

TEMA

13

ORGANIZACION Y PROCESOS DE
MANTENIMIENTO DE VEHICULOS

Desarrollo de los temas

***Sistemas de encendido
electrónico: Constitución,
funcionamiento,
disfunciones
y procedimientos
de corrección
de las mismas.***

CEDE

elaborado por
EL EQUIPO DE PROFESORES
DEL CENTRO DOCUMENTACIÓN

GUIÓN - ÍNDICE

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. VENTAJAS Y CLASIFICACIÓN**
 - 2.1. Clasificación
- 3. SISTEMA ELECTRÓNICO DE ENCENDIDO POR IMPULSOS DE INDUCCIÓN**
 - 3.1. Constitución
 - 3.2. Funcionamiento
 - 3.3. Disfunciones y procedimientos de corrección
- 4. SISTEMA ELECTRÓNICO DE ENCENDIDO CON GENERADOR HALL**
 - 4.1. Principio de funcionamiento
 - 4.2. Constitución y funcionamiento
 - 4.3. Anomalías y procesos de corrección
- 5. ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL**
 - 5.1. Constitución
 - 5.2. Funcionamiento
 - 5.3. Anomalías y procesos de corrección

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO PÉREZ, J.M. **Tecnologías Avanzadas del Automóvil**. Ed. Paraninfo. Madrid, 1995.

– **Cursos de perfeccionamiento de los Autores sobre Sistemas de Encendidos Electrónicos**.

VARIOS **Manual de la Técnica del Automóvil**. Ed. Reverté. Barcelona, 1990.

COMENTARIO BIBLIOGRÁFICO

Existe variada bibliografía para el desarrollo de este tema, si bien se han escogido los reseñados, por ser las obras que mejor expresaban los contenidos a desarrollar. Particular mención en cuanto a descripción y funcionamiento de los sistemas de la obra *Tecnologías Avanzadas del Automóvil* y los *Cursos de perfeccionamiento* para describir las anomalías y los procesos de verificación y corrección.

1. INTRODUCCIÓN

Siendo el sistema de encendido uno de los componentes básicos para el buen funcionamiento de los motores de explosión, ha estado desde siempre sometido a constantes estudios e investigación para mejorar el sistema, con el fin de conseguir un mayor rendimiento en el motor térmico.

Debido a las características excepcionales que ofrece el campo de la electrónica en todas las aplicaciones de tipo eléctrico, cada día en mayor auge, desde hace tiempo se ha estado estudiando la aplicación de la misma al ramo del automóvil, sobre todo en el encendido, consiguiéndose en la actualidad sistemas que han mejorado considerablemente el funcionamiento del circuito y rendimiento del motor.

El encendido tradicional, a pesar de su grado perfección, presenta, debido a la forma de funcionamiento de sus componentes, grandes inconvenientes en el encendido y rendimiento de los motores, ya que el sistema se basa en alimentar una bobina primaria a intervalos muy rápidos, para crear la variación de flujo y así obtener en el secundario el impulso de alta tensión, para que salte la chispa en las bujías.

Como la inducción magnética en el núcleo de la bobina está en función de la corriente que por ella circula, si se quiere que la inducción sea suficiente, la corriente aplicada ha de ser alta (a 12 V suele ser de 3 a 4 amperios), corriente que tiene que ser cortada por los contactos del ruptor, los cuales, a pesar de estar protegidos por el condensador, llegan a deteriorarse en un reducido número de kilómetros. Pero el defecto más importante de este sistema es que, a elevadas revoluciones, el contacto del ruptor es imperfecto, provocando una caída de tensión en el primario de la bobina, que se traduce en una considerable caída de tensión en alta, haciendo que la chispa, a elevadas revoluciones, sea más pobre.

2. VENTAJAS Y CLASIFICACIÓN

Las ventajas más importantes que presentan los sistemas electrónicos de encendido son:

a) La alta tensión disponible es de mayor valor que en el encendido clásico, debido a que la ausencia de contactos permite utilizar una corriente primaria más grande, cuya ruptura es igualmente más rápida, sin que exista pérdidas por arco eléctrico entre los contactos. Ello supone una mayor facilidad en el arranque en frío, así como una mejora del rendimiento del motor.

- b) La alta tensión en las bujías es mayor y más uniforme a cualquier régimen del motor, resultando prácticamente constante para los altos regímenes, lo que determina un mayor rendimiento del motor en estas condiciones de funcionamiento.
- c) El número de chispas por minuto puede sobrepasar las 21.000, mientras que los fenómenos de rebote de los contactos limitan este valor a 18.000 en el encendido clásico, con lo cual es posible la utilización del motor en regímenes más altos.
- d) No existe desgaste de fibra ni de contactos del ruptor, por lo que resulta innecesario el reglaje del ángulo de leva y la operación de calado del encendido, con lo cual los costes de mantenimiento son más reducidos.
- e) Excelente arranque en frío a bajas temperaturas.
- f) Ralentí muy regular.
- g) Mejor aceleración a bajo régimen.
- h) Aumento de velocidad punta del vehículo.

2.1. CLASIFICACIÓN

Los encendidos eléctricos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Sistema electrónico de encendido por impulsos de inducción.
- Sistema electrónico de encendido con generador hall.
- Sistema electrónico de encendido integral.
- Sistema electrónico de encendido por descarga de condensador.
- Sistema electrónico de encendido por voltaje magnético.

3. SISTEMA ELECTRÓNICO DE ENCENDIDO POR IMPULSOS DE INDUCCIÓN

Este sistema de encendido dispone de los mismos elementos (batería, bobina, distribuidor, bujías) que los empleados en un encendido convencional, e igualmente para la variación del punto de encendido utiliza los mismos dispositivos de avance centrífugo y por depresión, es decir, contrapesos y cápsula de vacío.

En la cabeza del distribuidor es sustituido el clásico ruptor por un generador cuyos impulsos se hacen llegar a un componente adicional (módulo electrónico), que después de tratarlos convenientemente, determina el instante de corte de la corriente primaria en la bobina y, con ello, el salto de chispa en la bujía.

3.1. CONSTITUCIÓN

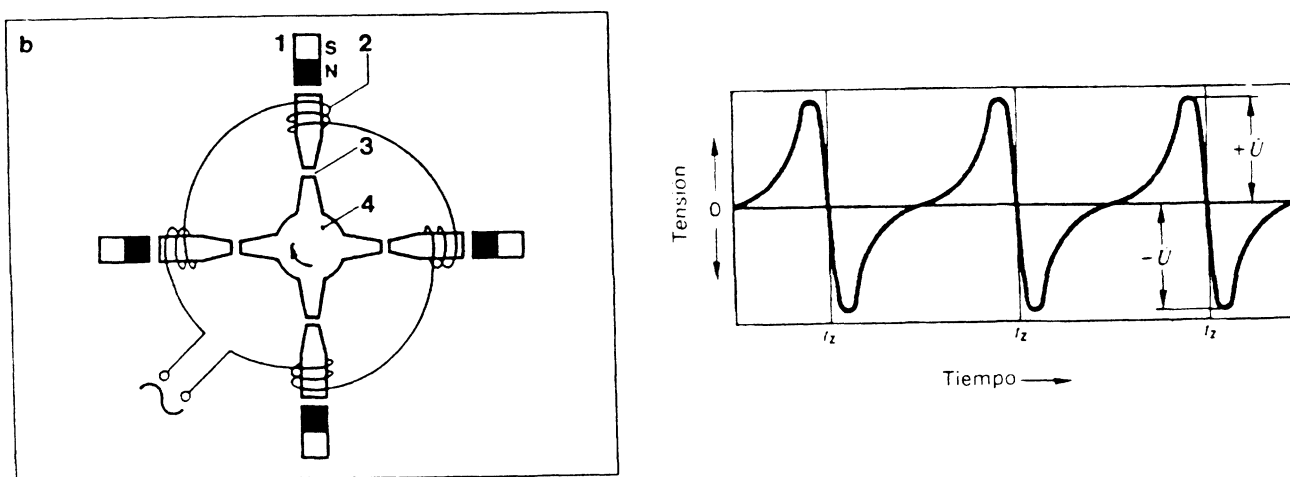
En la fig. 13.1 se muestra el esquema funcional del generador de impulsos. Los imanes permanentes 1 y el arrollamiento de inducción 2 con su núcleo, forman el estátor, que supone una unidad fija de construcción. En el interior de esta unidad gira la rueda 4, llamada rotor, que forma parte del eje de mando del distribuidor, ocupando en él la posición de la leva en los encendidos convencionales. Tanto el estátor como el rotor son de acero dulce magnético y tienen tantas prolongaciones en forma de dientes, como cilindros el motor.

El principio de funcionamiento es el siguiente: El giro del rotor provoca una variación periódica del entrehierro, entre los dientes del rotor y el estátor y, en consecuencia, una variación del flujo magnético. Como consecuencia de esta variación de flujo, se induce en el devanado una tensión alterna, cuyo transcurso en el tiempo se representa en la fig. 13.2. El valor de cresta $\pm U$ de esta tensión, es función de la velocidad de rotación, pudiendo variar desde 0,5 a 100 V.

Cuando los dientes del rotor se aproximan a los del estátor, el flujo magnético se refuerza y la tensión inducida en el arrollamiento se eleva, primero lentamente a partir de cero y después cada vez más rápidamente. Inmediatamente antes de enfrentarse perfectamente los dientes, la tensión alcanza su valor positivo máximo. Cuando empiezan a alejarse, la tensión descende y cambia bruscamente el sentido, ya que el flujo magnético se debilita. En este momento (t_2) tiene lugar el encendido.

La fig. 13.3 muestra la estructura de este generador de impulsos y su emplazamiento en la cabeza del distribuidor. El devanado de inducción E está constituido por una bobina plana arrollada sobre un núcleo, frente al cual se dispone el imán permanente C en forma de arandela, alojado en el disco polar, cuya parte superior forma los salientes B, que se presentan frente a los brazos de la rueda disparadora A. Este conjunto de bobina, imán y soporte forman el estátor, que se fija a la placa portadora D, alojada en la carcasa del distribuidor de manera que pueda girar un cierto ángulo sobre ella, merced a la cápsula de depresión G, como en el caso de los distribuidores convencionales. La rueda generadora de impulsos A está unida al eje F del distribuidor mediante los contrapesos del sistema de avance centrífugo y en la parte superior del eje se emplaza el dedo distribuidor.

La situación de estos componentes determina el camino a seguir por el flujo magnético, como muestra la fig. 13.4, que se establece desde el imán permanente C y a través de los salientes B, hacia los brazos A del rotor, cuando éstos se presentan frente a ellos, al igual que ocurre en un imán convencional de herradura E. Este flujo magnético afecta a la bobina plana situada entre el estátor y el rotor, en la cual se inducen impulsos de tensión debidos a las variaciones de flujo generadas en el giro del rotor. Estos impulsos son enviados al correspondiente circuito electrónico, que determina los instantes de conducción del primario de la bobina.



Figuras 13.1 y 13.2

La disposición de la rueda generadora de impulsos con respecto al sistema de avance centrífugo se muestra con detalle en la fig. 13.5. Los contrapesos 1 permiten adelantarse al eje 4 (del que forma parte la rueda generadora 6) en el giro con respecto al eje de mando 3. De otra parte, la cápsula de avance por depresión 2, actúa sobre el conjunto del estátor 5 para dar el avance de vacío, haciéndole girar un cierto ángulo en sentido contrario al giro del rotor.

Ambos sistemas de avance, pues, funcionan de manera similar a los de un distribuidor convencional, siendo idénticas las disposiciones de montaje de los contrapesos y cápsula de avance por vacío, así como la forma y características de estos mecanismos. En la fig. 13.6 se muestra el despiece de este tipo de distribuidor con generador de impulsos, donde puede verse la estructura del estátor con su bobina plana, así como la forma característica del rotor. El resto de componentes son similares a los de un distribuidor convencional.

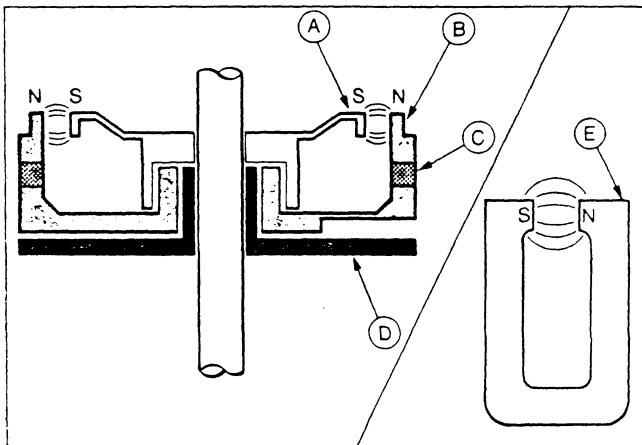


Figura 13.4

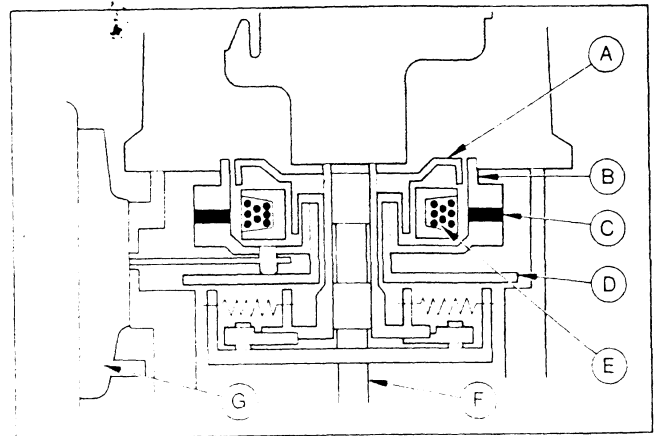


Figura 13.3

El generador de impulsos por inducción presenta dos ventajas esenciales:

- Es muy poco sensible a las vibraciones o sacudidas.
- La irregularidad de los intervalos de encendido es sólo de 0,3°, o sea, mucho menor que la de los encendidos convencionales.

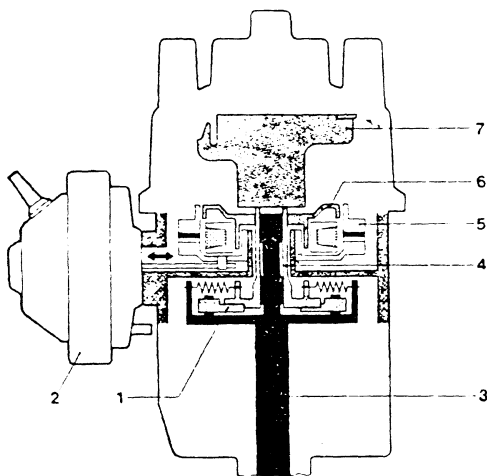


Figura 13.5

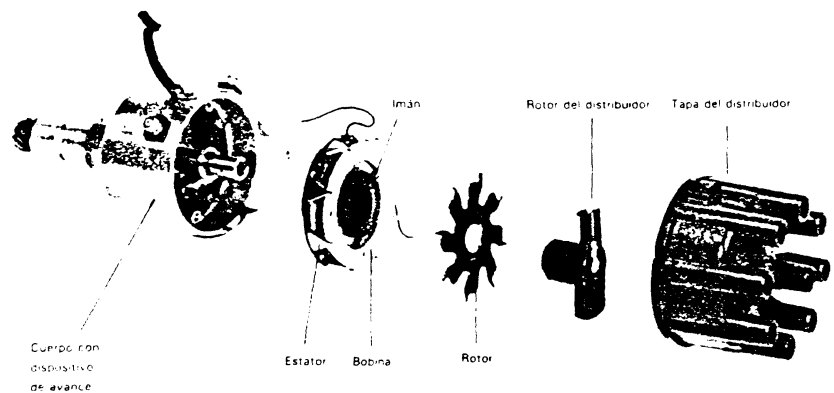


Figura 13.6

El módulo electrónico está dividido en tres etapas fundamentales: modulador de impulsos, mando del ángulo de cierre y estabilizador. El modulador de impulsos transforma la tensión alterna que le llega del generador, en impulsos de longitud e intensidad adecuadas para el gobierno de la corriente primaria y el instante de corte de la misma. Estas magnitudes (longitud e intensidad de los impulsos), son independientes de la velocidad de rotación del motor.

El estabilizador tiene la misión de mantener la tensión de alimentación lo más constante posible.

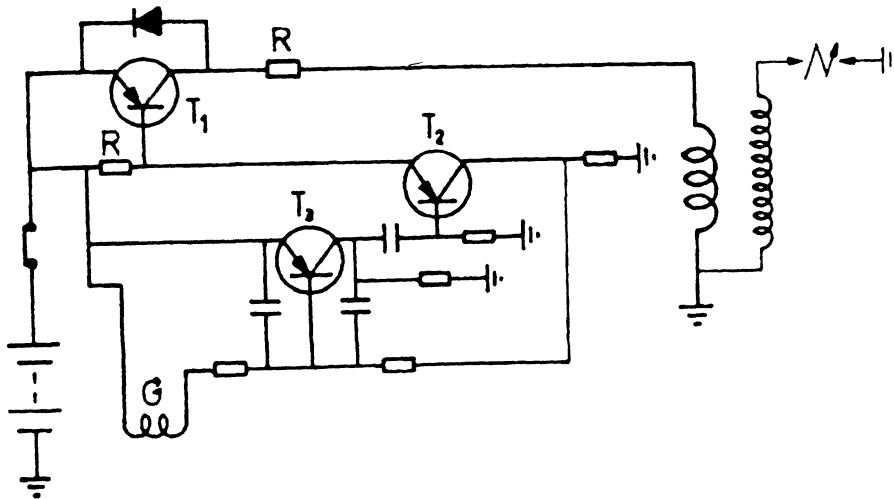
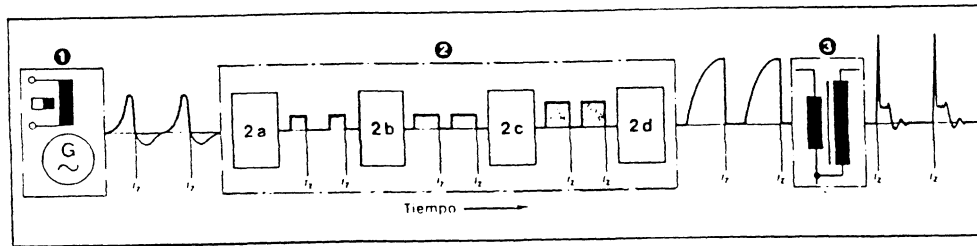
El mando del ángulo de cierre varía la duración de los impulsos en función de la velocidad de rotación del motor.

La fig. 13.7 muestra el proceso completo de transformación de los impulsos, desde la generación de los mismos hasta el salto de la chispa en la bujía de encendido. Según este esquema, la tensión alterna de mando pasa del generador de impulsos 1 al bloque electrónico 2 y, concretamente al modulador 2a, que transforma la señal recibida en impulsos rectangulares, cuya longitud determina el ángulo de cierre y está gobernada por el mando de dicho ángulo 2b, adaptándolos a la velocidad de rotación del motor. Posteriormente, estos impulsos son amplificados en la etapa de excitación 2c y adaptados a la etapa final 2d que conecta y desconecta la corriente primaria por medio de un transistor Darlington. Cualquier interrupción de los impulsos rectangulares motiva un corte de la corriente primaria y, con ello, el salto de la chispa en la bujía, proporcionada por el secundario de la bobina 3.

3.2. FUNCIONAMIENTO

En la fig. 13.8 se ha representado de forma simplificada el esquema de un módulo de mando, conectado en el circuito de encendido. Antes de que el arrollamiento del generador envíe su impulso, la corriente fluye desde la batería y a través del circuito emisor-colector del transistor T1 hasta el primario de la bobina. Para esto ha sido necesario que conduzca este transistor, cuya base se encuentra conectada al emisor de T2, que en ese instante conduce.

Cuando el arrollamiento del generador envía un impulso, el transistor T3, que anteriormente estaba bloqueado, se pone ahora a conducir debido al impulso de corriente que llega del generador hasta su base. De esta manera, los portadores de corriente son desviados de la base de T2 y éste queda bloqueado, lo que implica inmediatamente el bloqueo de T1 y, en consecuencia, se corta la corriente del primario de la bobina, induciéndose la alta tensión en el secundario, que se hace llegar a la bujía que corresponda.



Figuras 13.7 y 13.8

La fig. 13.9 muestra el esquema de conexionado de este sistema, donde la bobina F es alimentada desde la batería D a través de la llave de contacto C, que también alimenta al módulo electrónico B.

Cuando los salientes de la bobina disparadora A, en su giro, quedan frente los imanes permanentes emplazados en la carcasa del distribuidor, la bobina K genera un impulso de tensión eléctrica, que es transmitido al módulo electrónico B, el cual pone a masa la llegada de corriente de la batería, quedando en cortocircuito la bobina, cuyo arrollamiento primario ahora no es alimentado de corriente, generándose así la alta tensión en el secundario, que es llevada a la bujía J, por medio del distribuidor de alta tensión H.

Con el giro de la rueda disparadora A, llega un instante en que sus salientes ya no se presentan frente a los imanes permanentes, con lo cual no se induce tensión en la bobina K y, por ello, el módulo electrónico permite el paso de corriente al primario de la bobina F para formar nuevamente el campo magnético en ella. Instantes después se genera de nuevo el impulso de tensión en la bobina K y el módulo electrónico volverá a cortar la corriente en el primario de la bobina de encendido.

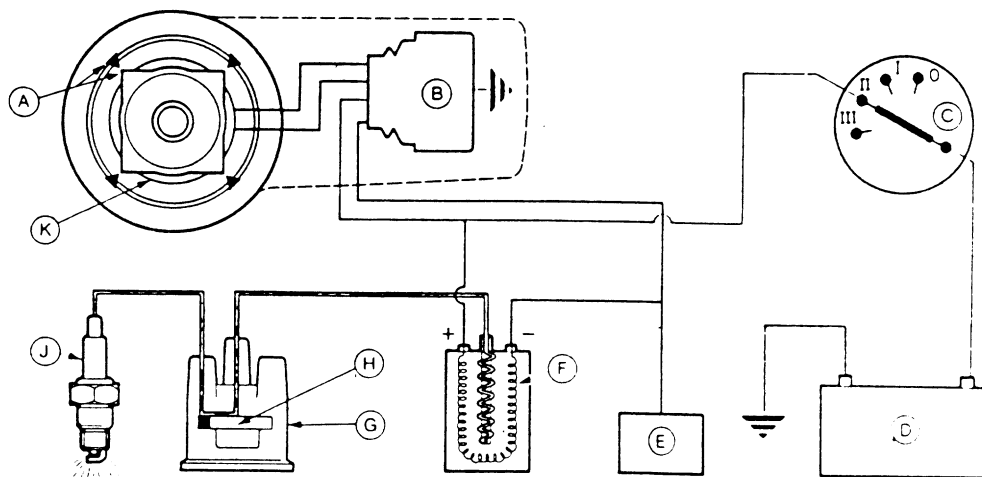


Figura 13.9

3.3. DISFUNCIONES Y PROCEDIMIENTOS DE CORRECCIÓN

a) Realizar una visualización de todo el conjunto, observando el estado de todos los componentes, conexiones y cables, así como la comprobación de la masa del módulo electrónico y el estado de la batería.

b) Conectar lámpara estroboscópica en el cable de alta de la bobina y hacer girar el motor con el motor de arranque. ¿Se produce destello?:

b₁) No. La avería está en la llave de contacto y entrada de la bobina o módulo. Comprobar si existe tensión a la entrada de la bobina. Debe dar el mismo voltaje que el de la batería. Si existe tensión comprobar la misma a la salida de la bobina. Si existe tensión a la salida comprobar resistencia de primario y secundario y comparar con los datos del fabricante (para esta prueba debe desconectarse la bobina).

Si la bobina está bien comprobar la resistencia y el aislamiento del bobinado del generador de impulsos. Comparar con los datos del fabricante y sustituir en caso necesario.

Si eléctricamente el generador de impulsos está bien, comprobar las conexiones distribuidor-módulo electrónico. Si son correctas comprobar el estado mecánico del generador (entrehierro). Reparar o cambiar el generador, en caso necesario y si el generador está bien sustituir el módulo electrónico.

b₂) Sí. Realizar la misma comprobación que en b sobre cables de alta de las bujías. Si no se produce destello comprobar tapa del distribuidor, rotor, cables, o sustituir si es necesario. Si se produce destello comprobar bujías (limpiar, regular o sustituir).

Si las bujías están bien comprobar puesta a punto del encendido. Si es correcto verificar llegada de combustible al carburador.

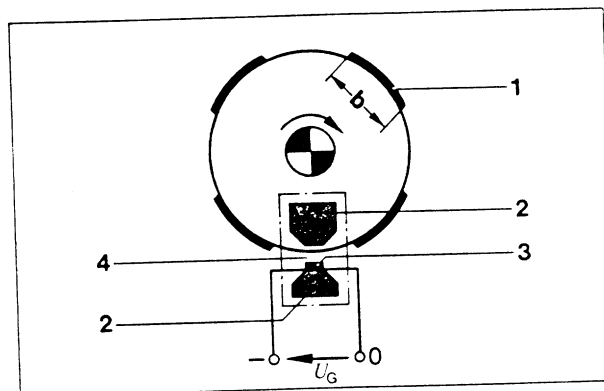
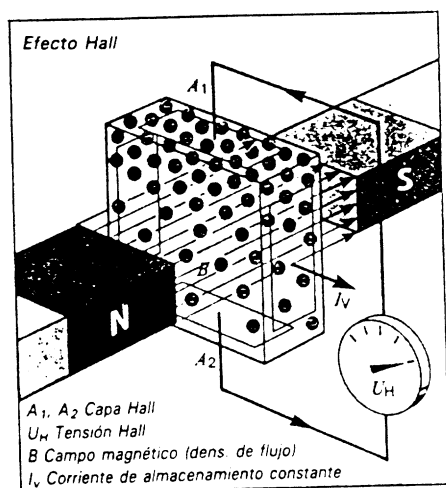
4. SISTEMA ELECTRÓNICO DE ENCENDIDO CON GENERADOR HALL

4.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En este sistema de encendido, el generador de impulsos basa su funcionamiento en el llamado efecto Hall, mediante el cual, cuando los electrones se desplazan a través de un conductor, que a su vez es atravesado por las líneas de fuerza de un campo magnético (fig. 13.10), estos electrones son desviados perpendicularmente a la dirección de la corriente eléctrica y perpendicularmente también a la dirección del campo magnético. De esta manera, siendo I_v la dirección de la corriente y B la del flujo, en A_1 se origina un exceso de electrones y en A_2 una falta de los mismos, es decir, entre A_1 y A_2 aparece una diferencia de potencial eléctrico, llamada tensión de Hall. Este efecto adquiere una dimensión especial cuando el material interpuesto en el campo magnético es un semiconductor.

Al exponer la capa a la acción del campo magnético B , perpendicular a la línea de unión de las placas de contacto situadas en los extremos A_1 y A_2 , se origina la tensión U_H entre estas superficies de contacto (tensión de Hall). Manteniendo constante la intensidad de la corriente I_v , la tensión U_H depende solamente del campo magnético B , cuyas variaciones periódicas en el ritmo de encendido pueden lograrse con facilidad, consiguiendo con ello una variación de la tensión de Hall en el ritmo de encendido, que será empleada en el gobierno del transistor de conmutación, con el que se logran los cortes de la corriente primaria en la bobina de encendido. Tanto las superficies conductoras situadas en los extremos A_1 y A_2 , como la capa de semiconductor permanecen fijas, sin someterse a movimiento alguno. El campo magnético B es creado por unos imanes permanentes, situados lateralmente sobre la capa de semiconductor. Puede cortarse este campo magnético mediante una pantalla apropiada, de manera que en algunos momentos, la capa de semiconductor no esté sometida a él.

La corriente I_v se mantiene constante por medio de una fuente de alimentación que se conecta a ambos laterales de la capa semiconductor.



Figuras 13.10 y 13.11

4.2. CONSTITUCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

Esquemáticamente, el generador Hall empleado en los sistemas de encendido electrónico, se compone básicamente de una barrera magnética (parte fija) y un tambor obturador (parte rotatoria). La barrera magnética está formada por un imán permanente con piezas conductoras 2 (fig. 13.11) y un circuito integrado 3 de semiconductor Hall, que es un interruptor electrónico, que entre otros componentes incorpora la capa Hall.

Cuando una de las pantallas 1 del tambor obturador se sitúa en el entrehierro 4 de la barrera magnética, desvía el campo magnético impidiendo que pase al circuito integrado 3. La capa de Hall queda prácticamente sin campo, con lo que se anula la tensión entre los bornes del generador, diciéndose entonces que el circuito integrado Hall desconecta.

Cuando la pantalla del tambor obturador abandona el entrehierro, el campo magnético atraviesa de nuevo la capa Hall y la tensión en bornes del generador es activa, conectando el circuito integrado. En ese momento tiene lugar el encendido.

Como esta anchura es idéntica para cada una de las pantallas e inalterable, el ángulo de cierre resulta invariable y de igual magnitud para cada uno de los cilindros del motor.

En la fig. 13.12 puede verse la disposición práctica de este tipo de generador. La barrera magnética 2 está montada sobre la placa portadora 8, que puede girar un cierto ángulo movida por el sistema de mando de la cápsula de depresión, al igual que ocurre con el contacto fijo en los encendidos convencionales de ruptor.

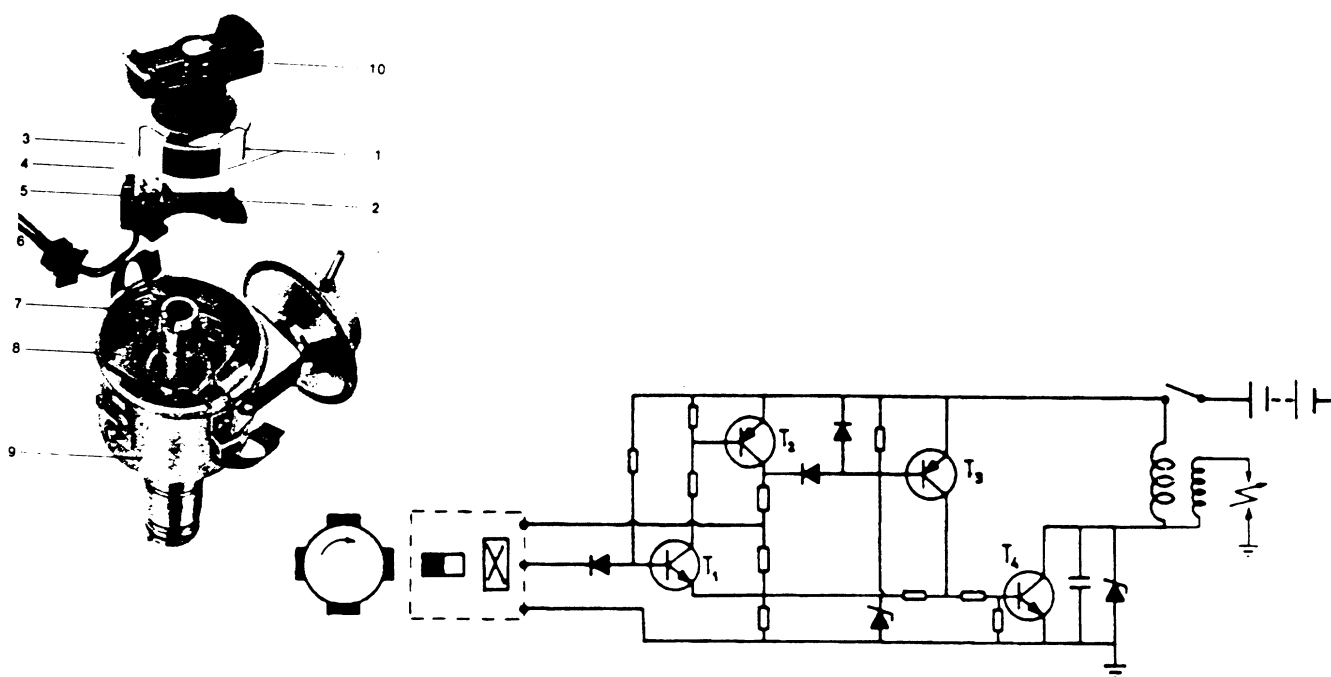
El circuito integrado Hall 5 se monta sobre una de las piezas conductoras 3, protegiéndolo contra la humedad y el polvo con un recubrimiento de plástico. El tambor obturador y el rotor 10 forman un solo conjunto, donde el número de pantallas 1 es igual al de cilindro del motor. Las pantallas se desplazan en el entrehierro 4 y su anchura determina el ángulo de cierre de este sistema. El conjunto de tambor y rotor 10, reciben movimiento del eje de mando 7, de igual forma que el rotor de un sistema de encendido convencional mediante contactos.

Dada la disposición y el ancho de las pantallas, el ángulo de cierre de este sistema permanece invariable durante toda la vida útil del mismo y, en consecuencia, queda suprimido el ajuste del ángulo de cierre, correspondiente al ángulo de leva en los encendidos convencionales.

El módulo electrónico de este sistema de encendido es similar al de los sistemas de encendido con ayuda electrónica. Se distinguen tres etapas funcionales: la de salida Darlington como ruptor del circuito, la de preamplificación de impulsos y la de protección contra sobretensiones. La modulación de los impulsos y la amplificación de los mismos la realiza el circuito integrado dispuesto en el generador Hall. Cuando está conectado, las etapas de excitación y salida del Darlington se encuentran bloqueadas y la corriente primaria en la bobina de encendido interrumpida. Al pasar una pantalla del tambor por la barrera magnética, el circuito integrado Hall desconecta su corriente de señal y la etapa de salida Darlington conecta la corriente primaria de bobina. El encendido tiene lugar tan pronto como el circuito integrado Hall conecta de nuevo la corriente de señal, pues en este caso el Darlington interrumpe la corriente primaria.

El generador de Hall se conecta al módulo electrónico por medio de hilos conductores, que permiten alimentar de corriente al circuito integrado Hall y transmitir las señales de mando al módulo electrónico.

En la fig. 13.13 se ha representado de manera simplificada un esquema del circuito de encendido para generador Hall. Cuando una de las pantallas del generador sale del entrehierro, se produce un impulso de tensión de control que alcanza la base del transistor T1 haciéndole conducir, lo que determina que T2 conduzca también, mientras T3 y T4 quedan bloqueados. Al no coincidir T4 se interrumpe de inmediato la corriente primaria de la bobina, obteniéndose la alta tensión en el secundario y la consiguiente chispa en la correspondiente bujía.



Figuras 13.12 y 13.13

Cuando una de las pantallas entra en el entrehierro, no se aplica impulso alguno a la base de T1, por lo que éste no conduce, provocando a su vez el bloqueo de T2, cuya base está conectada al emisor de T1. Consiguientemente, T3 conduce al no haber tensión en el colector de T2, al cual va unida su base y, en consecuencia, queda polarizada la base de T4, que conduce también, permitiendo que se establezca la corriente primaria en la bobina de encendido, que será cortada en el instante en que la pantalla abandone el espacio del entrehierro.

4.3. ANOMALÍAS Y PROCESOS DE CORRECCIÓN

a) Realizar una visualización de todo el conjunto, observando el estado de todos los componentes, conexiones y cables, así como la comprobación de la masa del módulo electrónico y el estado de la batería.

b) Conectar lámpara estroboscópica en el cable de alta de la bobina y hacer girar el motor con el motor de arranque. ¿Se produce destello?:

b₁) No. La avería está en la llave de contacto y entrada de la bobina o módulo. Comprobar si existe tensión a la entrada de la bobina y módulo. Debe dar el mismo voltaje que el de la batería. Si existe tensión comprobar la misma a la salida de la bobina. Si existe tensión a la salida comprobar resistencia de primario y secundario y comparar con los datos del fabricante (para esta prueba debe desconectarse la bobina).

Si la bobina está bien comprobar los cables de unión entre la bobina y módulo. Si no están correctos sustituir el haz de cables. Si hasta aquí está todo correcto comprobar la barrera magnética del generador. Para ello alimentar dicha barrera con tensión de batería el + o a la entrada de corriente, el – a la salida de masa de la barrera magnética, conectando el voltímetro entre la salida del detector Hall y masa debe dar: tensión de batería con la pletina introducida en el entrehierro y con pletina fuera, la tensión será inferior a 0,5 voltios.

Si la bobina magnética está bien sustituir el módulo electrónico.

b₂) Sí. Realizar la misma comprobación que en b sobre cables de alta de las bujías. Si no se produce destello comprobar tapa del distribuidor, rotor, cables, o sustituir si es necesario. Si se produce destello comprobar bujías (limpiar, regular o sustituir).

Si las bujías están bien comprobar puesta a punto del encendido. Si es correcta verificar llegada de combustible al carburador.

5. ENCENDIDO ELECTRÓNICO INTEGRAL

Se entiende por esta designación un sistema electrónico de encendido sin ruptor que, además, suprime totalmente los dispositivos mecánicos de corrección de avance al encendido, a los que sustituye por componentes electrónicos.

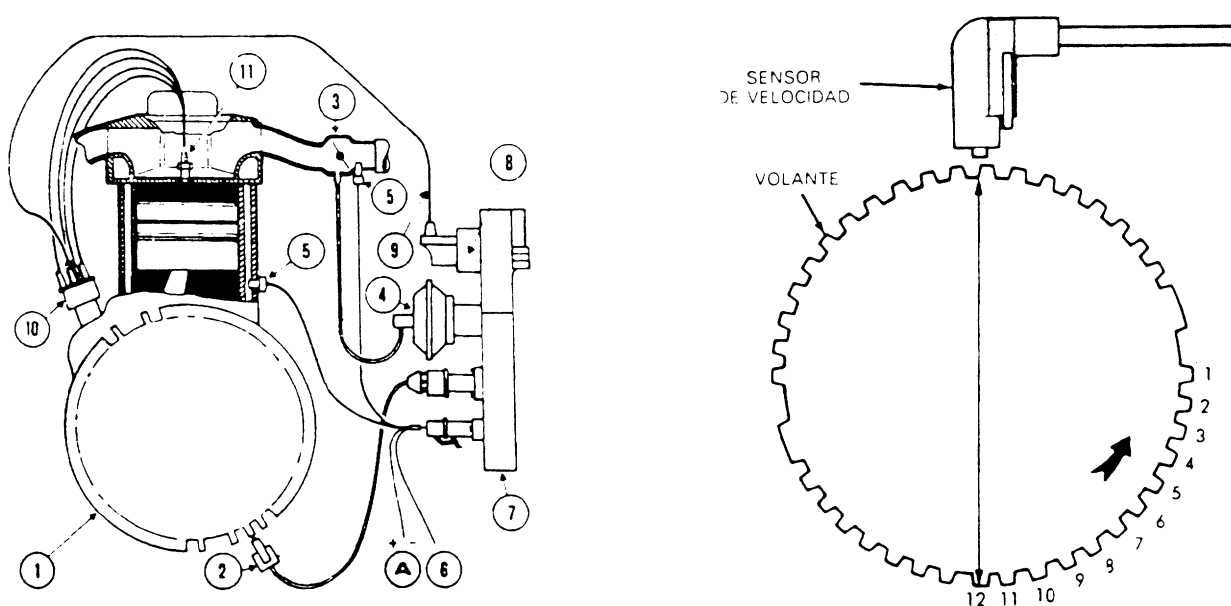
Comparativamente con los sistemas electrónicos y tratados, el encendido electrónico integral ofrece las mismas ventajas que ellos, e incluso ciertas mejoras.

Un calculador electrónico recoge informaciones de régimen y carga del motor de combustión y genera el correspondiente avance al encendido que, en cualquier caso, será el más adecuado. Este mismo calculador trata igualmente las señales de mando para cortar o dar paso a la corriente primaria en la bobina de encendido, determinando el instante en que debe saltar la chispa en la bujía que corresponda, a la que se hace llegar por medio de un distribuidor convencional.

5.1. CONSTITUCIÓN

En la fig. 13.14 se ha representado esquemáticamente un sistema de encendido electrónico integral, cuyo principal componente es el módulo o calculador electrónico 7, que define la ley de avance al encendido, esencialmente en función de la velocidad de rotación del motor y

de la depresión reinante en el colector de admisión. Las señales correspondientes son proporcionadas al calculador por el captador de posición 2, situado frente al volante de inercia 1 del motor de combustión y por una cápsula manométrica 4 unida neumáticamente al colector de admisión. A partir de estas señales, el calculador determina el ángulo de avance al encendido y el tiempo que debe estar pasando la corriente por el arrollamiento primario de la bobina. En el módulo se incorpora la bobina 8, cuyo borne de alta tensión se conecta a la tapa del distribuidor 10 por medio del correspondiente cable de alta tensión 9. Los captadores 5 de temperatura del aire de admisión y del agua del motor, pueden hacer llegar sus señales al módulo para variar la ley de avance en función de estos parámetros, adaptando mejor dicha ley a las condiciones de funcionamiento del motor.



Figuras 13.14 y 13.15

En este tipo de encendido, el generador de impulsos lo constituye una corona dentada que va acoplada al volante de inercia y un captador magnético colocado frente a ella (fig. 13.15) formado por un imán permanente, alrededor del cual está arrollada una bobina, donde se induce una tensión para cualquier variación del entrehierro. De esta manera, el giro continuado de la corona produce sucesivas variaciones del flujo debidas al paso de sus dientes o huecos frente al captador, en cuya bobina se induce una tensión. Los sucesivos impulsos tomados detectan la velocidad de rotación del motor.

La corona dentada dispone de un diente y su correspondiente hueco más ancho que los demás, situado 90° antes de cada posición de p.m.s., de manera que entre este punto y el diente ancho hay 12 pequeños dientes, como muestra la figura. Cuando uno de estos pequeños dientes pasa bajo el núcleo del sensor, en el giro de la corona, la variación del campo

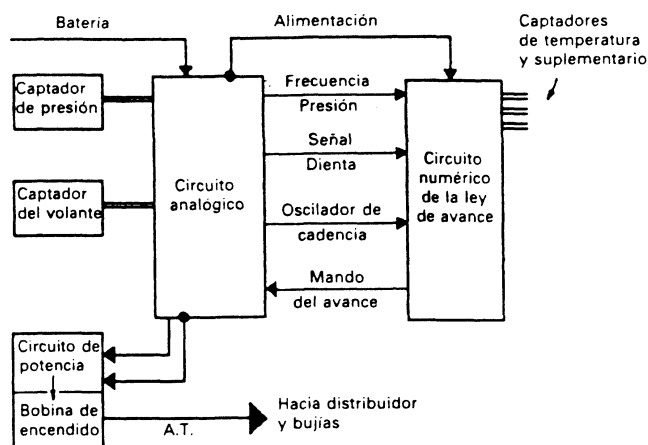
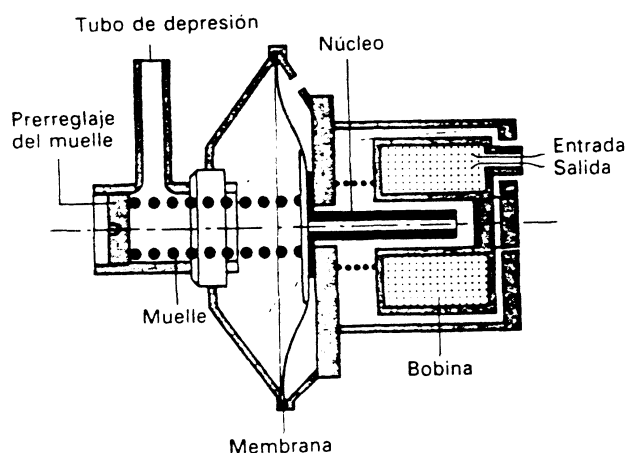
magnético experimentada induce una pequeña tensión en el arrollamiento de la bobina de captación del sensor. Estas pequeñas tensiones eléctricas permiten contar los dientes a su paso por el sensor. Cuando es un diente ancho el que pasa, la variación del campo magnético es mayor y, por tanto, también lo es la tensión inducida, lo que indica al módulo electrónico que un pistón se encontrará en la posición de p.m.s. 12 dientes más tarde.

Para todo sistema de encendido electrónico es necesario referir la posición angular del cigüeñal, de manera que ponga en conducción el primario de la bobina y posteriormente interrumpa la corriente para generar la chispa en el instante preciso del ciclo motor. Esta función la realizan la corona dentada y su captador correspondiente, mediante los cuales se proporciona al calculador electrónico una imagen eléctrica del giro del motor y la posición angular del cigüeñal.

El captador de depresión suministra una imagen eléctrica de la depresión en el colector de admisión. Está constituido por una cápsula manométrica (fig. 13.16) del mismo tipo que las aplicadas al encendido mecánico convencional. La membrana está unida mecánicamente al núcleo de la bobina de un oscilador, cuya frecuencia varía en función de la posición del núcleo en el interior de la bobina, con lo cual, la señal captada está relacionada con la depresión reinante en el colector de admisión, es decir, la carga del motor.

Las señales enviadas por el captador de posición y la cápsula manométrica, llegan hasta el módulo electrónico, donde existen dos circuitos integrados; uno analógico y otro numérico.

La fig. 13.18 muestra el despiece de los componentes de un sistema de encendido electrónico integral, donde el módulo E encierra todos los componentes electrónicos y soporta la bobina de alta tensión HT y la cápsula C de depresión. Al módulo se conecta el captador P, por medio del conector B. La alimentación de corriente se lleva a cabo por medio del conector A, del cual se saca también la señal para el indicador de régimen de giro del motor.



Figuras 13.16 y 13.17

5.2. FUNCIONAMIENTO

La fig. 13.17 muestra un diagrama de bloques del calculador electrónico, donde puede verse que el circuito analógico toma las señales fundamentales de régimen y depresión del motor, que después de tratadas convenientemente son enviadas al circuito numérico, junto con una señal de tiempo dada por un oscilador de cadencia. Estas señales son comparadas en una tabla de valores del circuito numérico, para determinar el avance correspondiente a cada condición de funcionamiento del motor, que puede ser corregido también en función de las señales recibidas de los diferentes captadores de temperatura de aire y agua del motor y otros suplementarios. Seguidamente, desde el circuito numérico se envía la oportuna señal al analógico para el mando del avance y en este último se determina el tiempo de conducción del primario de bobina, al que se envía la corriente de mando.

En cada media vuelta del motor, el calculador mide la velocidad de rotación del motor y la presión en el colector de admisión. La señal de velocidad sirve para crear una tabla de valores y extraer los números que sirvan para el cálculo del ángulo de avance y el tiempo de conducción de la bobina.

La fig. 13.19 muestra el mapa tridimensional de la combinación de avances centrífugo de vacío correspondiente a un sistema de encendido electrónico integral, comparativamente con el de un encendido clásico con sistemas centrífugo por contrapesos y de vacío por cápsula manométrica. Aquí puede verse que el sistema clásico, solamente es posible establecer tres pendientes en las curvas de avance, tanto centrífugo como de vacío, mientras que en el caso del encendido electrónico integral, ambas curvas de avance pueden variarse a discreción, haciendo posible tomar un valor de avance para cada una de las condiciones de funcionamiento del motor, dado que el sistema de mando no es mecánico, sino electrónico.

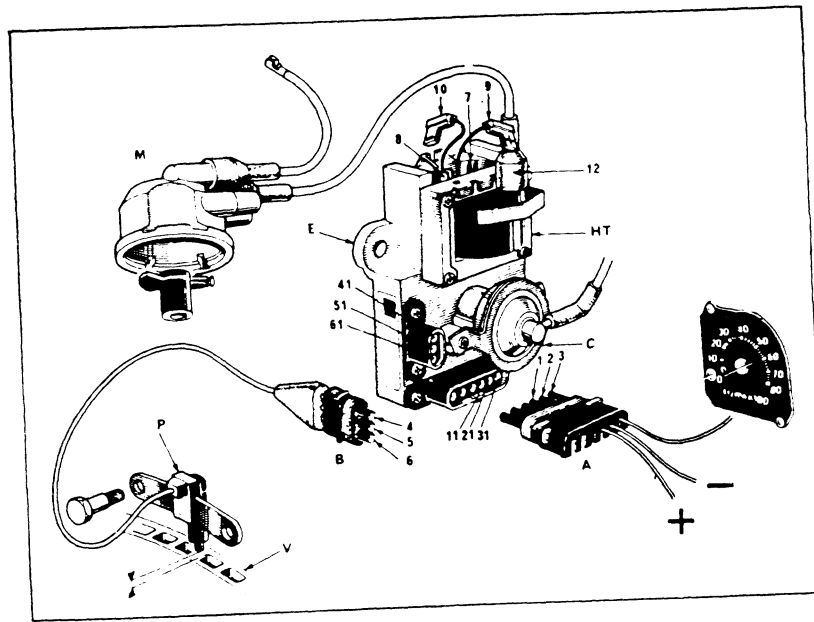


Figura 13.18

Las informaciones que permiten generar la red de avances deseada son contenidas y memorizadas en una memoria ROM programada en el momento de la fabricación, según el método de máscaras.

Los tiempos de conducción y bloqueo del Darlington, así como los instantes de comienzo y final de los mismos, están determinados por el módulo electrónico en función de la velocidad de rotación del motor, tomando como base la señal recibida del captador magnético de volante, de manera que se establezca la corriente en el primario de bobina con la suficiente antelación para lograr la saturación magnética de la misma. De ello resulta una variación del ángulo de leva en función de la velocidad.

El corte de la corriente primaria y, en consecuencia, el salto de la chispa, se produce de acuerdo con la señal de diente largo tomada por el captador, en correspondencia con la posición angular del cigüeñal, corregida en función del régimen motor y el grado de depresión, al objeto de dar en cada condición de funcionamiento el avance de encendido necesario y adecuado.

La ley de encendido proporcionada por el calculador es susceptible de ser modificada en función de parámetros exteriores como temperatura del agua de refrigeración, aire de admisión, etc., que por medio de captadores adecuados envían las oportunas señales al módulo electrónico. En este aspecto, es importante también el captador de picado que se instala en algunos motores, en las proximidades de las cámaras de combustión, capaz de detectar el ini-

cio de picado, en cuyo instante, la señal enviada al calculador es procesada por éste y determina un cierto retardo en el encendido.

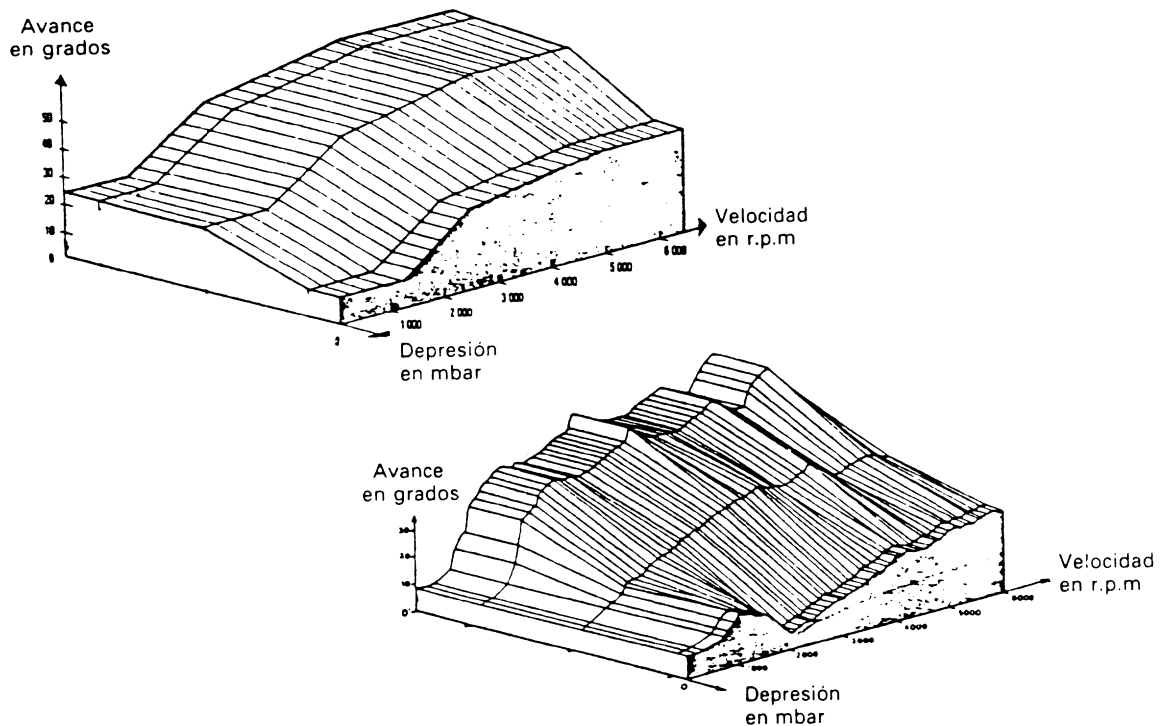


Figura 13.19

5.3. ANOMALÍAS Y PROCESOS DE CORRECCIÓN

a) Verificar visualmente: bujías, cables de bujías, cabeza del distribuidor y el cable de alta tensión de la bobina.

Comprobar el estado de los conectores A y B (fig. 13.18): Desconectar y conectar varias veces estos conectores.

Si es necesario limpiar los terminales, antes de cambiar cualquier componente.

b) Verificar entre + de alimentación de la bobina y masa, con el contacto puesto, si la tensión es superior a 9,5 voltios. Lo mismo en la alimentación del módulo.

Si la tensión es inferior a 9,5 voltios verificar tensión y carga de la batería y cableado de alimentación.

c) Verificación del circuito de masa: conectar masa del vehículo. Con el ohmímetro debe marcar 0 ohmios. Comprobar continuidad entre alimentación bobina y punto 11 (fig.

19), debe marcar 0 ohmios. Si está incorrecto cambiar módulo electrónico o penetrar con cable exterior entre puntos (9) y (11).

d) Comprobar resistencia del captador P entre los puntos 4 y 5. Debe marcar 150 ± 50 ohmios. Si no da los valores sustituir captador.

Comprobar aislamiento del captador entre puntos 4 o 5 y 6. Debe dar infinito. Cambiar captador si no está aislado. Comprobar distancia del captador al volante motor: $1 \pm 0,5$ m/m. Sustituir captador en caso necesario.

e) Comprobar con una lámpara de pruebas entre los puntos 9 y 10, estando desconectados de la bobina y unidos los conectores A y B y la velocidad del motor de arranque, la lámpara debe parpadear, sin no es así cambiar módulo electrónico. Si parpadea la resistencia de secundario y primario de la bobina, comprobar con los valores del fabricante y sustituir en caso necesario.

RESUMEN

Los circuitos de encendido electrónico están destinados a eliminar los defectos del encendido convencional, consiguiendo reducir al mínimo la corriente por los elementos que envían la señal de corte del primario, manteniendo la tensión en alta, y por tanto la intensidad de chispa constante a cualquier régimen de revoluciones, y de otra forma obtiene un mayor rendimiento del motor térmico.

Entre las muchas ventajas de estos sistemas destacan: alta tensión disponible a cualquier régimen del motor, número de chispas por minuto superior a 21.000, menor desgaste (casi nulo) de los elementos en movimiento, ...

La clasificación de los sistemas de encendido electrónico puede realizarse por: sistema por impulsos de inducción con generador hall, integral, por descarga de condensador y por volante magnético.

El sistema por impulsos de inducción dispone de los mismos elementos que el convencional. Los contactos se han sustituido por un generador de impulsos, añadiéndose el módulo electrónico. Dicho módulo está dividido en tres etapas fundamentales, siendo el ángulo de cierre variable y en función de la velocidad del motor.

El sistema por generador hall basa su funcionamiento en el llamado efecto Hall. Su constitución es similar al anterior sistema.

El sistema de encendido electrónico integral, suprime los dispositivos mecánicos de corrección de avance y generación de corriente, entre otras variaciones.

Todos los sistemas tienen procesos de verificación y corrección de anomalías, que han sido suficientemente explicados en sus apartados correspondientes.

EDITA Y DISTRIBUYE: