

# El sistema de encendido electrónico

Desarrollado por el equipo  
editorial de

**MECANICA**  
automotriz  
**Fácil**



Incluye  
prácticas,  
ejercicios y  
evaluaciones

Desarrollado por el equipo editorial de:



# Sistema de encendido electrónico

Una obra de:



**Dirección General:**

José Luis Orozco Cuautle

**Dirección Editorial:**

Felipe Orozco Cuautle

**Dirección de Administración y Operaciones:**

Javier Orozco Cuautle

**Subdirectora de Ventas:**

Ma. de los Angeles Orozco Cuautle

**Subdirectora de la División de Capacitación:**

Juana Vega Parra

# Créditos de esta edición

**Concepto y dirección editorial:**

Lic. Ma. Eugenia Buendía López

**Diseño y asesoría de contenidos:**

Ing. Juan Carlos Ochoa Rivera

**Desarrollo de contenidos:**

Ing. Roberto Benítez Valencia

Ing. Juan Carlos Ochoa Rivera

**Corrección de estilo:**

Eduardo Mondragón Muñoz

**Concepto y realización gráfica:**

Norma C. Sandoval Rivero

Susana Silva Cortés

**Ilustraciones:**

Gerardo Irving Cervantes Cruz

**Revisión técnica:**

Ing. Antonio Solorio Urbina

Ing. Luis Vega Cortés

Prof. Francisco Arturo González  
Hernández

Prof. Germán García Cardoso

Agradecemos al Lic. Jorge Izquierdo Herrera, Director General de **EDAYO Cuautitlán Izcalli**, por todas las facilidades prestadas para la realización en la sesión de las fotografías utilizadas en este libro. Nuestro agradecimiento en particular a los profesores Francisco Arturo González Hernández, Germán García Cardoso y Armando Sánchez Zavala, por su invaluable apoyo al respecto.

Todas las marcas y nombres registrados que se citan en esta obra, son propiedad de sus respectivas compañías. Aquí sólo se citan con fines didácticos y sin ningún propósito comercial de los nombres y marcas como tales.

Agradecemos especialmente a las empresas Bosch, General Motors, Volkswagen, Renault, Chrysler, Nissan y Ford por las imágenes proporcionadas para esta obra.

El autor y los editores de esta obra, no se responsabilizan por posibles daños en algún equipo, derivados de la aplicación de la información aquí suministrada. El lector es responsable de la manera en que usa esta información.

# 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

# Introducción

## Introducción general

Sabemos que el sistema de encendido proporciona la chispa que enciende la mezcla aire combustible en el momento adecuado. Al respecto, durante muchos años se utilizó un sistema totalmente mecánico, y cuya característica principal es que utilizaba platinos.

Pero hacia los años 1970 y 1980, comenzaron a utilizarse diferentes componentes electrónicos en el vehículo, incluyendo el sistema de encendido (ECU, módulo de encendido, generadores de señales, etc.) que mejoraron en gran medida su desempeño, hasta llegar al encendido electrónico, que eliminó por completo al distribuidor, sustituyéndolo por módulos integrados, cuyo funcionamiento es mucho más preciso.

Justamente, pensando en una exposición que cubra los fundamentos y los aspectos prácticos de los diversos sistemas de encendido electrónico, hemos organizado los contenidos de este libro en los siguientes capítulos:

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.

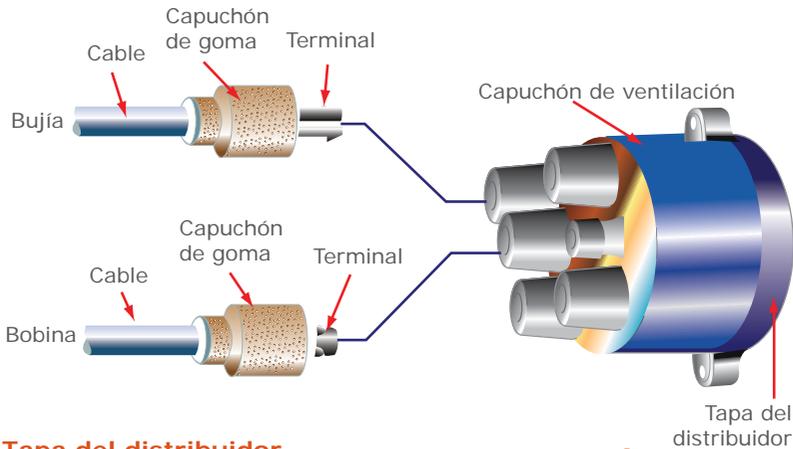
Estos temas, a su vez, se han diseñado desde una óptica que cubra las necesidades de la materia en cuestión, en tres niveles formativos: técnico laboral, técnico profesional y bachillerato tecnológico. Es decir, en vez de orientar los contenidos a cubrir un semestre o unidad determinada de un plan de estudios, hemos orientado el libro a cubrir los temas necesarios para una formación adecuada en la materia.

Y por supuesto, para que estos conocimientos se ajusten a los esquemas de la formación para el trabajo, se han tomado en cuenta las Normas Técnicas de Competencia Laboral incluidas en los programas respectivos de la DGETI, así como las normas básicas de seguridad e higiene.

Conviene mencionar que el presente libro pretende ser una especie de guía-resumen, que dé pie a los temas en cuestión y abra el escenario de las explicaciones teórico-prácticas; de ahí que las descripciones sean sintéticas, precisas y directas, y que se haga especial énfasis en los procedimientos, en el uso de esquemas, tablas, ilustraciones, fotografías, etc. De manera adicional, este libro se irá complementando con una serie de recursos audiovisuales para soportar el trabajo del maestro y del estudiante ([www.mecanica-facil.com](http://www.mecanica-facil.com)). Esperamos cumplir en forma satisfactoria nuestro compromiso con la educación en México y en otros países de habla hispana.

*Los editores*

## 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.

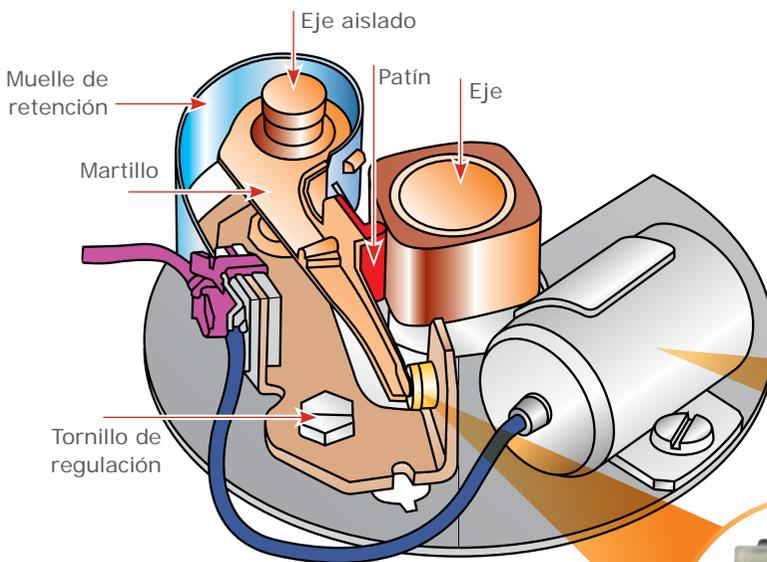
El conector central de esta tapa se encuentra rodeado de un número de conectores igual al número de cilindros del motor.

### 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.

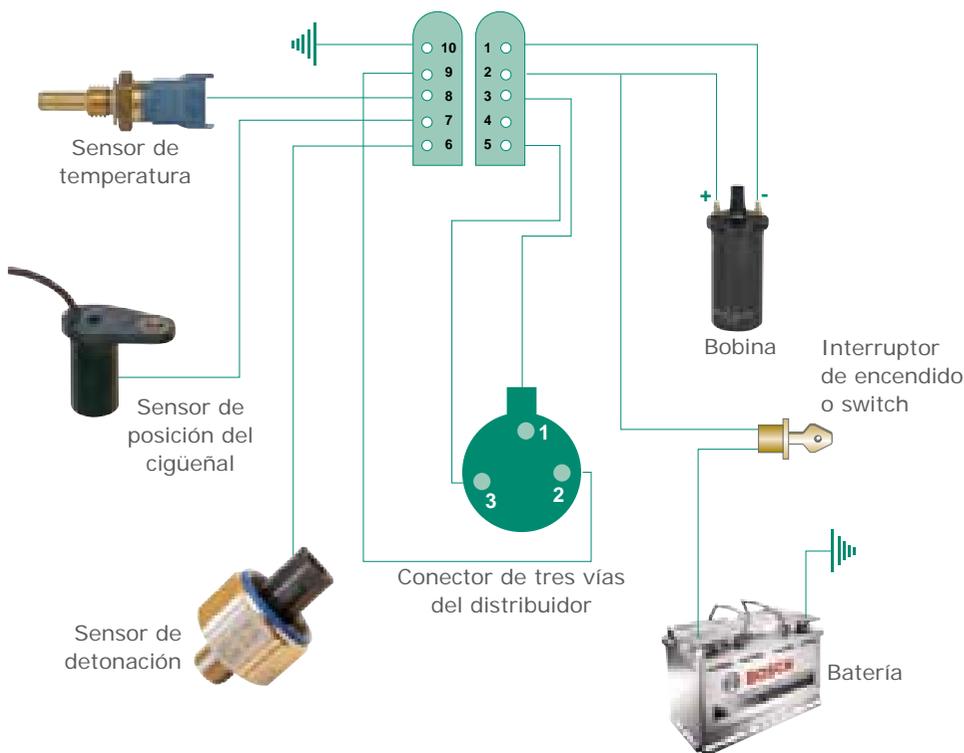


## Funcionamiento del sistema de encendido electrónico con distribuidor

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

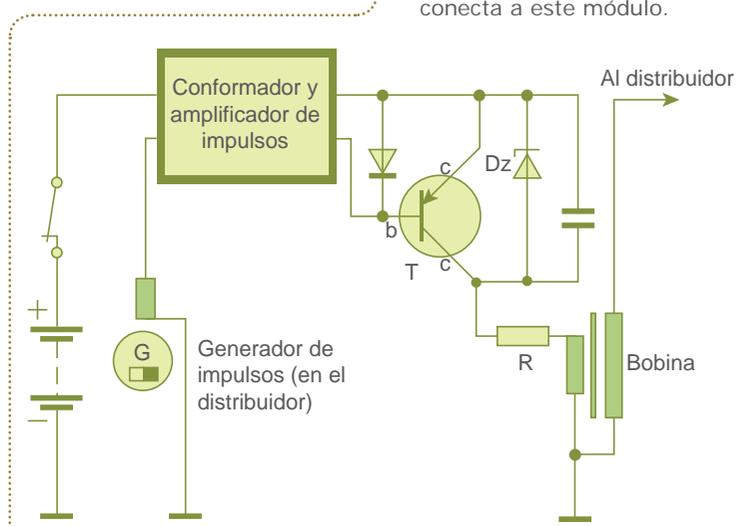


#### Estructura básica de un encendido electrónico

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.



## 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 *Silijet*.



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



## 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 lina de calibración.



5

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