

# Conceptos Básicos EFI (Electronic Fuel Injection) Parte 2

Sistemas de Ignición. Hay varios sistemas de ignición en los coches modernos. Distributed Spark, usando una sola bobina y un solo distribuidor para todos los cilindros. Wasted spark, usando una bobina para cada 2 cilindros. Direct Fire, usando una bobina para cada cilindro.

## CONCEPTOS BASICOS

### Distributed Spark

Este sistema es con mucho el más antiguo. Como su nombre indica la chispa es distribuida a las bujías por un cable a el rotor. Después en la tapa del distribuidor a cada bujía vía alta tensión. Este es el sistema mas complejo porque la relación que es mantenida entre el punto de chipa, el rotor y la posición del motor. El sistema mantiene una relación mecánica entre el motor y la ignición. Lo que lleva una perdida de rentabilidad en tiempo. También hay que sumar a estos problemas que este sistema es el sistema que produce una chispa mas pobre. Ya que según sube las rpm la carga es menor. Este sistema ha sido usado con éxito durante muchísimos años en motores de alto rendimiento, siempre y cuando dentro de los límites originales del diseño.

### Wasted Spark

Este encendido tiene una bobina por cada 2 cilindros. El nombre viene porque hay una descarga por cada revolución del motor. EN un motor de 4 ciclos, el pistón esta en el punto muerto superior (TDC) dos veces por cada ciclo, uno en el momento de la chispa y otro en fase de vuelta. El encendido saca una chispa antes del punto muerto superior (BTDC) y otro antes del la fase de vuelta, justo el ultimo momento antes de que la válvula de escape se cierre. Este sistema tiene una gran potencia de descarga ya que se reparte entre las dos bobinas. Además constituye menos calor en la bobina lo que lo hace más rentable. Estos encendidos han sido utilizados desde mediados de los 80 por GM y motos. No tiene partes móviles, no tiene relaciones complicadas, y puede dar un encendió muy justo, algo mas que eso, puede que un sistema de amplificación multicanal para la duración o la intensidad están disponible para este sistema.

### Direct Fire

Este sistema utiliza una bobina en cada bujía y es el sistema más rentable y fiable usado en día, este sistema es usado en la mayoría de los coches modernos. Cada bobina descarga en el orden de encendido del cilindro. El tiempo de carga en cada encendido es el doble de largo que en el sistema wasted spark, siendo mucho mas compactos y ligeros. No hay partes móviles por lo que no hay elementos que se puedan deteriorar. Se han detectado problemas de interferencias por las descargas directas causando interferencias de radio (RFI) o ruido hacia la ECU, pero estos casos son extremadamente raros.

### Amplificar la intensidad de la chispa

Hay varios métodos para amplificar la chispa. Para esto se hace amplificar la intensidad de la chispa o su duración. Haciendo saltar la chispa múltiples veces en un mismo ciclo conseguimos incrementar la duración. La intensidad se consigue acortando la duración de la chispa y aumentando su voltaje. Es necesario amplificar la chispa en motores con gran presión dentro de los cilindros, como en admisión forzada o óxido nítrico. En motores que utilizan modificaciones **bold on** sin modificaciones internas, raramente es necesario mejorar el sistema de ignición.

Se han encontrado problemas de descarga asociado a altas revoluciones, por eso el sistema tiene que estar en perfecto estado para poder funcionar en motores con gran presión interna como en los motores de competición.

### **Posición del motor y secuencia de encendido**

Cada cilindro en un motor de 4 tiempos va en 4 fases por cada ciclo. Admisión, compresión, explosión y escape. Este ciclo necesita dos revoluciones del cigüeñal para ser completado.

El pistón en el punto muerto central (TDC) está dos veces por cada ciclo, una en ciclo de compresión/explosión y otra en la de escape/admisión. Cuando un cilindro está en el TDC entre el ciclo de compresión y explosión las dos válvulas, tanto las de escape como admisión están cerradas para conseguir una rápida expansión del gas causada por la combustión de la mezcla. Cuando el pistón está en el TDC entre el ciclo de escape y admisión, no hay combustión y ambas válvulas están abiertas. Esta es la fase de Overlap. El sensor del calado determina la posición del motor y se la da a la ECU para ver que relación tiene con el TDC y el encendido.

### **Creación de señal para la ECU**

La ECU debe recibir una señal electrónica en el tiempo preciso para procesar la información del sensor de calado (grados antes o después del TDC) y sacar la señal de encendido al tiempo preciso en relación con el sensor de calado (tiempo de encendido) y la posición de encendido del motor (posición de encendido TDC). Esta señal está generada por una relación mecánica entre el motor y la computadora. Normalmente un sensor colocado en el bloque del motor adyacente al volante motor en el cigüeñal. El volante motor tiene múltiples dientes que son un factor múltiplo de la cantidad de cilindros del motor. Por ejemplo si nuestro motor de antes tiene 6 cilindros y tiene un volante motor con 24 dientes, significa que el tiene que saltar una chispa cada 18 dientes (1.9 & 17). Recuerda que damos dos vueltas por cada ciclo (720 grados) por lo que nuestro motor salta una chispa cada 120 grados al tener 6 cilindros.

Algunas veces el sensor de calado va colocado en el árbol de levas. Esto es posible gracias a un link mecánico entre el sensor y el árbol de levas. Utilizando nuestro motor si el árbol gira  $\frac{1}{2}$  vuelta del motor, entonces en el volante motor de 24 dientes salta la chispa cada 4 dientes (1, 5, 9, 13, 17, 21). Un ciclo completo del árbol es una revolución completa del motor.

También un sensor del árbol es usado para saber cuando el motor está en el momento de salto de chispa TDC. Es un sensor montado adyacente al árbol de levas que con un simple diente se gestiona al árbol de levas. El ángulo entre

el árbol en la posición de chispa y el sensor determina la secuencia de los inyectores.

### **Procesamiento de la señal en la ECU**

Una vez que la ECU ha recibido la señal del sensor de calado, esta procede con la señal según tiene en su programación. Basándose en un mapa de encendido y en las variaciones de información que recibe adicionalmente, la ECU manda la señal al encendido adecuado. Para todo esto es necesario tiempo de proceso y envío y esto se tiene en cuenta en la programación de los tiempos para los TDC.

Las modificaciones que pueden venir por un exceso de temperatura o una carga de aire son corregidas por mapa de encendido en la ECU.

### **Ruido**

El ruido suele ser causado por interferencias de radio (RFI) o por interferencia electro magnéticas (EMI). Esto lo suelen general los cables de bujías o los cables de electricidad primarios y genera RFI que interfieren con la ECU. Dos cables que vayan cargados paralelamente causan EMI. La cantidad de ruido depende de la sensibilidad de los cables y elementos a los que estén conectados, para evitar esto lo mejor es enrollar dos cables juntos para evitar estos campos.

En sistemas de EFI es necesario tener unos cables de bujías capaces de suprimir estos efectos.

También puede venir por un mal aislamiento de las bujías.

### **Bujías**

La selección de las bujías depende en funcionamiento del motor. En motores sobrealimentados es crítico tener el grado térmico justo para las bujías. Este grado térmico refiere a la capacidad que tiene la bujía para disipar el calor del electrodo hacia el motor. Un motor con un grado térmico alto tiene un aislante bajo que esto lo se traduce en una alta porción de metal en contacto. Esta larga parte de metal permite que el calor de combustión sea llevado por la bujía a la camisa del cilindro. En caso de una bujía caliente la zona de aislamiento se retrae dentro de la bujía para evitar el contacto con el chasis. La zona de aislamiento opera en el rango de entre 400 ? 850 grados centígrados. Temperaturas por encima de los 400 grados son deseables, ya que sino se comenzaran a hacer depósitos de carbonilla. Temperaturas por encima de los 850 grados no son deseables porque por encima de estos puntos la ignición o predetonación ocurre. Bujías con bajos rangos de temperatura tienen una alta resistencia a la auto ignición mientras que altos rangos de temperatura tienen más tendencia a producir el fallo.

En motores sobrealimentados se debe montar bujías con un grado térmico menor. En muchos manuales se comenta que se debe abrir un poco los electrodos para una mejor propagación de la chispa, esto esta bien para motores con carburación, pero no para coches con EFI. Para motores sobrealimentados se necesita menos cantidad de energía para saltar la chispa entre electrodos por lo que se puede hacer más pequeños. Acontinuación puedes ver una tabla con las medidas estándar para los motores.

Motores atmosféricos con compresión hasta 11.0:1 1.1mm (.044?)  
Motores atmosféricos con compresión de 11.0:1 hasta 14.0 1.8mm (.032?)  
Motores sobrealimentados hasta 20 psi .7mm (.028?)  
Motores sobrealimentados hasta 40 psi .6 mm (.022?)

Con el color de los electrodos de la bujía podemos determinar lo rica o pobre que esta la mezcla o incluso si tenemos predetonación aunque no la oigamos.

### **Detonación y Preignición**

Hay que entender los mecanismos que causan la detonación y la preignición para poder hacer una buena puesta a punto en función del motor. La auto ignición, también llamada Known, knocking, ping o detonación, es causada normalmente por una mala combustión en el motor. En un motor de combustión interna el motor funciona correctamente cuando la onda de combustión causada por la chispa se extiende suavemente y rápidamente por la cámara de combustión. La detonación es causada por una ignición espontánea de una porción caliente de mezcla sin quemar en la cámara de combustión. El knocking es la ignición instantánea del remanente de la mezcla. Esta mezcla remanente se quema por el rápido movimiento del pistón y por la alta temperatura del gas por la anterior ignición. Para hacer una idea de las cargas por knocking, nota que la velocidad de una combustión normal es de 12-25 metros/segundo mientras que la velocidad de predetonación es superior a 250-300 metros/segundo.

Si la mezcla de gasolina y aire se auto detona en cualquier sitio del cilindro, justo después del salto de la chispa, la onda de combustión de la predetonación puede colisionar con la onda de combustión que ha provocado la bujía, causando una vibración que nosotros podemos oír como un golpe o un ping. Dependiendo de la intensidad, la predetonación puede oírse como un leve golpecito a una violenta sacudida. El punto en el que la predetonación de vuelve peligrosa depende de los componentes usados en el motor. La predetonación suele aumentar en función de estos parámetros:

Grandes cargas al motor cuando el vehiculo esta subiendo alguna cuesta o realizando un esfuerzo de carga.

Usar gasolina de bajo octanaje en motores de gran compresión

Demasiado avance de encendido en función del tipo de gasolina usado.

Alta densidad del aire. Esto puede ser por hacer una calibración a alta altitud y después viajar a zonas mas bajas o por la incorporación de sobrealimentación.

Incrementar la temperatura y la presión en la cámara de combustión con una refrigeración inadecuada del motor.

Entrada de aire demasiado caliente a la admisión.

Bujías con un rango térmico no apropiado

Una colocación no centrada de la bujía en la cámara de combustión

Una mezcla demasiado pobre.

Los siguientes ajustes se pueden hacer para evitar o reducir la predetonación.

Reducir el avance de encendido.

Verificar que tu mezcla de gasolina/aire es la correcta para la puesta a

punto de tu coche.

Verificar que tus bujías tienen el rango térmico correcto para tu coche.

### **Preignición**

La preignición es la ignición en la cámara de combustión antes de que ocurra la de la bujía. Esta ignición esta causada por una altísima temperatura o por alguna superficie incandescente de alguna parte en la cámara de combustión. Estos ?puntos calientes? pueden ser una bujía sobrecalentada, un remanente de carbonilla en la cámara o algún borde de alguna válvula de escape. La preignición hace una explosión cuando todavía el pistón esta alejado del su parte superior. La alta presión generada por la expansión del gas por la explosión y el pistón acercándose a su TDC, causa un golpe audible dentro de la cámara de combustión.

Detonación y Preignición típicamente tienen causa y efectos relacionados, cuando la detonación se prolonga y sobrecalienta la bujía hasta el punto de que este incandescente, la preignición ocurre. Podemos usar medidas preventivas contra la preignición usando unas bujías con un rango térmico correcto, usando un combustible con el correcto octanaje para tu aplicación, y cuando construyas un motor estar seguro que no hay elementos con aristas en la cámara de combustión. Además el sistema de combustión debe de estar en perfecto estado de uso para poder refrigerar correctamente la cámara de combustión. Obviar estas cosas en un motor que sufra estas condiciones puede llevar a severos daños.