

Introducción

Llegará el día en que las computadoras reemplazarán al técnico automotriz en lo que respecta al diagnóstico y la detección de fallas. Las computadoras localizarán con precisión las fallas en la electrónica y mecánica automotriz de vehículos presentes y futuros. Las computadoras ya facilitan en gran medida el proceso de diagnóstico y solución de problemas. Solo como un ejemplo, el PCM (Power Train Control Module) puede detectar una variedad de fallas y almacenar datos, como las condiciones de operación cuando ocurrió el problema, así como los códigos de diagnóstico de fallas. Las herramientas de escaneo de mano, ya sean independientes o existentes como software que se ejecuta en una computadora, leen e interpretan los datos para proporcionar instrucciones paso a paso para encontrar y reparar estas fallas.

Por varias razones, los autos modernos se están volviendo más avanzados tecnológicamente. La cantidad de unidades electrónicas, sensores y actuadores aumenta constantemente. Los módulos de control electrónico reciben una gran cantidad de datos de los sensores. Utilizando algoritmos complejos, los módulos de control usan actuadores de alguna forma para controlar el funcionamiento de todo el tren de potencia, incluidos el motor, la transmisión, la dirección, la suspensión y los frenos.

Sin embargo, los módulos de control pueden no reconocer todas las fallas, ya que es difícil o imposible predecir todas las combinaciones posibles de errores de componentes y software.

Los DTC (códigos de diagnóstico de problemas) pueden almacenarse debido a combinaciones de fallas mecánicas, electrónicas o de software que no están relacionadas con la descripción del código real. Para diagnosticar correctamente y con precisión los problemas, puede ser necesario confiar en los datos de un multímetro digital (DMM) o un osciloscopio, como el "USB Autoscope". Poder ver y analizar las formas de onda reales de los circuitos y componentes puede ser de gran ayuda para comprender cómo funciona un circuito o componente (o no funciona). Esto le permite comprender mejor los procesos e identificar los componentes defectuosos.

Puede ser especialmente difícil encontrar una falla que solo aparece por un corto tiempo y no establece un DTC. A menudo es útil tener osciloscopios diseñados específicamente disponibles cuando se intenta encontrar problemas intermitentes o sin código. Incluso con este tipo de herramientas a su disposición, puede pasar mucho tiempo registrando y analizando varias señales, especialmente cuando busca aquellas partes de la forma de onda donde existe un mal funcionamiento de los sensores o mecanismos. A veces, grabar una sola forma de onda e intentar analizarla puede ser inútil. Puede ser necesario grabar múltiples formas de onda simultáneamente. El análisis manual de formas de onda múltiples, especialmente si se trata de discernir relaciones más o menos obvias entre las formas de onda, puede consumir mucho tiempo y ser propenso a errores. Esto es particularmente cierto si se analiza una gran cantidad de datos. En estos casos, alguna forma de análisis automático de señales puede ser muy beneficioso. Tiempo y dinero ahorrados y menos errores para arrancar. Es especialmente difícil analizar la señal repetitiva o periódica en la que existe un único punto de falla, pero donde la falla causa problemas de rendimiento del motor. Aquí vamos a dar algunos ejemplos donde un script

automatizado en combinación con el software y hardware que conforma un osciloscopio moderno, en este caso el "USB Autoscope IV" realiza análisis para nosotros.

El script utilizado aquí está escrito por Andrew Shulgin y se llama script CSS. El guión analiza la señal del sensor de posición del cigüeñal y proporciona resultados que ayudan a identificar en qué cilindros se producen fallas, así como su causa. El mal funcionamiento podría ser el motor mecánico, el sistema de combustible o el sistema de encendido. El script CSS analiza las condiciones del motor, como la simetría rotacional en todas las condiciones de funcionamiento, mientras que los escáneres comunes solo pueden proporcionar datos durante las condiciones de inactividad. Las averías mecánicas y electrónicas del motor solo pueden manifestarse durante una carga pesada o altas RPM.

El script CSS tiene varias pestañas que realizan diferentes funciones. En este artículo, miraremos más de cerca en una pestaña en particular, llamada "Fase".

Para entender lo que muestra esta pestaña, imagina un pedazo de papel enrollado en un tubo, girando junto con el árbol de levas del motor. A medida que se gira el tubo, las plumas montadas sobre el tubo de papel hacen marcas en el papel. A medida que el árbol de levas gira, el tubo se desplaza gradualmente hacia los lados, haciendo que las plumas dibujen una línea en la hoja en forma de espiral o helicoidal. El color de la tinta utilizada cambia a medida que cambia el nivel de la señal. Cuando haya terminado, el tubo de papel se aplana en una hoja y tenemos la pestaña "Fase".

Por lo tanto, la pestaña "Fase" muestra la forma de onda investigada como un gradiente que cambia el color de claro a oscuro dependiendo del nivel de la señal. Un nivel de señal bajo se representa por un color claro y un nivel de señal alto por un color oscuro. La escala horizontal o lateral representa el tiempo de izquierda a derecha. La escala vertical de arriba a abajo representa el ángulo de rotación del cigüeñal. Por lo tanto, un ciclo completo del motor o dos revoluciones del cigüeñal (720 grados) está representado por una línea vertical. La siguiente línea se ubica a la derecha de la primera línea correspondiente al siguiente ciclo del motor, y así sucesivamente. Estas líneas verticales, de color claro u oscuro, llenan toda la pestaña.

Estas líneas claras y oscuras forman degradados o áreas que representan la duración y la naturaleza de los cambios de señal dependiendo del ángulo de rotación del árbol de levas.

La pestaña "Fase" puede mostrar la señal de cualquier sensor o actuador, referenciado a la rotación del árbol de levas. Si solo se produce un pulso durante un ciclo completo del motor, entonces la pestaña "Fase" solo mostrará una sola línea horizontal. Si este único impulso comienza y termina en los mismos ángulos de rotación del árbol de levas, entonces la posición de la banda horizontal no se moverá hacia arriba o hacia abajo: será una línea horizontal recta.

Ejemplos

La Figura 1 muestra un ejemplo de condiciones de operación normales. Este ejemplo muestra, utilizando la pestaña "Fase", la señal del sensor de posición del árbol de levas de un Opel Vivaro equipado con un motor 1.9 l GDI (inyección directa de gasolina).

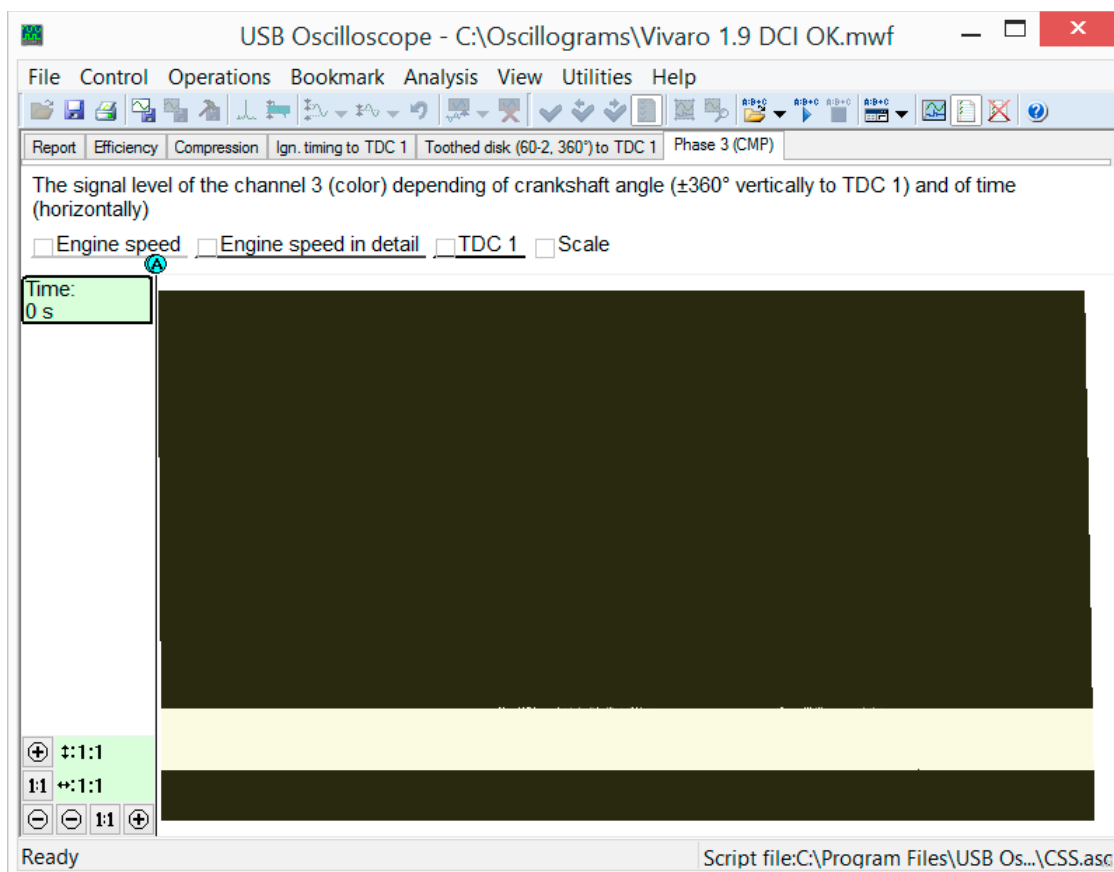


Figura 1: La señal que se muestra proviene del sensor de posición del árbol de levas en buenas condiciones en un Opel Vivaro equipado con un motor 1.9 GDI.

La figura 2 muestra cómo el análisis es mucho más fácil y más claro si habilitamos una cuadrícula de ángulo de rotación del cigüeñal y un gráfico que muestra las rotaciones del motor.

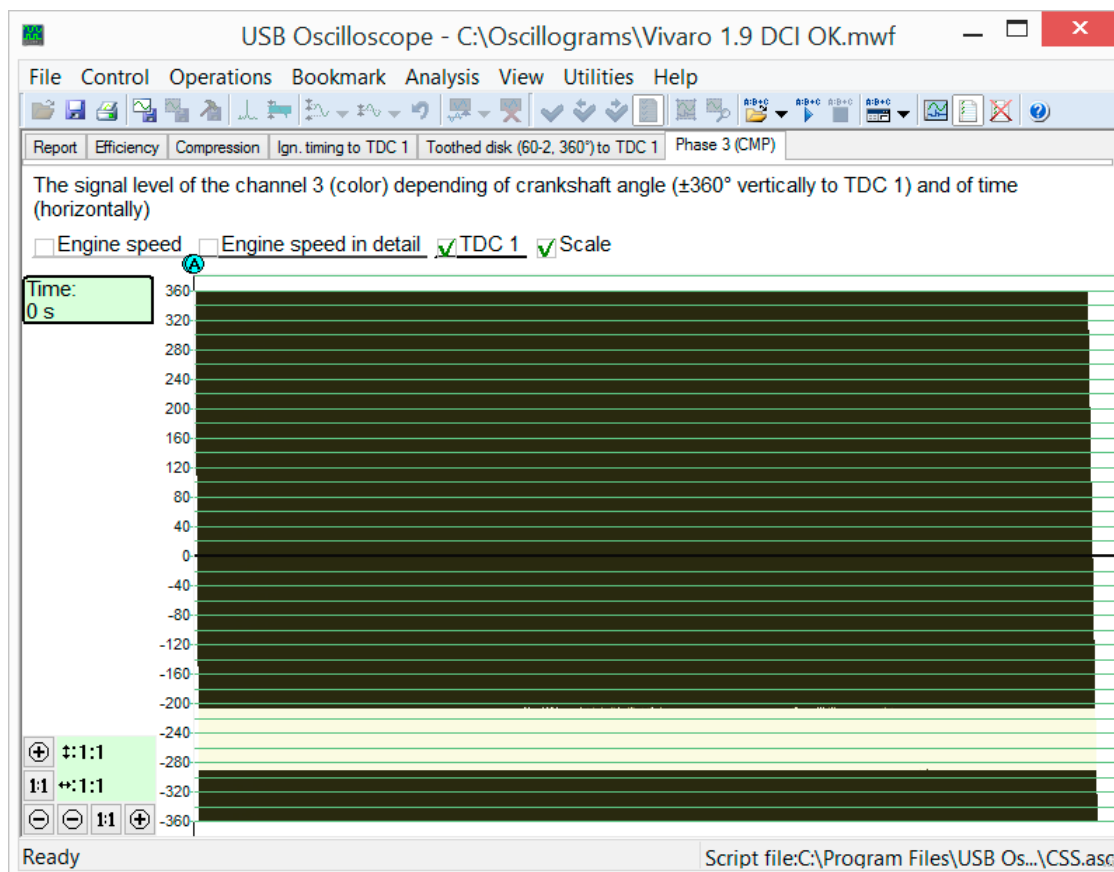


Figura 2: La señal que se muestra proviene del sensor de posición del árbol de levas en buenas condiciones en un Opel Vivaro equipado con un motor 1.9l GDI. Se habilita una grilla que muestra el ángulo de rotación del cigüeñal y el gráfico de las rotaciones del motor.

En la figura 2, es evidente que el sensor del árbol de levas genera una señal estable de bajo nivel entre 205° y 290° del ángulo de rotación del cigüeñal, con respecto a un punto de referencia de TDC del primer cilindro. Al principio, el motor estaba funcionando a ralentí, seguido de 2700 RPM y 4200 RPM.

La Figura 3 se obtuvo de un automóvil similar, donde la MIL (luz indicadora de falla) se enciende intermitentemente debido a un error del sensor del árbol de levas. En la franja de luz que corresponde a la señal de bajo nivel del sensor, puede ver distorsiones intermitentes.

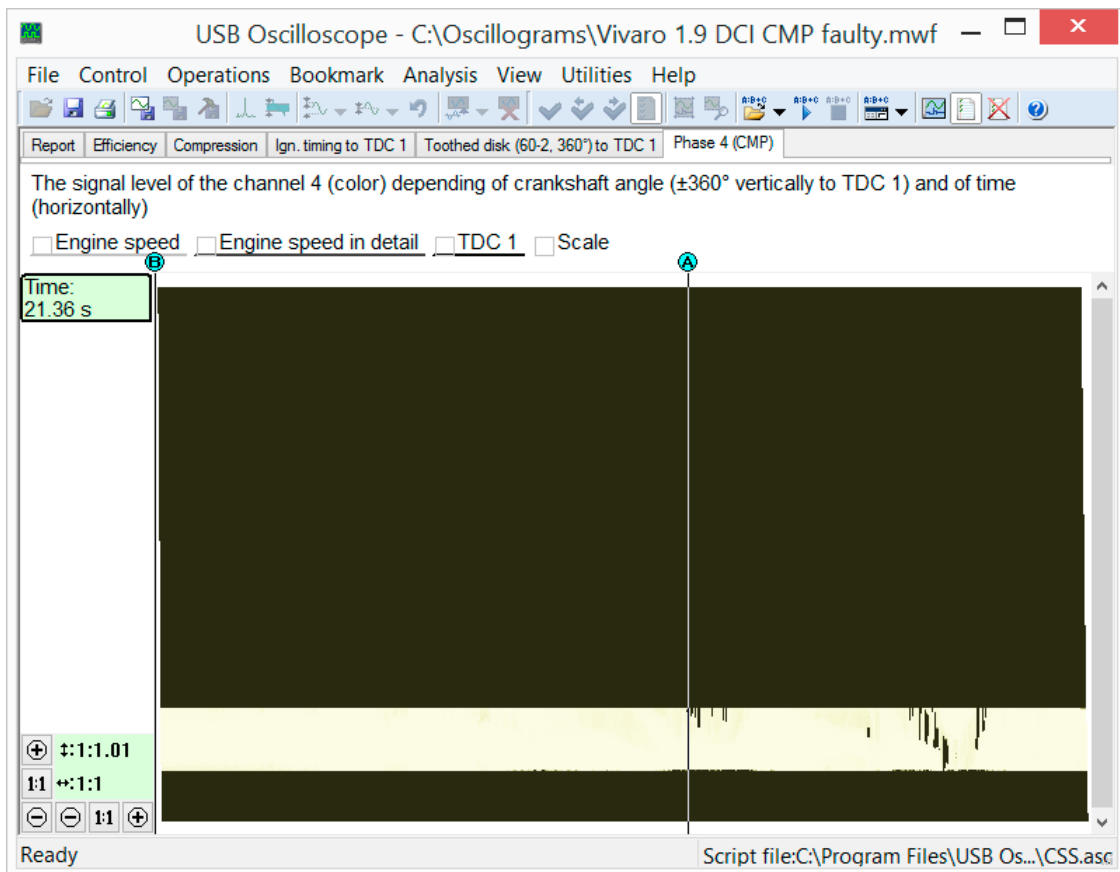


Figura 3: La señal proviene de un sensor de árbol de levas defectuoso en un Opel Vivaro equipado con un 1.9. Motor GDI.

La Figura 4 muestra estas distorsiones ampliadas o ampliadas.

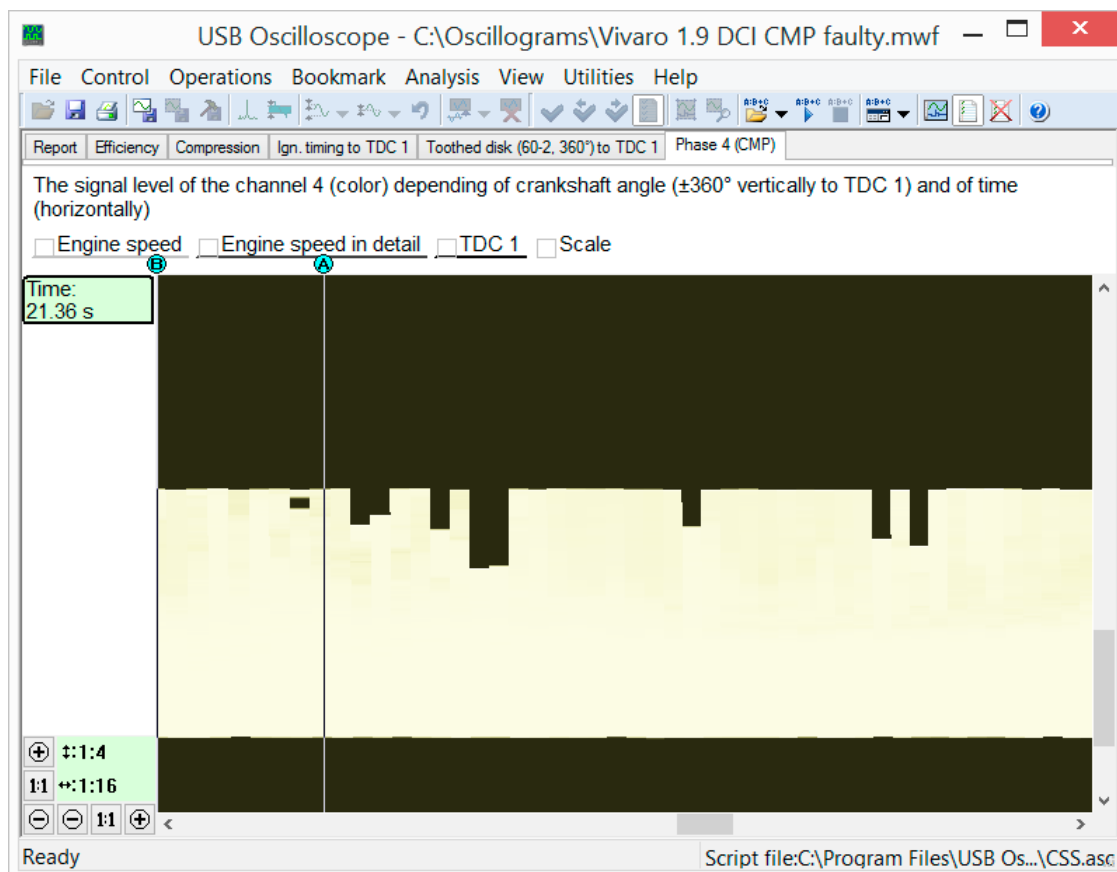


Figura 4: La señal de la figura 3 se muestra ampliada o ampliada.

La Figura 4 también muestra que al mover el marcador "A" puede medir el tiempo desde el inicio de la grabación hasta que aparece el problema. En este ejemplo particular, el problema ocurre a los 21.36 segundos. Conociendo el momento en el que ocurrió el problema, puede encontrar rápidamente y analizar detalladamente el marco de tiempo correspondiente en la forma de onda original, como se muestra en la figura 5.

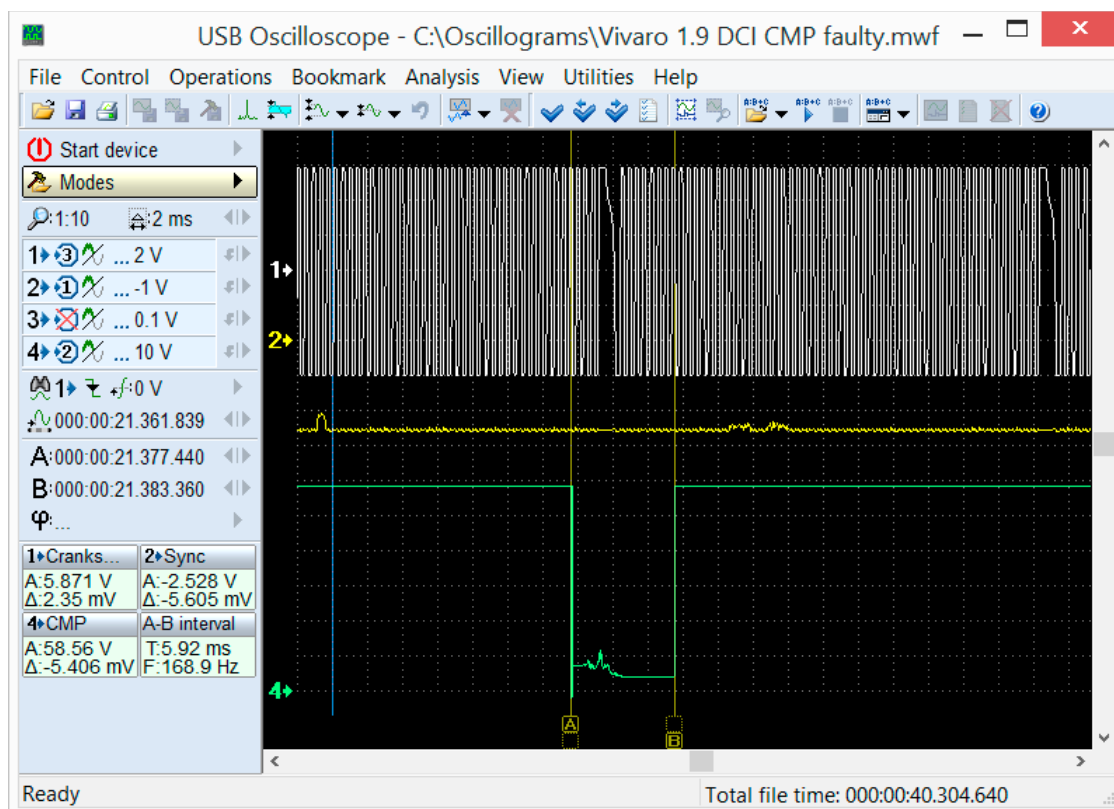


Figura 5: La forma de onda original (color verde) del sensor del árbol de levas que funciona mal en la figura 4.

Tenga en cuenta que encontrar este tipo de falla por inspección visual desde el comienzo de la forma de onda hasta que aparece el problema puede ser muy difícil y consumir mucho tiempo. La razón es que el problema solo aparece por poco menos de 6 ms o 0.006 segundos de un total de 20 segundos.

Esta herramienta o secuencia de comandos facilita la verificación del sensor del árbol de levas, sin embargo, más importante puede ser la capacidad de verificar y verificar el funcionamiento de un sistema VVT (sincronización de válvulas variables) en todo su rango de operación. Esto es muy difícil de lograr usando medios convencionales.

La Figura 6 es un ejemplo de un motor ARH Audi A6 que muestra el funcionamiento del sistema VVT.

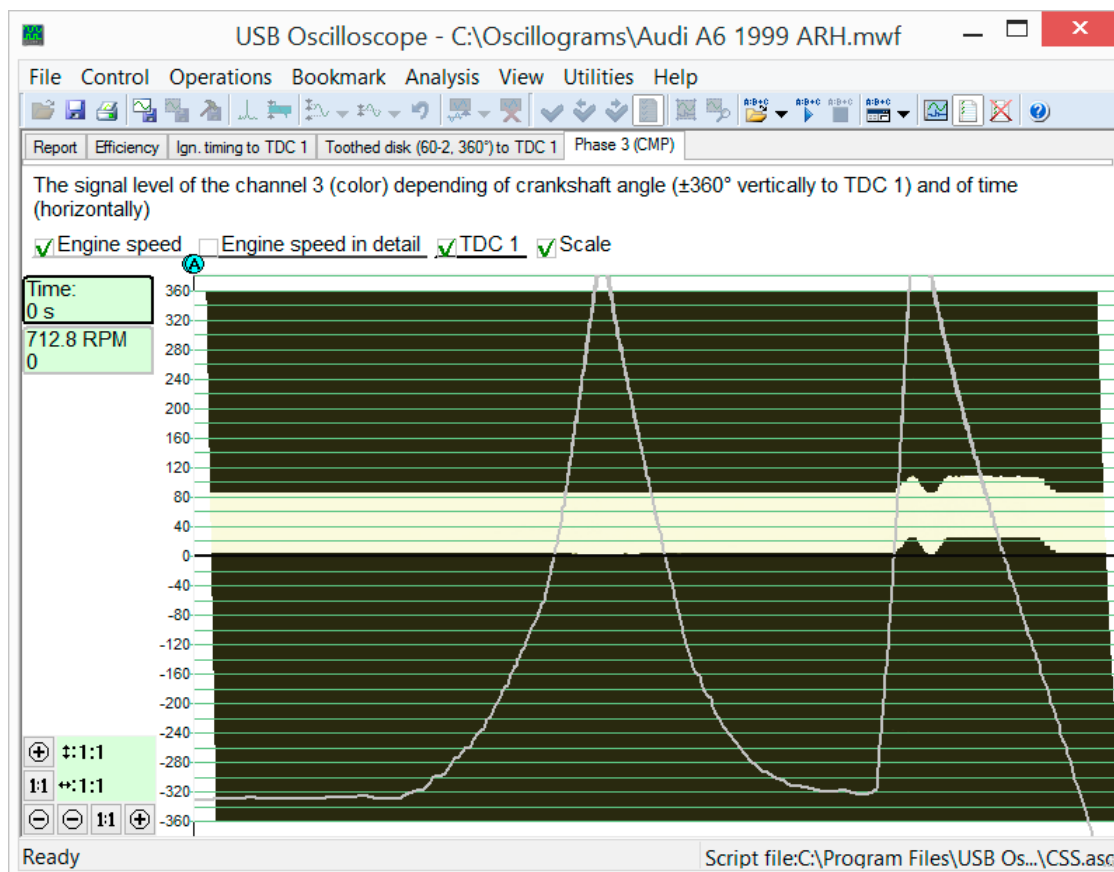


Figura 6: La señal que se muestra proviene de un sensor de árbol de levas en buenas condiciones en un Audi A6 1.8 20v con un sistema de sincronización de válvulas variable funcionando según lo previsto.

En el ejemplo que se muestra en la figura 6, la señal del sensor del árbol de levas es estable. Se muestran dos aberturas del acelerador. La primera apertura se realiza de forma relativamente lenta y sin problemas. Ningún cambio en el tiempo de la válvula es evidente. La segunda apertura del acelerador es un evento de "aceleración instantánea" donde el acelerador se abre muy rápidamente. Durante esta segunda apertura del acelerador, la señal cambió 20° hacia la sincronización de la válvula anterior. La pestaña muestra claramente el funcionamiento del sistema VVT. Es obvio que el cambio de temporización del árbol de levas solo se produjo durante el segundo acelerador (rápido).

Durante el diagnóstico de la sincronización variable de la válvula, puede ser deseable registrar la corriente que controla el solenoide VVT además de la señal del sensor de posición del árbol de levas. En algunos casos, también es posible que desee registrar el voltaje en los terminales del solenoide. Tener la señal de corriente junto con la señal del sensor de posición del árbol de levas permite comparar el funcionamiento real del VVT con el control de la unidad de control. Esto podría mostrar solenoides y / o actuadores adhesivos, así como el tiempo de respuesta del sistema. El solenoide es básicamente un electroimán, por lo que el tamaño de la corriente de la unidad de control afecta directamente el funcionamiento del solenoide y puede modificarse en función de la respuesta del sensor de posición del árbol de levas.

El ejemplo en la figura 7 se obtuvo en un Nissan Almera 1.5l durante la verificación del sistema VVT. Al mismo tiempo que la señal del sensor de posición del cigüeñal y la señal del cilindro 1, se registró la señal del sensor de posición del árbol de levas y la señal de corriente del solenoide VVT.

Se pueden ver dos pestañas diferentes "Fase" de estas señales, una a la vez. En la figura 7, las dos pestañas están dispuestas una sobre otra y muestran el mismo marco de tiempo para facilitar la interpretación. La primera pestaña muestra la señal del sensor del árbol de levas. El segundo muestra la corriente de control para el solenoide del sistema VVT. Las áreas con mayor corriente de control se muestran con un color más oscuro.

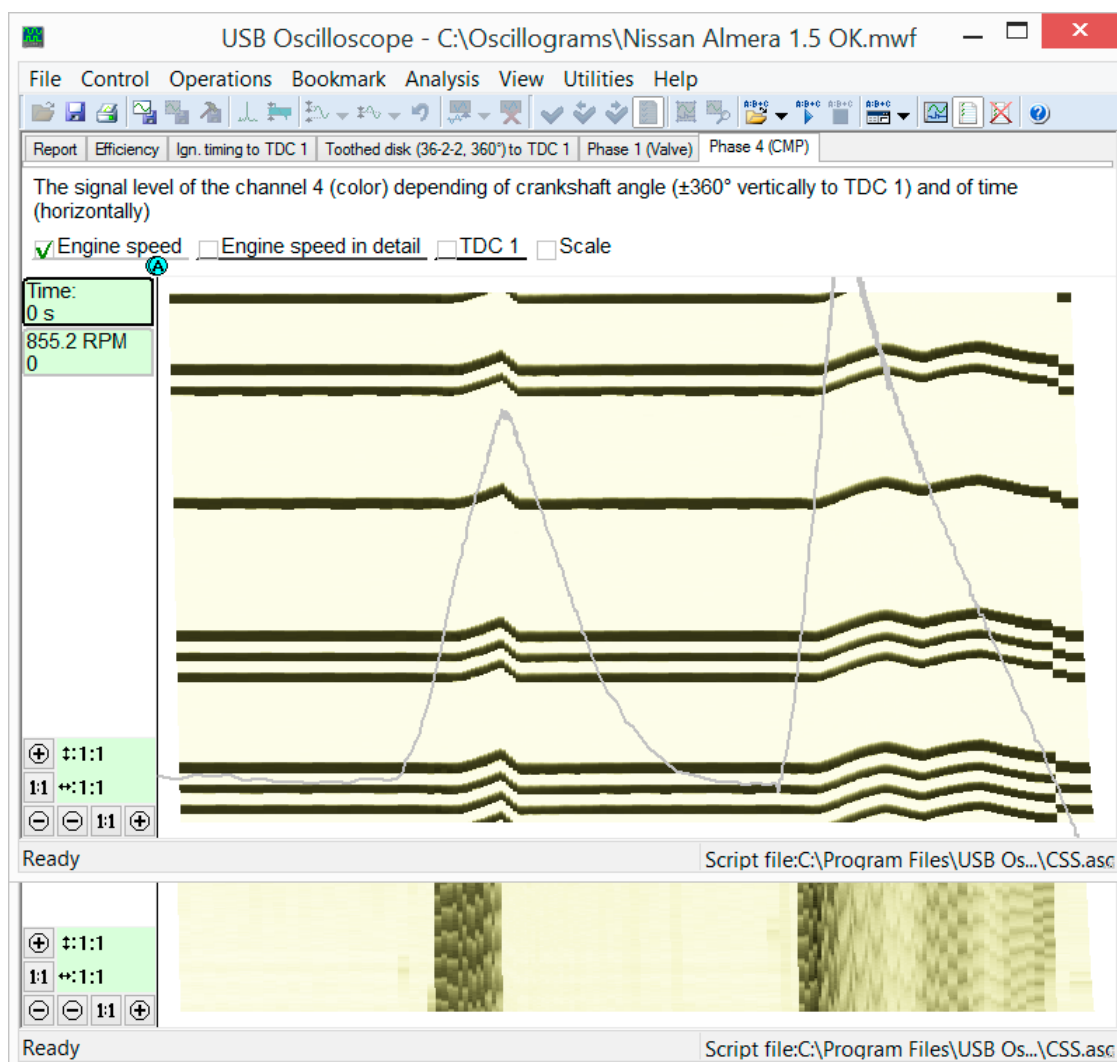


Figura 7: El gráfico superior muestra la señal de un sensor de árbol de levas en buen estado en Nissan Almera 1.5 con un sistema VVT totalmente operativo. El gráfico inferior al mismo tiempo muestra la corriente de control para el solenoide VVT.

Al analizar estas gráficas, es evidente que el ajuste de la sincronización de la leva no ocurre inmediatamente a medida que se cambia la corriente de control. Para cambiar el tiempo de la cámara hacia la sincronización avanzada, toma algo de tiempo. Hay una demora notable en la respuesta. Cuando la corriente de control disminuye, para cambiar la temporización de la leva hacia una sincronización posterior, el cambio mecánico es casi instantáneo, hay muy poco

retraso. También podemos ver que durante el segundo acelerador de presión, la unidad de control redujo la corriente de control, tratando de mantener la sincronización de la leva en el rango deseado.

Tenga en cuenta que la pestaña muestra la señal de voltaje cambiante (bandas verticales en el gráfico de corriente del solenoide) y las señales que varían en duración (bandas horizontales en el gráfico de la señal del sensor del árbol de levas).

La pestaña "Fase" de la secuencia de comandos CSS funciona bien para el análisis de las señales de control en las bobinas de encendido o inyectores.

Sin embargo, tal vez uno de los usos más interesantes para esta pestaña es ver las señales de control de inyección en los motores diesel. La Figura 8 es un ejemplo de un motor Audi A6 2.5 TDI equipado con una bomba VP44. Este sistema de control del motor en particular ha implementado la inyección previa de diesel. Para el propósito de este análisis, se registraron las señales del sensor de posición del cigüeñal, el sensor de elevación de la aguja del inyector del cilindro 1 y el gráfico de corriente de la válvula que controla la cantidad de inyección de combustible.

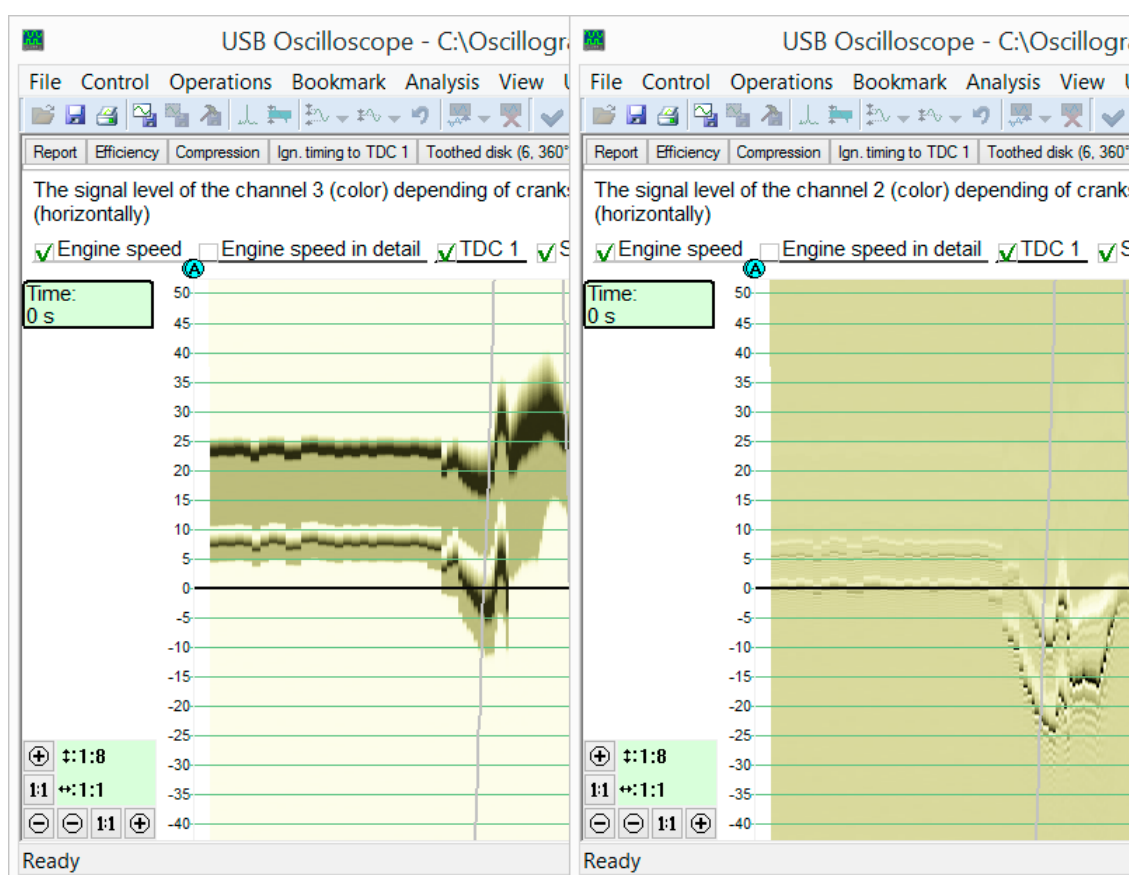


Figura 8: El gráfico de la izquierda muestra la señal de control del solenoide que controla la cantidad de inyección de combustible de la bomba diesel VP44 en un motor Audi A6 2.5 TDI. Los gráficos de la derecha muestran la señal del sensor de elevación de la aguja del inyector del cilindro 1.

En la figura 8 se puede ver que el primer impulso de control del solenoide, que predetermina la cantidad de combustible inyectado, tiene una duración significativamente mayor que el impulso de inyección principal. Sin embargo, la señal del sensor de elevación de la aguja del inyector indica que la cantidad real de combustible inyectado durante el evento previo a la inyección es en realidad menor que la cantidad de combustible suministrada durante la inyección principal y que la duración de ambos eventos de inyección es muy similar.

También se puede ver que durante una operación de RPM más alta, el sistema revierte a una sola inyección y la cantidad total de combustible se inyecta en un evento.

La Figura 9 muestra la señal de control en un sistema de inyección diesel Common Rail como se encuentra en un Renault Kangoo 1.5 dci equipado con un sistema de control Delphi.

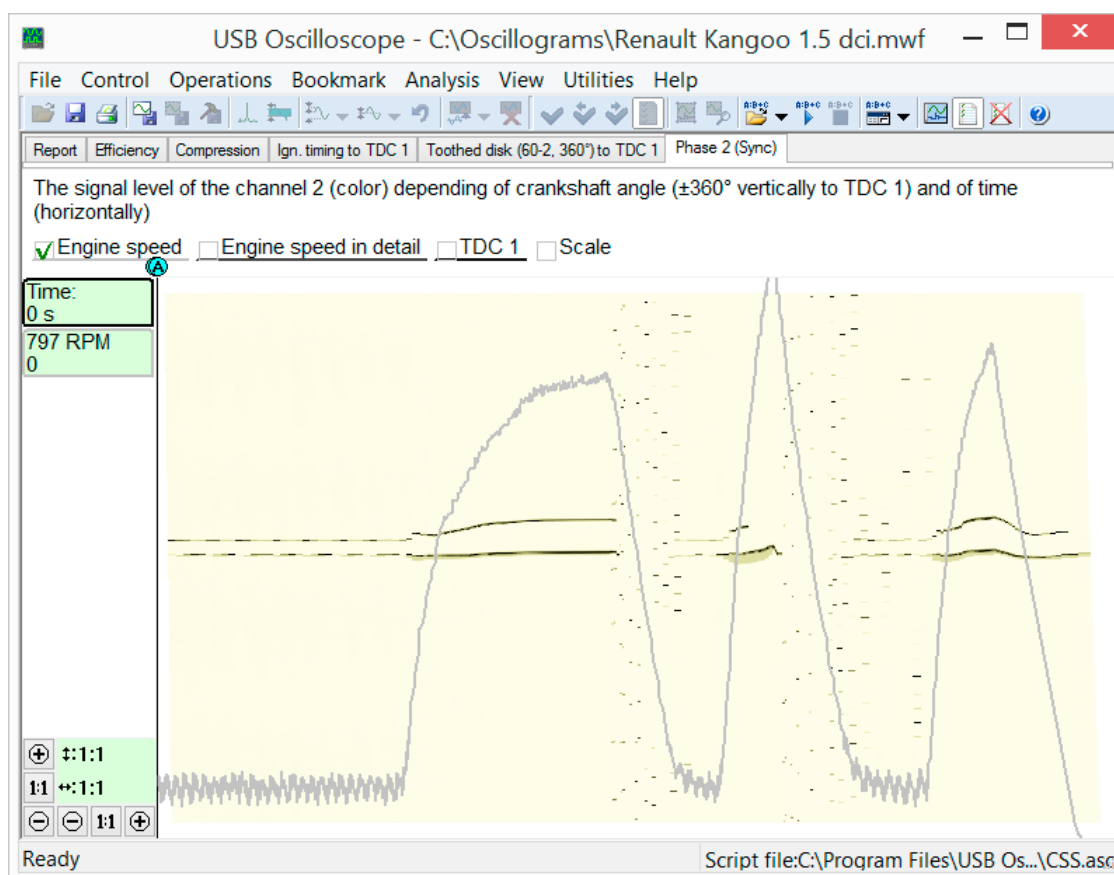


Figura 9: Se muestra la señal de control de un sistema de inyección diesel Common Rail en Renault Kangoo 1.5 dci equipado con un sistema de control Delphi.

La figura 9 muestra que la unidad de control realiza una doble inyección de combustible, el primer evento es una inyección previa corta y luego una inyección de combustible principal. Este gráfico también muestra cómo la unidad de control ha implementado el control de los inyectores a medida que las RPM disminuyen. La unidad de control produce una serie de pulsos de inyector cortos sin sincronizar. Estos pulsos son demasiado cortos para abrir el inyector y no se inyecta combustible al cilindro. Sin embargo, el multiplicador de fuerza en el inyector tiene tiempo para abrirse brevemente. Por esa razón, algo de combustible fluiría desde el inyector y hacia la tubería de retorno. El flujo de retorno de combustible es controlado y utilizado por la unidad de control para reducir la presión de combustible en el raíl común cuando la unidad de control lo considere necesario.

Resumen

Para terminar, debe tenerse en cuenta que debido al procesamiento "inteligente" de la ficha "Fase" de las señales originales, este script le permite simplificar y acelerar enormemente el análisis de formas de onda tomadas de una variedad de sensores y actuadores de gasolina o diesel motores. Esto permite identificar rápidamente las desviaciones permanentes y de corto plazo de la fase, amplitud y duración de la señal repetitiva o periódica.