

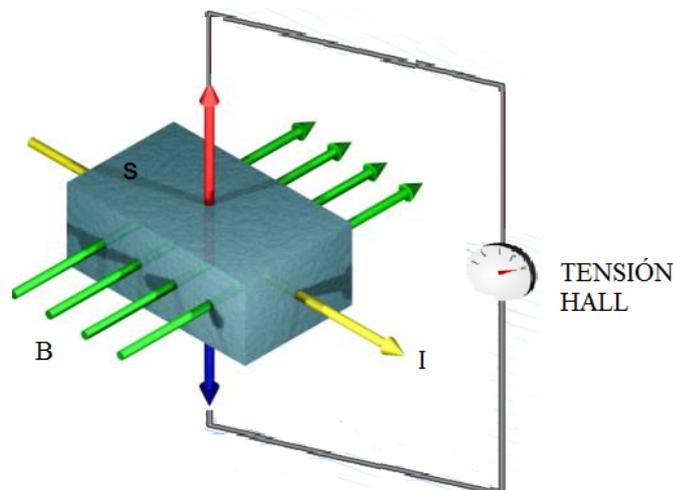


SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS: EFECTO HALL

1.- Fundamentos técnicos.

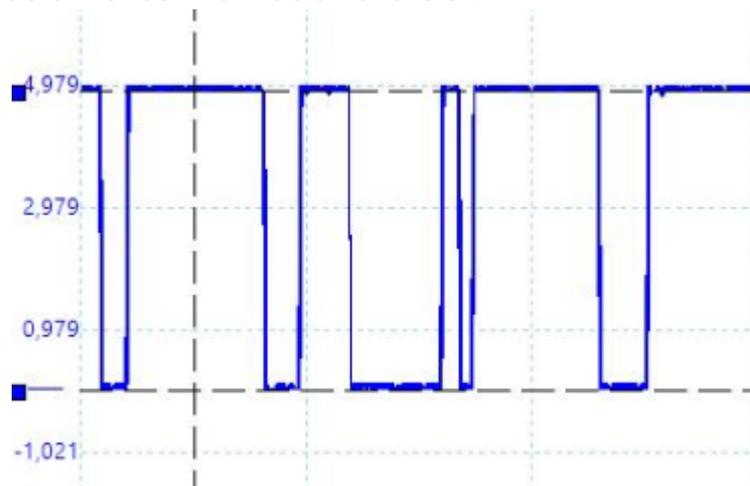
El sensor de posición del árbol de levas, también conocido como sensor de fase, se utiliza para determinar la fase del ciclo de trabajo en el que se encuentran los distintos pistones. Esta información junto con la proporcionada por el sensor de régimen de giro del motor es utilizada por la UCE para determinar el momento de inicio de inyección en cada cilindro en sistemas de inyección secuencial, de distribución variable o para el arranque rápido del vehículo. Por ello, uno de los síntomas más evidentes de que este sensor falla, es que el vehículo tarda más tiempo en realizar el arranque, ya que la UCE tan solo cuenta con la señal proporcionada por el sensor de régimen de giro para conocer el pistón que se encuentra en compresión. Incluso algunos vehículos pueden llegar a no arrancar.

El sensor sobre el que hemos realizado las mediciones basa su funcionamiento en el efecto Hall. Este efecto se consigue cuando un determinado tipo de semiconductor (S) es atravesado por una corriente eléctrica de una intensidad constante (I). En esta situación, si se acerca un imán al semiconductor de tal manera que el flujo magnético (B) lo atraviese de forma perpendicular a la corriente que circula por él, se comprueba que cierta cantidad de electrones se desvían en una dirección perpendicular a las dos anteriores. Estos electrones que se desvían generan una corriente cuya tensión se conoce como **tensión Hall**. Si la corriente que circula por el semiconductor se mantiene constante, la tensión Hall variará de forma proporcional a la variación del flujo magnético.





En la aplicación práctica de este fenómeno, un sensor Hall está formado básicamente por un circuito electrónico adosado a un imán permanente. El imán se enfrenta a una rueda dentada que en su movimiento produce la variación del flujo magnético generando una señal basada en la tensión Hall. El circuito electrónico recibe alimentación eléctrica constante y amplifica y trata la señal generada, por lo que dispone de tres terminales: positivo de alimentación, masa y señal. La señal que proporciona el sensor, una vez tratada por la electrónica, tiene forma de onda cuadrada en la que la amplitud permanece constante y es la frecuencia de la señal la que varía de forma proporcional a la velocidad de rotación de la rueda dentada y el número de dientes de la misma, que facilitarán más o menos información a la UCE.



Ejemplo de forma de onda

2.- Medición de la señal.

Las comprobaciones de la señal generada por el sensor de fase se han llevado a cabo en un Seat Ibiza (6J) del 2011, 1.6 Tdi (CAYC). En este motor, el sensor va montado en la zona de la distribución y está enfrentado a una rueda dentada que va fijada al árbol de levas de admisión.



Posición del sensor en la distribución.



El conector del sensor está ubicado por debajo del colector de admisión, accesible desde la parte frontal del vehículo, por lo que resulta relativamente fácil poder realizar las mediciones necesarias. El conector dispone de tres terminales:

- 1- Alimentación del sensor.
- 2- Señal.
- 3- Masa.

El equipo de osciloscopio utilizado para realizar las mediciones pertenece al fabricante PicoTechnology. Está compuesto de un hardware de medición de 2 canales (A y B) y el software PicoScope en su versión 6. El hardware se conecta al ordenador mediante el puerto USB.

La primera comprobación que se puede realizar en el sensor, es si está correctamente alimentado. Este sensor, según documentación técnica, es alimentado desde la propia UCE con una tensión de 5Vdc una vez que se pone el contacto. Para llevar a cabo esta medición, utilizamos los cables de prueba suministrados con el equipo, conectados en el canal A. Para ello se conecta la punta positiva al pin 1 del conector; y la punta negativa al pin 3. Para poder visualizar la señal en el osciloscopio, regulamos el canal A para realizar una medición de tensión continua. El rango de medida elegido para poder ver la señal de forma correcta es de 2V/div (eje Y en la gráfica del osciloscopio)

Seguidamente, una vez comprobado que el sensor está correctamente alimentado, pasamos a medir la señal obtenida del captador de fase. Para ello, se conecta la punta positiva al pin 2 del conector; y la punta negativa al pin 3.



Conexión de las puntas de prueba en el conector

Para poder visualizar correctamente un ciclo completo de trabajo, por cada dos vueltas del cigüeñal el árbol de levas da una vuelta, se regula el eje X del osciloscopio en 50ms/div.

La forma de onda obtenida del sensor, en cuanto al número y ancho de los pulsos generados dependerá del número y disposición de los dientes en la rueda. Se pueden encontrar ruedas que informen de la posición de un solo pistón, generalmente el pistón número 1, o ruedas que informen de la posición de varios cilindros.



Señal obtenida del sensor

En la imagen superior se puede observar la forma de onda obtenida en la medición de la señal del sensor de fase. Si analizamos la señal se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- La forma de onda es claramente cuadrada, en la que su amplitud está comprendida durante todo el periodo visualizado entre los valores de 0V y 5V. Las transiciones entre uno y otro valor son claras e inmediatas, lo que denota en principio que la señal es correcta.
- Después de observar la señal vemos que el intervalo recogido en el eje X, es el que se repite constantemente, por lo tanto es indicativo de una vuelta completa del árbol de levas, es decir, un ciclo completo de trabajo.
- De este ciclo se puede deducir que la rueda de la que toma señal el sensor, está constituida por 5 dientes de diferente anchura y disposición. Según la información de fabricante, este sensor informa a la UCE de la fase de compresión del pistón número 1, por lo que es probable que el intervalo señalado sea el que sirva de esta referencia.



- La duración del ciclo completo de trabajo es de 153.8 ms, es decir, esto es lo que tarda la rueda en dar una vuelta. Con este dato podemos calcular el número de vueltas a las que está girando el motor, que son aproximadamente 780 rpm, que coincide con el giro del motor a ralentí.
- Del dato de duración del ciclo de trabajo, se puede calcular que cada 38.45 ms (90°) uno de los pistones debe estar en la fase de compresión, dato que se cumple en cada uno de los flancos ascendentes marcados. Obviamente para confirmar todos estos datos, habría que analizar la señal del sensor de fase junto con el de régimen de giro del motor. Además habría que verificar las marcas dispuestas en la rueda del árbol de levas con la posición del pistón correspondiente.

El objetivo del estudio era obtener una señal de un sensor de tipo Hall que captase la fase de funcionamiento tomada del árbol de levas. Obviamente para poder analizar correctamente la señal, habría que disponer de los datos de fabricante o hacer el análisis indicado, pero con los datos y pruebas realizadas en el vehículo y dado que el vehículo no presenta ninguna avería se puede concluir que la señal es correcta.

Tabla resumen

Sensor Hall	
Conexiones eléctricas	
Punta positiva	Pin 2
Punta negativa	Pin 3
Ajustes Osciloscopio	
Tensión	Continua
Eje X	50ms/Div
Eje Y	2V/Div
Señal obtenida	
Forma de onda	Cuadrada
Amplitud	5V