

Simplificación del análisis y la depuración de formas de onda con un sistema de búsqueda y marcado de eventos

Artículo cedido por Tektronix



Traducción: Juan Ojeda, de AFC Ingenieros S.A. (jojeda@afc-ingenieros.com)

Una característica como la búsqueda de eventos dentro de las formas de onda puede simplificar el análisis de la señal y permitir una depuración más eficaz de forma automática. Las memorias de gran profundidad para el almacenamiento de formas de onda son aún más valiosas cuando se puede buscar dentro de ellas los eventos de interés de forma automática. Esta función de búsqueda está destinada a todas las aplicaciones y en particular, al análisis de las memorias DDR.

Los osciloscopios de las series DPO7000 y DPO/DSA70000 de Tektronix tienen funciones de búsqueda opcionales que se pueden utilizar para:

- Explorar los datos de las formas de onda para localizar y marcar las ocurrencias múltiples de un evento.
- Explorar con eficiencia múltiples canales para localizar simultáneamente múltiples eventos.
- Identificar eventos complejos como las operaciones de lectura y escritura de las memorias DDR, indicando claramente donde empiezan y dónde acaban.
- Saltar rápidamente de un evento ya marcado a otro para obtener una mayor eficiencia en la navegación dentro de registros largos.
- Informar con precisión del momento de ocurrencia de cada evento para poder establecer relaciones de correlación con otras señales.
- Aislar eventos con rapidez para que se puedan comparar visualmente con la función de MultiZoom™.
- Adquirir y buscar continuamente eventos hasta que se encuentre alguno de ellos (pseudo-disparo).
- Intercambiar la configuración del sistema de disparo con el de búsqueda para permitir la captura en tiempo real de eventos similares.

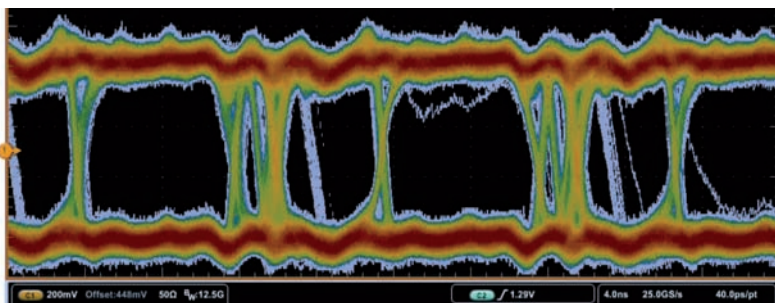
Ventajas

El sistema de búsqueda y marcado de Tektronix tienen una estrecha relación con el sistema de disparo Pinpoint™, ya que ambos pueden ser utilizados para discriminar características de las señales. La búsqueda y marcado incluye caracte-

terísticas de discriminación de la forma de la señal del disparo Pinpoint™ y lo extiende a todos los canales que se están adquiriendo en vivo, a las formas de onda almacenadas y a las formas de onda matemáticas. Los sistemas de disparo de hardware detectan eventos de la señal en tiempo real, proporcionando la máxima probabilidad de captura. En comparación, el sistema de búsqueda analiza los datos almacenados y pueden volver a procesar las formas de onda usando diferentes configuraciones para recopilar información adicional. O bien, es capaz de operar sobre formas de onda matemáticas que aplican funciones tales como el filtrado o el análisis espectral.

Introducción al sistema de búsqueda y marcado

Las funciones de búsqueda y marcado son nuevas y poderosas herramientas que permiten a los diseñadores hacer frente a los desafíos de la integridad de la señal y la temporización. Estas características proporcionan una flexibilidad sin precedentes y una mayor precisión para localizar características de la señal que son de interés. Esto se traduce en una mayor eficiencia en la depuración y una percepción más profunda en el análisis de las formas de onda.



Considerando que el disparo por hardware busca un evento cada vez, el sistema de búsqueda puede realizar una exploración para localizar múltiples tipos de eventos simultáneamente. Por ejemplo, buscar violaciones de los tiempos de "Setup&Hold" en múltiples canales. Otro ejemplo es la exploración simultánea del comienzo y del final de los trenes de pulsos como en el caso de las formas de onda de lectura o escritura de datos en memorias de tipo DDR.

Junto con una elevada frecuencia de muestreo, los métodos de búsqueda pueden proporcionar mejor resolución que los métodos de disparo basados en hardware cuando se trabaja con velocidades extremas de señalización.

La figura 1 presenta las características y ventajas de las funciones de búsqueda y marcado en un escenario típico de depuración. La visualización mediante la adquisición rápida (Fast-Acq) revela problemas potenciales en una señal. Los eventos poco frecuentes están resaltados y se puede observar que de vez en cuando hay flancos fuera de su sitio.

Cuando hay espurios sospechosos o transiciones corruptas de la señal, se puede utilizar el disparo Pinpoint® para aislar los pulsos más estrechos que el valor nominal del sistema. De este modo, se detecta el evento espurio, como se muestra en la figura 2.

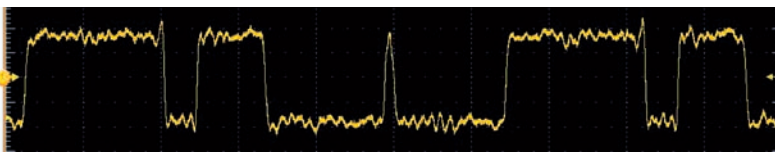


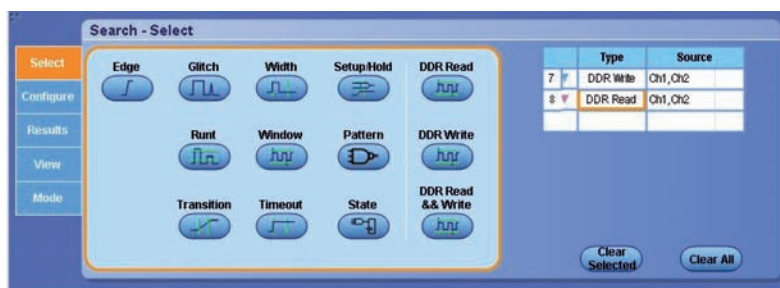
Figura 1.

Figura 2.

A continuación, se aplican las funciones de búsqueda y marcado para comprender mejor lo que está sucediendo y aportar pistas sobre la causa raíz. La figura 3 muestra la configuración de los controles para utilizar la función de búsqueda.

Ahora que la búsqueda se ha definido, la pantalla se actualiza para indicar las ubicaciones de los eventos encontrados. La figura 5 muestra los resultados para una forma de onda de 5 Mmuestras. Se ha realizado la búsqueda de impulsos positivos con un ancho menor de 4 ns.

El bloque de símbolos de color verde claro en la parte superior de la pantalla por encima de la forma de onda (figura 5) es en realidad una colección de marcas individuales colocadas por la función de búsqueda que indican los eventos que han cumplido con el criterio de búsqueda. Aunque la forma de onda parece uniforme, la función de búsqueda ha encontrado muchas coincidencias para la condición 'Glitch'. Comienzan en el centro de la pantalla, ya que es la posición del disparo en la pantalla y el disparo se configuró también para detectar espurios (glitches) con el mismo criterio.



Controles de navegación

Figura 3.

Conjunto de métodos de búsqueda

Los controles de búsqueda y marcado se organizan en grupos mediante pestañas (Select, Configure, Results) en la parte izquierda de la pantalla. Los métodos de búsqueda disponibles se corresponden con cada tipo de disparo Pinpoint. La figura 3 muestra una paleta de métodos adecuados para el aislamiento de una amplia variedad de defectos de integridad de la señal y de los problemas relacionados con ella, incluyendo las violaciones de los tiempos de "Setup&Hold". En la figura 4, se selecciona 'Glitch' dentro del menú de búsqueda y el usuario puede configurar los parámetros para esta búsqueda.

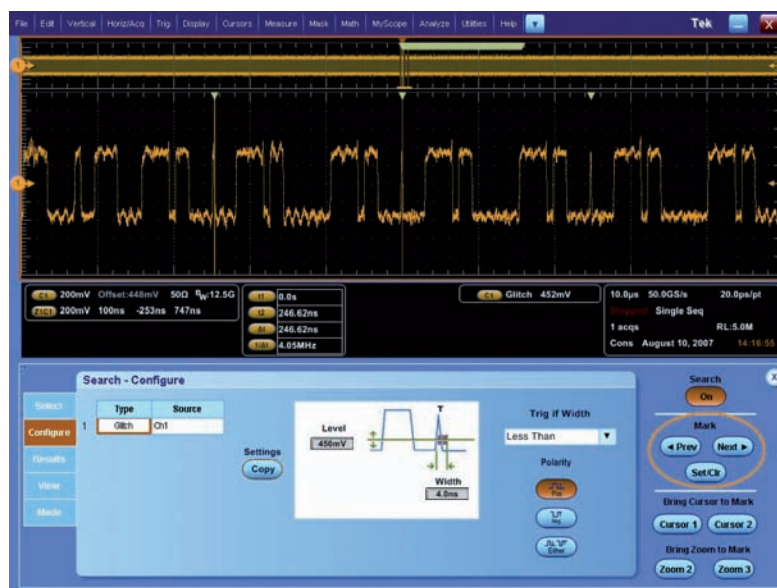
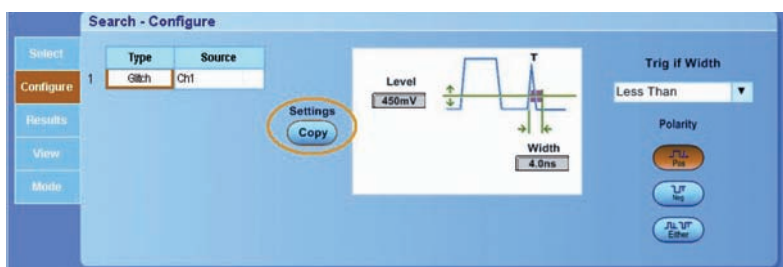


Figura 6.



En la figura 6 se utiliza la pantalla con el zoom aplicado para examinar con más detalle los eventos marcados. Los controles de navegación 'Previous/Next' (anterior/posterior) en la parte derecha de la pantalla sirven para seleccionar la marca que se desea visualizar. La parte superior de la pantalla muestra el registro de toda la adquisición hecha

Figura 4.

Los valores para el nivel de disparo y el ancho de pulso se pueden ajustar utilizando los controles de ajuste o el teclado numérico. En este caso se utiliza la función de copia de la configuración del disparo (Settings Copy) para copiar directamente la configuración del disparo 'Glitch' en la función de búsqueda con solo tocar un botón. Esto ahorra tiempo y reduce errores cuando se pasa del sistema de disparo en tiempo real al sistema de búsqueda.



Figura 5.

Figura 7.

con 5 millones de muestras y que abarcan un tiempo de $100\mu\text{s}$ en este caso.

En la parte inferior se muestra la marca 2 centrada en la parte de la pantalla correspondiente a 'Zoom 1'. La parte de la pantalla correspondiente a 'Zoom 1' abarca solo un tiempo de $1\mu\text{s}$ por lo que muestra el área en torno a la marca 2 con más detalle. Se puede incrementar el factor de zoom para proporcionar detalles adicionales o disminuirlo para tener una visión más general. En este caso las marcas de la 1 a la 4 se pueden comparar toscamente. Por otro lado, se puede advertir una aparente periodicidad de estos eventos, lo cual puede ser una posible clave para descubrir su causa.

Mueva el cursor aquí. ...Controles

En la figura 6, un usuario ha navegado hasta la marca 1 y luego presionó el botón "Bring Cursor to Mark: Cursor 1". Esto activó los cursores de la forma de onda y colocó el cursor 1 en la marca 1. A continuación, se utilizó el control "Next>" para navegar a la marca 2 (Marca2) y se pulsó el botón "Bring Cursor to Mark: Cursor 2". Esto situó el cursor 2 en la marca 2 y proporcionó una manera conveniente para medir el tiempo transcurrido entre estas marcas. La lectura del cursor también proporciona información de frecuencia ($1/\Delta t$), que en este caso indica alrededor de 4 MHz.

Tabla Resultados

La pestaña de resultados (figura 7) proporciona información adicional sobre las marcas y los métodos de navegación. Las características de cada evento están organizadas en una serie de columnas. Cada marca aparece en una fila de la tabla. La columna 'Location' indica cual es el tiempo relativo de un evento ocurrido con respecto al punto de disparo.

La columna "Time Delta" muestra la diferencia de tiempo entre marcas consecutivas. Esto puede ser especialmente útil cuando se trata de correlacionar los eventos con otras señales y frecuencias del sistema. Hay que tener en cuenta que las diferencias de tiempos se muestran con una resolución de pico-segundos. Los valores coinciden con la lectura en pantalla del cursor, pero muestran mucha mayor precisión.

Index	Type	Src	Location	Time Delta					Description
				sec	ms	us	ns	ps	
3	Glitch	C1	494.36ns	000	000	000	247	740	+Glitch: width=1.88ns
4	Glitch	C1	742.16ns	000	000	000	247	800	+Glitch: width=1.78ns
5	Glitch	C1	989.96ns	000	000	000	247	800	+Glitch: width=1.8ns
6	Glitch	C1	1.238us	000	000	000	247	820	+Glitch: width=1.8ns
7	Glitch	C1	1.486us	000	000	000	247	900	+Glitch: width=1.88ns
8	Glitch	C1	1.734us	000	000	000	247	840	+Glitch: width=1.82ns

Total Marks: 64
 $\Delta Z1,Z2$
 $\Delta Z2,Z3$
 $\Delta Z1,Z3$

El campo de "Description" es generado automáticamente por las funciones de búsqueda e incluye información descriptiva sobre cada marca. La mayoría de las descripciones incluyen los valores medidos reales. En la figura 7, la búsqueda de espurios (Glitch) se estableció para la detección de problemas menores de 4 nseg y se puede observar que la marca 3 está situada sobre un espurio (glitch) con un ancho real de 1,88 nseg. Esta información puede proporcionar más rápidamente una percepción o una guía de perfeccionamiento de los ajustes de la búsqueda.

El campo "Total Marks" se muestra en la parte inferior izquierda de la tabla e indica que se han encontrado 64 espurios (glitches) en esta forma de onda. También se puede observar que los valores de "Time Delta" son esencialmente constantes y con una separación de alrededor de 250 nseg. Esto corresponde a una frecuencia de 4 MHz que es reconocida como una frecuencia de reloj básica en este sistema. En la pantalla se puede ver que estos eventos se producen en modo de ráfagas y que no son continuos a lo

largo de la señal, lo cual proporciona una pista adicional.

Navegación en la tabla

La tabla de marcas (Mark Table) se puede utilizar para navegar rápidamente de marca a marca. Al hacer clic en cualquier fila de la tabla 1 el zoom se desplaza a esa marca para mostrar más detalles. Los controles de "Previous/Next" (anterior/posterior) permitir la navegación secuencial entre las marcas y la tabla de las marcas (Mark Table) permite el acceso aleatorio mediante el uso intuitivo del ratón o de la pantalla táctil.

Este ejemplo ha demostrado cómo la función de búsqueda y marcado proporciona una cantidad significativa de información adicional valiosa para la investigación de un aparente problema de diseño. A continuación, se mostrarán las capacidades avanzadas que proporcionan una eficiencia y percepción adicional.

Controles de las marcas

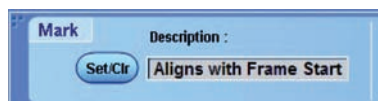


Figura 8.

El panel de control de marcas proporciona otra manera de navegar a través de ellas al mismo tiempo que optimiza el área de visualización de la forma de onda. La figura 8 muestra la pequeña ventana de control de marcas en la parte inferior de la pantalla (ver detalle en la figura 9).

El campo "Description" proporciona información adicional acerca de marcas específicas que pueden ser editadas por el usuario. Por ejemplo, algunas marcas pueden ser de especial interés o ser capaces de inspirar nuevas ideas.

El campo "Description" puede ser editado para capturar información específica o para proporcionar orientación a otros (figura 10). Las marcas también pueden ser eliminadas de los resultados, tal vez después de examinarlas y determinar que no son significativas.



Búsqueda múltiple

Los fallos de la señal se producen a menudo de formas diversas, pero a pesar de ello, tienen que ser descubiertos e investigados. Los sistemas de disparo se centran en un conjunto de características de la señal que se dan en un momento determinado y excluyen otras condiciones, por ello el aislamiento de fallos diferentes requiere por lo general el secuenciamiento de disparos diferentes. La búsqueda y el marcado de Tektronix tienen la habilidad de realizar múltiples búsquedas simultáneamente de manera que puedan detectarse con eficiencia múltiples condiciones de fallos sobre múltiples señales.

La figura 11 muestra cómo se aplican al mismo tiempo varios métodos de búsqueda de fallos a una señal. Una vez más, la captura rápida de formas de onda (FastAcq) ha puesto de manifiesto algunos de los problemas de la señal, entre ellos los flancos fuera de su lugar y las transiciones ocasionales que permanecen demasiado tiempo entre los umbrales de decisión lógica o que nunca se completan.

La función de búsqueda en la serie DPO70000 permite realizar hasta ocho búsquedas simultáneamente de forma que se puedan detectar distintos eventos en una o más formas de onda. La figura 11 incluye un ejemplo de búsqueda de espurios (Glitch) como antes y además de búsqueda por ventana (Window) que se utiliza para comprobar si las transiciones tardan demasiado tiempo o no terminan de regresar a su nivel de partida.

En la figura 12, se han seleccionado dentro de la paleta de búsquedas las funciones de búsqueda de espurios (Glitch) y de ventana (Window) y aparecen en la tabla de la derecha.

Se pueden definir hasta seis búsquedas más y aplicarlas al canal 1 o a otros canales. Esto permite a los usuarios explorar múltiples canales para localizar múltiples condiciones de fallo sin tener que hacer una reconfiguración. En cada búsqueda se pueden preparar configuraciones diferentes, por ejemplo, se pueden definir búsquedas adicionales de espurios (Glitch) en el CH1 pero con diferentes umbrales o valores del ancho del espurio.

La búsqueda por ventana (Window) se define utilizando unos controles similares a los de la búsqueda de espurios (Glitch). En la figura 13 se configura la ventana (Window) para capturar señales que entren dentro de la región definida por los umbrales superior e inferior y permanezcan en su interior más de 5 nseg. Otras formas de la ventana de

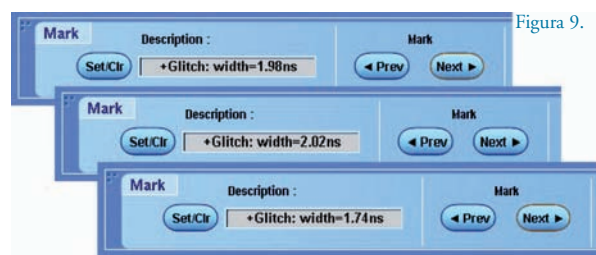


Figura 9.



Figura 12.

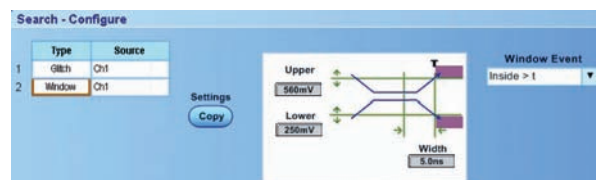


Figura 13.

búsqueda pueden detectar las señales que salgan fuera de una región determinada, como puede ser el caso de los sobreimpulsos positivos o negativos que superen los límites nominales de la señal.

La figura 14 muestra los resultados obtenidos con la aplicación de estas dos búsquedas. Hay que advertir que la marca verde en la parte superior de la pantalla indica que se ha cumplido alguno de los criterios de búsqueda. En este caso, el usuario ha navegado hasta la última marca para verla con un cierto nivel de zoom aplicado.

Figura 10.

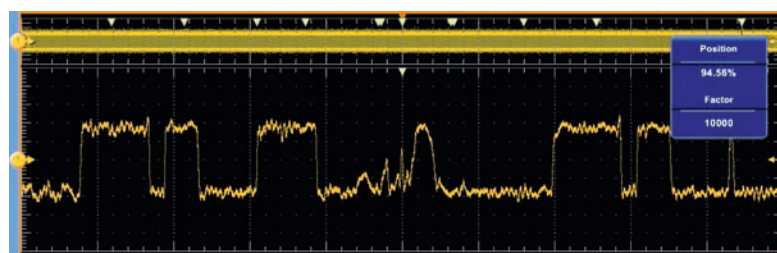


Figura 14.

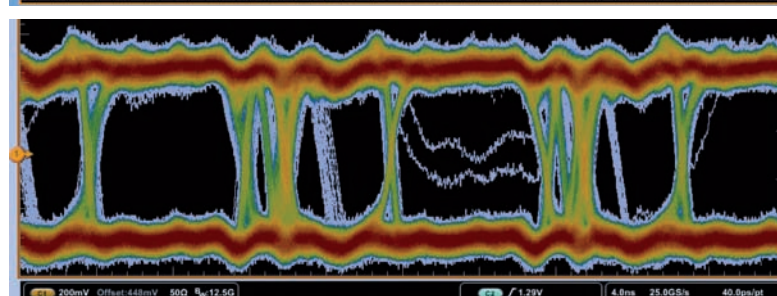


Figura 11.



Figura 15.

La figura 15 es la tabla de resultados (Results) para estas dos búsquedas. Hay que advertir que se han encontrado una mezcla de eventos mediante las funciones de búsqueda "Glitch" y "Window" junto con su localización temporal y una información descriptiva.

ejemplo, se pueden explorar simultáneamente los canales 1, 2, 3 y 4 para localizar cualquier transición >5 nseg y cualquier pulso <10 nseg o explorar las violaciones de los tiempos de "Setup&Hold" en múltiples canales en relación a un canal de reloj. Esto proporciona mayor eficiencia que el análisis

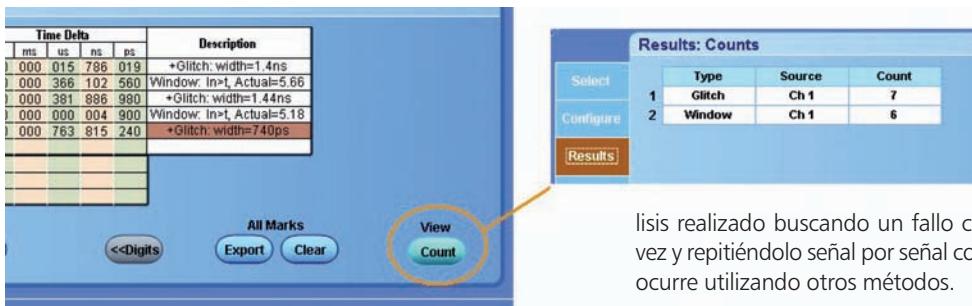


Figura 16.

La lectura indica que se han colocado un total de 13 marcas. Una vista alternativa muestra un desglose por tipo de marca, como se muestra en la figura siguiente. Esta vista muestra 7 eventos de espurios y 6 de ventana que están presentes en la señal del canal 1 (Figura 16). Este resumen visual puede ser especialmente valioso si la función de búsqueda se aplica a varios canales.

La función de búsqueda múltiple proporciona una potente manera de examinar la "salud de la señal". Por

ejemplo, se pueden explorar simultáneamente los canales 1, 2, 3 y 4 para localizar cualquier transición >5 nseg y cualquier pulso <10 nseg o explorar las violaciones de los tiempos de "Setup&Hold" en múltiples canales en relación a un canal de reloj. Esto proporciona mayor eficiencia que el análisis

Comparaciones utilizando MultiView Zoom™

Algunos tipos de análisis dependen de la comparación entre eventos para descubrir las semejanzas y las diferencias. En este ejemplo se localizaron varias violaciones utilizando la búsqueda por ventana (Window), así que dichas violaciones pueden ser útiles para compararlas y ver si gracias a esto se obtienen ideas sobre la causa raíz.

La figura 17 muestra un ejemplo en el que se utiliza MultiView Zoom para comparar tres diferentes secciones de una forma de onda. Se ha utilizado la función de búsqueda para localizar áreas de interés dentro de la forma de onda y la tabla de marcas proporciona una forma rápida de navegar entre ellas. Los controles de "Bring Zoom to Mark" situados en la parte inferior de la pantalla simplifican este proceso.

En este ejemplo, el usuario ha seleccionado una fila en la tabla de marcas correspondiente a un evento de ventana (Window). Cada vez que se selecciona una marca, la marca se muestra en la vista del Zoom 1. Al pulsar el botón "Bring Zoom to Mark: Zoom 2" el usuario hace que también sea visible Zoom 2 en el mismo lugar. A continuación, se ha seleccionado directamente otra marca de la tabla o bien, utilizando los botones "Previous/Next" el Zoom 1 se desplaza a esa marca. La vista de Zoom 2 sigue centrada en la marca donde se colocó y la pantalla muestra el contenido de ambos puntos de vista de zoom.

Este proceso se ha repetido con "Bring Zoom to Mark: Zoom 3" de forma que las tres marcas se muestren centradas en Zoom 1, Zoom 2 y Zoom 3. Por defecto las secciones de la traza se superponen, pero en esta figura su posición vertical se ha cambiado para separarlas y obtener una mejor visibilidad.

La figura 18 ilustra cómo se muestran las manecillas del zoom en la vista principal para indicar donde se encuentran las regiones del zoom y la amplitud que cubren. Las manecillas del zoom y sus trazas se codifican mediante colores para que puedan correlacionarse con facilidad. Por ejemplo, la manecilla del Zoom 1 es amarilla y la región se coloca en el lado derecho de la pantalla. La traza correspondiente del zoom es también de color amarillo como se ve en la parte más baja de la vista.

Las marcas correspondientes al lugar de aplicación del zoom pueden ser gráficamente seleccionadas y arrastradas usando la pantalla táctil o el ratón. La selección de la marca de cada zoom (haciendo clic

sobre él) causa que la posición y el factor de zoom (Zoom Position/ Zoom Factor) para esa región se asignen a los controles multi-propósito para facilitar el ajuste. Esto es especialmente útil a la hora de hacer pequeños ajustes para alinear el contenido de cada vista. Este proceso se utilizó para alinear los flancos estables presentes en cada vista y compararlos con los de las secciones inestables.

La figura 19 muestra las mismas secciones pero superpuestas para su comparación visual. La función de búsqueda proporciona una manera conveniente de localizar los elementos que se desean comparar y los controles del zoom proporcionan la capacidad del ajuste fino.

Medidas precisas de diferencias de tiempos

La función de búsqueda puede facilitar la precisión en las medidas de tiempos dentro de grandes intervalos. En el siguiente ejemplo, los datos se producen en trenes de pulsos separados más de 15µs, pero sólo duran unos 250 nseg. La figura 20 muestra como se ha utilizado la función de búsqueda para marcar cada tren de pulsos y presentar las medidas de diferencias de tiempos con gran precisión.

En este caso, la búsqueda por ancho de pulso (Width) se configuró para buscar los pulsos negativos con un ancho definido por el flanco de bajada de un tren de pulsos y por flanco de subida del tren de pulsos siguiente. Con ese criterio se detectaron pulsos negativos con un ancho superior a 1µs, lo cual identificó cada tren de pulsos sin marcar los pulsos más estrechos existentes entre los trenes de pulsos.

Se pueden utilizar múltiples ventanas de zoom, como en el ejemplo de comparación, para proporcionar una referencia visual y permitir el alineamiento de precisión de los puntos de referencia. La diferencia de tiempo entre el Zoom 1 y el Zoom 2 se muestra debajo de la tabla de marcas de este ejemplo (15,920µs).



Figura 17.

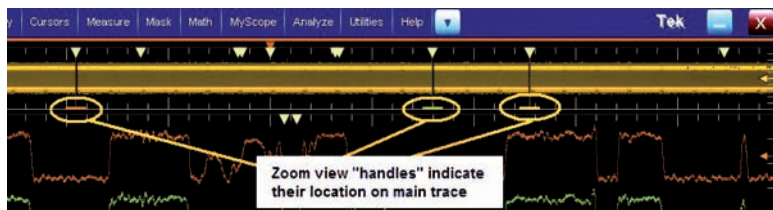


Figura 18.

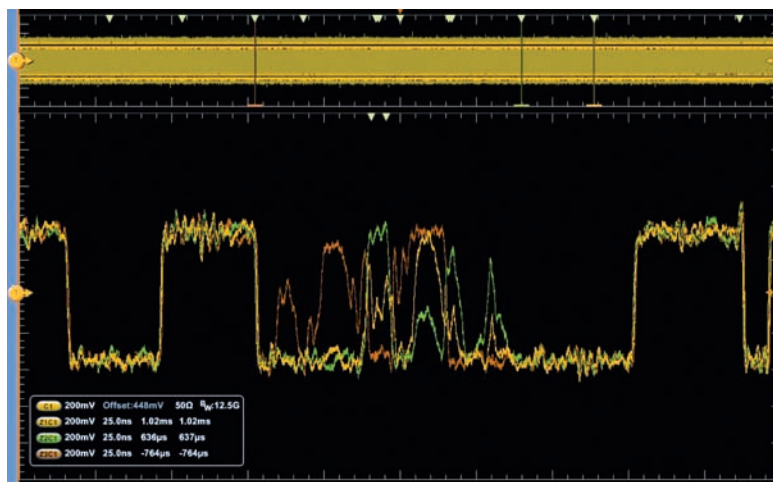


Figura 18.

Este ejemplo muestra también cómo se puede utilizar la función de búsqueda para navegar convenientemente entre eventos ampliamente separados.

El desplazamiento manual a través de grandes registros de me-

moria puede llegar a ser tedioso y frustrante.

Los métodos de búsqueda pueden transformar largos registros en almacenes de información de alta precisión con acceso aleatorio inteligente.



Modos de funcionamiento de las funciones de búsqueda y marcado

Cuando está activada la función de búsqueda y marcado, el proceso se realiza después de cada adquisición de la forma de onda o cada vez que se cambia la configuración de la búsqueda. Esto interactúa con los modos de adquisición para crear diversos comportamientos útiles. Por defecto, la búsqueda no afecta a la adquisición de la forma de onda. Se trata simplemente de un proceso realizado sobre los datos de la forma de onda. En el modo de adquisición de datos en secuencia única (Single Sequence) los datos se digitalizan hasta que ocurre un evento de disparo. Después del evento de disparo la adquisición de datos se detiene y se conserva en la memoria de adquisición. Si la función de búsqueda está activada y dirigida a canales en "vivo" o matemáticos, se realiza una exploración de la información obtenida y se marcan las coincidencias. La pantalla presenta una imagen estática de los datos adquiridos y de las marcas. Esto hace que sea fácil examinar las marcas con más detalle utilizando el zoom y otras características como la base de datos que se mantiene hasta que se solicita una nueva adquisición.

Cuando la adquisición se ejecuta en el modo continuo (Run Continuous), la función de búsqueda explora los datos después de cada adquisición y coloca las marcas en la pantalla. En este modo se recopilan datos nuevos con cada disparo y el proceso se repite continuamente actualizando las marcas correspondientes a la forma de onda visualizada en "vivo". De esta manera las marcas se pueden utilizar para resaltar continuamente las variaciones de una forma de onda a otra.

La búsqueda como Pseudo-Disparo

La función de búsqueda puede ser utilizada de manera similar al sistema de disparo para explorar los datos y detener la adquisición cuando se detecta un evento de interés.

Detención de la adquisición al hallar un evento

La función de búsqueda incluye un modo opcional que detiene la adquisición de la forma de onda cuando se encuentra un evento. Esto permite a la función de búsqueda actuar como un pseudo-disparo por medio del que los datos de la forma de onda se adquieren y exploran utilizando

uno o más métodos de búsqueda. Si se encuentra al menos una coincidencia la adquisición se detiene y las marcas indicarán las coincidencias. Si no se encuentran se adquiere otro registro (suponiendo modo de adquisición continuo) y el proceso se repite. De este modo, la búsqueda puede utilizarse para explorar las formas de onda en vivo o matemáticas y actuar como un pseudo-disparo. Este modo de funcionamiento no tiene la vigilancia del hardware de disparo, por lo cual se invierte más tiempo en la búsqueda mediante un post-proceso basado en software que en la detección mediante un disparo basado en hardware. Por otro lado, los métodos de búsqueda pueden ofrecer una mayor flexibilidad y precisión cuando los eventos son lo suficientemente frecuentes.

Conclusión

Las funciones de búsqueda y marcado junto con otras características básicas como el muestreo de alta frecuencia, la memoria profunda de adquisición, la captura rápida de formas de onda (FastAcq) y los disparos incluidos en Pinpoint™ proporcionan la solución más potente y eficaz para el análisis de la integridad de la señal y la depuración del sistema.