

Los osciloscopios de señales mixtas aceleran la depuración de los sistemas embebidos

Por Trevor Smith

Artículo creado por , director de desarrollo del mercado de osciloscopios y fuentes de señal de Tektronix para EMEA. Traducido y adaptado por Juan Ojeda (AFC Ingenieros; jojeda@afc-ingenieros.com).

Los ingenieros de diseño de sistemas embebidos de hoy en día se enfrentan al reto de una creciente complejidad en dichos sistemas. Un diseño embebido típico puede incorporar varias señales analógicas, comunicaciones digitales serie de alta y baja velocidad y buses de microprocesadores. Los protocolos serie tales como I²C y SPI se utilizan con frecuencia para la comunicación "chip a chip", pero no pueden sustituir a los buses paralelo en todas las aplicaciones. Los microprocesadores, las FPGAs, los convertidores A/D y D/A son todos los ejemplos de ICs que presentan desafíos excepcionales de medida en los diseños embebidos. Así por ejemplo, un ingeniero puede necesitar descubrir un bus SPI entre dos ICs mientras que al mismo tiempo observa la entrada y la salida de un ADC, en la misma tarjeta del sistema.

La depuración del hardware en un sistema donde existe mezcla de señales es una tarea difícil y algo desalentadora para un ingeniero que usa un osciloscopio convencional de 4 canales, y por ello muchos ingenieros recurren a usar varios osciloscopios para la adquisición simultánea de múltiples señales. Los analizadores lógicos proporcionan la capacidad de adquirir muchas señales digitales, pero la complejidad de la tarea de eliminación de errores puede no merecer el esfuerzo de configuración y aprendizaje requerido para utilizar un analizador lógico. Afortunadamente para los ingenieros que se enfrentan a estos retos, se ha desarrollado un osciloscopio de señales mixtas (MSO) para tratar con estos requerimientos. El MSO mostrado en la figura 1 combina la funcionalidad básica de un analizador lógico de 16 canales con la familiaridad en el manejo y las prestaciones de un osciloscopio de 4 canales.

El osciloscopio de señales mixtas combina tres potentes capacidades - un osciloscopio avanzado de tiempo real, un analizador lógico y

una máquina de búsqueda de formas de onda - todo ello en un dispositivo portátil, pequeño y ligero dedicado al diseño y eliminación de errores en sistemas embebidos. Con una dimensión de profundidad de tan solo 5.4 pulgadas, este MSO es el menos profundo del mercado y a pesar de ello incorpora una pantalla XGA de color de 10,4 pulgadas: la pantalla más grande y de mayor resolución de su clase. Este instrumento adquiere señales analógicas y digitales y las presenta como formas de onda correlacionadas en el tiempo en una sola pantalla. Los ingenieros pueden así visualizar y correlacionar convenientemente señales analógicas y digitales en un solo instrumento.

La parte correspondiente al analizador lógico del MSO proporciona dos métodos para capturar datos de las formas de onda digitales. El modo de adquisición digital principal que captura 10M puntos a 500 Mmuestras/s (resolución de 2 nano-segundos). Y el modo de adquisición de ultra-resolución mediante la tecnología conocida como MagniVu que adquiere 10.000 puntos a una velocidad de hasta 16,5 Gmuestras/s (resolución de 60,6 pico-segundos). Tanto la forma de onda obtenida con la adquisición principal como la obtenida con MagniVu se adquieren con cada disparo y se pueden visualizar en cual-

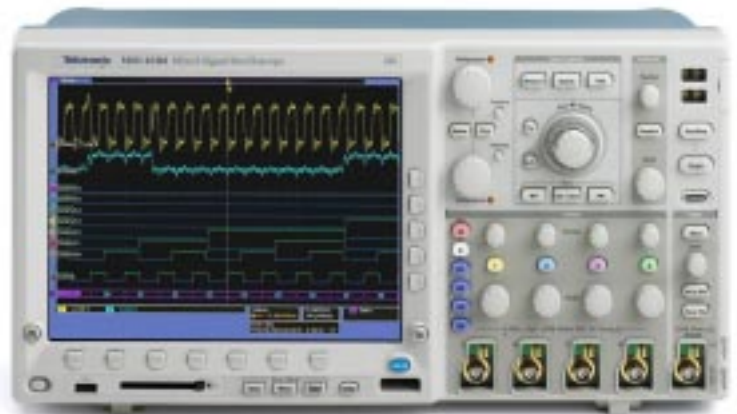
quier momento, con el sistema de adquisición en funcionamiento o parado.

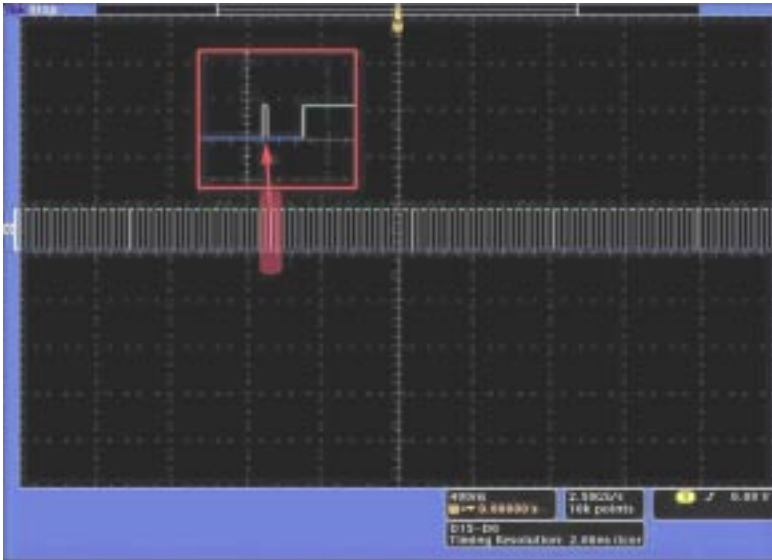
El MSO incorpora también un sistema de herramientas fáciles de utilizar para descubrir, visualizar, navegar y analizar los datos de las formas de onda de una manera eficiente. El manejo de hasta 20 canales con una longitud individual de registro de 10M, se simplifica enormemente a través del sistema automático de exploración y zoom de las forma de onda, de los marcadores definibles por el usuario y de los modos inteligentes de búsqueda.

Las formas de onda digitales se dibujan en la pantalla usando diferentes colores para identificar su estado lógico: cuando es alto, la forma de onda es de color verde; cuando es bajo, es de color azul. Esta característica es especialmente útil cuando el usuario hace uso del zoom en un punto de la forma de onda de un canal de manera que se mantiene el mismo estado lógico (alto o bajo) en toda la pantalla.

El instrumento tiene también un hardware de detección de transiciones múltiples. Cuando el sistema detecta transiciones múltiples aparece en la pantalla un flanco de color blanco, indicando que hay más información disponible al utilizar el zoom o al adquirir a velocidades de muestreo más elevadas. En la mayoría de los casos, la utilización

Figura 1. La familia de osciloscopios de señales mixtas MSO4000 de Tektronix consta de cuatro modelos que se extienden desde 350MHz hasta 1GHz, con dos o cuatro canales analógicos y 16 canales digitales para proporcionar hasta 20 canales correlacionados en tiempo. Todos los modelos tienen una longitud de registro de 10M en todos los canales analógicos y digitales.





del zoom revelará un pulso que no era visible con los ajustes anteriores. Si el flanco de color blanco está todavía presente después de utilizar el zoom a su valor máximo, el aumento de la velocidad de muestro en la siguiente adquisición revelará la información de más alta frecuencia que con los ajustes anteriores no se podía adquirir (Figura 2).

El osciloscopio puede adquirir hasta 10 millones de puntos en cada uno de sus dos o cuatro canales analógicos; así como, en cada uno de los 16 canales digitales. Al mismo tiempo que esta gran longitud de registro es extremadamente valiosa para capturar ventanas de tiempo de larga duración con alta resolución, también presenta su propio conjunto de retos. Después de todo ¿para que adquirir millares de pantallas con valiosa información si no hay herramientas útiles para trabajar con todos esos datos? Para facilitar la tarea del trabajo con adquisiciones de gran longitud de registro, el osciloscopio de señales mixtas incorpora un buen número de herramientas útiles, entre las que se incluyen:

- Control de "Pan/Zoom" mediante un doble control rotativo de anillos concéntricos situado en el panel frontal que proporciona un control intuitivo de la exploración de la forma de onda con el factor de zoom seleccionado.

Control de "Play/Pause" mediante un botón dedicado en el panel frontal del osciloscopio que permite la exploración automática de la forma de onda mientras que el ingeniero busca anomalías o eventos de interés.

- Control de marcas del usuario (Set / Clear Marks). El usuario puede colocar/borrar una o más marcas en puntos de particular interés de las formas de onda.

- Búsqueda de marcas (Search marks). Mediante este control el instrumento busca a lo largo de toda la adquisición los eventos basados en criterios definidos por el usuario tales como el ancho de un pulso, los estados lógicos, o incluso el contenido de buses serie y paralelo. Todas las ocurrencias del evento se destacan con las marcas de búsqueda, permitiendo la fácil comparación de eventos múltiples.

Disparo y análisis en buses paralelo

Muchos ingenieros pasan incontables horas tratando de descifrar la actividad del bus del sistema en su osciloscopio, lo que implica típicamente la evaluación del estado de las líneas de los datos y de las direcciones en cada flanco de reloj. El osciloscopio de señales mixtas simplifica este proceso proporcionando la capacidad de crear buses paralelos. Especificando cual es el canal del reloj y cuales son los canales correspondientes a las líneas de datos, un usuario puede crear una presentación del bus paralelo que descifre automáticamente el contenido del bus, según las indicaciones de la figura 3.

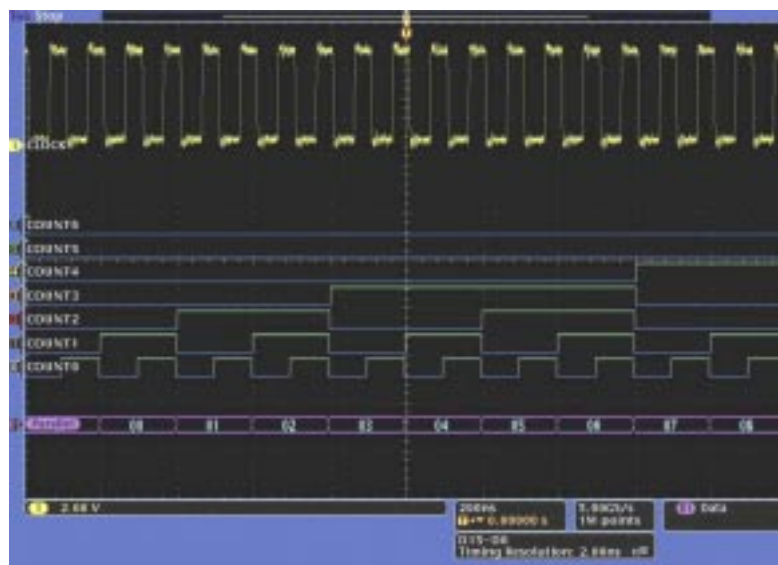


Figura 2. Los flancos de color blanco en la pantalla del osciloscopio indican al usuario que debe hacer zoom para obtener más detalles.

Figura 3. Visualización de un bus paralelo en un osciloscopio de señales mixtas.

Figura 4. Disparo y descodificación en una aplicación de un bus serie I²C.

De esta manera, se pueden definir y visualizar hasta cuatro buses paralelo a la vez, permitiendo que el usuario vea fácilmente datos paralelo descodificados del bus con respecto al tiempo. El usuario puede también disparar el osciloscopio con los valores del bus, al mismo tiempo que la capacidad de búsqueda simplifica la identificación de eventos analógicos y digitales de interés.

Disparo y análisis en buses serie

Los buses serie tales como I²C, SPI, RS-232 y CAN son ampliamente utilizados en los sistemas embebidos modernos para la comunicación entre los dispositivos, la monitorización de temperaturas, el control de la velocidad de ventiladores y la inicialización del estado de varios dispositivos.

Los problemas de depuración a nivel sistema que implican a uno o más buses serie llevan típicamente bastante tiempo debido a las dificultades en aislar el tráfico de interés particular que tiene lugar en el bus y al aburrido proceso manual de descodificar mensajes bit por bit.



Con un osciloscopio de señales mixtas, un ingeniero puede definir fácilmente las entradas del instrumento para que correspondan a un bus I²C, SPI, RS-232 o CAN. De esto se derivan tres ventajas importantes:

Como se muestra en la figura 4, un usuario puede disparar el osciloscopio utilizando la información a nivel de paquete, tal como direcciones específicas, datos, identificadores o fallos de acuse de recibo.

Cada bus que se define es descodificado automáticamente visualizando todo el contenido del paquete mediante una intuitiva forma de onda de tipo bus en la pantalla.

La capacidad de búsqueda de formas de onda se puede utilizar para buscar y encontrar inmediatamente los eventos identificados como interesantes dentro de los largos registros de datos en buses serie.

Siempre que haya un bus visualizado en la pantalla del instrumento, se puede activar la tabla de eventos para ver la actividad del bus. Las tablas de eventos ofrecen la capacidad de ver los datos descodificados de los buses paralelo o serie en un formato de tipo lista y proporcionan un método rápido y tabular que permite ver los eventos importantes en las formas de onda (Figura 5). Cada paquete tiene su estampado de tiempo para facilitar las medidas de sincronización.

El osciloscopio de señales mixtas se puede utilizar tanto por ingenieros de software como de hardware para supervisar fácilmente hasta cuatro buses serie (I²C, SPI, RS-232, CAN) y/o paralelo y así determinar la causa de los fallos. Por ejemplo, se pueden supervisar varios buses I²C mientras que se dispara en la salida de datos de una FPGA. Esta capacidad de crear



Figura 5. Tabla de eventos de un bus CAN donde se muestra el tráfico del bus descodificado.

cualquier combinación de buses serie y paralelo proporciona al ingeniero una enorme flexibilidad y visibilidad en la operación del dispositivo bajo prueba.

Disparo por violación de tiempos de "setup&hold" en múltiples canales

La medida de los tiempos de establecimiento y retención (setup & hold) es una tarea común en los sistemas digitales modernos. El tiempo de establecimiento (setup) es la cantidad de tiempo durante la cual el dato presente en la entrada síncrona debe permanecer estable antes de que ocurra el flanco activo del reloj, mientras que el tiempo de retención (hold) es la cantidad de tiempo que el dato debe permanecer estable en la entrada síncrona después de que ocurra el flanco activo del reloj.

La prueba de las violaciones de los tiempos de establecimiento y retención (setup&hold) puede ser a menudo un reto que consume mucho tiempo; ya que, la mayoría de los osciloscopios solo permiten que el ingeniero compruebe una línea de datos a la vez. Esto puede ser adecuado para un simple flip-flop J/K, pero para probar buses de 8 ó 16 bits se requiere la ejecución repetida de la misma tarea para verificar de uno en uno cada bit del bus. Con un osciloscopio de señales mixtas es posible realizar el disparo por tiempos de "setup & hold" en varios canales de modo que un usuario pueda supervisar, eliminar errores y probar inmediatamente un bus paralelo entero, en lugar de un solo bit cada vez (Figura 6).

Sondas

La utilización de sondas es un paso crucial y necesario para alcanzar resultados óptimos de la medida. En algunos casos, los diseños de la placa del circuito incluyen puntos de prueba, pero también y demasiado a

menudo es necesario realizar soldaduras en las pistas para acceder a las señales más críticas. Afortunadamente, ahora hay disponibles puntas de prueba dedicadas que se adecuan a las necesidades del entorno donde existen señales mixtas. Tales sondas consisten en dos secciones de 1,22 m que permiten el fácil acceso a las señales en diversas áreas de la placa del circuito o del sistema (hasta 2,44m entre ambas secciones de 8 canales). Como la sonda utiliza cables coaxiales que se extienden desde la entrada del osciloscopio a la punta de la sonda, ésta ofrece una integridad de señal muy elevada y una carga de tan solo 3pF. Cada una de las entradas a los grupos de ocho canales finaliza en una punta de tipo "gun barrel", lo cual simplifica el proceso de conexión al dispositivo bajo prueba. La tierra común utiliza un conector similar al utilizado en automoción, siendo así más fácil crear tomas de tierra de acuerdo a las necesidades del usuario.

Umbrales lógicos

Algunos osciloscopios de señales mixtas permiten la utilización de un solo umbral lógico cada ocho canales digitales. Esto significa que, aunque el instrumento tenga 16 canales digitales, no puede conectar las sondas a más de dos áreas de interés, a menos que el diseño no utilice más de dos familias lógicas. Tal instrumento por ejemplo, no sería capaz de ver todas las señales en un diseño que utilizase circuitería CMOS de 3,3V y 5V además de TTL.

Sin embargo, con estos últimos instrumentos, el usuario puede fijar un umbral lógico individual para cada canal, lo que proporciona mucha mayor capacidad de encontrar y resolver problemas.

Este 'umbral lógico por canal' hace que el osciloscopio de señales mixtas sea más flexible y útil para eliminar errores en los diseños complejos (Figura 7).

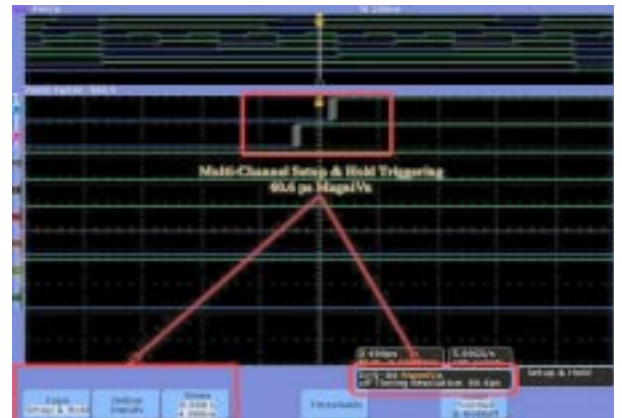


Figura 6. Pantalla del osciloscopio de señales mixtas usando MagniVu™ (con resolución de 60,6 pico-segundos) para verificar si hay alguna violación de los tiempos de 'Setup&Hold'.

Conclusión

El osciloscopio de señales mixtas es una versátil herramienta 'todo en uno' dedicada a los diseñadores de sistemas embebidos. Construido sobre la plataforma DPO4000 proporciona a los usuarios un manejo fácil y familiar, los osciloscopios MSO 4000 de señales mixtas añaden 16 canales digitales y la capacidad de descodificación de buses para simplificar la eliminación de errores en los diseños que contienen señales mixtas sin la complejidad asociada a las características avanzadas de los analizadores lógicos. Combinando sus altas prestaciones con el completo soporte para la supervisión, disparo y descodificación de los buses serie y paralelo, este osciloscopio simplifica el manejo y asegura la confianza en las medidas a los ingenieros que necesitan diseñar, depurar y probar sus diseños embebidos más eficientemente.

Figura 7. Pantalla que muestra umbrales lógicos diferentes en cada canal.

