

# Analizador De Módulos De Control De Encendido Electrónico Para Automóviles

Hernández Almeyda Oscar Orlando - Kaho Electronics, Colombia

[Kahoelectronics@colombia.com](mailto:Kahoelectronics@colombia.com)

El presente trabajo muestra el diseño y construcción de un equipo analizador de módulos de control de encendido electrónico de diferentes marcas de vehículos, cuya finalidad es comprobar y analizar el estado de funcionamiento de los diferentes elementos que conforman el sistema de encendido en el automóvil, como son los módulos de control, las bobinas de encendido de alta tensión, sensores captadores, instalación de alta, batería.

El sistema desarrollado está capacitado para analizar y dar una respuesta del estado real de los diferentes módulos de control de encendido electrónico para las marcas Renault, Mazda, Chevrolet, Dodge y Ford. También indica, el estado de las bobinas de ignición de alta tensión que utilizan dichos sistemas de encendido. Por su flexibilidad el equipo puede fácilmente implementarse para el análisis de otros tipos de módulos de encendido electrónico con vehículos que posean o no sistemas de inyección electrónica.

## INTRODUCCIÓN

Desde sus comienzos, la industria automotriz incorporó una serie de aparatos o dispositivos eléctricos necesarios para el funcionamiento de los automóviles como el caso de las baterías, bujías, cables eléctricos, interruptores, entre otros. Con el nacimiento de la industria electrónica, la industria automotriz recurre con más frecuencia al uso de dispositivos y circuitos electrónicos para el control, diagnóstico y automatización de funciones propias de los vehículos. Un

ejemplo representativo de cómo se utiliza actualmente la electrónica para controlar dichas funciones, lo constituye el sistema de encendido electrónico, que reemplazó el tradicional sistema de platinos. El sistema de encendido es el que se encarga de generar el arco eléctrico entre los electrodos de la bujía para dar inicio al fenómeno de la combustión, siendo de vital importancia el instante en que se establece la chispa detonante en la bujía, ya que si no, se vería comprometida la potencia y conservación del motor, así como también un aumento en la

contaminación del aire.

Actualmente en el medio es muy difícil adquirir un sistema encargado de analizar los diferentes estados de los módulos de control de encendido electrónico de las diferentes marcas de automóviles, debido al elevado costo de fabricación, así como también a la falta de conocimiento de dichos sistemas ya que el funcionamiento de los equipos se conoce, en la mayoría de los casos, en forma empírica lo cual hace difícil la labor de mantenimiento.

Al ofrecer un equipo analizador de módulos de control de encendido electrónico de múltiples marcas de automóviles, se pretende tener un equipo que sea eficiente y confiable en el momento de verificar el comportamiento de un módulo de encendido electrónico en particular. Se busca además, que el equipo sea de fácil adquisición para los pequeños talleres de mantenimiento que no están en la capacidad de adquirir este tipo de herramientas debido al alto costo que estas acarrearán.

### **EL SISTEMA DE ENCENDIDO**

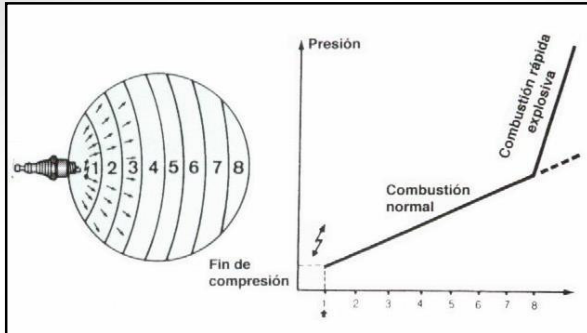
El sistema de encendido tiene como objetivo generar un arco eléctrico entre los electrodos de la bujía. Este arco es el encargado de iniciar la combustión de una mezcla aire- combustible aspirada por los pistones dentro de los cilindros

del motor y comprimida dentro de una cámara de volumen reducido llamada cámara de combustión.

El encendido es la fase que da inicio al fenómeno de la combustión, siendo de vital importancia el instante en que se establece la chispa detonante en la bujía, ya que si no, se vería comprometida la potencia y conservación del motor, así como también un aumento en la contaminación del aire. El sistema de encendido obliga a la chispa generada, a pasar a través de los electrodos de la bujía con la suficiente energía, para encender la mezcla de aire-combustible en la cámara de combustión. Todos los sistemas de encendido funcionan con el mismo principio básico, de cambiar la corriente de bajo voltaje del primario de la bobina a una corriente de alto voltaje en el secundario de la misma para encender las bujías. Los sistemas de encendido más antiguos poseen un diseño que funciona por platinos o ruptor y los sistemas de encendido modernos utilizan la conmutación por transistor de potencia. La diferencia está en cómo conmutar la corriente del primario y como se regula la sincronización del encendido. En los motores de gasolina, la mezcla se inflama por capas concéntricas, es decir, la combustión no es inmediata y por lo tanto es necesario prever un cierto

avance de encendido que tiene en cuenta la duración de la combustión (Figura 1).

Figura 1. Capas de combustión progresivas.



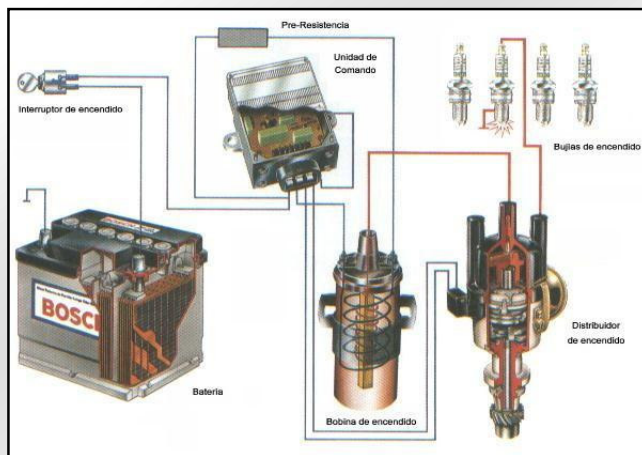
Fuente: MARTINEZ G. Hermógenes. Manual del Automóvil, Reparación y Mantenimiento. España: Cultural S.A. 1999. Vol. 2. 190p.

## COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

Los componentes principales del sistema de encendido son (ver figura 2):

- + Batería.
- + Interruptor de encendido.
- + Bobina de encendido.
- + Dispositivo de conmutación.
- + Bujías.
- + Instalación de alta.
- + Distribuidor.

Figura 2. Componentes principales del sistema de encendido



Fuente: Sobre a BOSCH no Brasil. [En línea]. Disponible en Internet: <http://www.bosch.com.br/br/boschnobrasil/index.html>

## FUNCIONES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

El encendido realiza sustancialmente las siguientes funciones:

- + Ruptura del circuito primario de carga de la bobina y el consecuente salto de chispa.
- + Cálculo del avance de encendido y su modificación en función del régimen y la carga del motor.
- + Elaboración y distribución de la alta tensión a las bujías.

Mediante los sistemas de encendido electrónico, se espera que la señal electrónica generada, ponga en marcha el motor de una manera segura y con una precisión tal que nunca perderá el reglaje. Este esquema garantiza una excelente estabilidad en los valores de avance en función del tiempo.

## FALLAS DEL SISTEMA DE ENCENDIDO.

Las principales fallas en los sistemas de encendido son:

- + Falla en el módulo electrónico de encendido.
- + Falla en la bobina de alta tensión y bobina de captación de encendido.
- + Descarga de la batería del vehículo y daños en el alambrado eléctrico.
- + Carbonización y desgaste de los contactos y rotor en la cabeza del

distribuidor.

### EL ANALIZADOR

Básicamente el principio de funcionamiento de los módulos de encendido de las diferentes marcas de automóvil, a excepción de la marca **RENAULT**, es el mismo. Por lo tanto un solo modo de prueba sirve prácticamente para comprobar el funcionamiento de un módulo en particular. La dificultad radica en la forma como se conectan los diferentes módulos en el automóvil y la construcción del equipo para adaptar dichas conexiones a las diferentes marcas para realizar el análisis respectivo. Para el caso de los módulos de encendido, el equipo analiza la respuesta de un módulo electrónico al aplicarle una señal similar a la de una bobina captadora de determinada frecuencia. A su vez, el módulo debe entregar una señal que es monitoreada por el analizador en un lapso de 20 segundos; éste determina o comprueba si el módulo está o no funcionando correctamente. Para el caso de la marca **RENAULT**, la señal inyectada por el captador tiene un tratamiento especial, ya que este tipo de señal es utilizada por el módulo para determinar el avance de encendido. Los módulos de **RENAULT** poseen un microprocesador que se encarga de calcular y realizar el avance

de encendido en forma electrónica de acuerdo al comportamiento de dicha señal.

Para el análisis de las bobinas de alta tensión, el equipo comprueba su valor de resistencia tanto en el primario como en el secundario y a través de unos parámetros almacenados, dados por el fabricante de la bobina, determina el buen o mal estado de la bobina en prueba.

La medición de resistencia de las bobinas se realiza a través de un Ohmetro autorango de 2 escalas (Rangos de de  $0\Omega$  a  $30\Omega$  y de  $0\Omega$  a  $30k\Omega$ ), el cual se utiliza también para probar la resistencia de los rotores que forman parte del distribuidor del automóvil.

El equipo cuenta además con un voltímetro de  $0 \sim 30VDC$  para probar el estado de carga de las baterías del automóvil, con el fin de determinar el perfecto estado de las mismas.

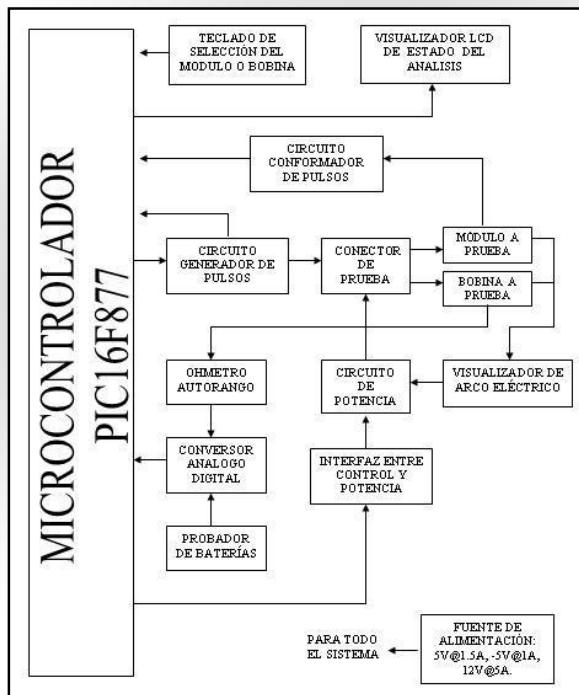
El analizador puede realizar la prueba de módulos y bobinas en el modo convencional o modo libre (como lo realizan los equipos que se ofrecen en el mercado) donde no se hace ningún tipo de análisis, sino que simplemente se determina el estado de los mismos, de acuerdo a una inspección visual de la chispa generada por la bobina o el módulo en prueba.

## PARTES BÁSICAS DEL ANALIZADOR

El analizador, se divide básicamente en tres partes o secciones fundamentales:

- ✚ Módulo de fuente de alimentación.
- ✚ Módulo de mando.
- ✚ Módulo de entradas y salidas (E/S). Ver figura 3.

Figura 3. Diagrama de bloques del analizador de módulos de control de encendido electrónico para automóvil.



Fuente: Autor del proyecto

### Módulo de fuente de alimentación.

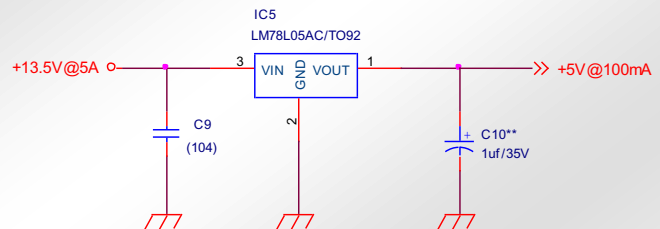
El módulo de fuente de alimentación es el encargado de suministrar el voltaje necesario a los elementos que constituyen el equipo y los diferentes dispositivos a probar. Dicho módulo está formado por tres fuentes de alimentación:

- ✚ Fuente de +13.5V@5A

- ✚ Fuente de +5V@1.5A
- ✚ Fuente de -5V@1A
- ✚ Fuente adicional de +5V@100mA

La figura 4 muestra el diseño de la fuente de +5V@100mA, las demás fuentes son similares.

Figura 4. Fuente regulada de +5V@100mA.



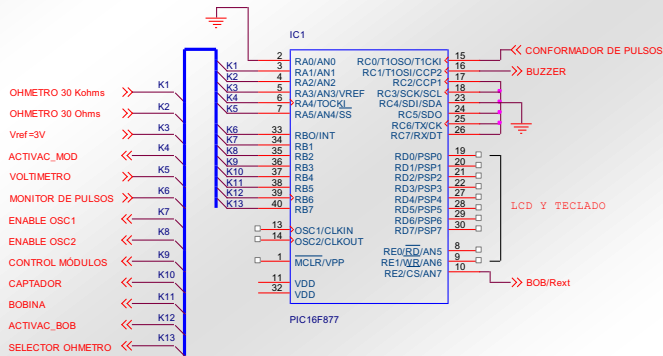
Fuente: Autor del proyecto.

### Módulo de mando.

El módulo de mando, Es el más importante del equipo, ya que está constituido entre otras cosas por el microcontrolador que es el encargado de la toma de decisiones, llevar a cabo la conversión análoga-digital, controlar el display de cristal líquido (que sirve de interfaz entre el usuario y el equipo) y realizar la adquisición de datos provenientes del teclado y otros periféricos. El circuito generador de pulsos, formado por dos osciladores cada uno de determinada frecuencia, que tienen la función de crear los pulsos necesarios para controlar el módulo o bobina que esté en prueba. El conformador de pulsos, que se encarga de digitalizar la señal entregada por el

módulo o bobina en prueba, para ser analizada por el microcontrolador, otros circuitos son el monitor de pulsos, el ohmetro y el voltímetro. Ver figura 5.

Figura 5. El microcontrolador PIC16F877 y sus conexiones en el analizador



Fuente: Autor del proyecto.

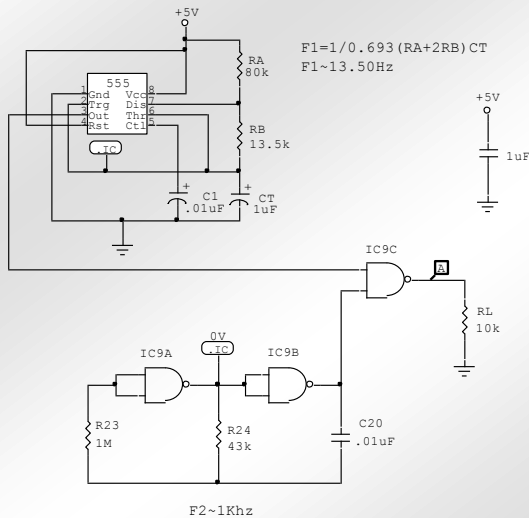
## Módulo de E/S.

El módulo de entradas y salidas tiene como función principal la comunicación entre el microcontrolador y el dispositivo que está en prueba, así como también con el operario del equipo. Está formado principalmente por el circuito de selección de conectores que es el encargado de proporcionar las señales de entrada y salida para cada uno de los módulos a analizar, El circuito monitor de pulsos, el cual es uno de los circuitos más importantes del analizador, ya que las pruebas de los módulos de encendido se basan en el análisis de la señal entregada por el módulo en prueba, en respuesta a la señal “simulada” proveniente de un oscilador que simula el

sensor de captación aplicada al módulo. Una falla en este oscilador, ocasiona que el analizador no logre interpretar si el módulo se encuentra en buen o mal estado, por lo tanto se hace necesario un monitoreo constante de dicha señal generada, el circuito generador de pulsos, que consiste, como se dijo anteriormente, en simular una señal como la que entrega sensor de captación. Este tipo de señal se genera por software a través del microcontrolador y unos circuitos adicionales. También está constituido por una interfaz entre control y potencia que tiene como elemento principal una bobina de encendido, que se conecta al módulo que se va a analizar. La alta tensión (aprox.28 Kv), generada por la bobina producirá un arco que es el encargado de iniciar la combustión (en el automóvil), el arco es observado por el usuario en un visualizador de arco eléctrico. Dicho visualizador está formado por dos electrodos, uno conectado a tierra y el otro al secundario de la bobina que posee el equipo, la cual producirá un arco eléctrico debido a la alta tensión generada en el momento de hacer el análisis. El equipo cuenta además con circuitos de protección formado por redes de filtros que evitan que las FEM y el ruido eléctrico causados por la bobina de alta tensión, dañen los componentes y

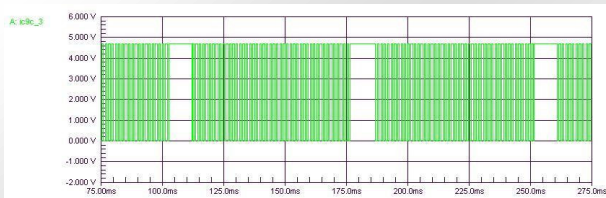
dispositivos internos del analizador. La figura 6 muestra el circuito generador de pulsos simulado. Se utiliza un circuito integrado **LM555** que producirá la señal, que en el equipo, es generada por el microcontrolador. La figura 7 muestra la señal resultante, usada fundamental para la prueba de módulos de tipo AEI como el caso de autos RENAULT.

Figura 6. Generador de pulsos simulado en Circuitmaker para módulos de encendido electrónico integral (AEI)



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 7. Forma de onda de salida del oscilador 2

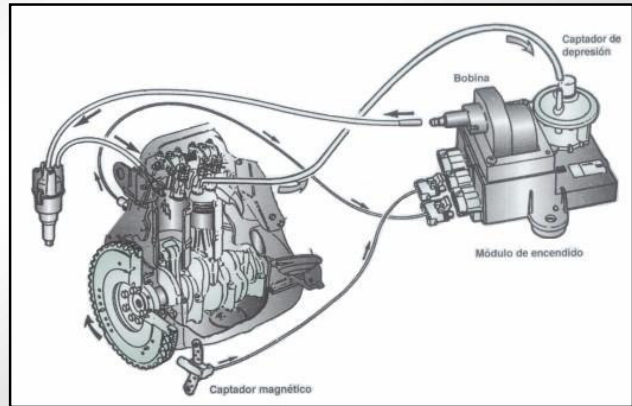
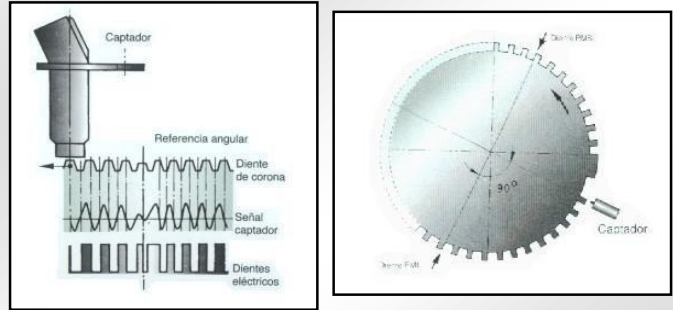


Fuente: Autor del proyecto.

La figura 8 muestra el tipo de señal generada en un sistema de encendido AEI, la cual depende de la posición de una corona dentada, que se encuentra adherida al cigüeñal del vehículo. Este

tipo de señal es simulada por el analizador a través del microcontrolador.

Figura 8. Señal del sensor de régimen-posición y corona dentada.



Fuente: Autor del proyecto.

## PRUEBAS REALES DE DIAGNÓSTICO

La figura 9 muestra el aspecto físico del analizador, donde se puede observar los diferentes elementos que lo conforman.

Figura 9. Aspecto físico del Analizador de Módulos de encendido Electrónico.



Fuente: Autor del proyecto.

La figura 10, muestra el análisis efectuado a un módulo de encendido de la marca Chevrolet. En este caso el equipo entrega un resultado favorable de la prueba la cual se visualiza en el display, donde se especifica la frecuencia de la señal de pulsos, el equivalente en RPM (para un motor de 4 cilindros) y el resultado parcial del análisis.

Figura 10. Análisis de un módulo de encendido de marca Chevrolet.



Fuente: Autor del proyecto.

La figura 11, muestra el análisis efectuado a un módulo de encendido defectuoso. En este caso dicho elemento en prueba, no entrega ningún tipo de señal, lo que indica su mal estado.

Figura 11. Análisis de un módulo de encendido defectuoso.



Fuente: Autor del proyecto.

La figura 12. Muestra el análisis de una bobina de encendido.

Figura 12. Análisis de una bobina de encendido convencional.



Fuente: Autor del proyecto.

La figura 13, muestra la prueba del estado de carga de una batería de automóvil, en este caso dicha batería se encontraba descargada.

Figura 13. Prueba de Una batería de automóvil.



Fuente: Autor del proyecto.

*Nota: La pruebas aquí registradas fueron realizadas con el prototipo y por lo tanto no se muestran los diferentes conectores que se usan para cada uno de los módulos a analizar.*



## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo demostrar la gran aplicabilidad y utilidad que tiene este tipo de herramienta en los pequeños talleres de mantenimiento automotriz y almacenes de auto partes, donde se puede prestar un mejor servicio al cliente y al comprador, en el momento de realizar algún tipo de mantenimiento en dichos sistemas de encendido o en el momento de adquirir un módulo o bobina en particular, ya que debido a su costo, se desea tener un elemento de buena calidad en el momento de la compra del mismo.

La gran mayoría de almacenes no disponen de equipos especializados que realicen pruebas y análisis en los diferentes sistemas que conforman el automóvil, debido a que dichos almacenes, como es lógico, no se dedican al mantenimiento automotriz pero sí a la venta de elementos para el automóvil y por lo tanto, sí necesitan de un equipo que pruebe dichas partes en el momento de la venta o compra de las mismas.

Es importante entonces, comprender el beneficio que se obtiene al realizar una inversión en este tipo de herramienta, ya

que debido a que es un equipo que se ha desarrollado con elementos de fácil adquisición en el mercado, el costo de diseño y fabricación está muy por debajo de otras herramientas que se ofrecen, que son o de origen extranjero, o que no ofrecen este tipo de diagnóstico.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] B. PEATMAN, John. Design with PIC microcontrollers, United States of America: Prentice Hall, 1998. 260p.

[2] BOSCH, Robert. Linha de injeção e ignição eletrônica / Linea de inyección y encendido electrónico, Brasil: Manual 98 / 99. 78p.

[3] W. HART, Daniel. Electrónica de Potencia. Madrid: Prentice Hall, 2001. 451p.

[4] CROUSE, Albert. Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil. España: Alfaomega, 1993. 598p.

[5] R. HAMBLEY, Allan. Electronics, 2<sup>nd</sup> edition, New Jersey, United States of America: Prentice Hall, 2000. 888p.