



CLUB ESPAÑOL DE AMIGOS DEL RENAULT 4/4

Cursitos de Mantenimiento y Artículos Técnicos

Mejoras en el encendido para automóviles clásicos

Por: José Vicente Martí (cheivi)

1 – El encendido mecánico

Uno de los sistemas fundamentales para el funcionamiento del motor de explosión es el de encendido. Su cometido consiste en:

- a) – Determinar el instante en que debe producirse la chispa que producirá la deflagración de la mezcla de combustible y aire en cada uno de los cilindros.
- b) – Proporcionar en ese preciso instante la energía suficiente a la bujía correspondiente para producir la mencionada chispa.

Esto implica que el sistema de encendido debe poseer tanto delicadeza y exactitud (para la primera función) como “fuerza bruta” (para la segunda) y este hecho tiene consecuencias negativas.

El sistema de encendido ha sido totalmente mecánico a lo largo de la mayor parte de la historia del automóvil, aceptando tímidamente algunos componentes electrónicos hacia los años 70 y pasando a ser computerizado en los 80. Esto hace que la inmensa mayoría de los automóviles que consideramos “clásicos” cuenten con un sistema de encendido mecánico.

1.1 – Partes del encendido mecánico

En encendido mecánico consta de tres componentes principales:

- **Bobina de encendido:** Formada por uno o más bobinados primarios de baja tensión y gran corriente (conductor grueso) y uno o más secundarios de alta tensión y baja corriente (conductor fino). Aprovechando la inducción magnética este dispositivo eleva el voltaje de la corriente eléctrica desde los 6 o 12 Voltios

de la batería del vehículo hasta entre 8.000 y 15.000 Voltios capaces de hacer saltar la chispa entre los terminales de las bujías. Un condensador externo (habitualmente instalado junto al distribuidor o incluso en su interior) contribuye a la generación de la citada chispa.

- **Platinos o ruptor:** Interruptor encargado de determinar el instante en que debe enviarse la chispa a la bujía del cilindro pendiente de ignición. La apertura del interruptor (separación de los platinos) producirá una sobrecarga en la bobina provocando la chispa.
- **Delco o distribuidor de encendido:** Inventado por *Charles Franklin Kettering* de la empresa *Dayton Electrical Laboratories, Co.* debe su nombre a las siglas de dicha empresa. Es el encargado de designar el cilindro destinatario de la chispa (de ahí su nombre de “distribuidor”) mediante un rotor o “pipa del delco”.

1.2 – Funcionamiento del encendido mecánico

Para una mejor comprensión de las características de este sistema y con el objetivo de proponer mejoras a su funcionamiento, a continuación se explicará con cierto detalle.

En la presente explicación se supone un motor de explosión de gasolina de cuatro tiempos y cuatro cilindros. Para producir el giro del motor se suceden las explosiones en sus cilindros de forma organizada, en el orden 1-3-4-2, por la simetría que este orden provoca en los elementos mecánicos (lo cual reduce las vibraciones) y por la alternancia en la localización de las explosiones que reparte el esfuerzo mecánico a lo largo del bloque motor.

En el interior del distribuidor se encuentra el ruptor, habitualmente denominado **platinos**, porque sus contactos suelen ser de platino o están revestidos de éste u otro metal noble con el objetivo de optimizar su conductividad eléctrica y hacerlos lo más resistentes posible al desgaste y deterioro.

Cuando se acciona la llave de arranque hasta la posición de “contacto” la corriente de la batería llega al terminal positivo del bobinado primario de la bobina. El ruptor permite que la corriente que atraviesa el bobinado primario de la bobina alcance el terminal negativo de la batería. Cuando los platinos entran en contacto entre sí son atravesados por una corriente de unos 4 a 5 Amperios que hace que el bobinado primario de la bobina genere un campo magnético al empezar a ser atravesado por ella. Dicho campo induce una tensión en el bobinado secundario, debido a la variación de corriente que recorre el primario.

Cuando los platinos dejan de estar en contacto (en el instante en que se separan) la variación en el campo magnético del bobinado primario de la bobina induce una tensión en el bobinado secundario. Esta tensión es mucho mayor que la anterior porque la velocidad de variación de la corriente en el primario es mucho mayor al cesar de fluir (apertura del ruptor) que al empezar (cuando se cierra éste). Como el bobinado primario consta de unas pocas decenas de espiras y el secundario de varios miles, en este último se genera un voltaje muy elevado y se produce un impulso de alta tensión. Este impulso sale de la bobina por el cable grueso conectado en su centro y va por él hasta el centro de la tapa del distribuidor. El considerable calibre de este cable es debido más al grosor de su pared aislante que al del conductor que contiene, dado que el voltaje en su interior

es muy elevado (equivaliendo a una tubería que contiene líquido a gran presión y por eso sus paredes deben ser muy gruesas y resistentes) pero la corriente que transporta es muy pequeña.

En el interior de la parte superior del distribuidor hay un rotor (normalmente llamado *pipeta* o *pipa* por su forma) que, a medida que gira, conecta sucesivamente el cable central de la tapa del distribuidor (que viene del secundario de alta tensión de la bobina) con el cable de la bujía del cilindro que se encuentra terminando el tiempo de compresión y a punto de iniciar el de explosión.

El motor al girar arrastra consigo al distribuidor, de forma que ambos giros están perfectamente sincronizados. En un motor de cuatro cilindros, por cada dos vueltas que da el cigüeñal, tanto el árbol de levas como el distribuidor dan una sola vuelta.

Todo está organizado de forma que una leva en el centro del distribuidor separa los contactos de los platinos en el instante preciso en que la chispa debe saltar en la bujía del cilindro correspondiente. La chispa salta, la mezcla explota y el pistón impulsa a su biela que hace girar el cigüeñal produciendo el movimiento del motor. En la *Figura 2* se puede ver un esquema de este sistema.

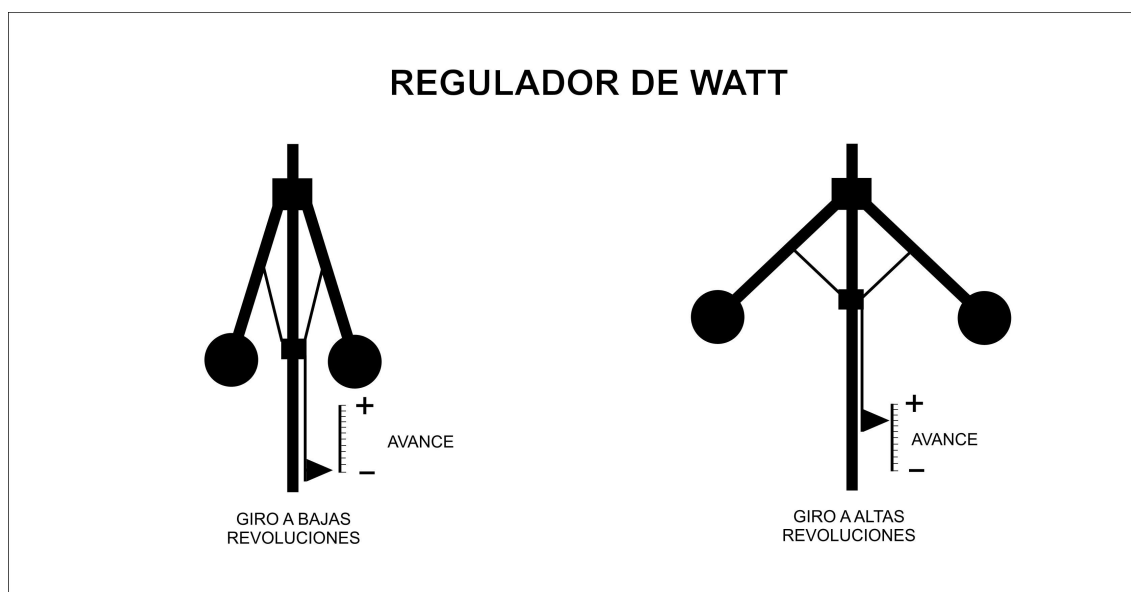


Figura 1 – El regulador de Watt

A medida que las revoluciones del motor aumentan, el tiempo de reacción desde que se abren los contactos hasta que salta la chispa en la bujía deja de ser despreciable y es necesario anticiparse un poco para conseguir que la chispa salte en el instante adecuado. Para ello se tiene que aplicar un “avance” al sistema de encendido, concretamente a los platinos. Inicialmente el avance era manual, de forma que el conductor debía manejar una leva para aumentarlo a medida que aceleraba o disminuirlo al decelerar.

Posteriormente se aplicó un sistema al estilo del regulador de vapor de *Watt* basado en dos contrapesos que giran solidarios con el eje, sujetos a él mediante unos resortes. Cuanto más deprisa gira el eje más se separan los contrapesos de éste pudiendo encargarse, mediante un engranaje, de accionar automáticamente la leva citada en el

método manual. En la *Figura 1* se muestra un esquema del principio de funcionamiento de este dispositivo.

Adicionalmente, algunos distribuidores incorporan un compensador de avance de encendido combinado con la depresión en el conducto de admisión del motor, de forma que cuando se presiona el acelerador de forma súbita y aumenta el flujo de mezcla en el carburador se avanza la chispa proporcionalmente a la depresión producida para que el motor responda con presteza a la solicitud del conductor.

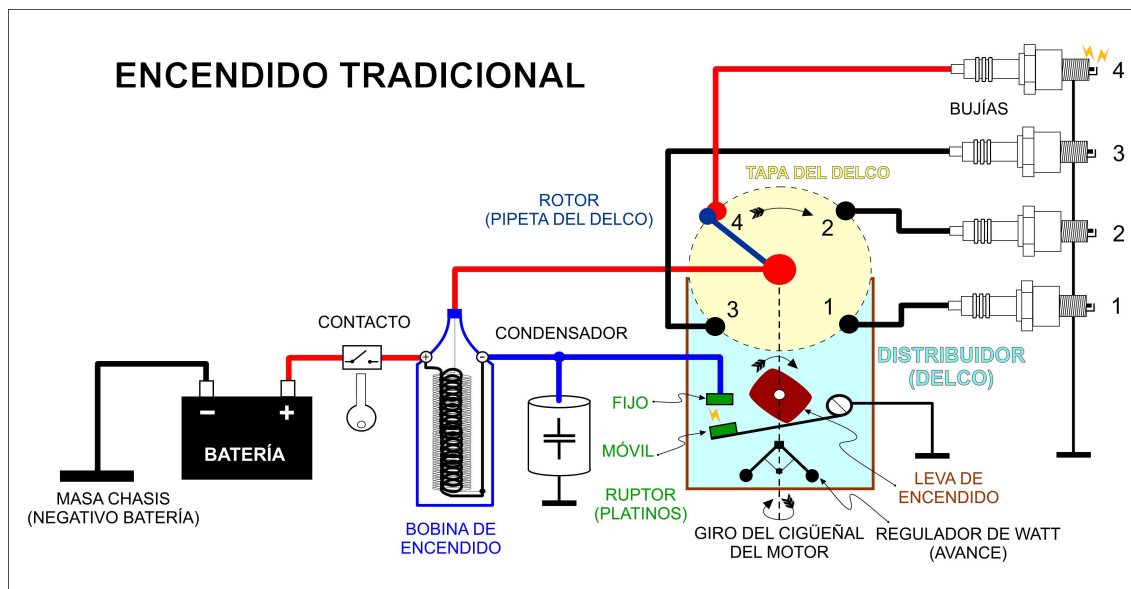


Figura 2 – El sistema de encendido mecánico tradicional

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema es necesario realizar un ajuste del mismo, denominado habitualmente **puesta a punto**. Este ajuste consta de:

- Una **operación de calibración** de la separación máxima de los contactos de los platinos. Esta operación debe realizarse directamente con una galga introduciéndola entre los platinos cuando se encuentran en su punto de máxima separación, para lo cual hay que acceder a ellos retirando la tapa del delco y el rotor. Se puede medir este ajuste con un dispositivo de medición del denominado **ángulo Dwell**, que relaciona el porcentaje de tiempo que están separados los platinos con el giro del motor.
- Una **segunda operación en que se va girando el distribuidor** en su alojamiento hasta localizar el punto adecuado. Al girarlo en un sentido se adelanta el instante en que salta la chispa y al girarlo en el sentido opuesto se retrasa la chispa. La chispa anticipada favorece las altas revoluciones mientras que la retrasada mejora el comportamiento a bajas revoluciones. El volante motor suele tener unas marcas que se utilizan para esta operación que puede realizarse tanto con el motor parado (puesta a punto estática) como con el motor en marcha (puesta a punto dinámica) en cuyo caso se hace aconsejable el uso de una pistola estroboscópica en la que una lámpara se ilumina en el preciso instante en que salta la chispa del primer cilindro, permitiendo ver inmóvil la marca de ajuste de encendido en el volante motor o en la polea del cigüeñal.

1.3 – Ventajas e inconvenientes

Este sistema presenta algunas ventajas:

- Simplicidad.
- Fácil reparación
- Fácil mantenimiento

Pero son más importantes sus desventajas:

- **Deterioro progresivo de los platinos** debido a la considerable corriente que los atraviesa, del orden de 2 a 3 Amperios o casi el doble en vehículos alimentados a 6 Voltios. Cuando se deterioran, las superficies originalmente planas se vuelven rugosas e irregulares debido a las chispas que ocasionalmente saltan entre ellas cuando se separan (pese a la presencia del condensador). Recordemos que lo hacen dos veces por cada vuelta que da el cigüeñal, lo cual hace una media de 4.000 veces por minuto mientras el motor está en marcha. Como consecuencia, por un lado la chispa se debilita porque la corriente que atraviesa la bobina cuando están en contacto es menor, y por otro lado la chispa no salta en el instante exacto porque la calibración de la separación entre los platinos no es precisa al tener sus superficies irregulares. Esto obliga a reemplazar los platinos y su condensador aproximadamente cada 10.000 kilómetros.
- **Sensible a la humedad y a la suciedad** (carbonilla, óxido, grasa, etc.) que puede depositarse en los contactos y reducir su efectividad, dificultando el paso de la corriente y disminuyendo la intensidad de la chispa.
- **Necesidad de calibración periódica.** Con las vibraciones del motor y el desgaste de los platinos se hace necesario reajustar la separación máxima entre ellos de vez en cuando (una vez cada 2.000 o 3.000 kilómetros) y llega un momento en que dicha calibración se complica, como ya se ha comentado, por el deterioro de las superficies de contacto.
- **Deficiencias en la intensidad de la chispa.** Cuando el motor gira a bajas revoluciones los contactos de los platinos se separan de forma relativamente lenta, lo cual hace que la chispa no sea tan intensa como cuando la separación se realiza de forma más rápida. Por otro lado, a medida que aumentan las revoluciones, el tiempo que permanecen en contacto los platinos es menor y si el contacto entre ellos no es excelente, llega un momento en que la bobina tiene menos tiempo para cargarse y la chispa vuelve a debilitarse.

Como ya se ha mencionado, existen sistemas que mejoran el rendimiento del encendido mecánico. De ellos hay dos que se pueden instalar con relativa facilidad en un vehículo clásico equipado con distribuidor de encendido y platinos. Son el *encendido transistorizado* y el *encendido electrónico con distribuidor*.

2 – El encendido transistorizado

El encendido transistorizado resuelve los principales inconvenientes de los platinos, es decir, el desgaste debido a las chispas producidas por la elevada corriente que los atraviesa y las deficiencias de la chispa a bajas y altas revoluciones. También elimina prácticamente la necesidad de calibrar los platinos con periodicidad.

Este sistema consiste en separar las dos tareas de los platinos:

- Determinar el instante de activación de la chispa
- Dar paso a la corriente necesaria para cargar la bobina e interrumpirla para generar la chispa

dejando que la primera siga siendo realizada por ellos y encomendando la segunda a un transistor de potencia.

2.1 – Partes del encendido transistorizado

Así pues, este tipo de encendido conserva todos los componentes del encendido mecánico clásico con distribuidor y platinos, añadiendo un nuevo dispositivo: el *transistor*.

Un transistor de potencia puede realizar la función de interruptor pero sin piezas móviles. Para que su interruptor se cierre o se abra basta con suministrarle o no una pequeña corriente (del orden de 0'01 Amperios, es decir, cientos de veces menor que la que él se encarga de conmutar). Adicionalmente, la ausencia de piezas móviles implica que no reproducirán chispas cuando el interruptor se abra o se cierre y que esa apertura y cierre puede realizarse de forma mucho más rápida que si se tratase de piezas móviles. Sirva como ejemplo el hecho de que empleando platinos se puede proporcionar chispa a un motor hasta aproximadamente las 20.000 revoluciones por minuto mientras que un transistor de potencia podría hacerlo hasta más allá de las 500.000 revoluciones por minuto.

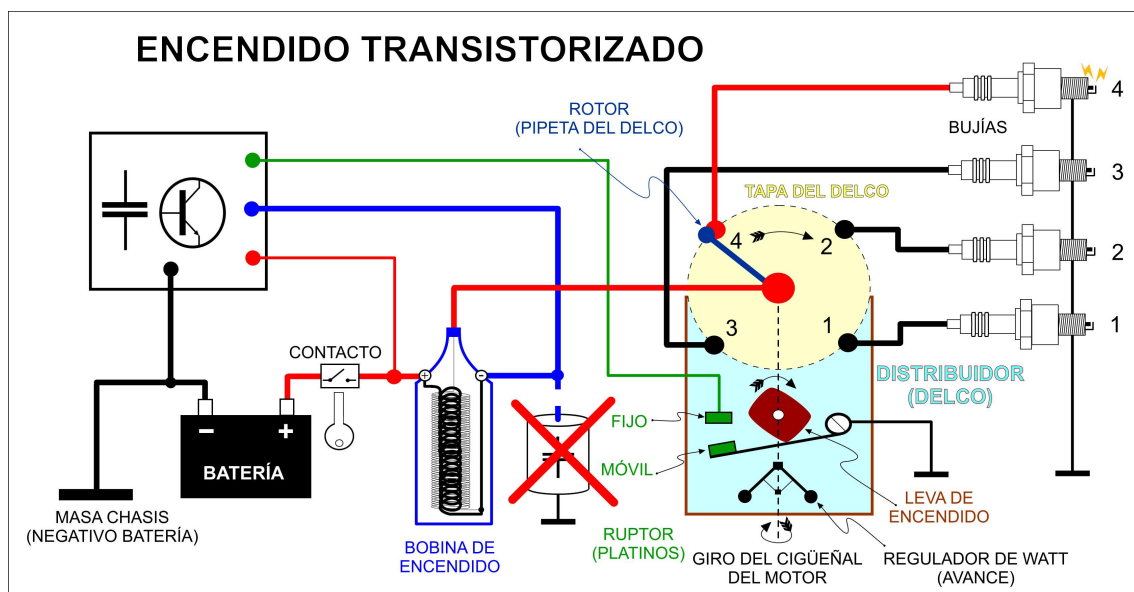


Figura 3 – El sistema de encendido transistorizado

2.2 – Funcionamiento del encendido transistorizado

De esta forma, los platinos siguen estando en su lugar y siguen realizando su función de la misma forma que en el encendido mecánico, pero ahora la corriente que conmutan es la que servirá para activar el transistor, es decir, del orden de 0'01 Amperios.

Todos los demás elementos encargados de la regulación del avance de la chispa permanecen inalterados. Incluso el método de “puesta a punto” sigue siendo el mismo.

2.3 – Ventajas e inconvenientes

Como consecuencia desaparece el desgaste por chisporroteo en los platinos y solamente queda el mero desgaste mecánico por su constante entorchocar, lo cual hace prácticamente innecesario su ajuste una vez calibrados y prolonga su vida útil hasta más allá de los 50.000 kilómetros.

Por otro lado, la presencia del transistor y la forma en que se abre y se cierra su interruptor interno hace que la chispa sea prácticamente idéntica en intensidad en todo el rango de revoluciones del motor. Esto mejora considerablemente la combustión, aumentando ligeramente el rendimiento (aunque no es un método de aumento de potencia como tal), reduciendo el consumo alrededor de un 10%, disminuyendo los depósitos de carbonilla en el interior del motor reduciendo las emisiones y aumentando, por tanto, la vida útil del lubricante.

Como colofón a esta retahíla de ventajas, el circuito necesario para realizar esta conversión es muy sencillo, tiene un coste aproximado de unos 20 euros, se puede instalar prácticamente sin necesidad de experiencia, su presencia puede resultar indetectable y (lo más importante) en caso de avería del sistema electrónico, regresar al esquema tradicional y seguir rodando cuesta un par de minutos empleando únicamente un cable eléctrico y unos alicates o una llave de tuercas.

3 – El encendido electrónico con distribuidor

El encendido electrónico con distribuidor elimina los problemas de desgaste de los platinos puesto que los reemplaza por un sensor sin contacto. Mejora sustancialmente el rendimiento del motor en todo su rango de revoluciones y facilita el arranque. Adicionalmente, una vez montado y ajustado, tanto el dispositivo como su ajuste tienen una duración ilimitada.

Este sistema recibe su nombre por el hecho de que el encendido es totalmente electrónico pero sigue existiendo un distribuidor para designar el cilindro a activar.

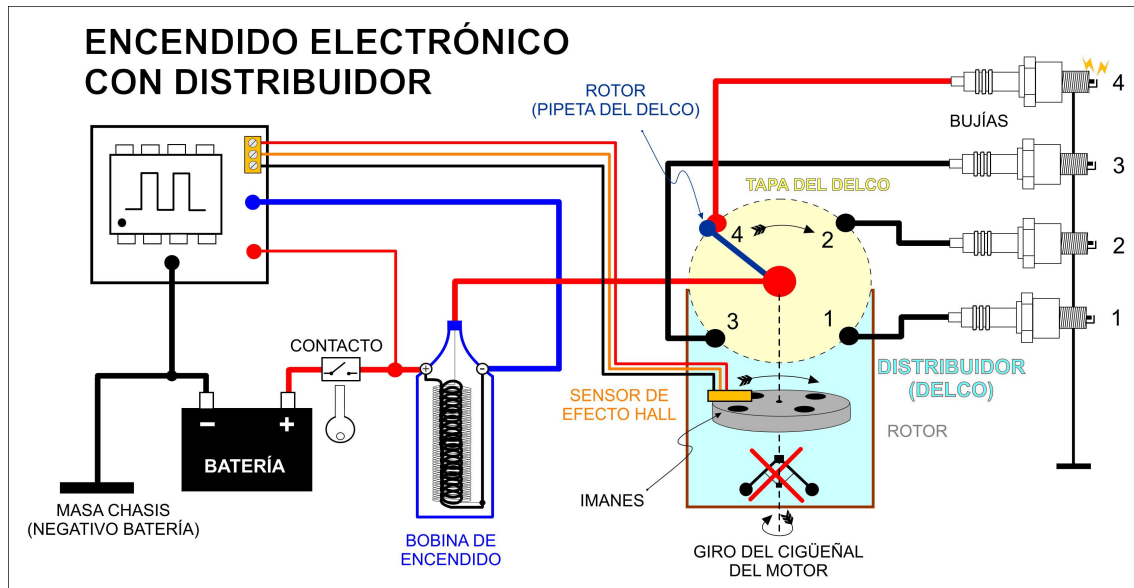


Figura 4 – El sistema de encendido electrónico con distribuidor

3.1 – Partes del encendido electrónico con distribuidor

La modificación consiste en utilizar un sensor de *efecto Hall* en lugar de los platinos y un rotor de distribuidor con un imán por cada leva. Este tipo de sensor genera una señal eléctrica cada vez que se le aproxima un imán. Esa señal eléctrica se enviará a una centralita computerizada donde se analizará y se determinará en qué instante conviene enviar la chispa a la bujía. Finalmente y como hasta ahora, el distribuidor se encargará de determinar cuál es la bujía que debe recibir el impulso de alta tensión.

3.2 – Funcionamiento del encendido electrónico con distribuidor

La existencia de una centralita computerizada permite realizar determinados cálculos y tomar decisiones al respecto del funcionamiento del motor en función de las circunstancias. La centralita computerizada tiene grabada una tabla con los valores de avance de chispa adecuados para cada nivel de revoluciones del motor. El sistema de avance automático mecánico se anula y es la centralita quien lo calcula en función del tiempo transcurrido entre cada ignición y la siguiente. Además puede detectar variaciones en ese tiempo y determinar si el motor está acelerando, manteniendo su régimen o decelerando para ajustar el avance a cada circunstancia.

El dispositivo de generación de la chispa consiste en una bobina idéntica a la de los dos sistemas anteriores y en un transistor de potencia integrado en la propia centralita, similar al del encendido transistorizado, con lo cual cuenta con las mismas ventajas respecto de la intensidad y calidad de la chispa.

3.3 – Ventajas e inconvenientes

En la larga lista de ventajas de este tipo de sistema de encendido podemos encontrar las siguientes:

- **Inmune a la humedad.** Dado que la detección del instante del encendido se realiza mediante un campo magnético, todos los componentes involucrados pueden ser herméticamente sellados y, por tanto, impermeables.
- **Ningún tipo de desgaste.** Dado que no existen elementos mecánicos en contacto unos con otros, el sistema no sufre desgaste y su durabilidad es virtualmente ilimitada, al menos mientras el pequeño imán del rotor del distribuidor conserve su magnetismo.
- **Gestión precisa del avance.** En lugar de establecer el avance mediante elementos mecánicos con inercias y posible oxidación, falta de lubricación, etc., se calcula y establece electrónicamente de forma más exacta y regular.
- **Seguridad adicional.** Si el motor está parado y la llave permanece en posición de “contacto” la bobina se desconecta evitando que pueda dañarse y que siga consumiendo electricidad.
- **Giro más homogéneo del motor a cualquier régimen.** La precisión en el cálculo del instante de lanzar la chispa y la calidad uniforme de ésta a cualquier régimen mejoran el funcionamiento del motor en todas las circunstancias.
- **Reducción de consumo y gases de escape.** La mejora de la combustión reduce la cantidad de combustible consumido aproximadamente en un 10% y los gases de escape, así como la suciedad producida por la carbonilla en el interior del motor.

En lo que se refiere a la adquisición, instalación y posible avería de este sistema, sus características son:

- Un kit compuesto por el sensor de efecto Hall, el rotor específico para el distribuidor, la centralita computerizada (programada específicamente para el motor en que vaya a ser instalada) y los cables necesarios para el montaje tiene un coste aproximado de 200 euros.
- Para la instalación del sistema se requiere una experiencia relativa en electricidad, mantenimiento y reparación de automóviles.
- Si el sistema se avería es necesario reemplazarlo por uno nuevo, dado que para su instalación se realizan modificaciones en el distribuidor que no pueden ser revertidas de forma sencilla ni inmediata. La solución sería disponer de un segundo distribuidor o una segunda centralita computerizada y su correspondiente sensor de efecto Hall.

3.4 – El sistema IGNITOR de Pertronix

Una implementación elemental del encendido electrónico la constituye el sistema IGNITOR del fabricante Pertronix.

Este sistema consiste en un kit que contiene un dispositivo integrado en una pastilla que se instala en lugar del ruptor, reemplazándolo. Esta pastilla contiene tanto un sensor de efecto Hall como el circuito de encendido transistorizado, consiguiendo de esta forma proporcionar directamente la señal de encendido a la bobina y realizando la funcionalidad completa de los platinos de forma electrónica.

El kit (que tiene un coste aproximado de 100 euros) incluye los adaptadores y soportes necesarios para el montaje del dispositivo en el interior del distribuidor.

Situándose a medio camino entre el encendido transistorizado y el electrónico con distribuidor ofrece una mezcla de las ventajas e inconvenientes de ambos, siendo la ventaja más significativa la calibración de por vida y el defecto más importante la dificultad de deshacer el cambio una vez montado. En todo caso, la diferencia con el encendido electrónico con distribuidor es la ausencia de tablas de avance y la conservación, por tanto, del sistema de avance mecánico centrífugo.

4 – Conclusiones

De lo arriba expuesto se deduce que el encendido clásico que habitualmente incorporan los vehículos fabricados con anterioridad a la década de los 70 presenta una serie de deficiencias que afectan al buen funcionamiento del motor (homogeneidad del régimen de giro y calidad de la chispa) y a la longevidad de los elementos mecánicos que componen el propio sistema de encendido (principalmente los platinos).

Existen sistemas de encendido electrónico más avanzados que los dos aquí expuestos, pero su complejidad y dificultad de instalación en un motor antiguo los deja fuera del ámbito de este artículo.

De las dos opciones de mejora propuestas, el autor se declara partidario de la primera (encendido transistorizado) por las siguientes razones:

- **Facilidad de montaje:** Mientras el montaje del encendido electrónico con distribuidor requiere capacidades y conocimientos de, como mínimo, aficionado avanzado en electrónica y mecánica del automóvil, el sistema de encendido transistorizado puede montarlo cualquier aficionado siguiendo las instrucciones del manual con paciencia y detalle.

- **Invisibilidad:** Si el circuito se instala adecuadamente camuflado puede resultar imposible determinar, incluso para el ojo experto, que el motor ha sufrido una modificación.

- **Reversibilidad:** En caso de fallo del sistema, el encendido transistorizado nos permite regresar al sistema tradicional simplemente conectando un cable de la bobina de encendido al delco y volviendo a conectar el condensador. Si el encendido electrónico se estropea hay que reemplazar el componente averiado (sensor de efecto Hall, pipeta del delco, centralita) o el motor no volverá a arrancar.

- **Coste:** El sistema de encendido electrónico tiene un coste diez veces superior al transistorizado, alcanzando un precio que, sin resultar prohibitivo, sí es considerable.

- **Eficiencia:** Los principales defectos del encendido clásico son resueltos por el sistema transistorizado, quedando únicamente el desgaste de los platinos (que es mucho menor dada la drástica reducción de la corriente que los atraviesa) y las compensaciones finas por aceleración o revoluciones cuya incidencia en el mejor funcionamiento del motor es menor que los beneficios ya obtenidos.

- **Sensibilidad a la humedad y la suciedad:** Con la utilización de un transistor la corriente conmutada por los platinos es insignificante y la incidencia en el encendido de la humedad y la suciedad, sin desaparecer del todo, se ven considerablemente reducidas. Una buena estanqueidad del delco, una limpieza ocasional de los contactos de los platinos y el uso puntual de productos anti-humedad mantendrán el sistema en perfecto funcionamiento.