (PMS) de cada pistón. Cuando dicho diente pasa frente al sensor, la tensión generada en su bobina es mayor que la que se genera cuando los demás dientes pasan frente a él; y así, se le indica al módulo de control que el pistón llegará al PMS  $90^\circ$  de giro (del cigüeñal) después.

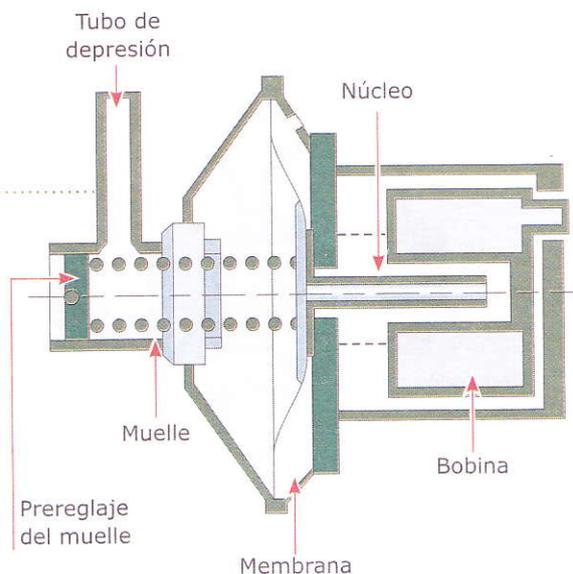


### Sensor de presión

Su función es **transformar el valor de depresión que hay en el múltiple de admisión, en una señal eléctrica** que se envía al módulo de control para que la interprete. Y para hacer tal conversión, este dispositivo impulsa a un núcleo que se desplaza por el interior de la bobina de un oscilador.

La frecuencia eléctrica obtenida, depende de la posición del núcleo dentro de la bobina. La señal generada por el sensor no proporciona una medida exacta de la carga del motor; para ello se requiere saber la cantidad de masa de aire que entra en los cilindros; y para esto, se necesita un elemento que funcione como caudalímetro (tal es el caso del regulador por vacío que aún se utiliza en estos sistemas).

En los motores de inyección electrónica de gasolina, este dato es más que importante; así que la señal de carga utilizada para la preparación de la mezcla, puede emplearse también para calcular el ángulo de encendido en el sistema de encendido.



## Funcionamiento del sistema

En estos sistemas, el ángulo de encendido es calculado por el módulo de control; y para ello, considera factores como el consumo de combustible, el par motor, la vibración ocasionada por la detonación, la temperatura del motor, etc.

La señal entregada por el sensor de vacío y la señal de registro del regulador de vacío son utilizadas para determinar la carga del motor, y para que el módulo determine el ángulo de encendido para que el motor encienda.

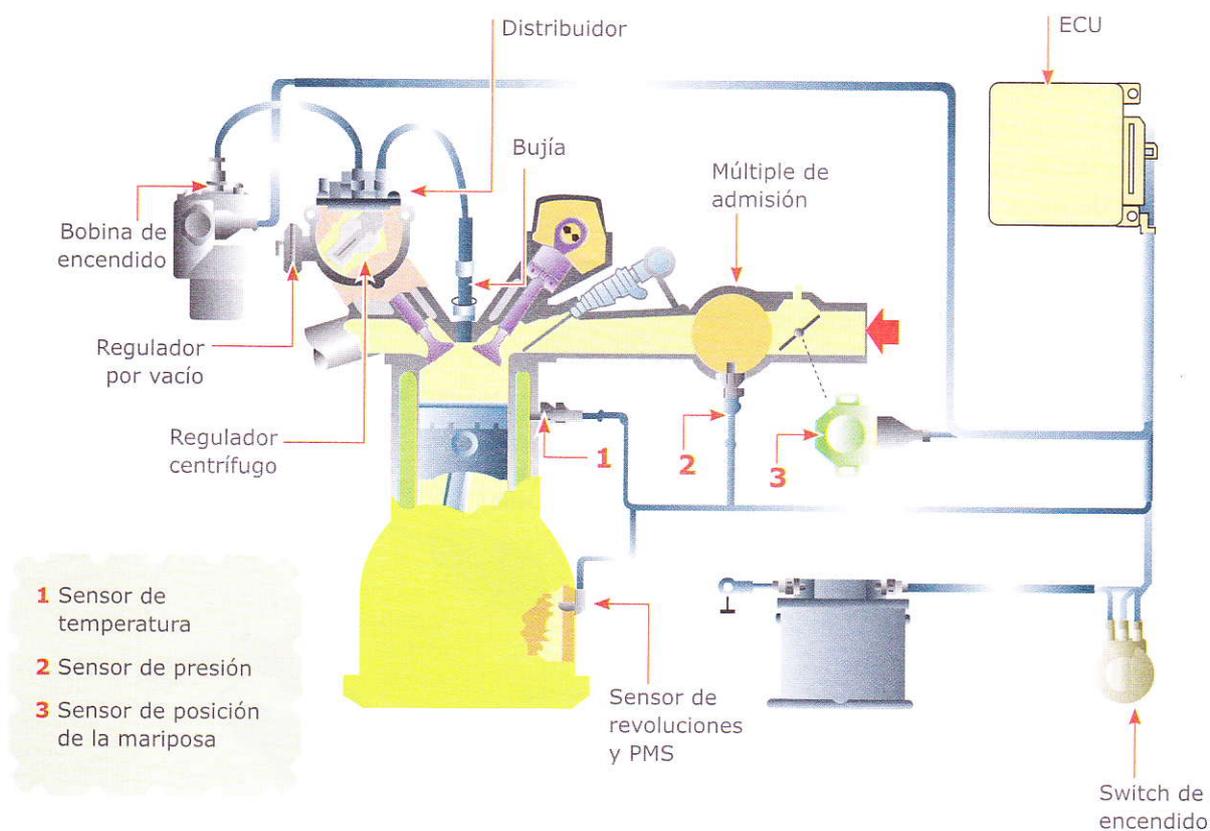
Mediante estas señales y las RPM del motor, se puede determinar un ángulo de encendido óptimo según las necesidades del motor. Existen aproximadamente de 1,000 a 4,000 ángulos de encendido diferentes.

**El ángulo de encendido se calcula en función de la velocidad de giro y la temperatura del motor;** cuando su velocidad de giro es un poco inferior a la velocidad de ralentí, el ángulo de encendido puede ajustarse en sentido de “avance”; y con ello, se logra una estabilización de marcha en ralentí.

En marcha por inercia (vehículo cuesta abajo), los ángulos de encendido se programan con base en la emisión de gases de escape. Esta información es proporcionada por un sensor  $O_2$ .

Para determinar y programar el mejor ángulo de encendido con el motor operando a plena carga, debe tomarse en cuenta el límite de detonación de la mezcla de aire-combustible. Esta información es proporcionada por el sensor KS.

La función de regulación del encendido puede estar integrada en el control de inyección de combustible.



## Pruebas de operación al sistema

Para probar el funcionamiento de este tipo de sistema, hay que hacer lo siguiente:

Con la llave del switch de encendido en la posición donde se cierra el circuito de alimentación, y utilizando un cable puente, se debe poner a tierra durante unos instantes la terminal negativa de la bobina de encendido.

Además, uno de los extremos del cable de conexión del embobinado secundario de la bobina, debe situarse a 6mm del punto donde se aterriza la conexión de la terminal negativa de la bobina. Con ambas acciones, debe producirse una chispa pequeña; de lo contrario, será necesario reemplazar la bobina de ignición.

Revisar cuidadosamente todos los cables de conexión del sistema. Se requiere más atención en los cables de conexión para el secundario de la bobina, el distribuidor y las bujías; no deben tener defectos ni grietas.

1

4

2

También se debe revisar que las conexiones estén correctamente ajustadas.

3

Medir el voltaje de la batería. El nivel de este voltaje debe ubicarse dentro del rango adecuado de operación (entre 12.0 y 12.5 voltios).

### III. ENCENDIDO DURASPARK CON DISTRIBUIDOR

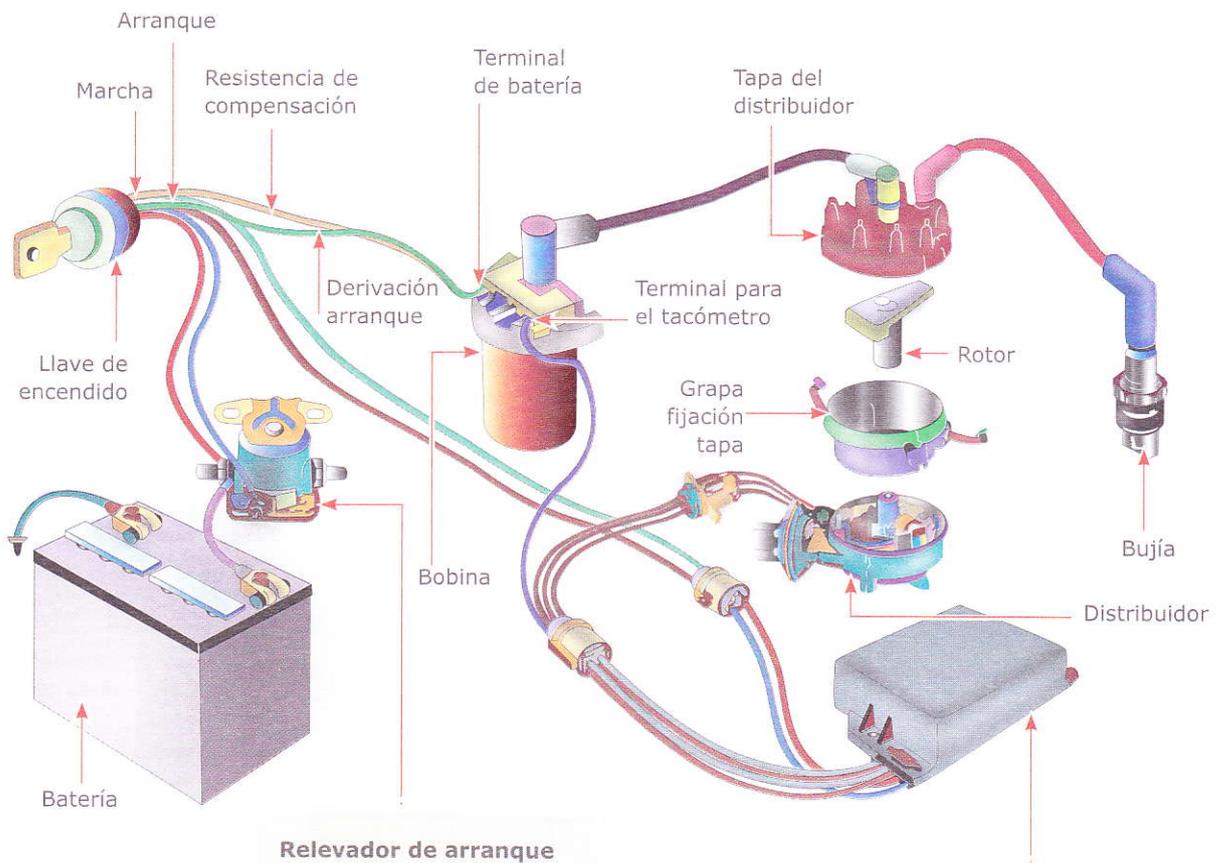
En 1973 Ford Motor Company comenzó a utilizar el encendido electrónico, y en 1976 presentó el sistema Duraspark II.

El mayor cambio que hizo al sistema, además de **rediseñar el módulo de control de encendido**, fue la gran tapa del distribuidor para manejar el aumento de la chispa de energía. Normalmente, el distribuidor de este sistema utilizaba medios mecánicos para el control de avance centrífugo y por vacío.

Y, precisamente, una de las características del distribuidor que se empleó en estos sistemas, fue que alrededor del rotor había tantas puntas como cilindros del motor.

Algunos de los modelos de Ford que utilizaron este sistema fueron el Grand Marquis 84, el Crown Victoria 87, el Topaz 88 y el Cougar 90.

#### ■ Componentes del sistema Duraspark



#### Relevador de arranque

Aumenta la alta tensión requerida por la bobina de encendido. En este sistema la alta tensión de descarga es ligeramente mayor que el promedio de la generada por otros sistemas de encendido.

#### Módulo de encendido (Duraspark)

Es un dispositivo electrónico de control auxiliar al ECU, para procesar las señales que generan un captador de efecto Hall o una bobina captadora, según el sistema de encendido del que se trate. Su función es controlar el corte de corriente en el primario de la bobina de encendido, en el tiempo exacto y oportuno.

## Funcionamiento del sistema Duraspark

En este sistema, el impulso de tensión alcanza su punto máximo en la bobina captadora (generador de señales), justo en el momento en que alguna de las puntas se encuentra perfectamente alineada con el núcleo de dicha bobina. Gracias a esto, el módulo de encendido *Duraspark* recibe la señal respectiva.

Mediante dos señales adicionales (una que indica las RPM del motor, y que es generada por el regulador de avance centrífugo; y otra que indica la carga del motor, y que es generada por el regulador de avance por vacío), el **módulo de encendido *Duraspark*** puede calcular dos condiciones: la **posición que los pistones** tienen dentro de los cilindros cuando se encuentran en su PMS, y el **ángulo de encendido correcto**.

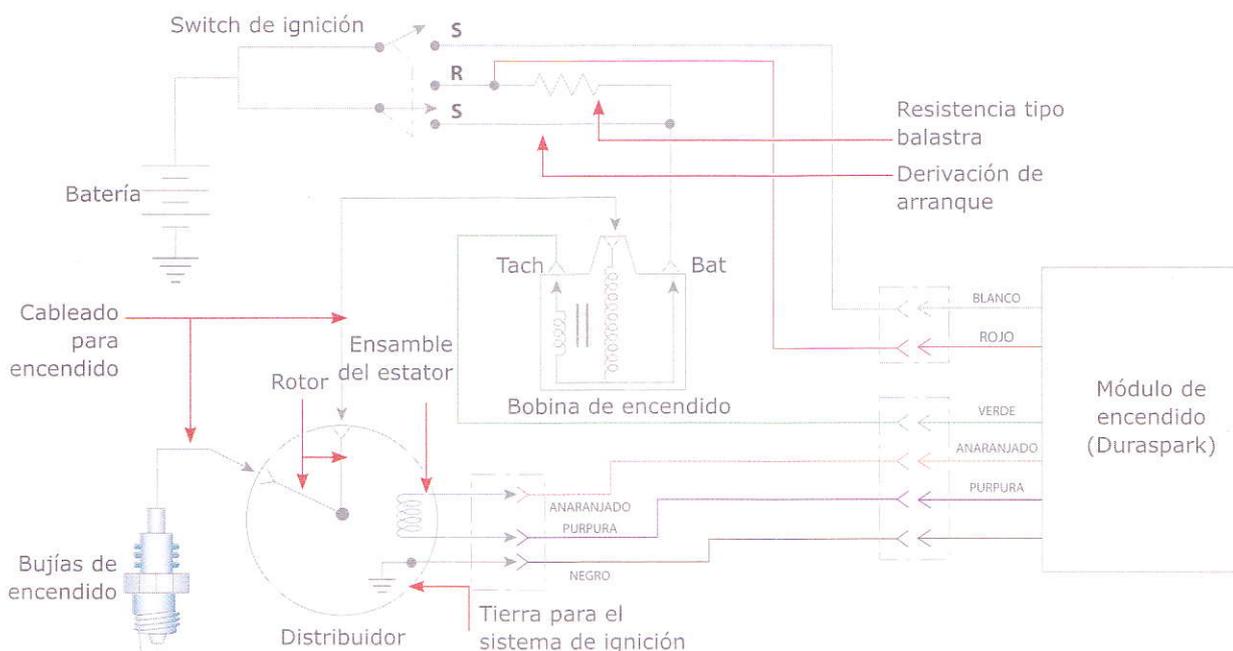
Para conducir la tensión hacia las bujías, como es superior a la generada en los sistemas de encendido convencionales, se emplean cables especiales fabricados con silicona.

En algunas versiones del sistema de encendido electrónico *Duraspark*, el módulo de encendido posee un compensador de altura y carga. Este compensador proporciona información adicional a dicho módulo, para que determine con mayor precisión el ángulo de avance o atraso del encendido (la información adicional es sobre las condiciones de operación del motor).

Esta versión de módulo de encendido utilizada en sistemas *Duraspark*, también incluye un interruptor de presión. Tal dispositivo le “informa” al módulo de control sobre los cambios de presión atmosférica en que se realiza la operación del motor.

Dicha información también es utilizada por el ECU, para ajustar el avance o atraso del encendido; y con ello, se ajusta la dosificación del combustible suministrado al motor. Por lo tanto, se evita que éste vibre en exceso a causa de mezclas sumamente ricas.

### ■ Diagrama de cableado para encendido sistema *Duraspark II*

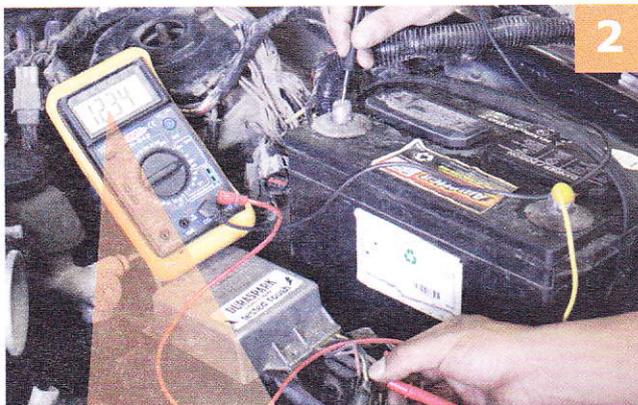


## Pruebas de operación al sistema

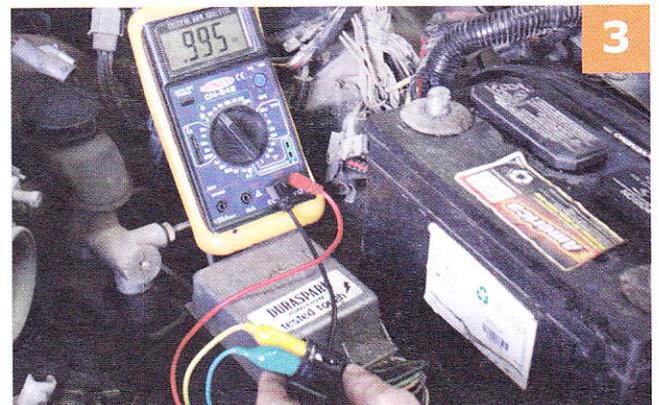
Para verificar el funcionamiento de un sistema Duraspark, debe hacerse lo siguiente:



1 Con un multímetro colocado en función de óhmetro, hay que medir la resistencia de la bobina captadora (generador de señales). Debe oscilar entre 400 y 1000 ohmios; de lo contrario, habrá que reemplazar la bobina.



2 Verificar la presencia de voltaje de alimentación en el conector del módulo de encendido (terminal número 2).

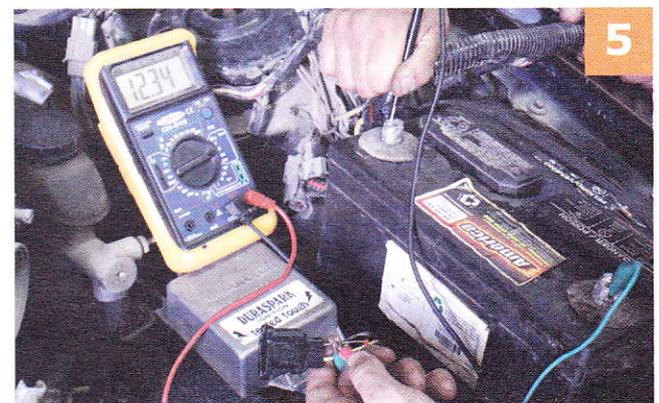


3 Con un multímetro en función de óhmetro, hay que verificar la resistencia en las terminales de conexión 4 y 5 del conector del módulo. Para hacer esto, el circuito de alimentación del sistema debe estar abierto (es decir, la llave del switch de ignición tiene que estar en OFF).

La resistencia debe oscilar entre 150 y 900 ohmios; de lo contrario, habrá que reemplazar la bobina captadora (generador de señales).



4 Verificar que la bobina captadora (generador de señales) y los dientes del rotor estén a una distancia adecuada (especificada por el fabricante). Esto se hace con una lana de calibración.



5 Revisar que haya tierra en la cavidad de conexión 5 del conector del módulo de encendido.

## IV. ENCENDIDO TRANSISTORIZADO POR DISTRIBUIDOR

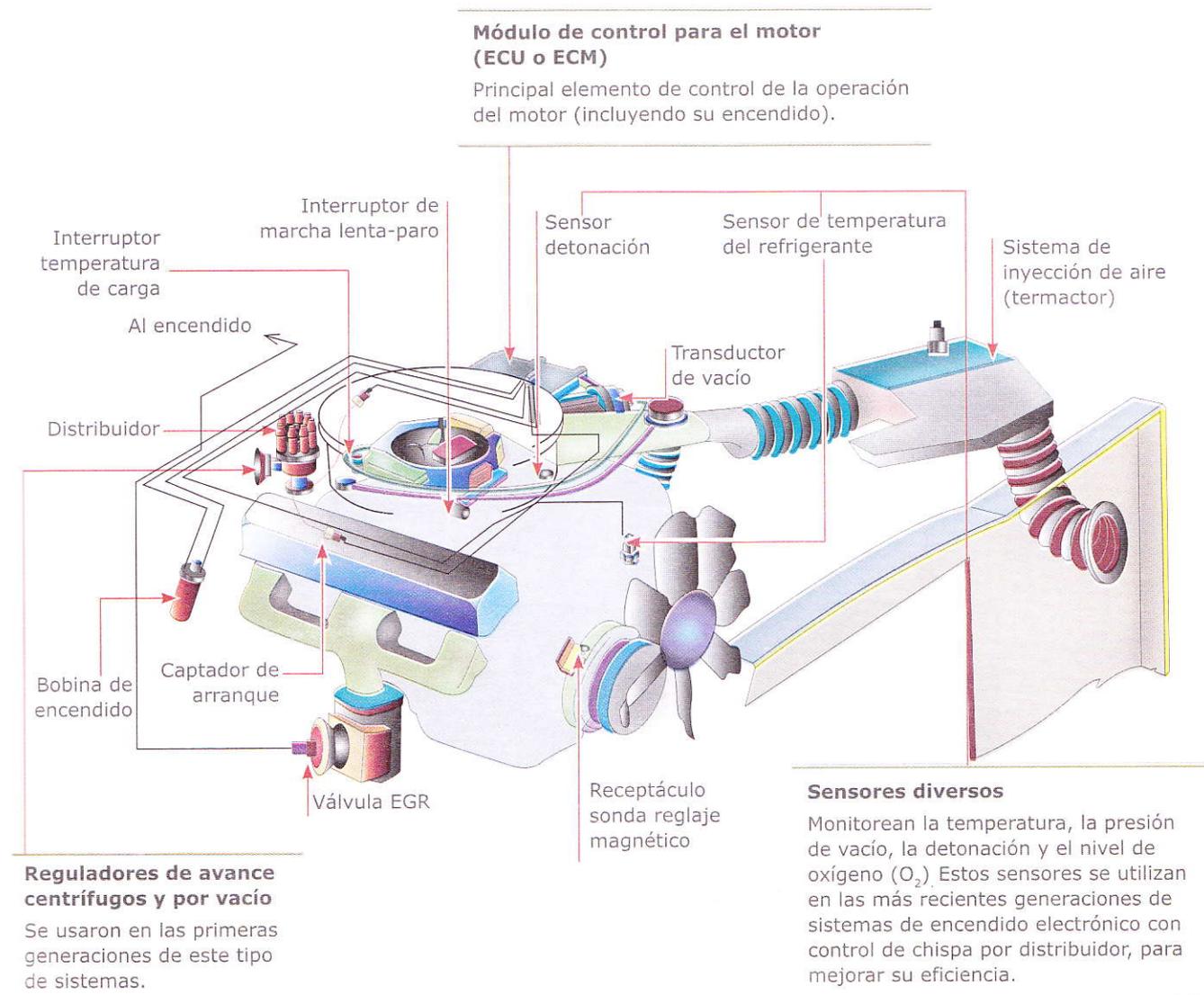
Estos sistemas de encendido electrónico con distribuidor, utilizan también reguladores de avance del ángulo de encendido; son reguladores de tipo centrífugo y por vacío.

En las generaciones anteriores, se empleaban diversos sensores para monitorear la operación del motor, pero a partir de esas primeras versiones de sistemas de encendido electrónico transistorizado con control de chispa, se desarrollaron sistemas que, de manera integral, por medio de la **válvula EGR y un sistema de inyección de aire (termactor)**, controlan la recirculación de gases de escape.

En la actualidad, este sistema permite mejorar la eficiencia del motor, gracias a su mayor precisión para generar la chispa eléctrica en las bujías en el momento más oportuno. Gracias a esto, se aprovecha mejor el combustible y el motor entrega más potencia.

Este sistema se utilizó principalmente en vehículos de la marca Volkswagen como el Corsar 84 y algunos otros modelos.

### ■ Componentes del sistema



## Funcionamiento del sistema

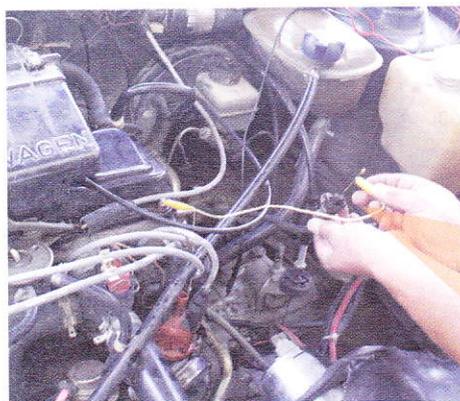
Cuando se acciona la llave para poner el switch de encendido en posición de arranque (ON), un **captador de arranque** “solicita” al módulo de control del motor (ECU o ECM) que suministre un avance de encendido adicional sólo durante el arranque. Esto es para facilitar el encendido de la mezcla aire-combustible admitida en los cilindros.

Una vez que el motor está en funcionamiento, el captador de marcha “indica” al módulo de control las condiciones de operación del mismo; principalmente, “le informa” sobre la velocidad de giro o RPM del motor y las posiciones de los pistones.

Por otra parte, a medida que la temperatura del motor alcanza su nivel normal, un sensor de temperatura proporciona una señal al módulo de control; y éste, con base en tal información, determina el mejor ángulo de encendido. Por lo tanto, este sistema de encendido requiere señales de información sobre los parámetros de operación del motor; y de esta manera, puede calcular el ángulo de encendido óptimo (ya sea avance o atraso) con respecto al funcionamiento del motor en un instante determinado.

## Pruebas de operación del sistema

Para verificar la operación de un sistema de encendido electrónico transistorizado, se debe realizar lo siguiente:



Revisar que se produzca la chispa, derivando a masa el negativo de la bobina de ignición. Para realizar la prueba, se debe cerrar el circuito de alimentación eléctrica del vehículo, sostener el cable de la bobina por la parte protegida y asegurarse que no haya algo inflamable cerca.

1



Verificar la tensión en la terminal positiva de la bobina; debe estar cerrado el circuito de alimentación eléctrica del vehículo.

2



3

Revisar la continuidad del circuito entre el módulo de encendido y la terminal positiva de la bobina.

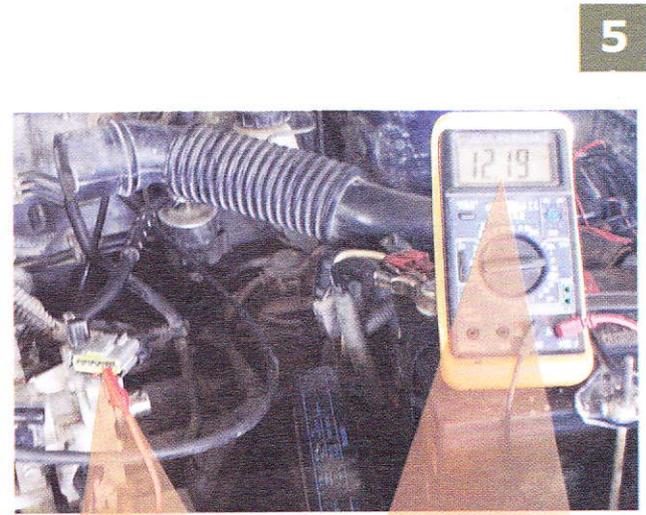


4

Verificar la tensión existente en la terminal negativa de la bobina de ignición; su valor debe ser idéntico al de la tensión que hay en la batería; de lo contrario, se debe reemplazar esta bobina.

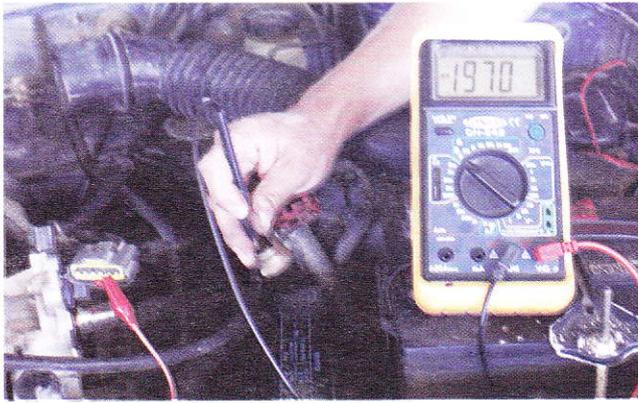


5



En el conector de cinco cavidades utilizado por el módulo de control electrónico (ECM o ECU), debe medirse la tensión que hay en la cavidad número 1. El aparato debe marcar un valor de 5 voltios.

Si registra que hay más o menos de 5 voltios, enseguida tendrá que medirse la tensión existente en la cavidad número 2 del conector. En este caso, el aparato debe marcar un valor igual al de la tensión que hay en la batería (o sea, 12 a 12.5 voltios).



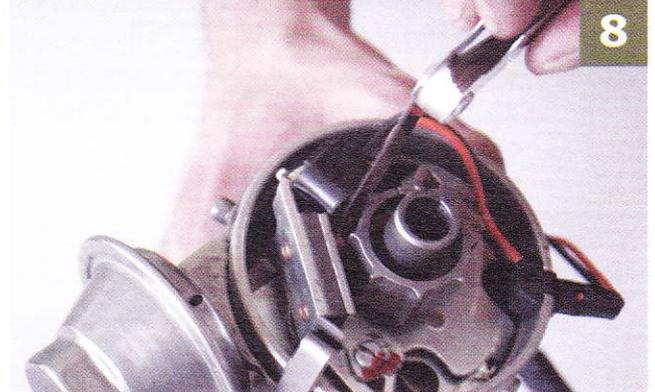
6

Si no registra valor alguno, deberá revisarse la continuidad del circuito. Si no hay continuidad, deberá reemplazarse el conector de 5 cavidades; o bien, los cables del arnés que estén dañados o abiertos.



7

Revisar el circuito de la bobina captadora (generador de señales) y medir la resistencia entre sus terminales de conexión. Se debe registrar un valor de entre 150 y 900 ohmios; de lo contrario, deberá reemplazarse esta bobina.



8

Verificar la separación entre la bobina captadora (generador de señales) y su reluctor, con una lana calibradora.



### EN POCAS PALABRAS

- ✓ El encendido por distribuidor de **alta energía (HEI)** apareció a principios de la década de 1970. Se caracteriza por producir elevaciones de tensión de hasta 35,000 voltios.
- ✓ El sistema HEI se fabrica en **dos versiones**: en una de ellas, la bobina de encendido se encuentra en el conjunto del distribuidor; en la otra versión, la bobina va instalada aparte.
- ✓ Los primeros sistemas de encendido electrónico con distribuidor, incluían **sensores** para monitorear las RPM del motor y la presión de carga del motor. Esta información se proporcionaba a un módulo de control, para que determinara el ángulo de encendido.
- ✓ En la década de 1970, Ford Motor Company presentó el sistema de encendido **Duraspark**; en él, se rediseñó el módulo de control de encendido.
- ✓ En los **sistemas de encendido transistorizados** por distribuidor se utilizan diversos sensores para monitorear la operación del motor. También cuentan con sistemas que, de manera integral, controlan la inyección y la recirculación de gases de escape.



## CONCEPTOS CLAVE

**Electronic Spark Timing (EST):** Control electrónico del tiempo de chispa, utilizado en sistemas de encendido electrónico de Chrysler.

**Regulación antidetonante:** Capacidad de un sistema de encendido automotriz, de controlar la detonación de la mezcla aire-combustible dentro de los cilindros del motor.

**Caudalímetro:** Dispositivo de medición de la cantidad de fluido dentro un conducto.

**Termactor:** Resistencia utilizada en motores de generación electrónica, para precalentar el aire que entra en el motor.

**Captador de arranque o marcha:** Dispositivo generador de señales, el cual detecta el movimiento de giro del cigüeñal; y con base en esto, genera la señal correspondiente para su procesamiento y cálculo en el ECM del motor.

**Reluctor:** Este elemento, localizado en un rotor, sirve para cortar el campo eléctrico inducido en un captador o bobina captadora.

**Captador electromagnético:** Dispositivo que genera señales alternas de corriente. Para hacer esto, su campo electromagnético debe ser interrumpido por un reluctor.

**Senoidal:** Comportamiento gráfico de una señal, cuya trayectoria depende de la función trigonométrica de *seno*.

**Ángulo de encendido:** Posición del cigüeñal junto con los pistones, en la cual se da el tiempo mínimo requerido para que se produzca la chispa e inicie la combustión.

**Módulo de encendido:** Dispositivo de los sistemas de encendido electrónico automotriz. De manera independiente, procesa las señales generadas por un generador de señal; y con base en ello, y de acuerdo con los regímenes de operación del motor, determina el ángulo de encendido óptimo.



## PRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

### 1. Relaciona ambas columnas, anotando en cada paréntesis la letra que corresponde:

- |  |  |
|--|--|
| a) Separación entre los electrodos de las bujías utilizadas en un sistema HEI  | ( ) Bobina de encendido  |
| b) Es un sistema que puede calcular entre 1000 y 4000 ángulos de encendido diferentes, de acuerdo con el funcionamiento del motor                  | ( ) Sensor de posición del cigüeñal y sensor de presión          |
| c) 12 a 12.5V es un voltaje de alimentación promedio para este dispositivo   | ( ) Módulo de encendido Duraspark                                |
| d) Monitorean ciertas condiciones del motor, para que el módulo de control, en cierto tipo de sistemas, pueda determinar el ángulo de encendido    | ( ) 2.03mm   |
| e) Puede calcular la posición que los pistones tienen dentro de los cilindros, cuando se encuentran en su PMS y el ángulo de encendido es correcto | ( ) Encendido electrónico con distribuidor y sensores integrados |

# El encendido electrónico sin distribuidor (DIS y EDIS)

Capítulo

4

El desarrollo de la electrónica, la miniaturización y el abaratamiento de los microprocesadores avanzados, han permitido mejorar el desempeño de los sistemas de encendido electrónico. Y como **su funcionamiento es ahora más preciso, se ha llegado a prescindir del distribuidor.**

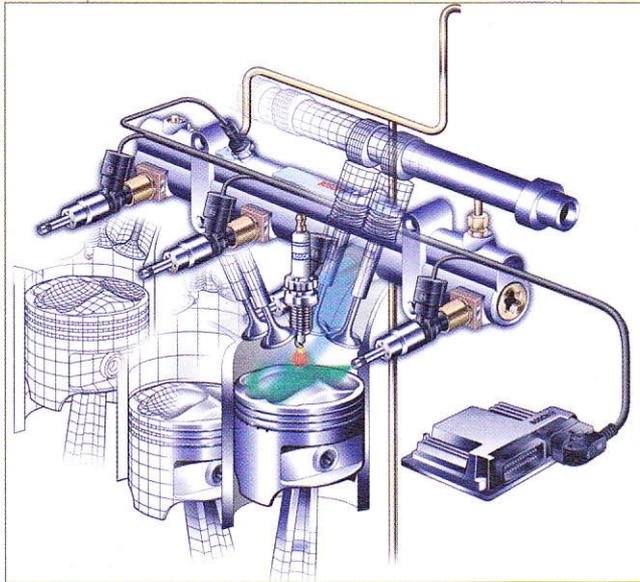
Pero estos modernos sistemas ya no pueden repararse con “pinza y desarmador”, como los sistemas convencionales con distribuidor. Se requiere conocer las particularidades de cada uno, debido a que existen variantes; y en muchos casos, es necesario contar con aparatos de diagnóstico especiales.

Aunque estos sistemas son muy confiables, es obvio que pueden fallar; y cuando ello sucede, la reparación consiste en la sustitución de módulos completos, que actualmente se fabrican en versiones DIS y EDIS.



## OBJETIVOS

- ✓ Identificar el funcionamiento y los componentes del sistema de encendido electrónico sin distribuidor (DIS y EDIS)
- ✓ Realizar algunas pruebas de operación y en los componentes del sistema de encendido electrónico sin distribuidor
- ✓ Conocer las nuevas tecnologías en los sistemas de encendido electrónico



Cuando la inyección de gasolina se convirtió en un sistema de alimentación común y se le incorporó un módulo de control electrónico para mejorar su funcionamiento, a este último se le agregaron ciertos componentes; y así, pudo reemplazarse el distribuidor.

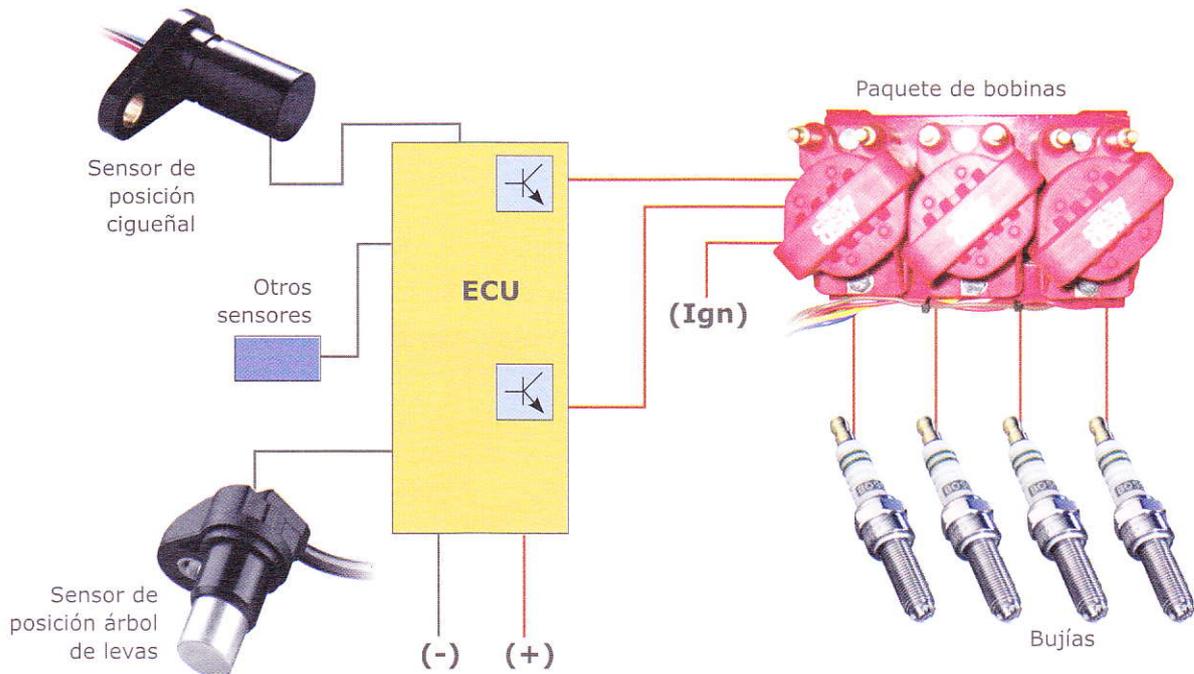
En los sistemas de encendido se sigue utilizando el distribuidor. Pero aunque es totalmente electrónico, muy seguro y duradero, está siendo reemplazado en los modernos sistemas de encendido electrónico. Básicamente por las siguientes razones:

- Contiene un pequeño dispositivo que maneja voltajes de miles de voltios, con los problemas de aislamiento que esto implica.
- Todavía utiliza varias piezas en movimiento, las cuales, con el paso del tiempo y el uso constante, se desgastan y ocasionan entonces fallas en el adelanto de la generación de la chispa de encendido.

## I. ENCENDIDO ELECTRÓNICO SIN DISTRIBUIDOR

Los fabricantes de motores denominan y describen de distintas maneras al sistema de encendido electrónico sin distribuidor. En la figura que aquí se muestra, puedes ver un sistema básico; se trata precisamente de un sistema de encendido electrónico sin distribuidor.

### ■ Esquema básico de un sistema de encendido electrónico sin distribuidor



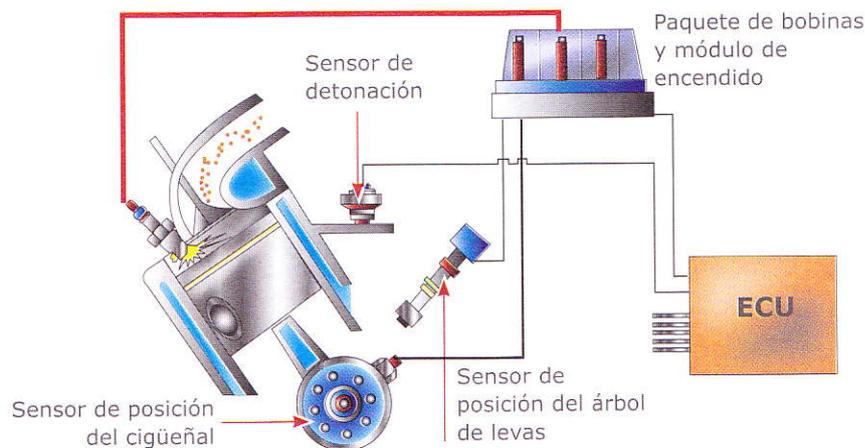
## Funcionamiento general del encendido electrónico sin distribuidor

El módulo de control electrónico (ECU) incluye un módulo de encendido. Éste puede ir instalado dentro de la propia ECU o en el bloque de bobinas. Y cuando va instalado junto con las bobinas, éstas toman el nombre de “bobinas de encendido”; también incluyen un circuito de generación de alto voltaje, desde donde salen los cables que conducen el voltaje hacia las bujías.

Tres sensores le proporcionan a la ECU los datos que necesita para “decidir” el momento más adecuado en que debe enviar pulsos al paquete de bobinas, a fin de producir la chispa y mandarla a las bujías. Es común que la señal procedente del sensor de temperatura del motor sea utilizada para refinar con más exactitud este momento.

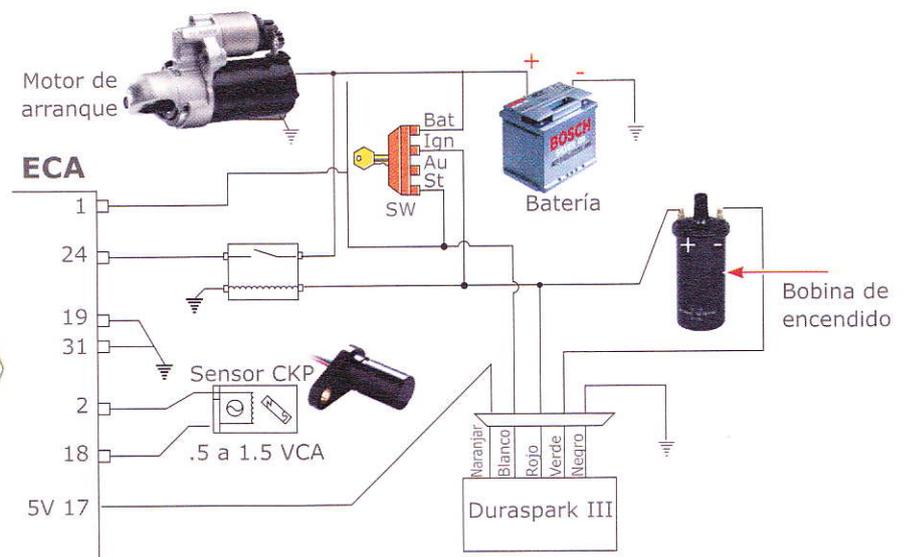
Veamos cuál es la función de cada sensor del sistema DIS:

- El sensor de posición del cigüeñal, se encarga de monitorear la posición del pistón. De esta manera, la ECU puede generar la chispa con el ángulo de avance calculado por ella misma.
- Con la información que le proporciona el sensor de velocidad de giro del motor, la ECU puede tomar decisiones sobre el ángulo de avance del encendido.



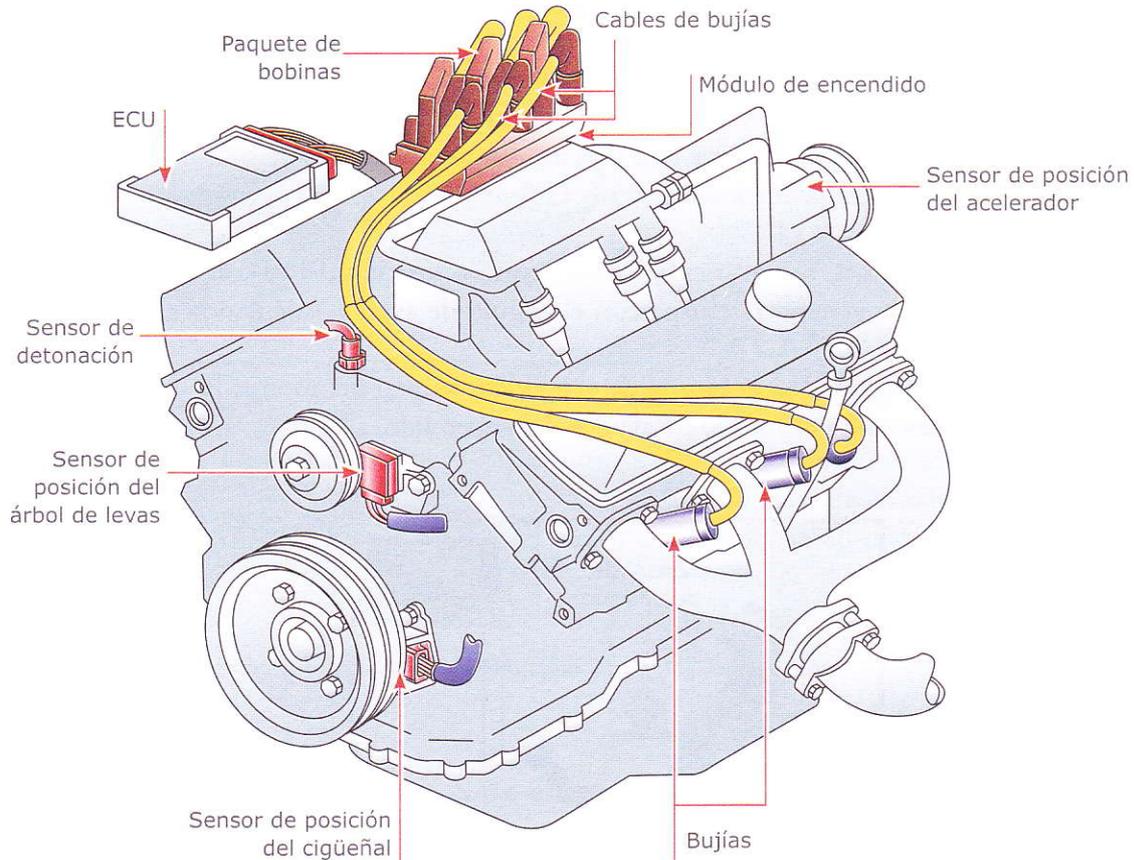
En 1985, en los modelos Grand Marquis, se dio a conocer uno de los primeros sistemas de encendido electrónico sin distribuidor. Dicho sistema, que desapareció en el mismo año, contaba con un sensor de posición de ángulo de giro del cigüeñal, ubicado detrás de la polea del dámper del cigüeñal.

Este sistema tenía la misma resistencia y generación de voltaje de una bobina captadora; también incluía una computadora (ECA) que activaba y desactivaba al propio módulo de encendido, para que éste, a su vez, activara y desactivara a la bobina de encendido.



## II. DIS (*DIRECT IGNITION SYSTEM*)

Entre los nuevos sistemas de encendido electrónico, se cuenta precisamente el **DIS (*Direct Ignition System*)** o **sistema de encendido directo**. Además de que prescinde totalmente de los elementos mecánicos, este sistema tiene otras ventajas:

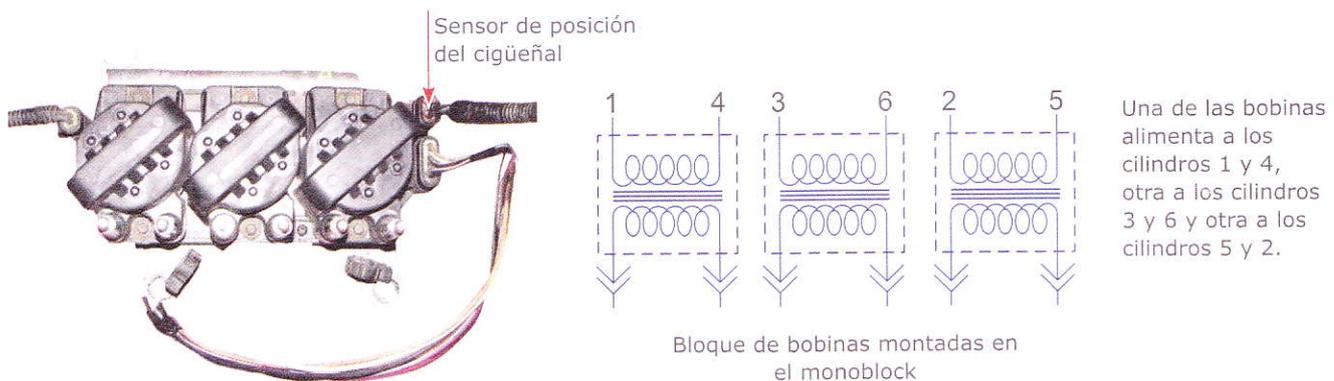
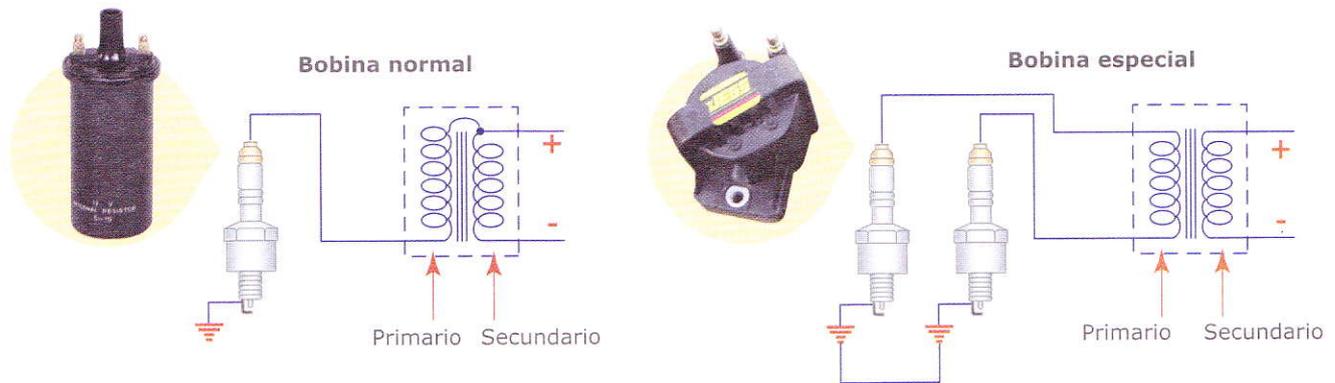


- **Gran control sobre la generación de la chispa:** Como la bobina tiene más tiempo para generar el suficiente campo magnético y hacer saltar la chispa que inflame la mezcla, se reducen los riesgos de falla de encendido a altas revoluciones en los cilindros.
- **Mejora el funcionamiento del motor,** porque se eliminan las interferencias eléctricas del distribuidor. Las bobinas pueden encontrarse cerca de las bujías, y en tal caso se reduce la longitud de los cables de alta tensión.
- **El avance del encendido es más preciso,** porque existe un mayor margen para su control.

Para comprender mejor los principios de este sistema, describiremos los que se utilizan en vehículos Chevrolet y Ford; aunque tienen un objetivo en común y usan los mismos componentes básicos, entre ellos hay ciertas variantes. Veamos.

## Sistema de encendido DIS (Chevrolet)

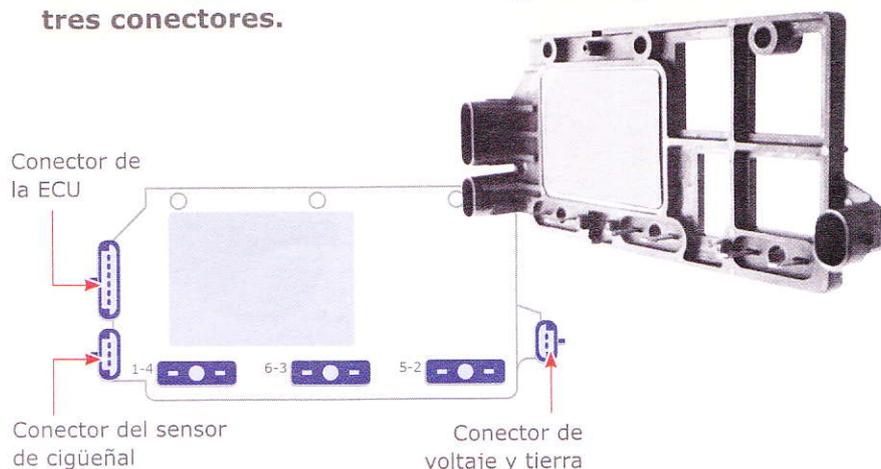
En vez de distribuidor, **utiliza un grupo de tres bobinas montadas en el lado izquierdo del monobloque**. Una de las terminales del embobinado secundario de cada una de estas bobinas, no se encuentra interiormente conectada al positivo del primario; dicha terminal de cada bobina tiene salida hacia el exterior, para alimentar a dos bujías. De manera que para completar el circuito, la chispa tiene que brincar en ambas bujías cuando aumenta el voltaje secundario.



Este sistema cuenta con un módulo de ignición directa (módulo DIS), el cual corta la corriente del circuito primario de la bobina correspondiente, a través de sus transistores de salida. Y lo hace, cuando uno de los dos cilindros se encuentra al final de la carrera de compresión.

Esta chispa se aprovecha para encender la mezcla aire-combustible; y con ello, en la bujía del otro cilindro también salta la chispa.

### ■ Módulo DIS sin las bobinas de ignición y sus tres conectores.



### Sensor del cigüeñal

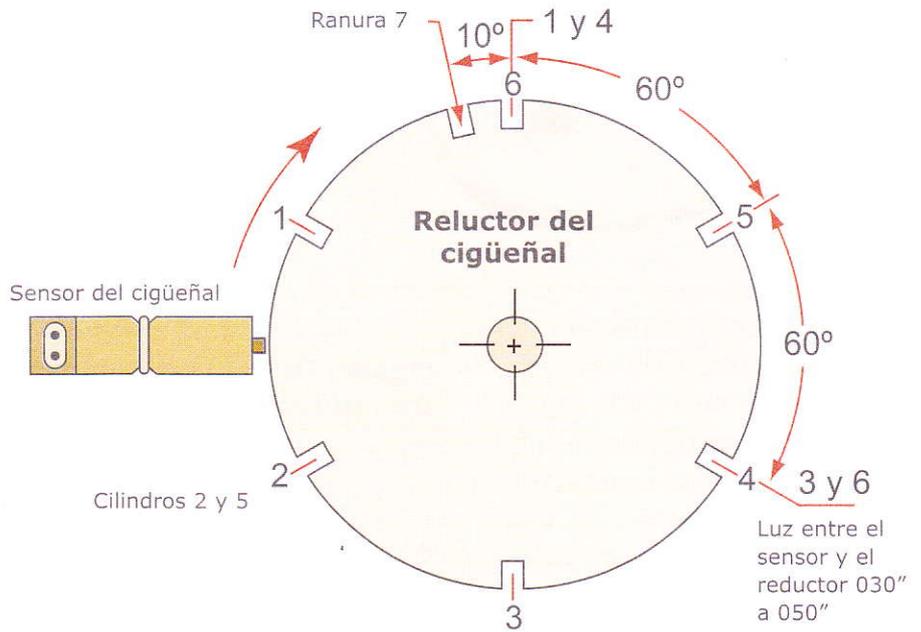
Es un componente electrónico-magnético, que va montado en el monobloque y está a una distancia de entre 0.030" y 0.050" del disco reductor del cigüeñal, el cual tiene siete ranuras. Cuando cada ranura del disco pasa frente a este sensor, varía el campo magnético y se genera entonces una señal.

**Dicha señal se envía al módulo DIS para determinar la posición del cigüeñal y, por lo tanto, a qué bobina debe hacer disparar.** Los cables del sensor tienen un blindaje metálico, el cual los protege contra corrientes parásitas que el módulo DIS interpretaría como información.

Al dar marcha, el módulo DIS no hace disparar a ninguna de las bobinas; lo hace, cuando el sensor del cigüeñal le manda una señal específica: la que este elemento genera, cuando frente a él pasa la ranura número 7 del disco reductor del cigüeñal. Este módulo "sabe" que se trata de dicha señal (y no de ninguna proveniente de las otras seis ranuras), porque la séptima ranura está a sólo 10° de la ranura número 1.

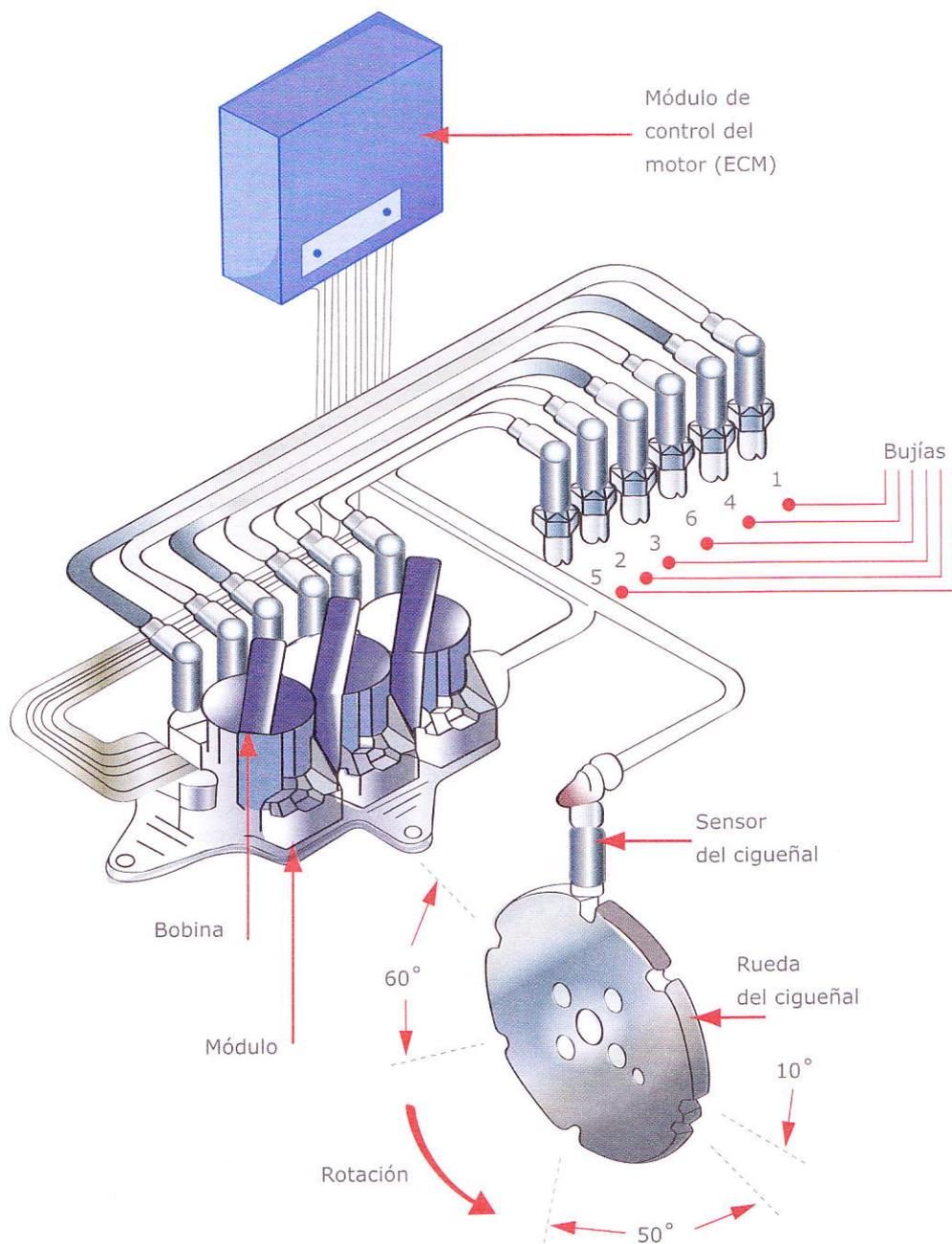
Entonces, como la distancia entre la ranura 7 y la ranura 1 es menor que la distancia entre la ranura 1 y la ranura 2, y entre ésta y la 3, y así sucesivamente, el módulo DIS "sabe" (porque es menor el tiempo de espera) en qué momento está recibiendo del sensor del cigüeñal la señal número 7 (o sea, la que este sensor genera cuando frente a él pasa la séptima ranura).

- Ranuras
1. La ignora
  2. Pulso para disparar la bobina 2 y 5
  3. La ignora
  4. Pulso para disparar la bobina 3 y 6
  5. La ignora
  6. Pulso para disparar la bobina 1 y 4
  7. Pulso de sincronía

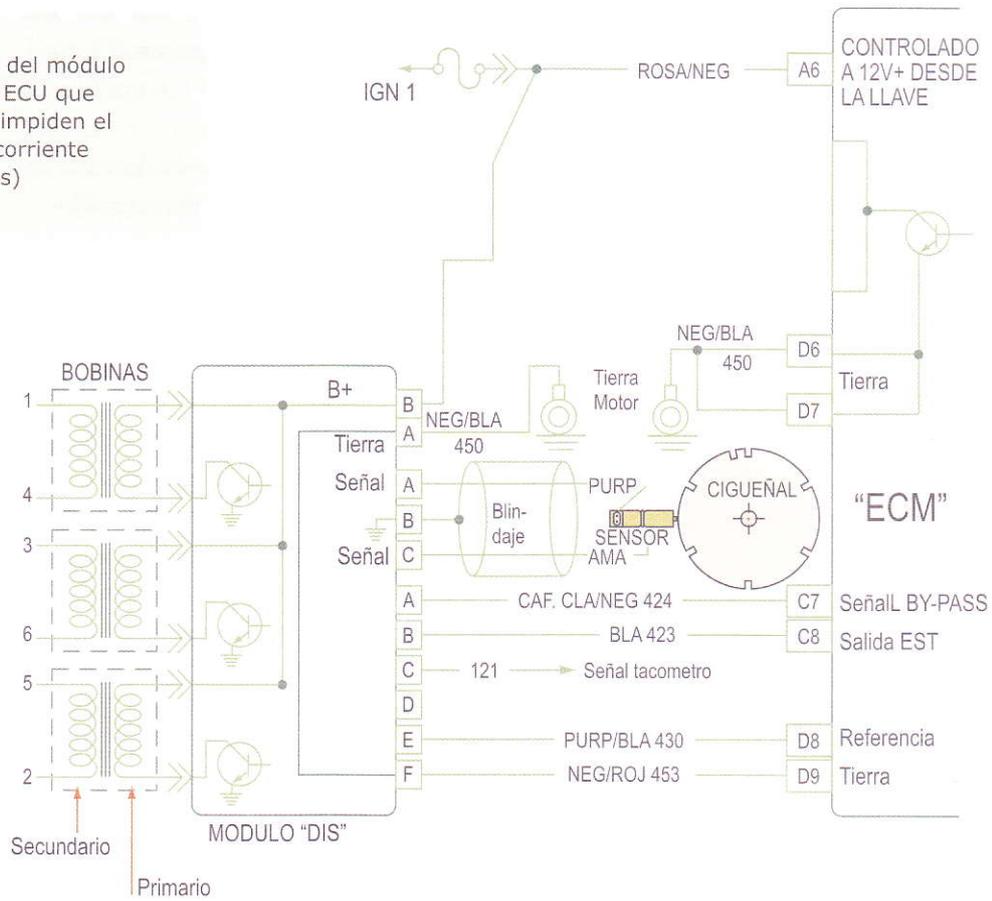


Por otra parte, cuando la ranura número 2 pasa frente al sensor, el transistor de salida de las bobinas 2 y 5 entra en conducción y hace que estas bobinas disparen. Cuando la ranura 3 pasa frente al sensor, el transistor de salida de las bobinas 3 y 6 entra en conducción y hace que estas bobinas disparen.

El avance o atraso del encendido es controlado electrónicamente, a través de varios sensores: sensor de presión del múltiple de admisión, sensor de posición del acelerador, sensor de temperatura del motor y sensor de RPM.



Conexiones del módulo DIS y de la ECU que permiten o impiden el paso de la corriente (transistores)



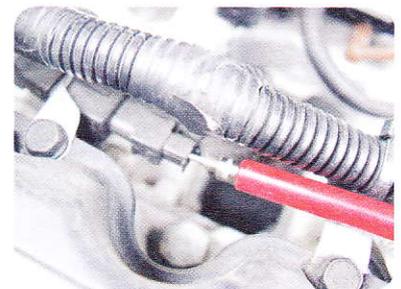
### ■ Prueba de operación

Esto es lo que debe hacerse, si al dar marcha no hay alto voltaje en ninguna de las bujías:

**1** Poner el switch de la llave en posición de encendido. Y luego, en el conector de dos terminales, verificar lo siguiente: que en una de ellas haya señal de tierra, y que en la otra haya voltaje de batería.

**2** Desconectar el conector de seis terminales, y darle marcha. Si hay chispa, significa que el problema se encuentra en el cableado de la ECU o que ésta se ha dañado. Si no hay chispa, se debe desconectar el arnés del sensor del cigüeñal y revisar el voltaje en corriente alterna.

**3** Para esto, hay que dar marcha de más de 1.5 voltios; si el voltaje es correcto, significa que el módulo DIS está dañado; y si no hay voltaje en el sensor del cigüeñal, significa que éste tiene daños o que sus cables de conexión están abiertos o aterrizados.



## Sistema de encendido DIS (Ford)

Los modelos de automóviles que cuentan con este sistema tienen un **ensamble único de tres bobinas**, las cuales se controlan por medio del propio módulo DIS (ubicado sobre el motor).

Este módulo y la ECU se encuentran intercomunicados, para energizar a las bobinas y los inyectores en secuencia correcta; esto es, con base en las señales que les proporcionan dos dispositivos de efecto Hall: un **sensor PIP** que monitorea la posición exacta del cigüeñal, y un **sensor CID** que monitorea la posición exacta del árbol de levas.

### Componentes del sistema DIS (Ford)

#### A Sensor CID

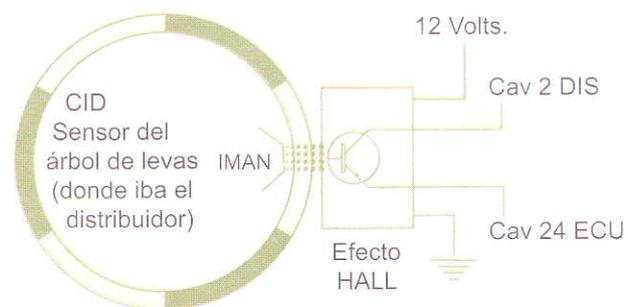
Es un sensor Hall del eje de levas (CID), y está ubicado en donde antes se encontraba el distribuidor. Tiene un eje rotatorio de una sola ventana y una sola lengüeta, que producen una señal digital (o de onda cuadrada) que indica la posición de cada pistón; y como es enviada al módulo DIS y a la ECU, ambos pueden hacer que los inyectores disparen en la secuencia correcta.

Este sensor recibe un voltaje de referencia (12 voltios) desde el módulo DIS, y tierra desde la ECU.

Dicho sensor se encarga de identificar a cada uno de los cilindros, y con ello genera una señal que le envía al módulo DIS; y éste, con base en dicha información y el orden de encendido (según el número y configuración de los cilindros), hace que

dispare la bobina a la que corresponde hacerlo.

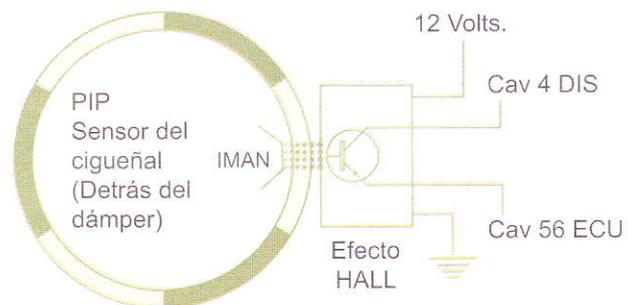
Cuando este sensor falla, el módulo DIS actúa al azar: hace que dispare cualquier bobina (haya llegado o no el turno de la misma para hacerlo), con el fin de que funcione el motor.



#### B Sensor PIP

Este sensor Hall, localizado detrás del damper, monitorea la posición del cigüeñal.

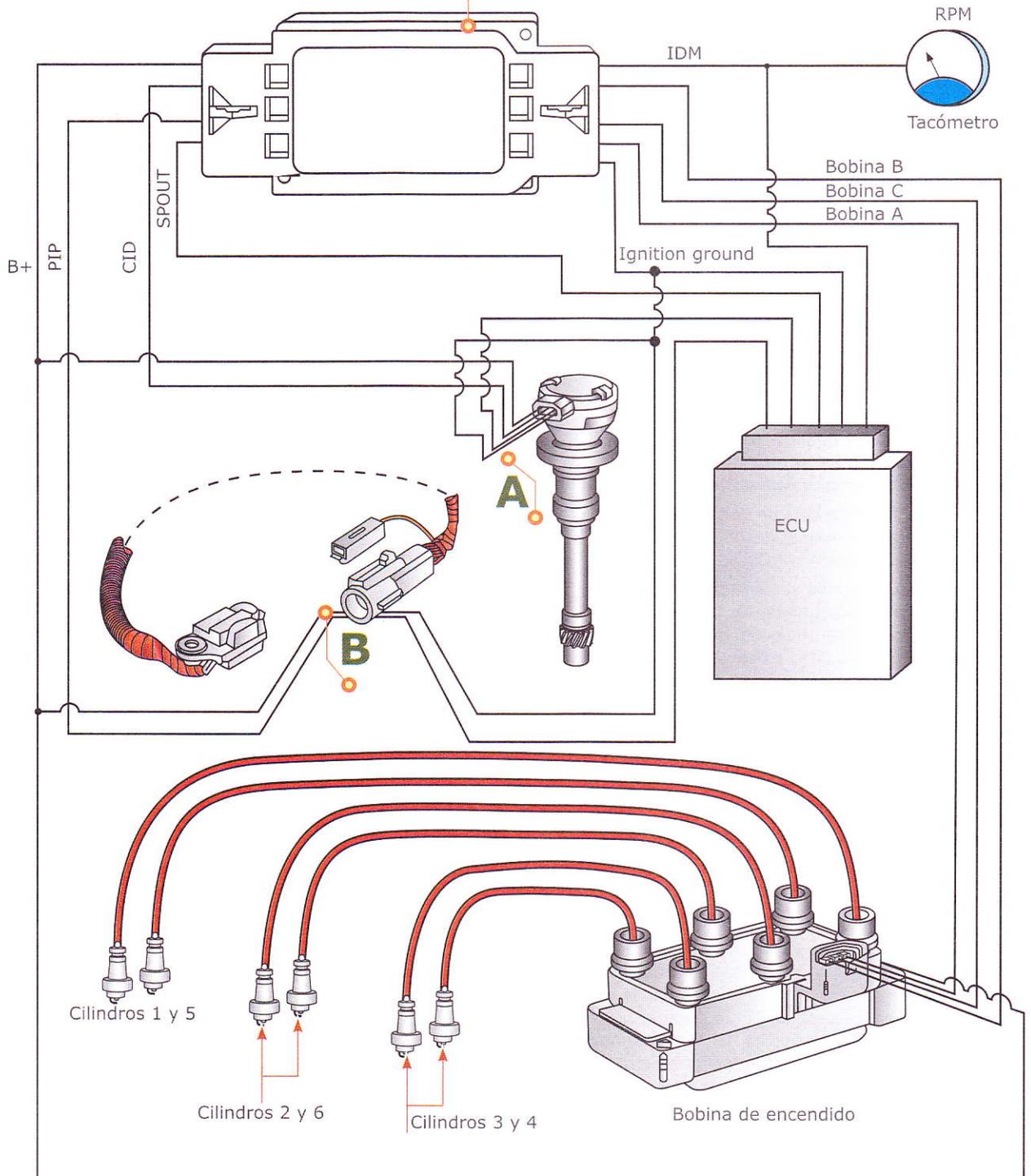
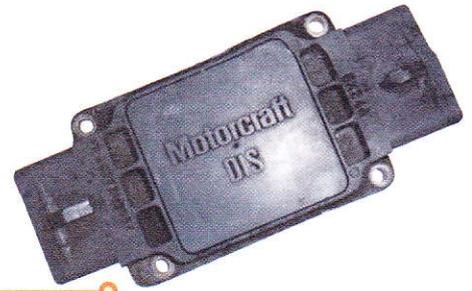
En su eje ranurado hay tres ventanas y tres lengüetas, que producen una señal digital (o de onda cuadrada) con base en un voltaje de referencia (12 voltios) que recibe desde el módulo DIS. Y esta señal se envía tanto a la ECU como al propio módulo DIS, para controlar el tiempo de encendido (operación de las bobinas).



## C Módulo DIS

Con base en las señales que recibe de los sensores CID y PIP (señales CID y PIP), este módulo conecta y desconecta en la secuencia correcta la corriente suministrada al primario de la bobina de ignición.

A su vez, este módulo envía a la ECU una señal digital llamada *sput*, relacionada con el avance de la chispa. La pendiente negativa de esta señal, hace que se enciendan las bobinas; y su pendiente positiva, las apaga.



Con base en el desempeño de las bobinas y en la información contenida en la señal *spout* (acerca del avance de la chispa), en el módulo DIS se genera una señal llamada *Ignition diagnostic monitor (idm)*. Esta señal es utilizada por la ECU, para hacer un diagnóstico del estado del sistema DIS.

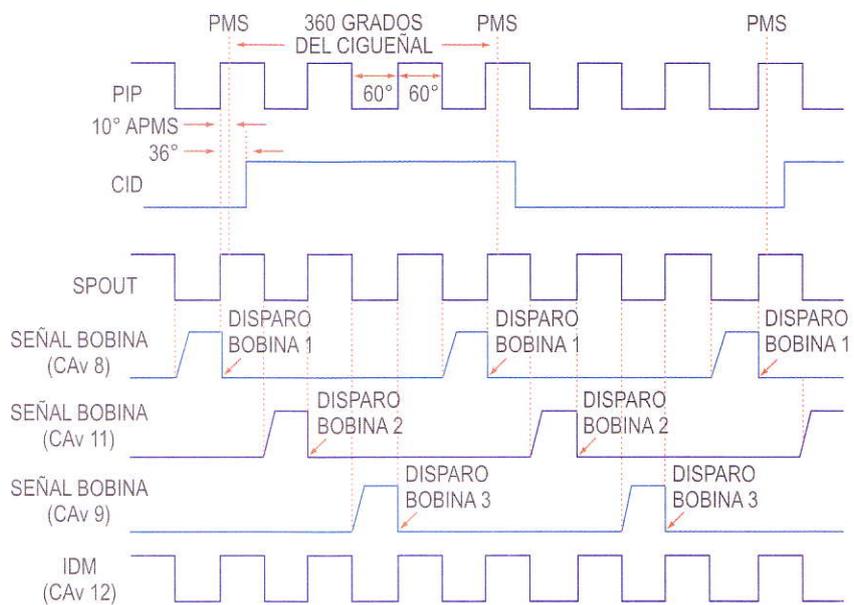
El tacómetro también aprovecha la señal *idm*. La usa como señal de RPM, porque, de acuerdo con lo indicado en la señal *spout*, le indica las condiciones de operación de las bobinas.

### Encendido de chispa perdida o desperdiciada

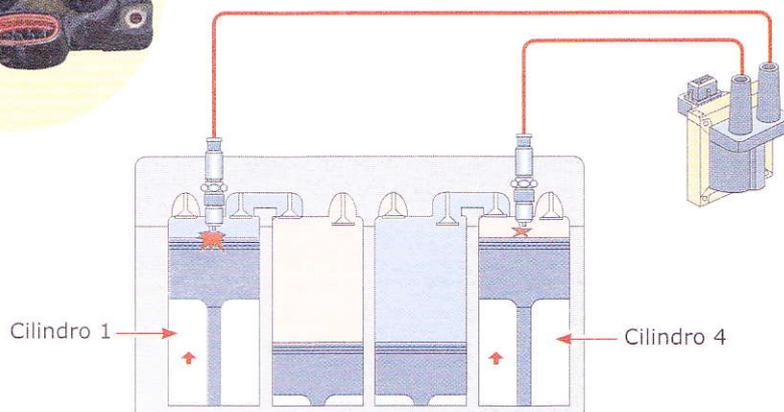
Para poder funcionar, el sistema DIS necesita que se encienda la chispa perdida o desperdiciada. Como las bujías están conectadas en pares, la chispa salta en dos cilindros a la vez (cuando uno de ellos está en la carrera de escape, y el otro en la de compresión).

El cilindro que va en carrera de escape, requiere poca energía de la chispa; y entonces, la energía restante es aprovechada por el cilindro que va en la carrera de compresión (explosión). El mismo proceso es ejecutado, cuando los cilindros invierten su ciclo de trabajo.

### FORMAS DE ONDA DIS



La bobina de seis torretas es en realidad un bloque de tres bobinas, las cuales alimentan a dos bujías a la vez.



## ■ Pruebas de operación

**1** En el sistema o módulo DIS, el tiempo no es ajustable. Pero cuando falla el sensor Hall del eje de levas (CID), no hay señal *spout*; si en ese momento arranca el motor, el DIS enviará señales de activación predeterminadas a las bujías y a los inyectores; y ajustará el sistema 10° APMS (antes del punto muerto superior), para que el motor encienda y pueda ser llevado al taller para que lo reparen.

**4** La falla que puede presentar el módulo de encendido DIS, es la pérdida de la chispa del paquete de bobinas. Esto sucede cuando una o dos torretas de la bobina mandan una chispa aterrizada a masa del vehículo.

**2** Los sensores de posición del cigüeñal y del eje de levas proporcionan una señal voltaica digital (cuadrada), que puede observarse con un osciloscopio digital. La onda debe ser limpia y constante; cualquier pico u onda irregular acompañada de sacudidas leves o fuertes del motor, obliga a cambiar ambos sensores.

**3** Para revisar el sensor de posición del cigüeñal con un voltímetro digital en escala de voltios, la lectura se promedia entre 0 y 12 voltios (es decir, 6 voltios); y en escala de frecuencia digital, la señal varía con la aceleración, pero no se dispone de especificaciones precisas.

### TOMA NOTA

En el sistema EDIS no existe sensor de posición del árbol de levas. La señal PIP es una señal artificial; es generada por el módulo EDIS, con base en la señal proporcionada por el sensor VRS y la señal proporcionada por la ECU (*saw*). Al final, la señal PIP se envía a la ECU.

## III. EDIS (ELECTRONIC DIRECT IGNITION SYSTEM)

El EDIS o sistema electrónico de encendido directo, surge en 1991 en las unidades Gran Marquis, Lincoln y Town Car. Este sistema es un tipo de encendido por chispa perdida, al igual que el sistema DIS. Consta de los siguientes elementos.

## ■ Pruebas de operación al sistema EDIS

Las bobinas deben indicar menos de 1 ohmio entre los polos. Deben ser conectadas en forma de hermanas, en donde asientan los cables de las bujías; por ejemplo, lado derecho superior con lado derecho inferior, dará 12 a 14 kilo-ohmios.

La señal *saw* (señal de ajuste de tiempo de encendido) es igual a la señal *spout*. Para verificar el control de tiempo de encendido, debemos conectar una lámpara estroboscópica directamente en las marcas de tiempo de la unidad.

Y luego de desconectar el puente *spout* o la línea *saw*, debemos verificar que la unidad se encuentre a 10° APMS aproximadamente; si esto no se

cumple, significa que el problema está en el módulo de encendido.

Si al desconectar el puente *spout* se registran 10° y al volver a conectarlo no hay variación en el tiempo de encendido, tendremos que revisar continuidad en la línea y salida de voltaje de 5 a 7 voltios. En caso de no haber voltaje pero sí continuidad de línea, quiere decir que el problema radica en la ECU.

## Componentes del sistema EDIS

### ECU

Recibe las señales tierra del encendido, la señal PIP (captación del ángulo de encendido) y la señal *idm* (para hacer un diagnóstico de las condiciones del sistema EDIS), directamente del propio módulo EDIS.

Después, la ECU devuelve al módulo EDIS una señal *saw* (*spark angle word*). Esta última señal indica dos parámetros: el momento en que el EDIS debe hacer que las bobinas disparen, y el ángulo de avance (*dwell*).

### Ensamblados de bobinas

En cada uno de los dos lados del motor hay un ensamble de bobinas. Cada ensamble tiene dos bobinas, y cada bobina tiene cuatro torretas. Cada bobina alimenta a dos torres y a dos bujías.

Ambos ensambles alimentan al positivo de la batería. Esta línea de alimentación tiene un conector, por medio del cual se llega a la batería y al extremo abierto del devanado primario, a fin de hacer revisiones.

- 1 Bobina 1 Cilindros 1 y 6
- 2 Bobina 2 Cilindros 3 y 5
- 3 Bobina 3 Cilindros 4 y 7

### Sensor VRS (sensor de reluctancia variable) o CKP

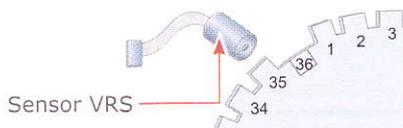
Es un generador de voltaje en corriente alterna de 0.5 a 1.5VCA, con un imán permanente enrollado. Se ubica en el bloque de cilindros, cerca del extremo delantero del cigüeñal, junto con un aro (reluctor) de 35 dientes; cuando éstos pasan cerca del imán, inducen un voltaje AC análogo; y éste se envía al módulo EDIS, el cual lo convierte en una señal digital. A su vez, ésta es interpretada como la posición del cigüeñal.

### Aro reluctor dentado

Se localiza detrás de la tapa de tiempos, montado en el extremo del cigüeñal. Cuenta con 35 dientes y un espacio libre (vacío) en vez del que sería el diente número 36.

Dicho espacio señala la posición exacta del PMS (punto muerto superior) para el cilindro número 1.

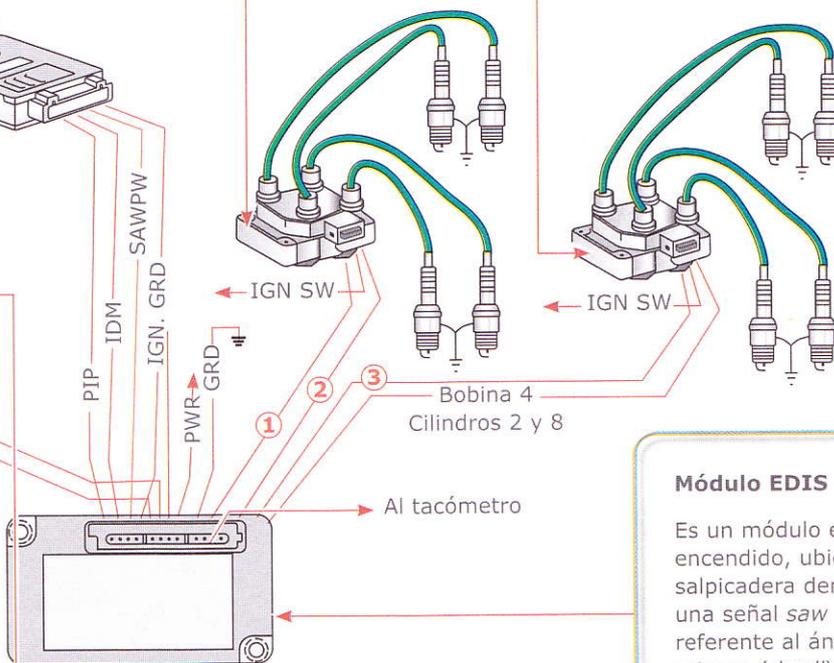
Y con base en esto, el sensor VRS genera una señal, misma que se envía al sistema EDIS para que la procese; de esto se obtienen las señales *idm* y PIP, las cuales son enviadas a la ECU para efectos de coordinar la secuencia correcta de chispa e inyección.



### Módulo EDIS

Es un módulo electrónico de encendido, ubicado sobre la salpicadera derecha. Recibe una señal *saw* desde la ECU, referente al ángulo de avance o retraso (*dwell*); también recibe la señal del sensor (VRS). Y con base en ambas señales, "toma decisiones" acerca del momento en que debe conectar y desconectar las bobinas. Además, produce las señales PIP e *idm*, y las envía a la ECU.

La señal del sensor VRS, que tiene de 0.5 a 1.5 voltios, llega a las cavidades 6 y 5 del módulo EDIS; y éste la transforma en una señal PIP de 5 a 7 voltios, la cual sale de la cavidad número 1 del propio módulo EDIS, con destino a la computadora. Así, esta última "se entera" de las RPM; y con base en ello, activa a la bomba de combustible y envía pulsos a dos inyectores.



## IV. PRUEBAS A COMPONENTES DEL SISTEMA DIS

Ahora vamos a ver algunas de las pruebas que se hacen al **módulo DIS**. Recordemos que **forma un bloque con las bobinas de encendido**, y que como tal reemplazan al distribuidor.

En y desde el módulo de encendido se reciben y se envían las señales necesarias para poder suministrar corriente a la bobina y realizar entonces el avance de la chispa. Por lo tanto, del buen estado de dicho módulo depende en gran medida el correcto funcionamiento del sistema de encendido.

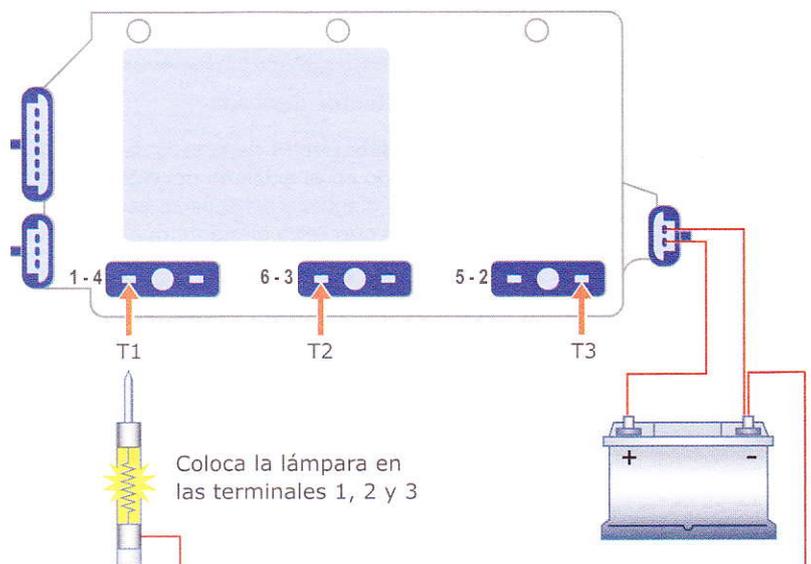
También veremos algunas de las pruebas que se hacen propiamente a las bobinas de este tipo de encendido. Comenzamos.



### Prueba 1

#### Verificación del voltaje que el módulo DIS proporciona a las bobinas de encendido

- 1 Desmonta el módulo DIS, y retira las bobinas.
- 2 Mediante cables auxiliares, conecta el borne positivo de la batería en la cavidad correspondiente del módulo DIS; y el borne negativo, en la otra cavidad.
- 3 Revisa las alimentaciones de tensión del módulo DIS. Para hacerlo, puedes utilizar una lámpara de prueba conectada en el borne negativo de batería; coloca la punta de contacto de la lámpara en las terminales 1, 2 y 3 del módulo, como se muestra en el esquema.
- 4 La lámpara deberá encender, cuando la conectes en dichas terminales. De lo contrario, quiere decir que el módulo está dañado. En tales condiciones, el módulo no podrá descargar el voltaje que hay en la terminal dañada de la bobina.

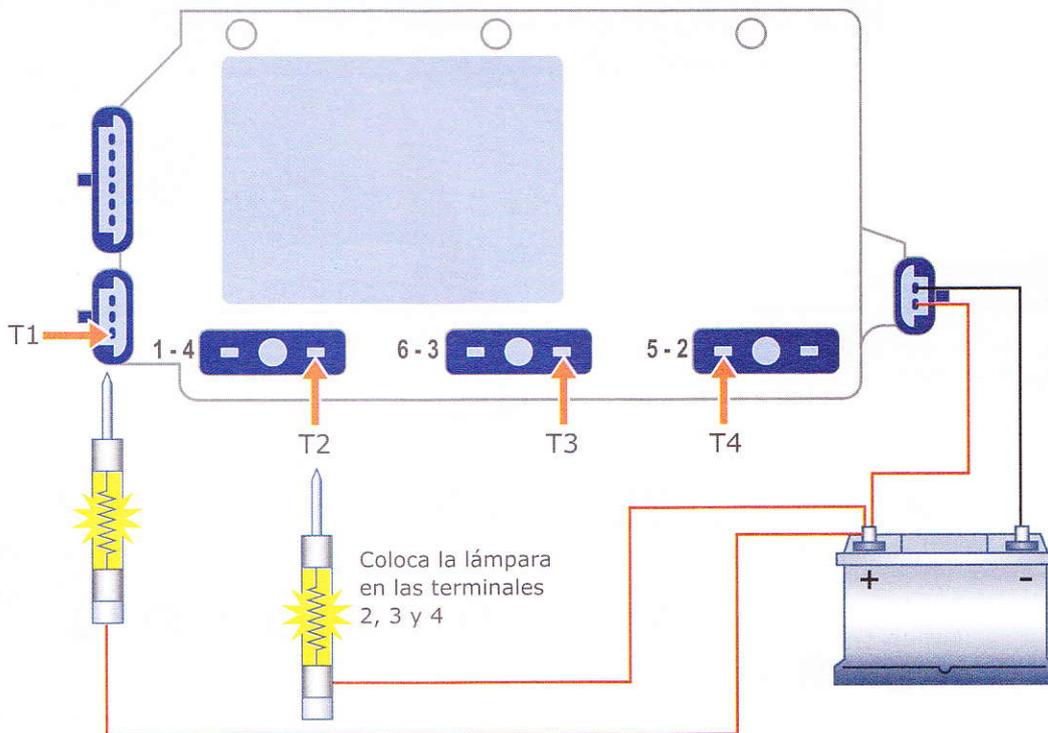


## Prueba 2

### Verificación de las señales de activación que el módulo DIS proporciona a las bobinas de encendido

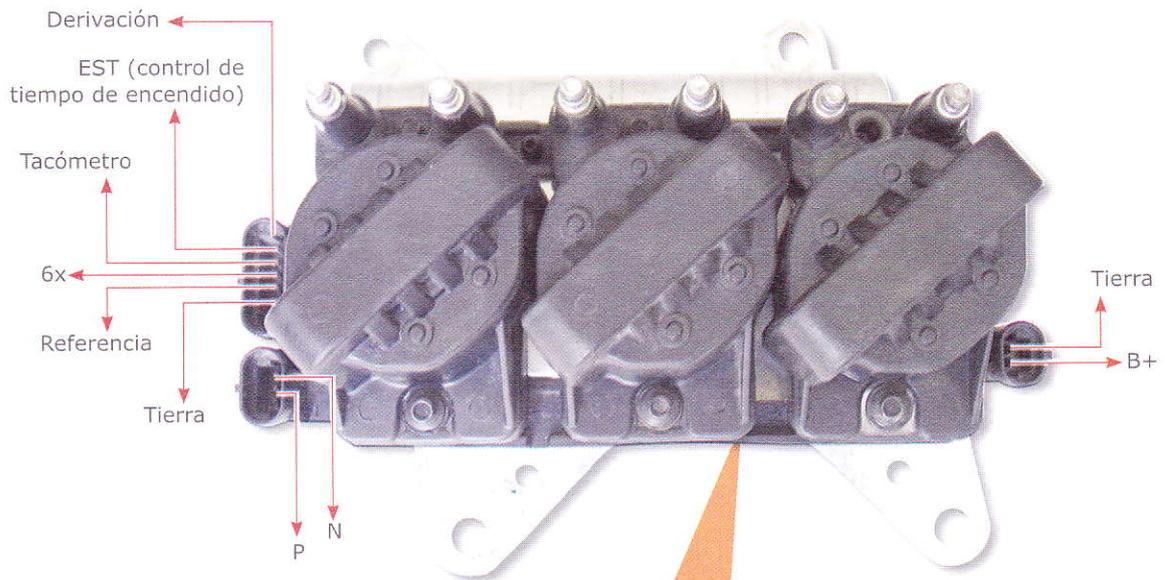
**1** Utiliza el mismo módulo DIS, y la misma alimentación de batería.

**2** Conecta una lámpara en el borne positivo de la batería. Su punta de contacto debe excitar (activar y desactivar) por dos segundos a la terminal 1 del conector de tres terminales.



**3** De forma paralela, conecta la segunda lámpara en el borne positivo de la batería. Toma su punta de contacto, y colócala primero en la terminal 2. Esta lámpara deberá encender, cuando excites la terminal 1 con la primera lámpara; y lo mismo deberá ocurrir, cuando coloques la segunda lámpara en las terminales 3 y 4 y, respectivamente, excites las terminales 2 y 3 con la primera lámpara de prueba.

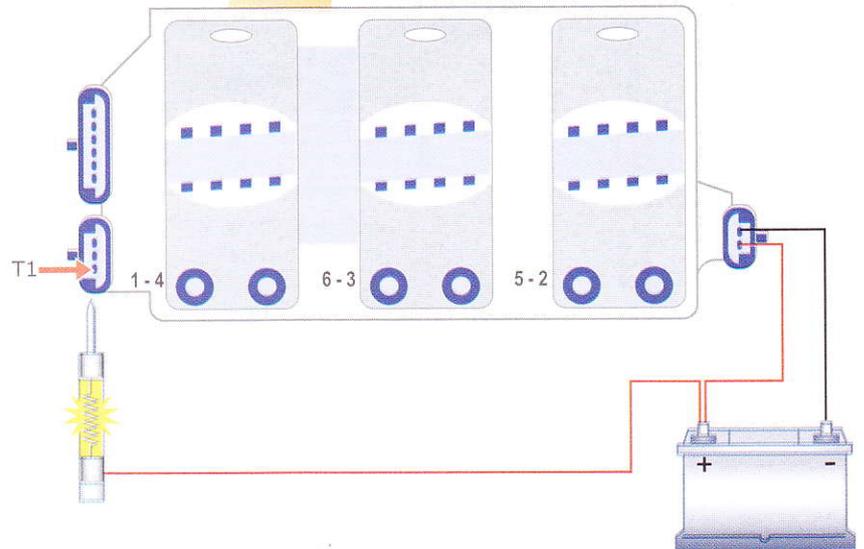
**4** Si la segunda lámpara no enciende en algunos de los tres casos, significa que el módulo DIS está dañado. En tales condiciones, el módulo no podrá descargar el voltaje que hay en la terminal dañada de la bobina.



### Prueba 3

#### Saturación de las bobinas en el módulo DIS

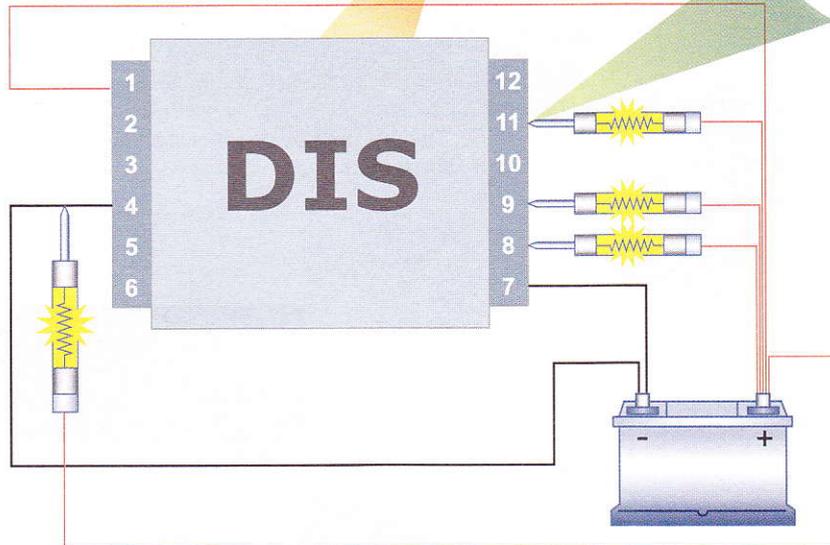
- 1 Desmonta el módulo DIS, pero no le quites las bobinas.
- 2 Por medio de cables auxiliares, conecta el borne positivo de batería en la cavidad correspondiente del módulo DIS; y el borne negativo, en la otra cavidad.
- 3 Utiliza una lámpara de prueba para simular las señales de excitación, y conecta su conector caimán en el borne positivo de la batería.



- 4 La punta de contacto de la lámpara deberá hacer contacto en la cavidad que se señala como terminal 1 del módulo DIS. Conecta y desconecta la punta en intervalos de dos segundos.
- 5 Simular la señal de excitación mediante la lámpara, es como si mandarás al módulo DIS la señal de corte del primario de las bobinas; y así, su secundario se saturará y las bobinas descargarán la chispa



## Prueba 5



### Revisión de otra variante de módulo DIS

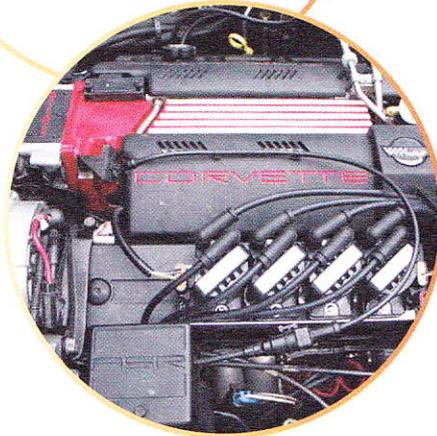
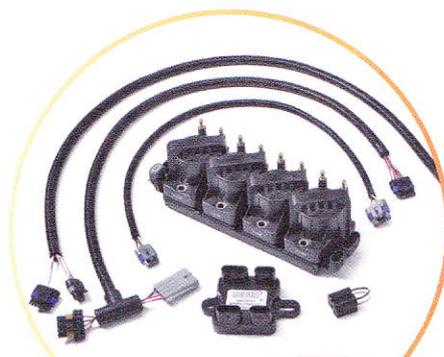
- 1 Para realizar esta prueba, necesitas ver el siguiente esquema; sólo así, podrás identificar las terminales de conexión del módulo.
- 2 Primero, debes desmontar el módulo DIS y retirar sus bobinas.
- 3 Por medio de cables auxiliares, conecta el borne positivo de batería en la cavidad correspondiente del módulo DIS; y el borne negativo, en la otra cavidad.
- 4 Toma un cable que en sus dos extremos tenga punta de tipo caimán, y conecta una de estas puntas en la terminal negativa de la batería; conecta la otra punta en la cavidad 4 del módulo DIS.
- 5 Conecta una punta tipo caimán en el borne positivo de batería, y la punta de una lámpara de prueba en la cavidad 11 del módulo.
- 6 Toma otra lámpara de prueba, y conecta su caimán en el borne positivo de la batería. Y luego, coloca la punta de contacto de la lámpara de prueba en la conexión tipo caimán del cable auxiliar que conectaste en la cavidad 4 del módulo DIS, para simular la señal de excitación. Para hacer esto, debes conectar y desconectar, en intervalos de 2 segundos, la punta de prueba de la segunda lámpara.
- 7 El LED de la lámpara de prueba conectada en la cavidad 11 del módulo DIS deberá parpadear. Si esto se cumple, quiere decir que el módulo está generando señales de pulso.
- 8 Y ahora, ejecuta el procedimiento mencionado en el paso anterior, en las cavidades 8 y 9 del módulo DIS. Ambas cavidades corresponden a las terminales por las que se envían señales de pulsos para controlar el corte de corriente en el primario de las bobinas de encendido.  
También en estos dos casos, el LED de la lámpara de prueba deberá parpadear, cuando la conectes en dichas cavidades. Y si no parpadea ni en ellos ni en el caso descrito en el paso anterior, quiere decir que el módulo DIS está dañado; como no se puede reparar, hay que reemplazarlo por un nuevo módulo.

## V. NUEVAS TECNOLOGÍAS EN SISTEMAS DE ENCENDIDO

La incorporación de la electrónica en los sistemas de encendido, no sólo ha permitido mejorar el desempeño del motor; también se han erradicado muchas fallas resultado del uso de componentes mecánicos pesados, y con alta propensión a fallar. Además, al haber menos elementos y más compactos, el espacio que ocupa el conjunto del motor también es más compacto.

Está claro que la principal ventaja desde el punto de vista funcional (y que, por supuesto, tiene sus repercusiones en el servicio), es que los sistemas de encendido han pasado de ser un conjunto de componentes y cables estorbosos, a bloques o **módulos integrados**. De hecho, una característica de diversas tecnologías actuales (las computadoras, por ejemplo), es que desde su ingeniería se ha contemplado la noción de **módulos interconectados**, en vez de componentes dispersos.

A continuación describimos algunas de estas nuevas generaciones de sistemas de encendido, que cada vez se hacen más eficientes y compactas.



### Sistema de encendido directo (estático integral)

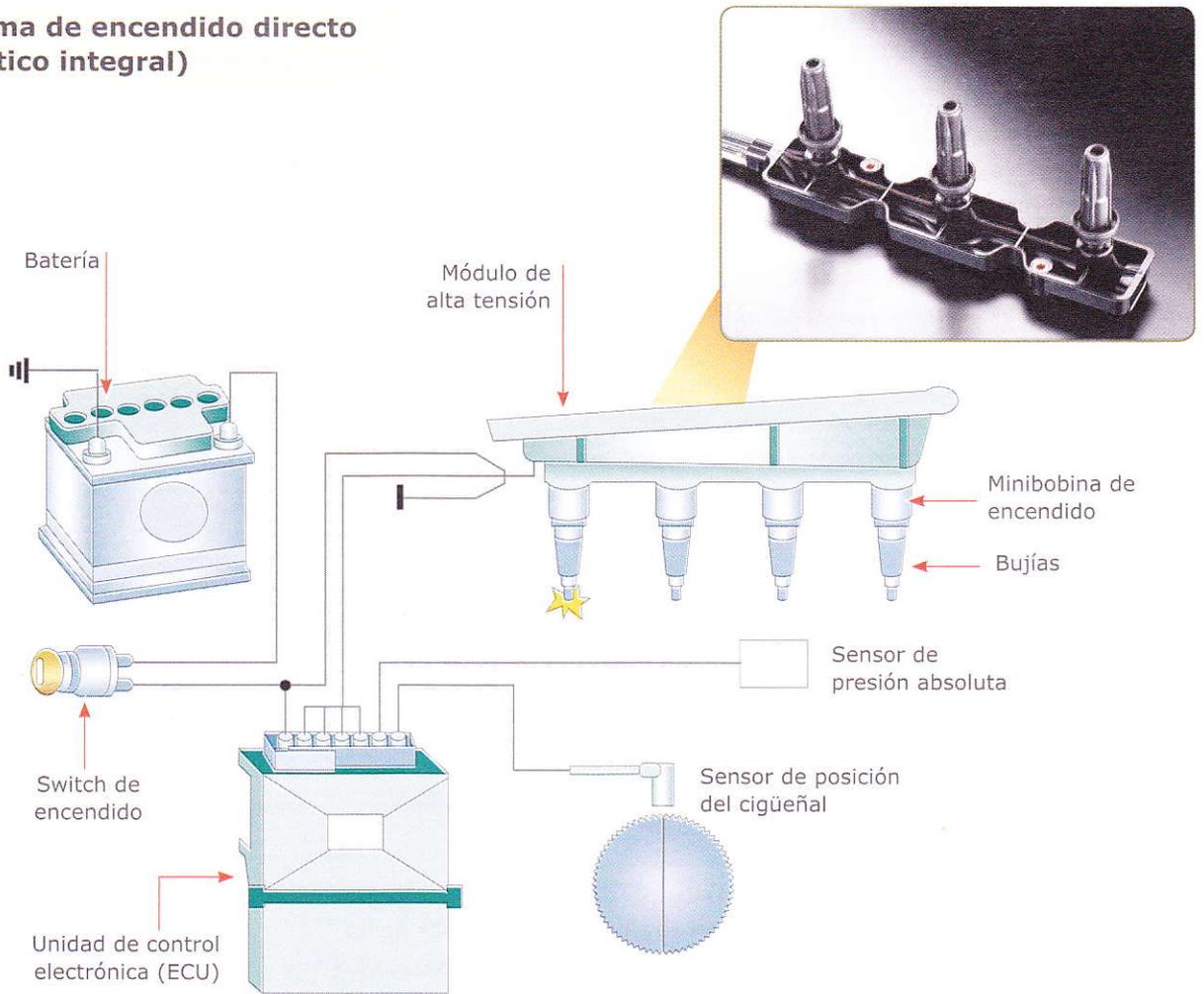
Un cambio significativo en el sistema DIS/EDIS es que se ha integrado en el mismo bloque un **módulo de alta tensión**, las bobinas de encendido y las bujías (que van conectadas directamente, eliminando así los cables de alta tensión). A este sistema se le denomina **sistema de encendido directo, o encendido estático integral**.

La parte de alta tensión está dentro de un módulo metálico (módulo de alta tensión). Dicho módulo encaja en la tapa de la culata, en medio de los dos árboles de levas del motor. Dentro del propio módulo, existe una bobina por cada bujía; esto permite prescindir de los cables de alta tensión.

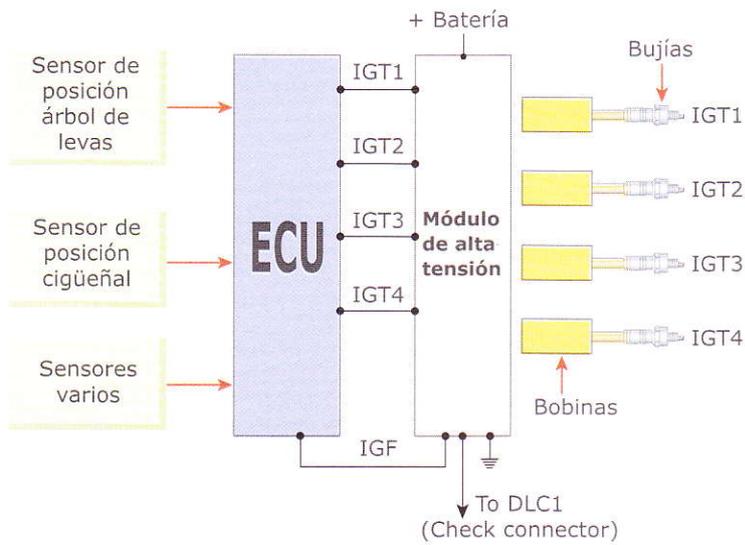
Esta disposición permite eliminar las señales parásitas generadas por la alta tensión, porque todo el conjunto está contenido en el bloque metálico, formando un blindaje y manteniendo la conexión eléctrica a la masa del motor.

El sistema proporciona tiempos de carga mucho más cortos, y también permite reducir la duración de la chispa.

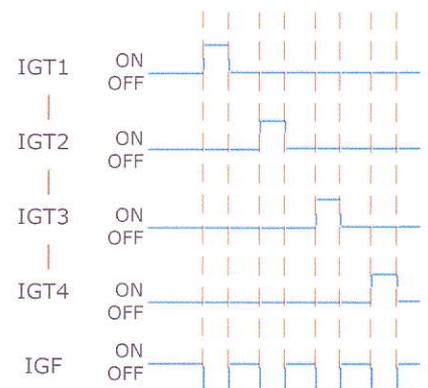
▪ Sistema de encendido directo (estático integral)



Esquema eléctrico



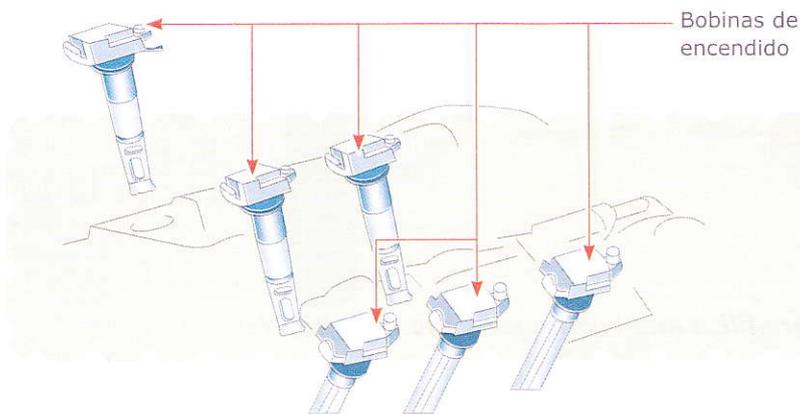
Secuencia de encendido



## Sistema de encendido con bobinas independientes

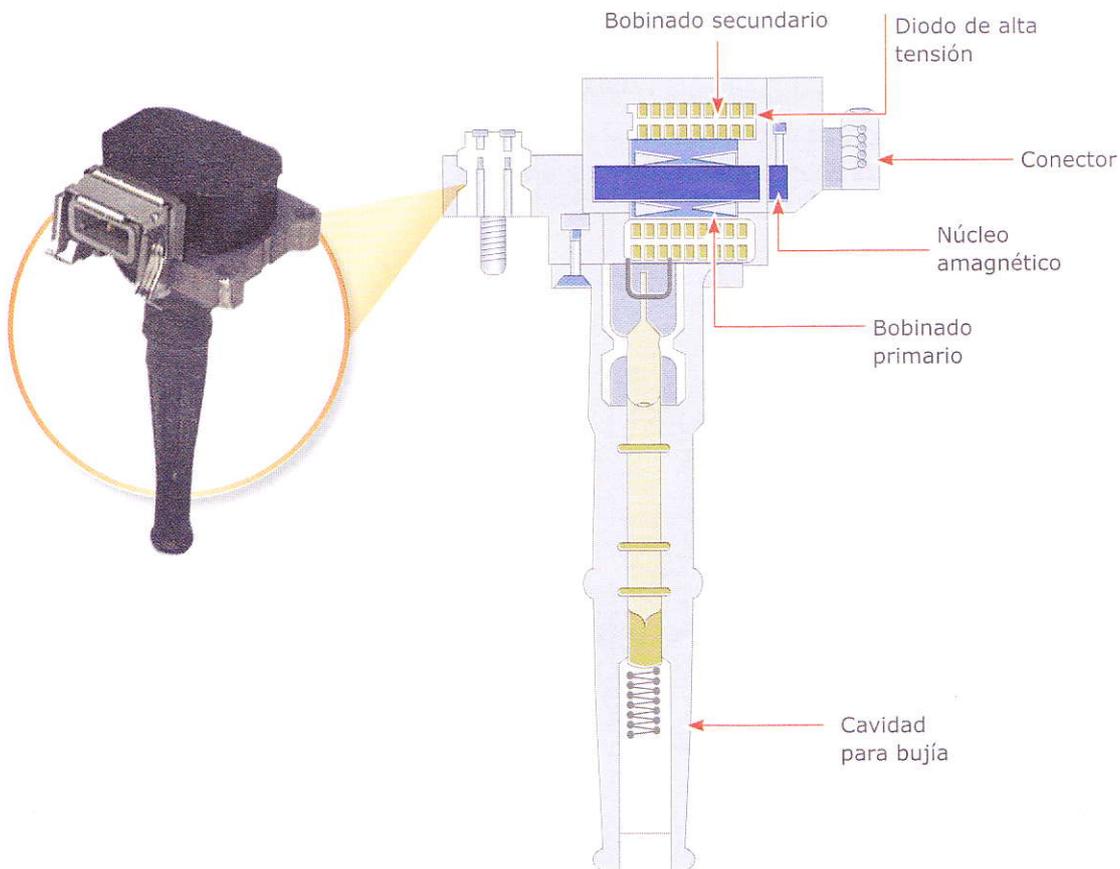
### *Encendido independiente: utiliza una bobina por cada cilindro*

Los fabricantes no sólo han prescindido del distribuidor, sino que también han eliminado los cables de alta tensión. En este caso, **los módulos de encendido y la bobina forman un conjunto integrado** en un solo cuerpo, donde se acopla cada bujía. Evidentemente, el motor incluye tantas bobinas individuales como cilindros hay en el motor.

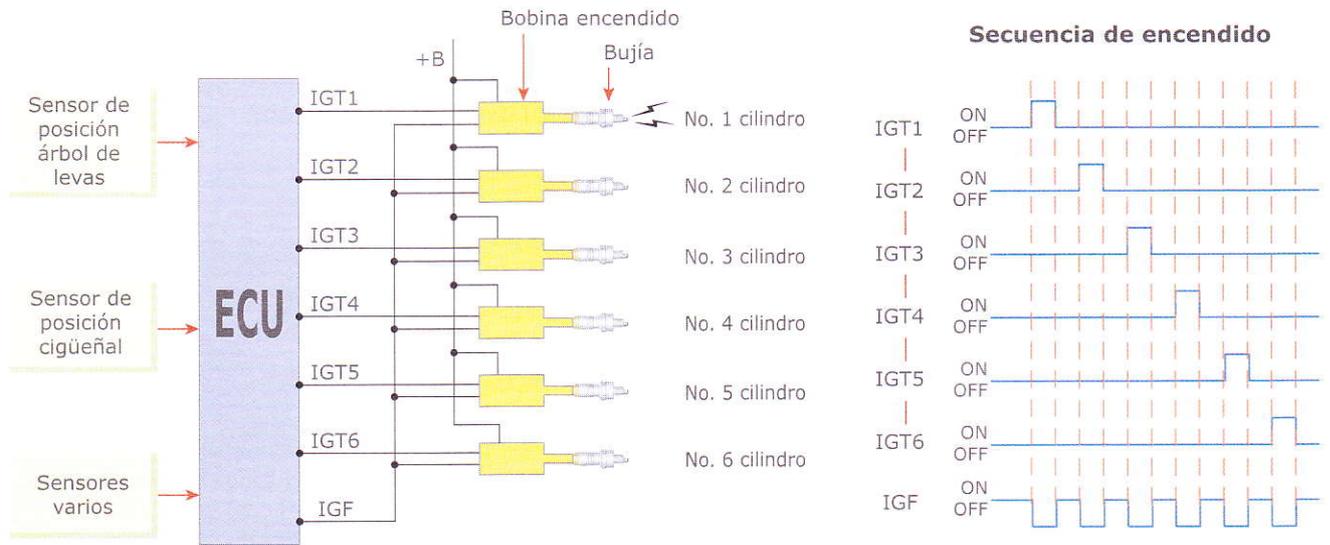


En este sistema de encendido se ha eliminado el cable, y la bobina de encendido se construye en el propio vástago y va conectada directamente a la bujía.

El módulo de encendido está incorporado en el ECU.



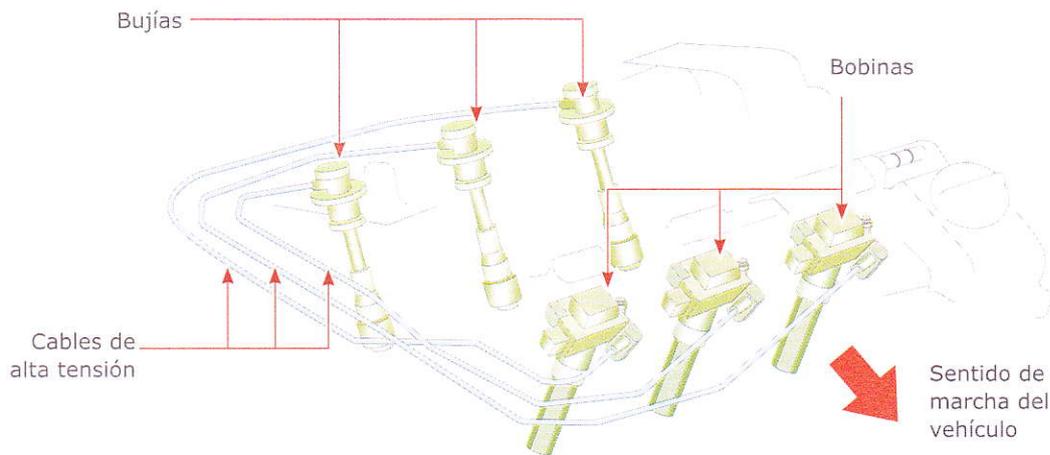
Esquema eléctrico del sistema de encendido independiente que utiliza una bobina por cada cilindro

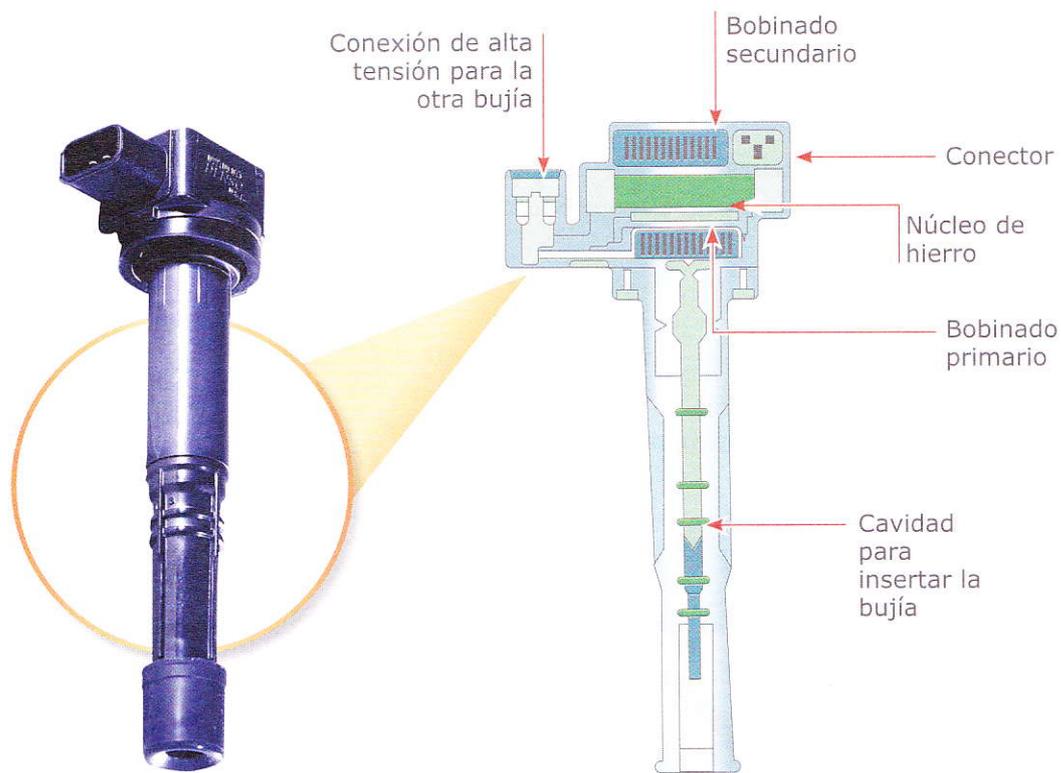


**Encendido simultáneo: utiliza una bobina por cada dos cilindros**

La bobina forma un conjunto con una de las bujías, y mediante un cable de alta tensión se conecta con la otra bujía. A este sistema de encendido se le conoce como de chispa perdida, porque la chispa salta en dos cilindros a la vez; por ejemplo, en un motor de seis cilindros, la chispa salta en los cilindros número 1 y 4, 2 y 3 y 5 y 6.

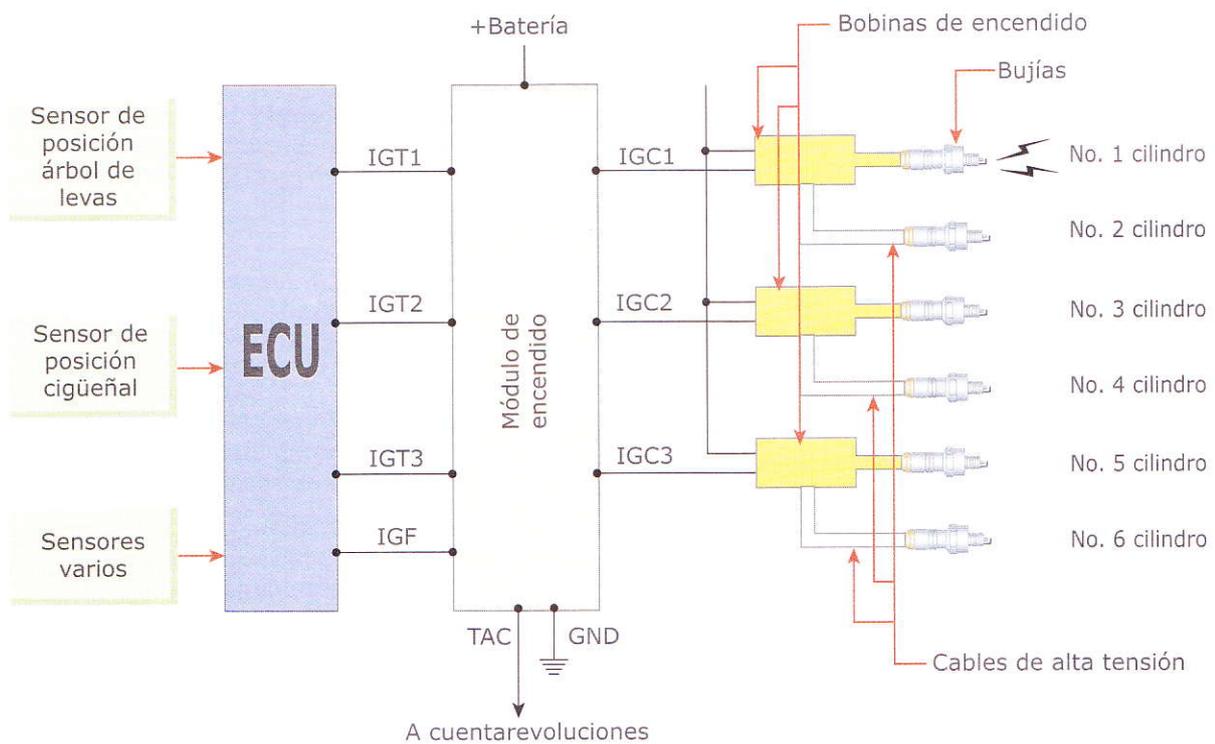
Al producirse una chispa en dos cilindros a la vez, sólo una de ellas es aprovechada para producir la combustión de la mezcla; y esa descarga, es la que coincide con el cilindro que esté en la carrera de final de “compresión”; la otra chispa no se aprovecha, porque se genera en el cilindro que se encuentra en la carrera de final de “escape”.





Esquema eléctrico del sistema de encendido simultáneo que utiliza una bobina por cada dos cilindros

### Esquema eléctrico

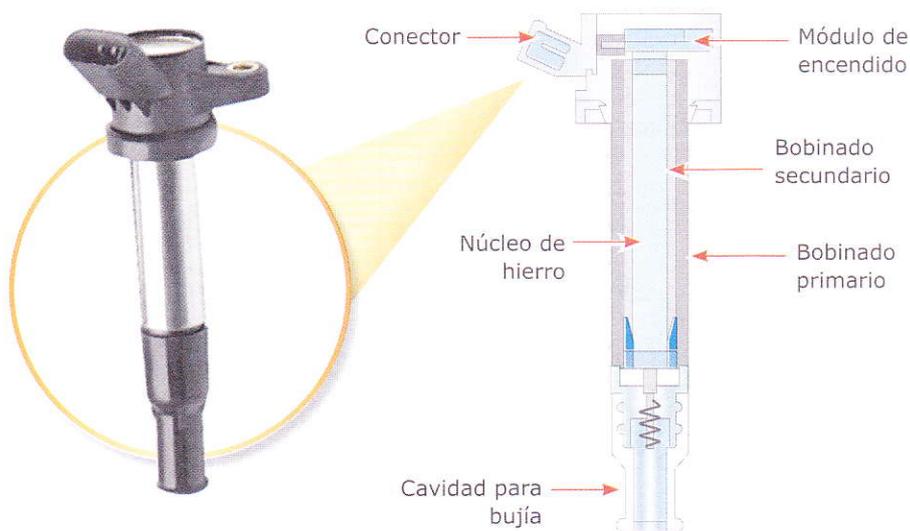
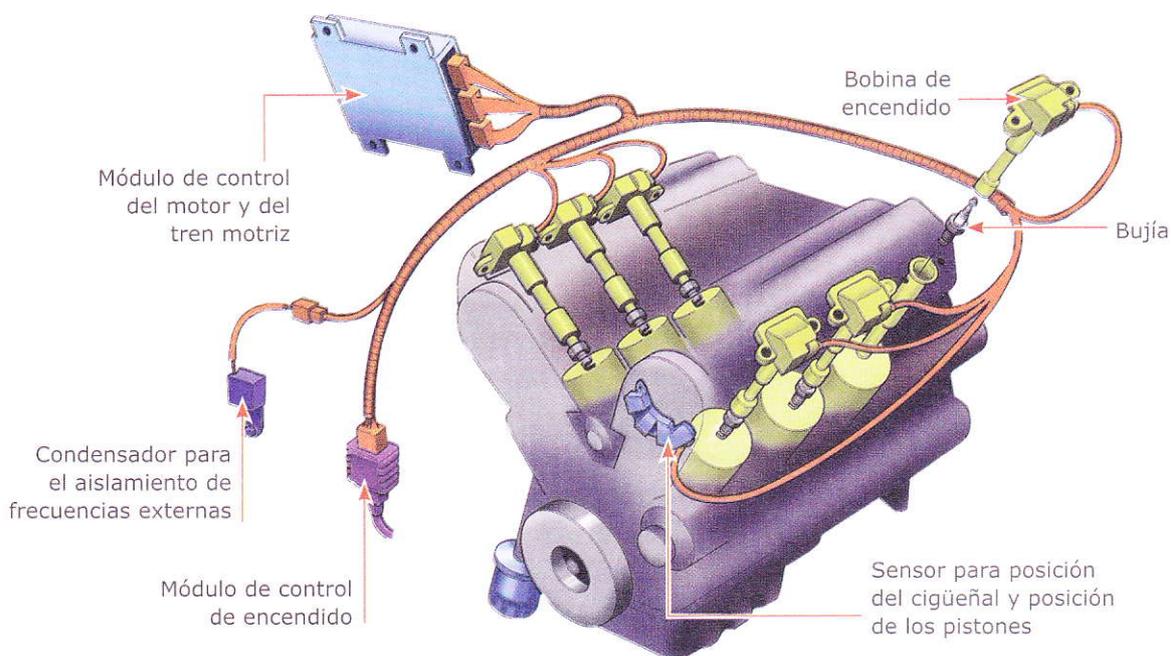


## Sistema de encendido con bobinas y módulo de encendido independientes

### *Encendido independiente con módulos integrados: utiliza una bobina y un módulo por cada cilindro*

El módulo de encendido se localiza en la parte superior interna de cada bobina. Evidentemente, el motor incluye tantos de estos módulos integrados como cilindros hay en el motor.

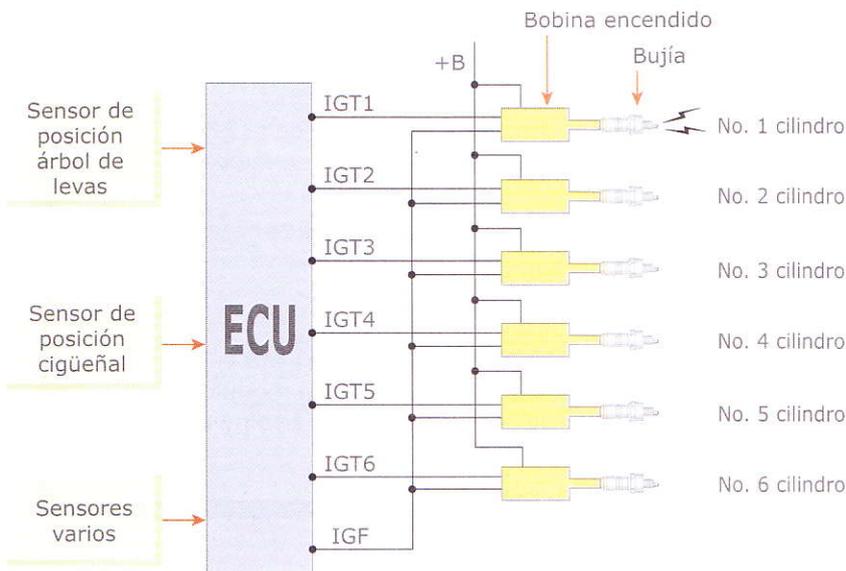
#### ■ Bobina y módulo de encendido integrados en un mismo conjunto



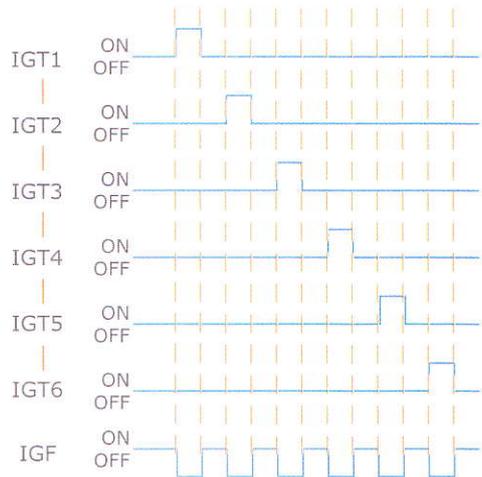
En el interior de esta bobina se localiza el módulo de encendido. Al conector de la bobina llegan cuatro hilos, cuyas señales son: +Batería, IGT, IGF y masa.

Cuando la ECU recibe la señal IGF, puede detectar qué bobina no está funcionando; y con esta información, puede detectar qué cilindro debe ser encendido.

Esquema eléctrico del sistema de encendido independiente con módulos integrados que utiliza una bobina y un módulo por cada cilindro



### Secuencia de encendido



### CONCEPTOS CLAVE

**Disco reluctor del cigüeñal:** Corta el campo electromagnético inducido en un sensor inductivo (sensor CKP), para generar su señal correspondiente.

**Campo magnético:** Fuerza ejercida sobre los polos de un imán; como éstos son opuestos, se atraen; y entonces, de manera análoga, repelen a los campos de fuerza ejercidos por polos iguales.

**Sensor PIP (Piston Identification Position):** Es un sensor que permite determinar la posición del cigüeñal en sistemas de encendido DIS.

**Sensor CID (Camshaft identification Device):** Es un sensor que permite determinar la posición del árbol de levas en sistemas de encendido DIS.

**Dámper:** Elemento instalado en la nariz del cigüeñal. Sirve para balancear dinámicamente y absorber las vibraciones producidas por la rota-

ción del cigüeñal, durante el funcionamiento del motor.

**Lámpara estroboscópica:** Dispositivo de prueba utilizado en motores de encendido por chispa. Genera una luz intermitente, que ayuda a localizar el punto exacto para el encendido del motor.

**Lámpara de prueba:** Dispositivo de prueba eléctrico utilizado para detectar solamente los puntos de un circuito eléctrico alimentados con voltaje. Y para indicar esto, utiliza un LED luminoso.

**Señal de excitación:** Señal generada por un excitador de campo. Cuando esta señal pasa por un campo electromagnético inducido, genera señales de frecuencia que son aprovechadas por elementos de control electrónico; éstos las emplean como información determinante, para la realización de cálculos.



## EN POCAS PALABRAS

- ✓ Los modernos sistemas de encendido electrónico, entre ellos el **DIS** y el **EDIS**, emplean módulos integrados en vez de distribuidor.
- ✓ El **DIS (Direct Ignition System)** funciona por medio de la ECU, un ensamble de tres bobinas, un módulo de encendido directo, un sensor del cigüeñal, un sensor de velocidad de giro del motor y un sensor de detonación, entre otros componentes.
- ✓ El **EDIS (Electronic Direct Ignition System)** también funciona por medio de la ECU, un módulo EDIS, dos ensambles de bobinas con dos bobinas y un sensor de posición del cigüeñal.
- ✓ Estos modernos sistemas actúan por medio del encendido de la **chispa perdida**: la chispa salta en dos cilindros a la vez (escape y compresión), uno de los cuales, el que va en carrera de escape, requiere poca energía; entonces, la energía restante es aprovechada por el otro cilindro.
- ✓ Algunas de las **nuevas tecnologías aplicadas en sistemas de encendido**, son el encendido directo (estático integral), el encendido que utiliza una bobina y un módulo por cada cilindro y el encendido con bobinas independientes (independiente: una bobina por cada cilindro; simultáneo: una bobina por cada dos cilindros).



## PRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

1. **¿Cuáles son las diferencias entre los sistemas de encendido electrónico con distribuidor y los que prescinden de este dispositivo?**
2. **¿Qué diferencia hay entre el sistema DIS y el sistema EDIS?**
3. **Explica brevemente cómo se verifica el voltaje que el módulo DIS proporciona a las bobinas:**
4. **¿Qué pruebas deben hacerse a las bobinas del sistema DIS?**
5. **¿Cómo se compone el sistema de encendido directo o estático integral?**



## TAREA

En libros, manuales, Internet, etc., investiga si existen nuevos sistemas de encendido electrónico. Haz una tabla con la información que encuentres y con los datos que se especifican en este capítulo; describe sus características, diferencias en funcionamiento y componentes, modelos y marcas de automóviles en que son utilizados, etc.

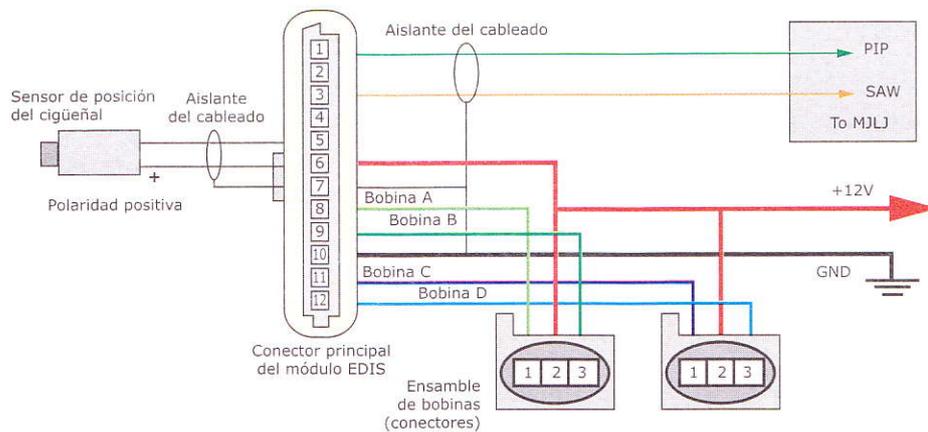
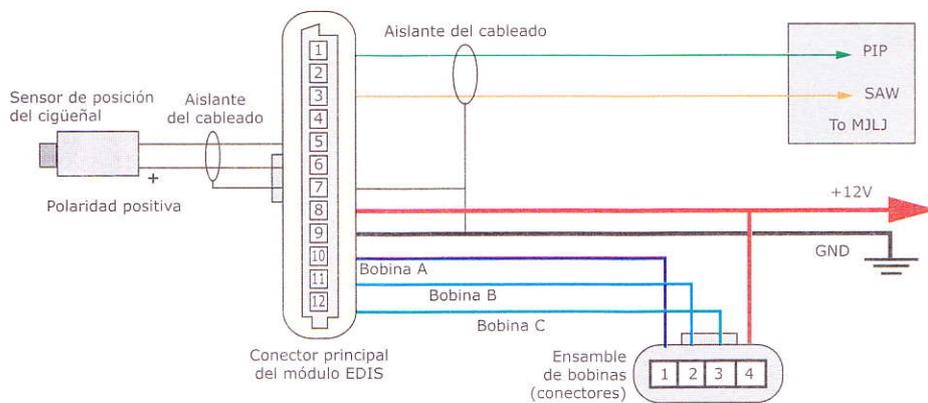
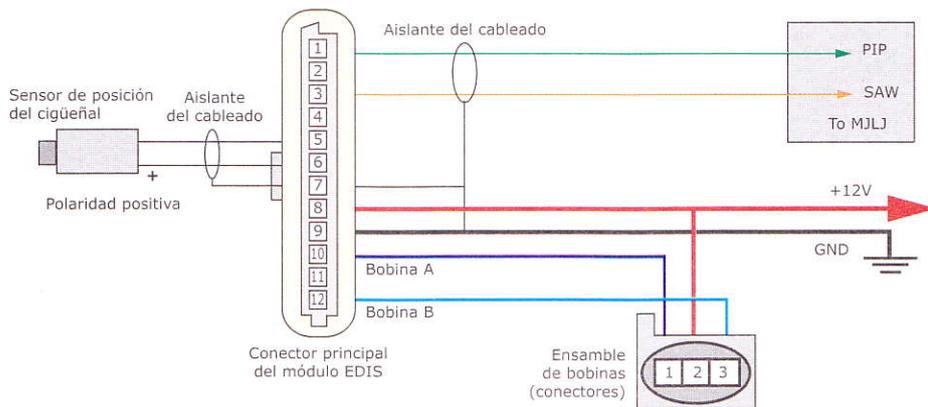
## MANOS A LA OBRA!

Con ayuda de tu maestro, verifica la continuidad y la alimentación del cableado de un sistema EDIS para un motor de cuatro, seis u ocho cilindros (el que puedas conseguir).

### Material necesario:

- Multímetro
- Vehículo con sistema EDIS 4, 6 u 8

Apóyate en los siguientes diagramas:

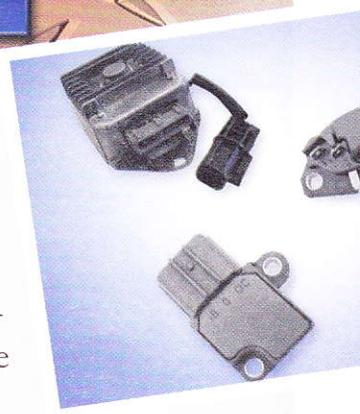




# El encendido electrónico con distribuidor en diferentes marcas

## Capítulo 5

En el presente capítulo, hablaremos de los sistemas de encendido electrónico con distribuidor que utiliza cada fabricante. En este sentido, aunque es normal que haya diferencias entre ellos, tienen en común la mayoría de sus componentes, incluso hay similitud en los módulos de encendido y generadores de señales que se utilizan (salvo por pequeñas variaciones en ellos, o por el sitio en que van instalados).



Una de las diferencias significativas entre estos sistemas de encendido, es la adición de ciertos dispositivos; otra, es la ubicación de algunos componentes; una más, la forma de conexión entre los elementos de operación del sistema; y por último, las modificaciones relacionadas con su funcionamiento (que no son radicales, porque todos los sistemas tienen principios de operación similares).

Aquí encontrarás información útil sobre los **sistemas de encendido electrónico (con distribuidor)** que utilizan las **principales marcas de vehículos**. Veremos sólo algunas de sus particularidades, porque sería prácticamente imposible incluir toda su información técnica. Nuestro objetivo es que te familiarices con datos que sirven para identificar a los sistemas de cada marca.

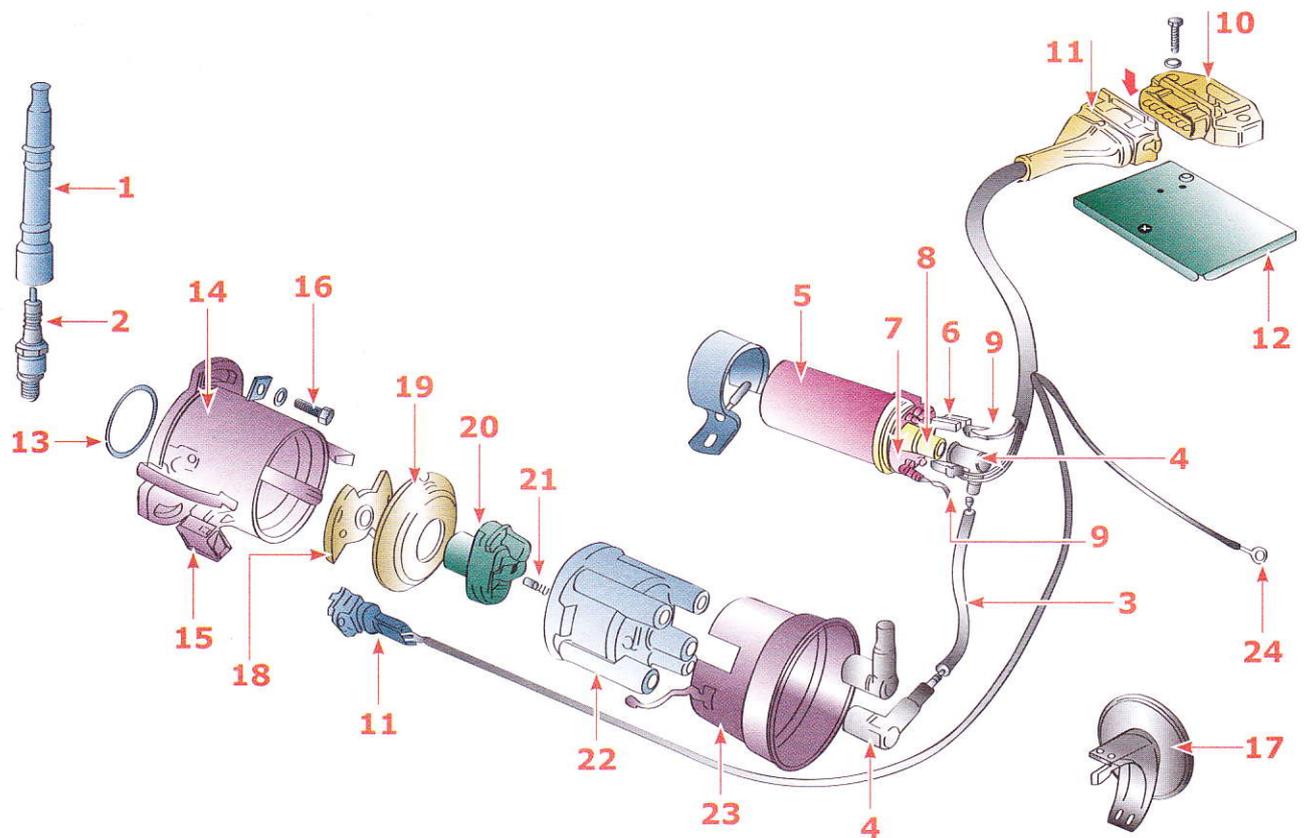
### OBJETIVOS

- ✓ Reconocer las características y el funcionamiento de los sistemas de encendido electrónico con distribuidor, que se utilizan en las principales marcas de vehículos
- ✓ Ofrecer algunas especificaciones técnicas de cada uno de los sistemas de encendido electrónico con distribuidor, de diferentes marcas de autos

## Funcionamiento del sistema de encendido transistorizado (VW)

Para poner en marcha al motor, el sistema necesita que gire la flecha principal del distribuidor; está sincronizada con el resto del mecanismo de la máquina. Mediante dicho giro, **el captador de efecto Hall genera una señal** de onda cuadrada que se envía al módulo de encendido del sistema; éste la procesa, y con ello obtiene un cálculo que a su vez envía al ECM o módulo de control del motor.

Con base en tal información, el ECM genera una señal de control el cual proporciona al módulo de encendido para que este último controle a la bobina de encendido, cortando, en el momento preciso, la corriente del embobinado primario de la bobina y generando la descarga eléctrica que requiere el sistema de encendido.



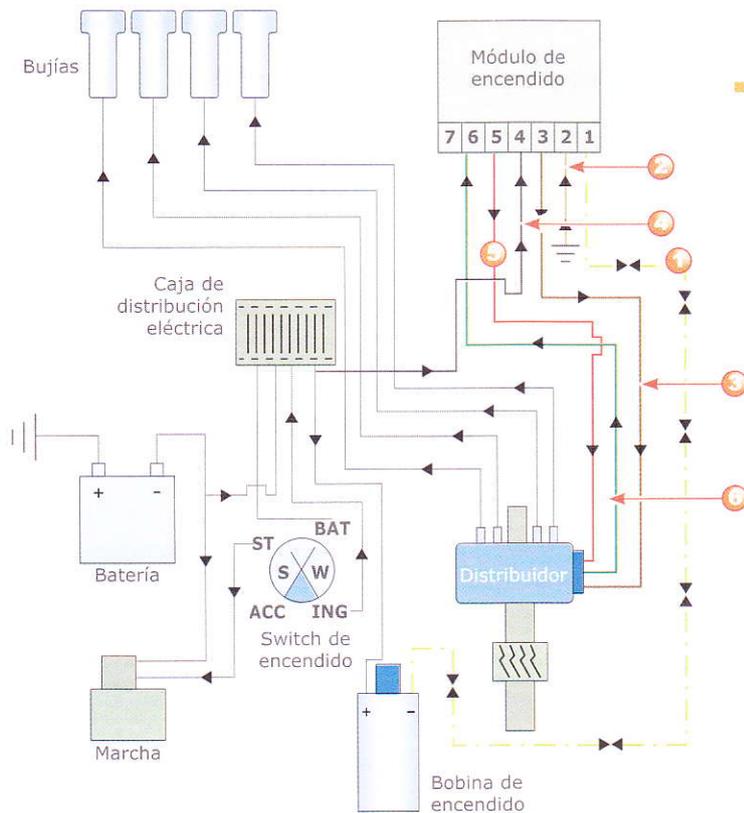
- |                         |                              |                                    |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1 Conector              | 9 Conectores                 | 17 Unidad de vacío                 |
| 2 Bujía                 | 10 Unidad interruptora TCI-H | 18 Placa                           |
| 3 Conductores HT        | 11 Conector                  | 19 Cubre polvo                     |
| 4 Conector de supresión | 12 Disipador de calor        | 20 Brazo rotor                     |
| 5 Bobina de encendido   | 13 Aro-sello                 | 21 Escobilla de carbón con resorte |
| 6 Terminal (-)          | 14 Distribuidor              | 22 Tapa de distribuidor            |
| 7 Terminal 15 (+)       | 15 Enviador de señal Hall    | 23 Anillo cribado                  |
| 8 Terminal 4            | 16 Tornillo                  | 24 Conductor de tierra             |

■ **Especificaciones del sistema transistorizado (VW)**

<b>General</b>		
Tipo de sistema	Transistorizado 12 volt batería y bobina	
Orden de encendido (cilindro no. 1 en fase de compresión)	1-3-4-2	
RPM mínimas antes de que actúe el estabilizador de tensión	940	
Resistencia de los cables de bujías	6000 ± 1200 ohmios	
<b>Conductores tipo HT</b>		
1.05 litros	Champion LS-05	
1.3, 1.6 y 1.8 litros	Champion LS-07	
<b>Bobina de encendido</b>		
Resistencia del embobinado primario	Antes 1987	Después 1987
	0.52 a 0.76 ohmios	0.6 a 0.8 ohmios
Resistencia del embobinado secundario	Antes 1987	Después 1987
	2400 a 3500 ohmios	6900 a 8500 ohmios
Voltaje que el ECM proporciona a la bobina	6V	
Resistencia del cable que une a la bobina con el distribuidor	2000 ± 400 ohmios	
<b>Captador de efecto Hall (generador de señal)</b>		
Tensión de alimentación	12V	
Señal de respuesta	7V	
Rango de voltaje del captador alineado	2 a 9V	
Rango de voltaje del captador desalineado	0.3 a 0.7V máximo	
Resistencia de la escobilla	1000 ± 200 ohmios	
<b>Distribuidor</b>		
Rotación del rotor	1.05 y 1.3 litros	1.6 y 1.8 litros
	Sentido contrario manecillas del reloj	Sentido de las manecillas del reloj
Ángulo Dwell (1.05, 1.3 y 1.6 litros)	Ajuste	Límite de desgaste
	44 a 50° (50 a 56%)	42 a 58° (47 a 64%)
Corte de velocidad del rotor	1.05 y 1.3 litros*	1.6 y 1.8 litros**
	6600 a 7000 rpm	6150 a 6460 rpm
<b>Ajuste del torque de la tuercas Nm/lb-ft</b>		
Bujías	1.05 y 1.3 litros	1.06 y 1.8 litros
	25 / 18	20 / 15
Sensor de detonación (1.8 litros)	20 / 15	

\* Descontinuado a partir de los modelos 1986

\*\* Únicamente en motores sin gobernador hidráulico



## ■ Esquema de cableado del sistema transistorizado (VW)

Identificación de las terminales del módulo de encendido:

- ❶ **Cavidad 1:** Tierra pulsante (cable verde).
- ❷ **Cavidad 2:** Tierra física del sistema (cable café).
- ❸ **Cavidad 3:** Tierra que el módulo de encendido proporciona al captador de efecto Hall (cable café/blanco).
- ❹ **Cavidad 4:** Alimentación eléctrica del sistema, por medio del switch de encendido (cable negro).
- ❺ **Cavidad 5:** Suministro de corriente para el captador de efecto Hall (cable rojo/negro).
- ❻ **Cavidad 6:** Señal de respuesta o de envío del captador de efecto Hall (cable verde/blanco).



## II. ENCENDIDO ELECTRÓNICO (CON DISTRIBUIDOR) EN VEHÍCULOS CHRYSLER

El sistema de encendido electrónico utilizado por la marca Chrysler, entra en operación en México a partir de 1984. En Estados Unidos, los sistemas de encendido electrónico se utilizan en unidades de esta marca desde 1975 (específicamente, en vehículos *Royal Mónaco* y *Valiant Duster SuperBee*).

A partir de 1980, los sistemas de encendido Chrysler incluyen **un módulo de cinco cavidades y una resistencia de tipo "balastra doble o sencilla"**.

Una de las particularidades de los sistemas de encendido Chrysler de esta época, es que la unidad de control viene equipada con un **módulo gobernador de velocidad**. Y este gobernador, sirve para que la unidad de control del sistema deje de funcionar, es decir, para que se bloquee si se excede la velocidad máxima gobernada de operación del motor. Esta velocidad puede venir ajustada de fábrica en dos rangos de operación: de 5000 a 5200RPM o de 5300 a 5500RPM.

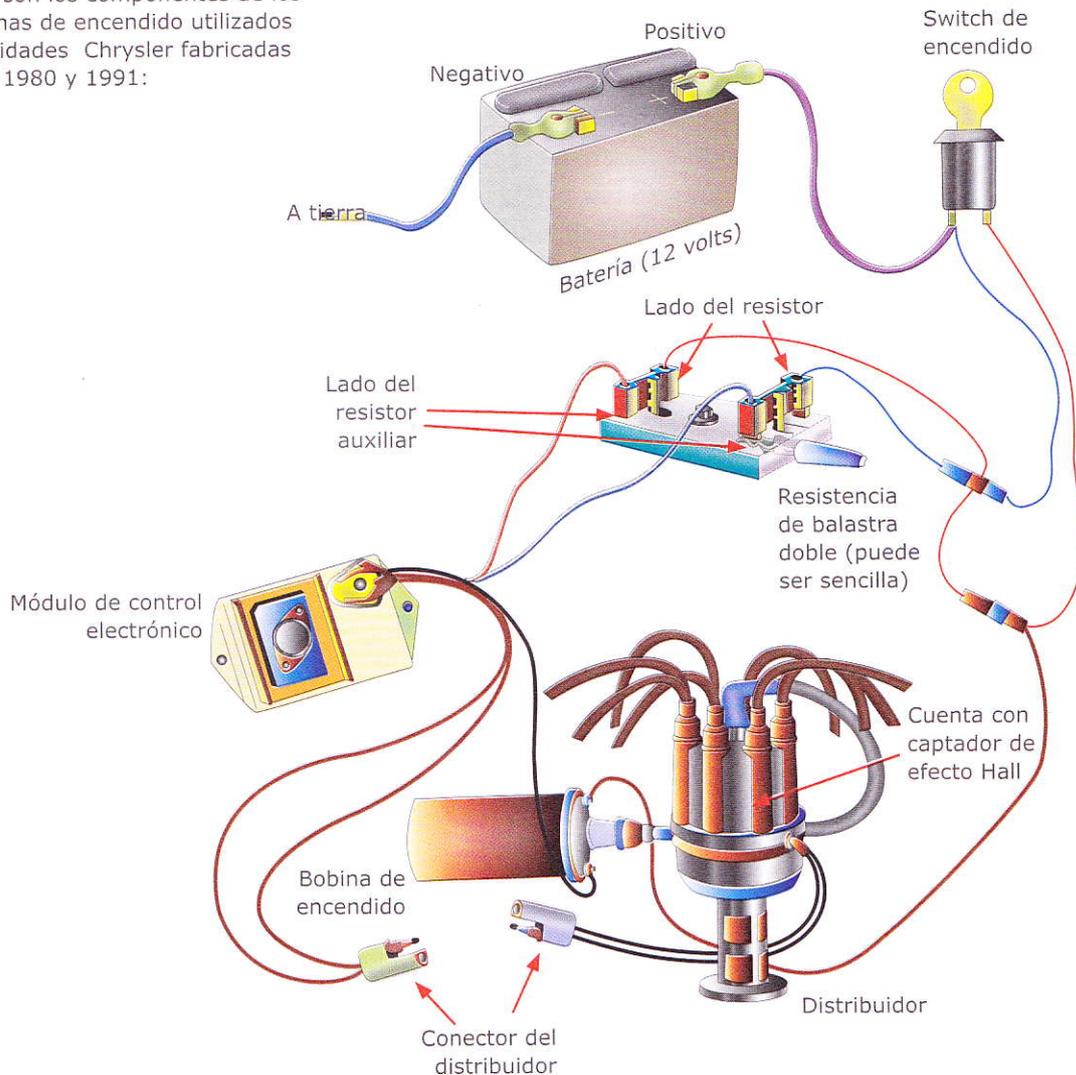
En generaciones o versiones de sistemas de encendido electrónico Chrysler posteriores, la unidad de control prescinde del módulo gobernador de velocidad.

En unidades *Royal Mónaco*, *Dart*, *Dart K*, *Magnum*, *LeBaron* y *Fifth Avenue*, podemos encontrar los sistemas de encendido electrónico Chrysler descritos en esta sección.



■ **Componentes del sistema de encendido electrónico (con distribuidor) Chrysler**

Estos son los componentes de los sistemas de encendido utilizados en unidades Chrysler fabricadas entre 1980 y 1991:



■ **Especificaciones del encendido electrónico (con distribuidor) Chrysler**

Resistencias	
Resistencia de balastro	1.2 ohmios
Primario de la bobina de encendido	1 a 4 ohmios
Secundario de la bobina de encendido	8 a 12 kilo-ohmios
Captador de señal (captador Hall) (entre sus terminales)	500 a 1500 ohms
Cables de bujías	4500 ohmios
Cable que une a la bobina con el distribuidor	5600 ohmios
Módulo de control de encendido	
Alimentación (cavidad 1)	12V ± 1V
Señal de respuesta	0.5V

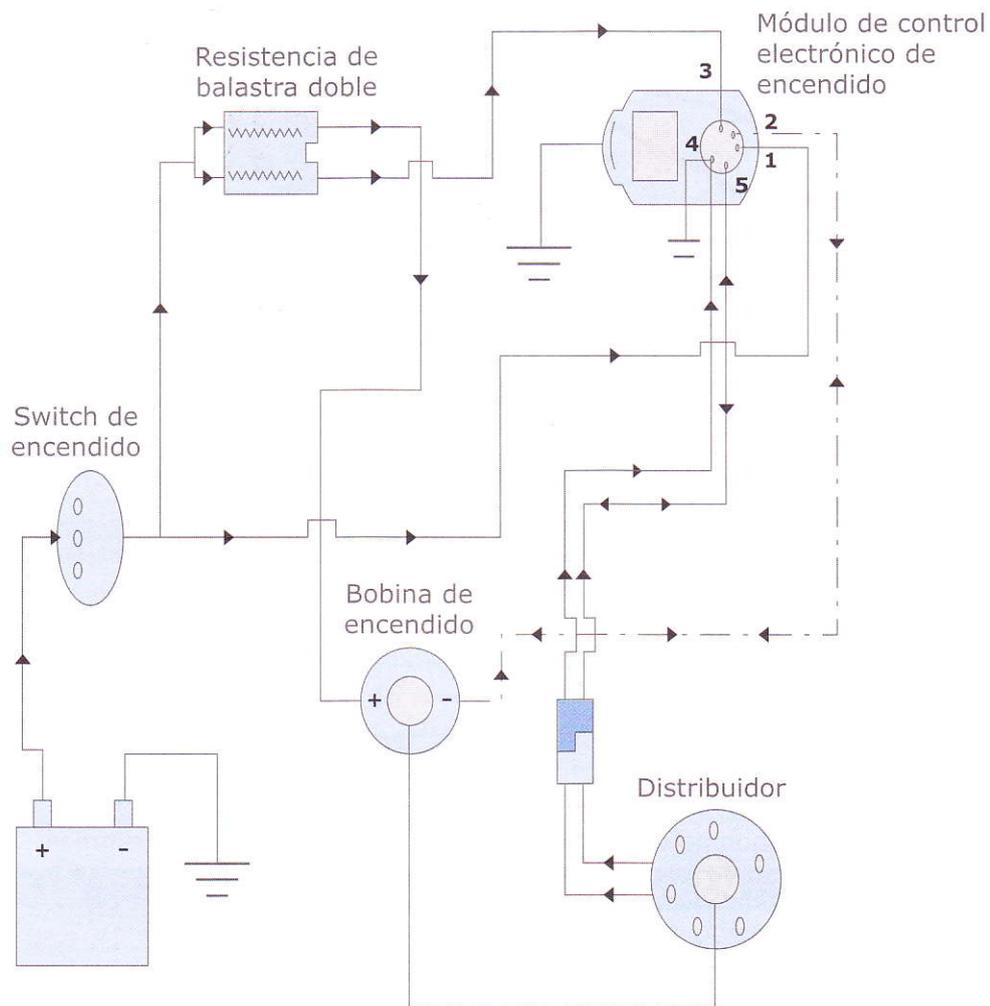
## Funcionamiento del encendido electrónico (con distribuidor) Chrysler

Al cerrar el circuito por medio de la llave de encendido, se suministran al módulo de control de encendido, a través de su cavidad número 1, los 12 voltios provenientes de la batería.

También se le proporciona voltaje a la **resistencia de balastra (ya sea sencilla o doble)**. Y desde ella, se manda alimentación a la bobina de encendido; y al módulo de control de encendido del sistema, a través de su cavidad número 3.

El captador de efecto Hall se alimenta con 12 voltios provenientes de la cavidad número 5 del módulo de control de encendido. A través de su cavidad número 4, el módulo de control de encendido recibe esta señal de respuesta del captador Hall. Y la envía al ECM del motor, el cual emite entonces una señal de activación. Luego, a través de su cavidad número 2, el módulo de control de encendido recibe esta señal; y la procesa, hasta obtener la señal de corte de corriente en el primario de la bobina de encendido y generar la alta descarga requerida por el sistema de encendido.

### ■ Esquema de conexión del encendido electrónico (con distribuidor) Chrysler



### III. ENCENDIDO ELECTRÓNICO (CON DISTRIBUIDOR) EN VEHÍCULOS FORD

El **sistema de encendido electrónico TFI** (*Thick Film Ignition* o “ignición por película gruesa”), es utilizado en unidades Ford. El funcionamiento del sistema de Ford, al igual que el de otros sistemas, se basa en el uso de un módulo de encendido.

En los sistemas de encendido electrónico de vehículos de esta marca, dicho módulo se denomina “**módulo TFI**”, y controla directamente el corte de corriente que se suministra al embobinado primario de la bobina de encendido.

En México, este sistema comenzó a utilizarse en 1983; lo encontramos en unidades *Fairmont*, *Crown Victoria*, *Taurus*, *Thunderbird*, *Cougar* (en estos dos últimos, sólo en sus versiones con motor de aspiración natural), *Pickup F150*, *Ghia* y *Topaz* (este último, en su modelo 1985).

El sistema de encendido que se emplea en unidades Ford, tiene las siguientes particularidades:

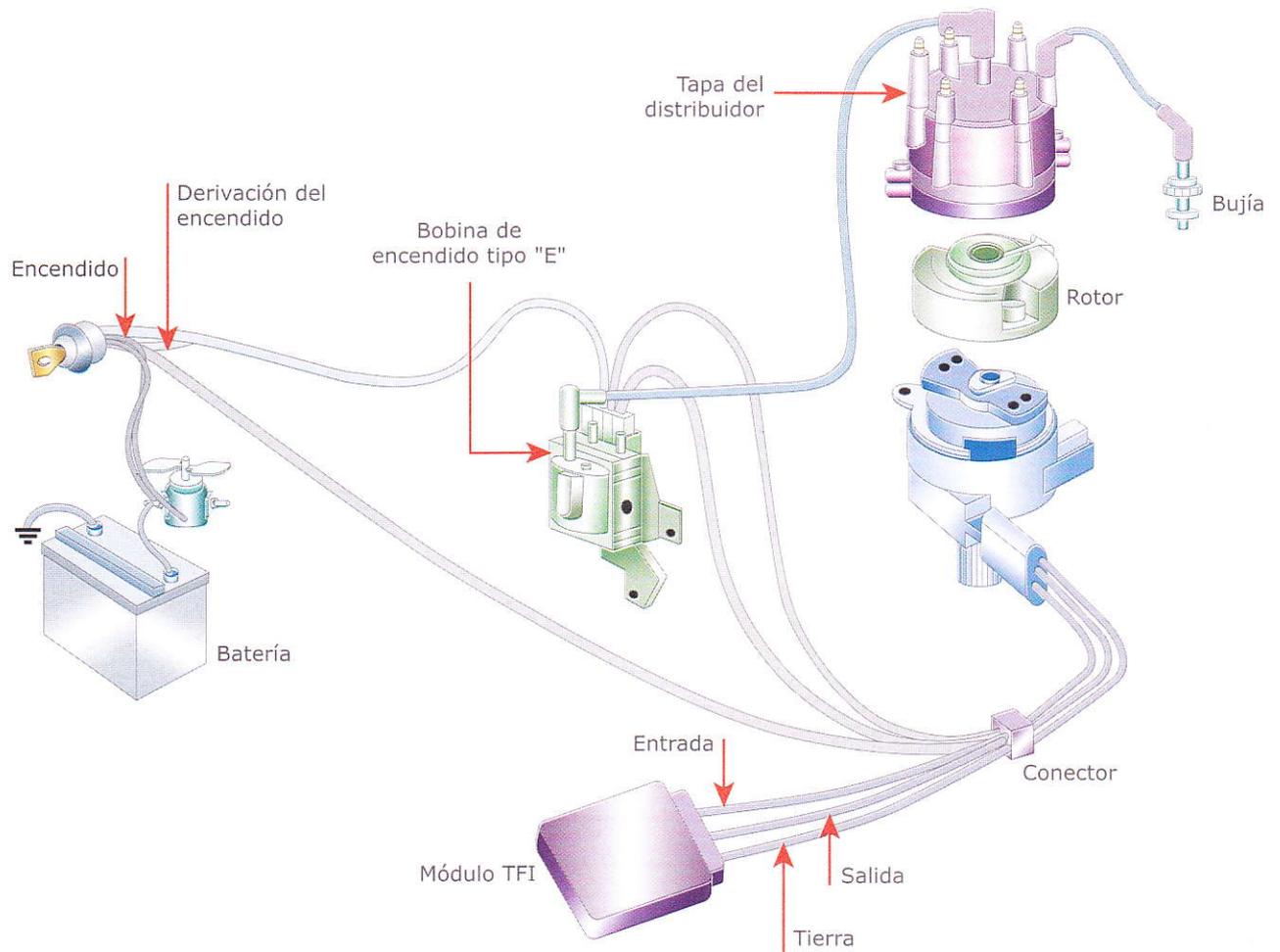
- En vehículos *Taurus*, el módulo TFI y su conector de seis terminales se localizan dentro del compartimiento del motor (y éste, a su vez, va instalado en la pared de fuego, en el lado del copiloto). Para retirarlo, es necesario desmontar la rejilla de plástico que se usa para el desagüe de los limpiaparabrisas.
- En unidades *Pickup*, el módulo TFI se localiza entre el *booster* del sistema de frenos y la bisagra del cofre.
- En vehículos *Cougar* y *Thunderbird*, lo encontramos entre el radiador y la parrilla, situado en el lado del copiloto.
- En unidades *Topaz* modelo 1985, el módulo TFI se localiza detrás de la unidad óptica de faros delanteros derechos (viendo de frente el automóvil).
- En vehículos *Ghia*, dicho módulo se encontraba atornillado en la parte externa del conjunto del distribuidor.



#### TOMA NOTA

En los vehículos Ford también se usó el encendido electrónico (con distribuidor) **Duraspark**; puedes consultar sus características y funcionamiento en el capítulo 3 de este libro.

■ **Componentes del sistema TFI en vehículos Ford**



■ **Especificaciones del sistema de encendido TFI (Ford)**

Resistencias	
Entre el negativo de la bobina de encendido y la cavidad 4 en el ECA	22000 ohmios
Primario de la bobina de encendido	0.4 a 1 ohmio
Secundario de la bobina de encendido	7000 a 12000 ohmios
Generador de señal en sus terminales	400 a 1000 ohmios
Cables de bujías	1750 a 1850 ohmios
Cable que une a la bobina de encendido con el distribuidor	3350 a 3990 ohmios
Otras especificaciones	
RPM a las cuales entra el control del módulo TFI en el motor	400
Valor óhmico de la resistencia reguladora	1 a 105 ohmios





#### IV. ENCENDIDO ELECTRÓNICO (CON DISTRIBUIDOR) EN VEHÍCULOS GENERAL MOTORS (GM)

En Estados Unidos, el sistema de encendido electrónico se utilizó por vez primera en unidades General Motors (GM) en el año de 1975. En México, los automóviles GM dotados de esta tecnología se comercializaron a partir de 1980; el sistema se instalaba como equipo de serie en las unidades *Caprice*, *Impala*, *Celebrity*, *Eighty eighth*, *Regal*, *Cytation* y *Century* (en este último caso, en sus modelos 1988).



El primer sistema de encendido electrónico que se utilizó en vehículos GM es el **sistema de encendido por alta descarga eléctrica o HEI** (*High Electric Ignition*); tuvo varias modificaciones, a medida que se fue perfeccionando.

A continuación describiremos la variante del sistema HEI de GM empleada en los vehículos que se acaban de mencionar.

La principal característica de todas las variantes del sistema HEI desarrolladas por GM, es que, en comparación con los sistemas de encendido instalados en vehículos de otras marcas, aumentan más el voltaje suministrado por la bobina de encendido.

El sistema HEI puede fabricarse con la **bobina de encendido separada o integrada al conjunto del distribuidor**. Ambas versiones funcionan de la misma manera.

#### ■ Especificaciones del sistema HEI (Ford)

Resistencias	
Bobina captadora	500 a 1500 ohmios
Primario de la bobina de encendido	5 a 10 ohmios
Secundario de la bobina de encendido	16000 a 40000 ohmios
Carbón central en la tapa del distribuidor	10000 ohmios
Reluctor en el rotor	0 a 5 ohmios máximo
Entre las cavidades 4 y 5 en el conector del módulo	150 a 900 ohmios
Cables de bujías	4200 a 4350 ohmios

**TOMA NOTA**

En el capítulo 3 se describió a detalle el sistema HEI; también puedes consultar un esquema general de sus componentes en ese mismo capítulo.

## Funcionamiento del sistema HEI (General Motors)

El funcionamiento del sistema HEI no difiere mucho de los demás sistemas de encendido; la única diferencia notoria, es el **mayor incremento de voltaje en el secundario de la bobina de encendido**.

Al cerrar la alimentación del circuito eléctrico por medio de la llave de encendido, se energiza tanto a la bobina de encendido (en su embobinado primario) como al **módulo de encendido**; y así, este módulo queda listo para procesar las primeras señales, las cuales provienen de la bobina captadora (que se localiza en el conjunto del distribuidor).

Al dar marcha al motor, su mecanismo de sincronía hace que se mueva la flecha principal del distribuidor. El módulo de encendido suministra 8 voltios a la **bobina captadora** en el conjunto del distribuidor, para que se induzca un campo en ella y quede lista para generar señales.

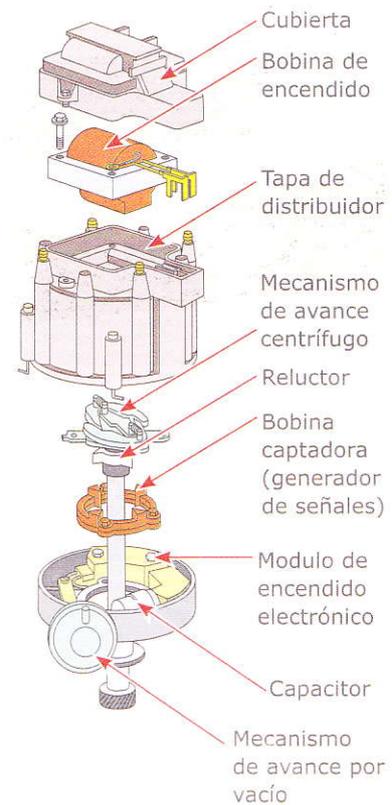
Una vez que la flecha del distribuidor gira, también lo hace el reluctor de la bobina captadora; y con ello se genera una señal, misma que es utilizada por el módulo de encendido para determinar el ángulo de encendido más óptimo de acuerdo con el régimen de operación del motor.

El módulo de encendido genera la señal de corte de corriente al primario de la bobina de encendido, y entonces ésta genera una descarga eléctrica. El valor de dicha descarga aumenta hasta llegar a **55,000 voltios** aproximadamente, cuando pasa por el embobinado secundario de la misma bobina (que es especial, para ser utilizada en el sistema de encendido de los vehículos GM).

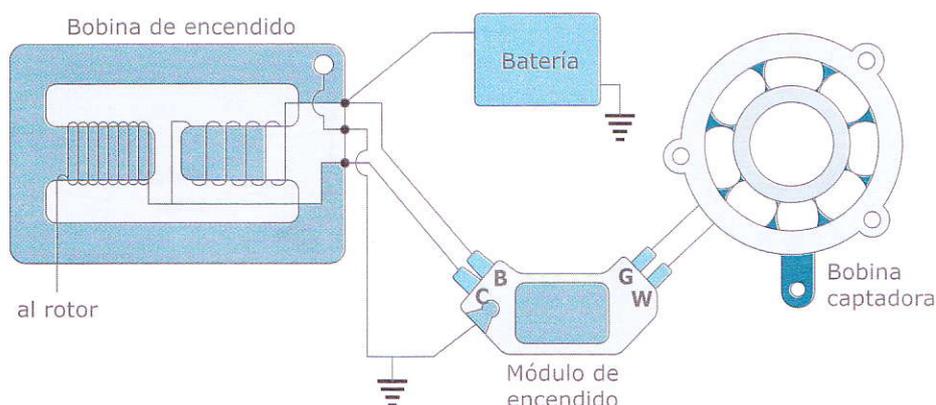
A través de un cable especial, la alta descarga eléctrica con un elevado valor de voltaje se envía al distribuidor; y éste la reparte entre las bujías, para producir la chispa necesaria.

### ■ Distribuidor del sistema HEI (con bobina integrada)

El detalle por el que a simple vista diferenciamos al sistema HEI de los sistemas utilizados en otras marcas, es el diseño del distribuidor.



### ■ Esquema de conexión para el sistema HEI con bobina separada





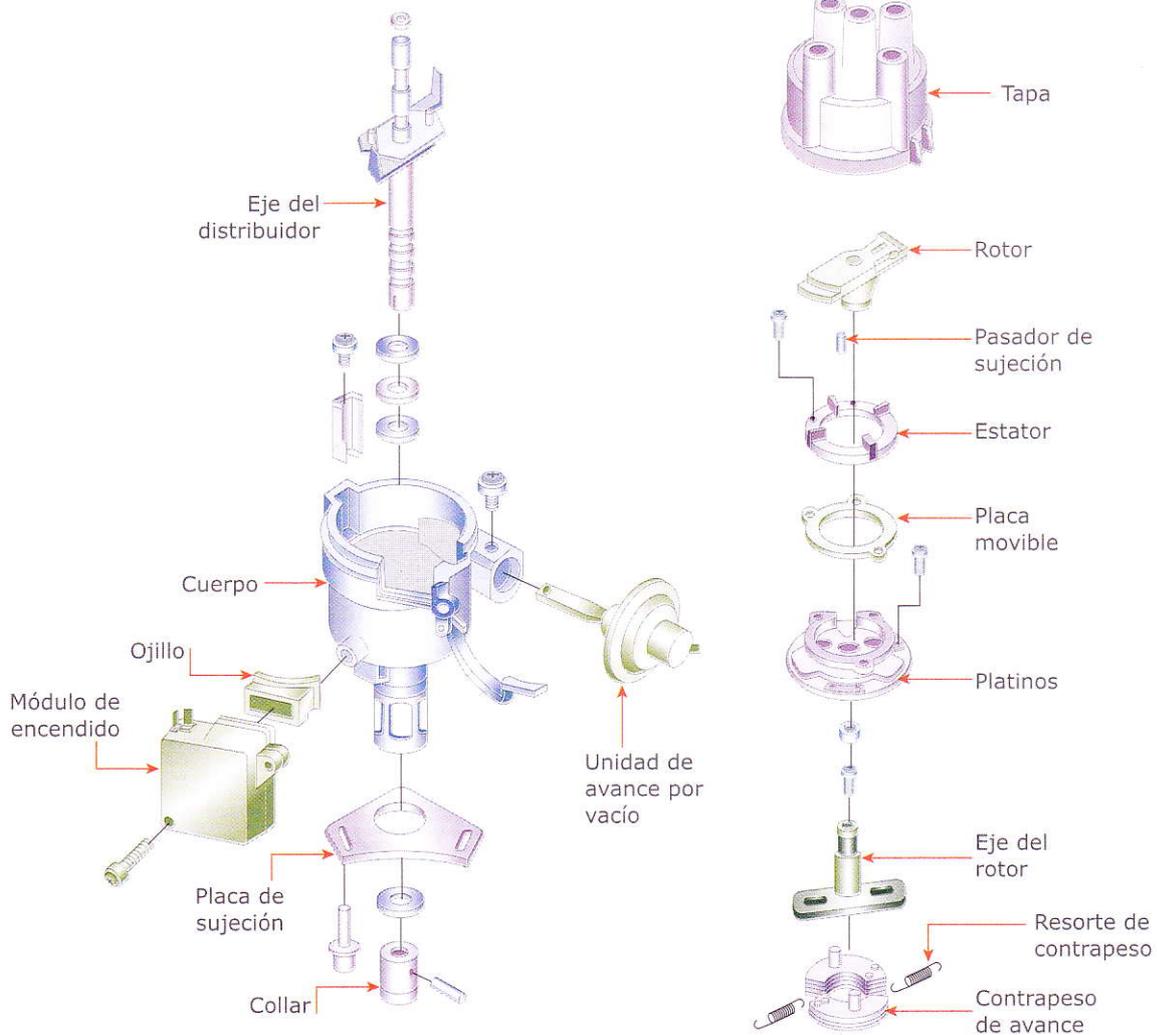
## V. ENCENDIDO ELECTRÓNICO (CON DISTRIBUIDOR) EN VEHÍCULOS NISSAN

Las unidades Nissan, en particular los modelos *Tsuru II* y *Hikari*, emplean un sistema de encendido electrónico basado en el **control del interruptor de contacto de los platinos**.

La principal característica de este sistema de encendido es precisamente el control de la operación de los platinos, es decir, el control de su tiempo y ángulo de contacto. Esto se hace por medio de un **interruptor altimétrico**, que tiene sólo dos posiciones: conectado y desconectado.

La activación o desactivación de la conexión de este interruptor depende de la presión barométrica (relacionada con la altitud) en que el motor está operando.

### ■ Componentes de un distribuidor Nissan



## Funcionamiento del encendido electrónico (con distribuidor) Nissan

Cuando el motor funciona en lugares que se encuentran **a menos de 1500 metros** sobre el nivel del mar, **el interruptor altimétrico se conecta y le envía al módulo de control de encendido una señal eléctrica** que indica la posición ON. Debido a esto se activa un relevador, el cual energiza al conjunto de platinos ubicado en el ensamble del distribuidor.

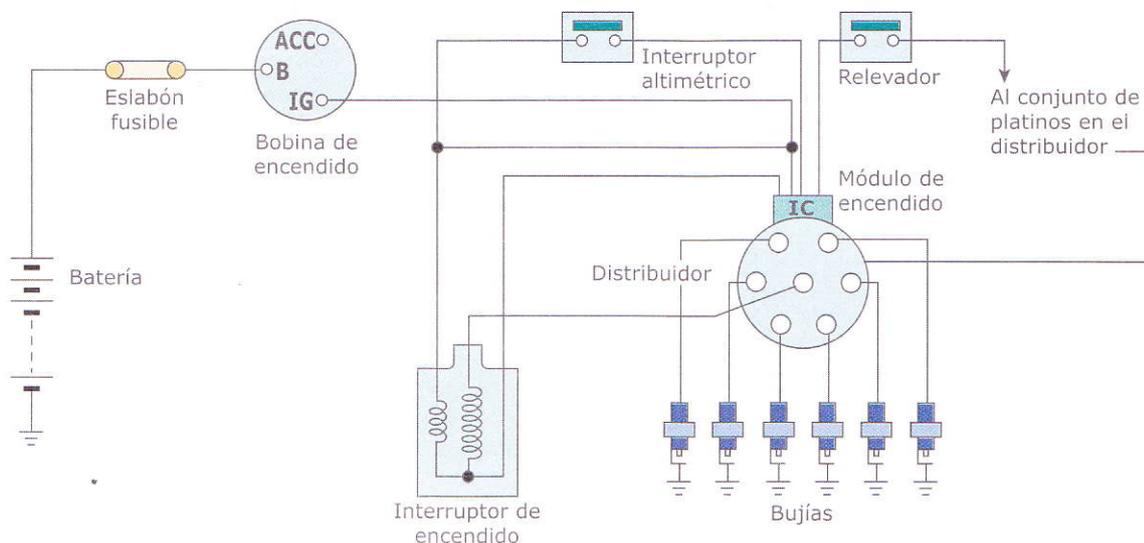
Cuando esto sucede, los platinos de avance se abren 2.50 grados sin tener control del corte de corriente en el primario de la bobina de encendido. Y esto ocurre, porque como el juego de platinos destinado para el retraso del encendido se encuentra cerrado, mantiene a tierra al circuito primario de la bobina de encendido.

Los platinos de retraso de encendido se abren 2.50 grados, luego de que lo han hecho los platinos de avance (que todavía están abiertos). Debido a esto, se corta la corriente de alimentación del embobinado primario. Y a su vez, esto hace que se desplome el campo electromagnético en el primario de la misma bobina y que se genere una descarga eléctrica; el nivel de voltaje de ésta se incrementa.

En cambio, cuando el motor del automóvil opera en lugares localizados **a más de 1500 metros** sobre el nivel del mar, **el interruptor altimétrico se desconecta; entonces se interrumpe su señal eléctrica**, lo cual indica que esta en posición de OFF. Así que el relevador del sistema estará desactivado, y solamente los platinos de avance estarán energizados; con ello, el corte de corriente en el primario de la bobina de avance dependerá únicamente de estos platinos.

Por lo tanto, la alta descarga que se genera en el secundario de la bobina, es enviada a la conexión central de la tapa del distribuidor. Este último, por medio del ángulo de contacto de los platinos, la reparte entre las bujías instaladas en los cilindros del motor; según la orden de encendido del motor. Y de esta forma, finalmente se quema la mezcla aire-combustible.

### ■ Esquema de cableado para el sistema de encendido Nissan



■ **Especificaciones del encendido electrónico (con distribuidor) Nissan**

Resistencias	
Primario de la bobina de encendido	1 a 4 ohmios
Secundario de la bobina de encendido	8000 a 12000 ohmios
Interruptor altimétrico	1.8 ohmios
Angulo de apertura	
Platinos de avance	2.50°
Platinos de retraso	2.50°
Calibración	
Platinos de avance	0.017"
Platinos de retraso	0.021"
Alimentaciones	
Primario de la bobina de encendido	12 a 12.5V
Interruptor altimétrico	5 a 8V máximo



**EN POCAS PALABRAS**

- ✓ En México, desde 1984, los vehículos Volkswagen utilizan el sistema de encendido electrónico transistorizado con distribuidor. Una de sus particularidades, es la ubicación del módulo de encendido.
- ✓ Desde 1984, los vehículos Chrysler fabricados en México utilizan el sistema de encendido electrónico con distribuidor. Este sistema incluye un módulo de encendido de cinco cavidades y una **resistencia de tipo balastra doble o sencilla**.
- ✓ En México, el sistema de encendido electrónico TFI se utiliza en unidades Ford desde 1983. Este sistema utiliza un **módulo de encendido TFI**, el cual controla directamente el corte de corriente de la bobina de ignición.
- ✓ El sistema de **encendido por alta descarga eléctrica (HEI)** se utiliza desde 1980 en vehículos General Motors (GM) fabricados en México.
- ✓ Las unidades Nissan, en particular *Tsuru II* y *Hikari*, emplean un sistema de encendido electrónico basado en el **control del interruptor de contacto de los platinos**.



## PRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

### 1. Relaciona ambas columnas:

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| a) Señal de respuesta de un captador de efecto Hall de un sistema transistorizado VW                 | ( ) 1.2 ohmios             |
| b) Resistencia óhmica de un resistor de balastra de un sistema de encendido electrónico Chrysler     | ( ) 2.03 mm                |
| c) Resistencia del primario de la bobina de encendido en un sistema de encendido TIF de Ford         | ( ) 5 a 8 V máx            |
| d) Separación entre los electrodos de las bujías de un sistema de encendido HEI                      | ( ) 16 000 a 40 000 ohmios |
| e) Resistencia óhmica del interruptor altimétrico de un sistema de encendido electrónico Nissan      | ( ) 0.5 V                  |
| f) Alimentación del interruptor altimétrico en un sistema de encendido electrónico Nissan            | ( ) 2 a 9 V                |
| g) Resistencia del secundario de la bobina de encendido de un sistema de encendido electrónico HEI   | ( ) 1 a 105 ohmios         |
| h) Valor óhmico de la resistencia reguladora en un sistema de encendido TIF de Ford                  | ( ) 1.8 ohmios             |
| i) Señal de respuesta del módulo de encendido al ECM de un sistema de encendido electrónico Chrysler | ( ) 0.4 a 1 ohmio          |
| j) Rango de voltaje del captador Hall alineado en un sistema de encendido transistorizado de VW      | ( ) 7 V                    |



### TAREA

Uno de los vehículos más comercializados en México, es el Platina de Nissan. Existen ciertas dificultades para dar servicio a varios de sus sistemas; entre ellos, el sistema de encendido. Acude a un centro de servicio, y pregunta cuáles son los principales problemas que ocurren en estas unidades; especialmente en su sistema de encendido. Haz un cuadro sinóptico con la información que obtuviste, y explícale a tus compañeros de clase.



## ¡MANOS A LA OBRA!

El siguiente esquema corresponde a un sistema de encendido electrónico con distribuidor Duraspark II. Utilízalo, para hacer las pruebas de voltaje y resistencia que se piden y para que puedas llenar la tabla anexa.

### Material y equipo necesario:

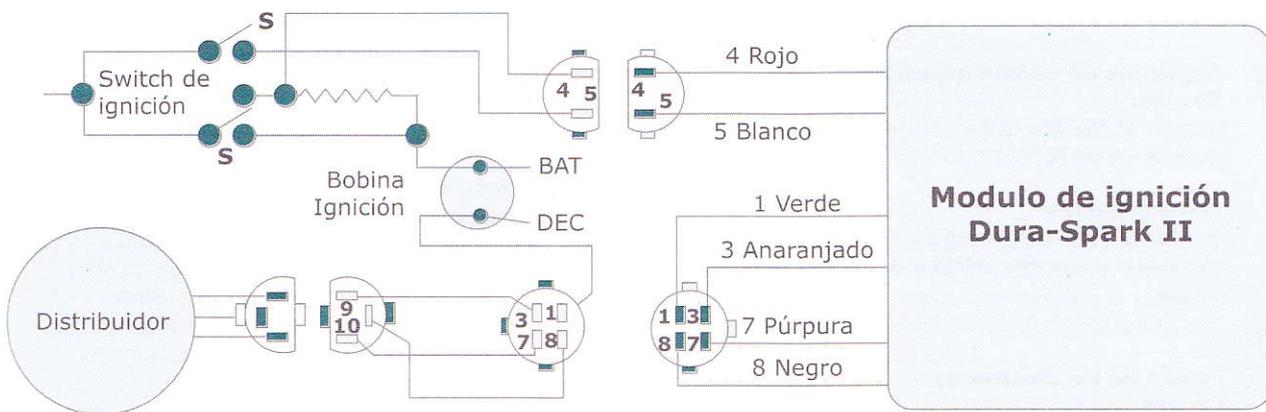
- Vehículo modelo Ford con sistema Duraspark II
- Multímetro

### Procedimiento:

- Estas pruebas permiten determinar si el módulo está generando las señales de operación correspondientes.

- El módulo debe estar desconectado en todas las pruebas, excepto en la de voltaje de bobina.
- Realiza las mediciones que se piden, y verifica si los valores obtenidos se encuentran dentro de especificaciones; de lo contrario, describe qué debe hacerse.
- Una vez hechas las pruebas, y si todos los valores obtenidos en ellas se encuentran dentro de especificaciones, lo único que resta es limpiar las conexiones del módulo con un agente limpiador (*Silijet*).
- Pero si la falla persiste, deberás reemplazar el módulo por uno nuevo.

Switch	Prueba de voltaje	Valor obtenido	Si el valor es incorrecto, se debe...
<b>Circuito cerrado (ON)</b>	Terminal "Bat" ( + ) de bobina y tierra del motor ( - ) módulo conectado	4.9 a 7.9 voltios	- Menos de lo especificado: probar circuito primario. - Más de lo especificado: Probar cable resistencia.
	Enchufe No. 4 a tierra motor (módulo desconectado)		
	Enchufe No. 1 a tierra motor (módulo desconectado)		
<b>Arranque</b>	Enchufe No. 5 a tierra motor (módulo desconectado)		
	Enchufe No. 4 a enchufe No. 3 (módulo desconectado)		
Switch	Prueba de resistencia	Valor obtenido	Si el valor es incorrecto, se debe...
<b>Circuito abierto (OFF)</b>	Enchufe No. 7 al enchufe No. 3		
	Enchufe No. 8 a tierra motor		
	Enchufe No. 7 a tierra motor		
	Enchufe No. 3 a tierra motor		
	Enchufe No. 4 a torre bobina		
	Enchufe No. 1 al enchufe No. 4		
	Enchufe No. 4 a terminal positiva de bobina		
	Terminales del primario en la bobina		
	Enchufe No. 3 al enchufe No. 9		
	Enchufe No. 7 al enchufe No. 10		



## CONCEPTOS CLAVE

**Resistencia:** Dispositivo eléctrico cuyas características hacen que oponga resistencia al flujo eléctrico. Esto es aprovechado para lograr ciertos efectos dentro de un circuito eléctrico.

**Baladra:** Dispositivo eléctrico utilizado para mantener estable un flujo de corriente dentro de un circuito eléctrico cualquiera.

**Booster:** Dispositivo reforzador, que generalmente se utiliza en un circuito hidráulico para reforzar y asistir la presión hidráulica de un sistema.

**ECA (Electronic Control Automotive):** Elemento de control electrónico del sistema de encendido TFI utilizado en vehículos Ford.

**Interruptor alimétrico:** Sensor de tipo interruptor, utilizado en sistemas Nissan de encendido electrónico de primera generación.

**Presión barométrica:** Presión correspondiente a la atmosférica, la cual es medida por un barómetro.

**Transistorizado:** Circuito de control electrónico diseñado con arreglos especiales basados en el uso de transistores.

**Estabilizador de tensión:** Dispositivo utilizado en circuitos de control electrónico. Sirve para normalizar el voltaje y las señales de voltaje que se reciben y manejan en los circuitos de un módulo de control electrónico, dependiendo de la aplicación de este último.

**Excitador:** Elemento que hace variar la frecuencia de una señal o campo inducido, para generar pulsos de señales que generalmente son utilizadas por dispositivos de control electrónico.

**Captador de efecto Hall:** Se utiliza en sistemas de encendido electrónico automotriz, para generar señales de onda cuadrada que sirven de base en la operación de los mismos.

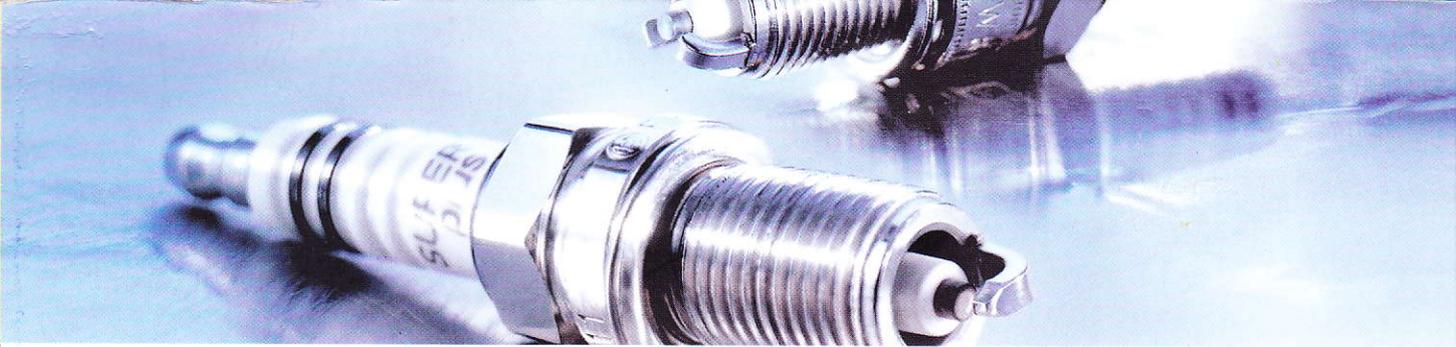
**Pared de fuego:** Por medio de este elemento de la carrocería de un vehículo, el compartimento del motor se aísla del habitáculo de pasajeros.

**Tierra pulsante:** Señal de tierra electrónica. Es suministrada en forma de pulsos (señal digital), por un módulo de control electrónico; se envía a dispositivos electrónicos de control, para que puedan funcionar.

**Tierra física:** Derivación de corriente parásita existente en un circuito eléctrico, a una profundidad no mayor de 3 metros en la tierra o el suelo.

Otra forma de obtener esta tierra, consiste en derivar la corriente parásita a un punto metálico de una estructura; en el vehículo, dicho punto es su chasis o carrocería.

**Tierra eléctrica:** Punto para derivación de corriente parásita de un circuito eléctrico o electrónico provisto por el mismo circuito.



La presente colección de libros de texto, se ha editado en apoyo a los planes de estudio de los bachilleratos y escuelas tecnológicas que imparten las asignaturas de mecánica automotriz.

Para facilitar la comprensión de los contenidos, los temas se abordan apoyándose en ilustraciones dinámicas, vistas ampliadas, explicaciones secuenciales, etc. Se pretende así, cubrir una carencia de materiales de enseñanza apropiados a esos niveles formativos, tomando en cuenta la unidad de propósito, de contenido y de nivel explicativo.

Está claro que una formación integral, prepara a los alumnos para competir con ventaja en un mercado laboral cada vez más complejo y cambiante por las nuevas tecnologías. Precisamente, con la participación de expertos en mecánica automotriz y de profesionales dedicados a la enseñanza en el área -que cuidaron la integración de los temas ofrecidos en estas publicaciones-, se pretende apoyar al maestro en la tarea de formar especialistas bien capacitados.

## CONTENIDO DE ESTE VOLUMEN

### El sistema de encendido electrónico

1. El sistema de encendido convencional.
2. El sistema de encendido electrónico con distribuidor.
3. Algunos sistemas de encendido electrónico con distribuidor.
4. El encendido electrónico sin distribuidor (DIS y EDIS).
5. El encendido electrónico con distribuidor en diferentes marcas.



Clave 4006  
ISBN 970-779-004-0

## TÍTULOS DE LA SERIE



Desensamble y diagnóstico de motores



Reparación del sistema de carga y arranque



Ajuste y reparación de motores a gasolina



Sistema de combustible con carburador e introducción a la inyección electrónica



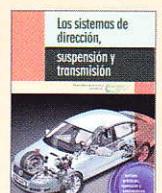
Motores con sistema de inyección electrónica y control de emisiones



El sistema de encendido electrónico



Reparación del sistema de frenos convencionales y de ABS



Los sistemas de dirección, suspensión y transmisión



Diagnóstico y mantenimiento de motores Diesel (convencionales y electrónicos)



Servicio y mantenimiento al chasis de unidades pesadas