

El método de **síntesis directa** simplifica las pruebas de estrés de los receptores de datos en serie

Por Christopher J. Loberg de Tektronix, Inc
Traducido por Juan Ojeda de AFC Ingenieros
(jojeda@afc-ingenieros.com)

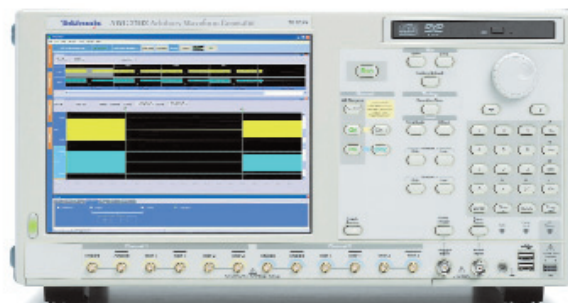


Figura 1: Generador de formas de onda arbitrarias de alta velocidad, cortesía de Tektronix

Durante años los grandes buses paralelo sincronizados han sido el procedimiento técnico establecido para el intercambio de datos entre dispositivos digitales. Sin embargo, los problemas de sincronización han acosado a los buses paralelo cuando se ha llegado a más altas frecuencias de reloj y de transmisión de datos, limitando efectivamente su capacidad para mantener el paso con las demandas de mayor velocidad de las arquitecturas informáticas que se encuentran en servidores y en sistemas gráficos. La creciente adopción de la tecnología de buses serie ha revolucionado la industria informática en los últimos años. Los buses serie envían un solo flujo de bits y tienen su propio reloj, eliminando así los problemas asociados con los tiempos de propagación de las señales sobre las distintas líneas de transmisión de las tecnologías en paralelo. Con las transmisiones en serie, la sincronización es un problema mucho menor y las limitaciones de la arquitectura en el rendimiento general aumentan. Como resultado, las velocidades de transmisión de los datos en serie se han incrementado mucho más allá de 1Gb/seg, acercándose en las actuales implementaciones a 3-6Gb/seg. Sin embargo, al mismo tiempo que las velocidades de varios Gigabits en la transmisión de datos de serie están llegando a ser comunes en los sistemas digitales, la integridad de la señal - la calidad de la señal necesaria para el correcto funcionamiento de un circuito integrado - se está convirtiendo en una preocupación primordial para los diseñadores. Un bit erróneo dentro del flujo de datos puede tener un impacto dramático en los resultados de una instrucción o de una transacción.

El proceso de pruebas para los diseños que trabajan con datos en serie ha evolucionado con este aumento de la velocidad de transmisión de datos. Casi todos los estándares serie (por ejemplo PCI Express ó Serial ATA) tienen un conjunto de espe-

cificaciones de pruebas recomendadas publicadas por las organizaciones de los estándares. En tanto que las velocidades de transmisión de datos en serie comienzan a superar 1Gb/seg, los estándares están empezando a hacer énfasis en las pruebas de estrés del receptor como un punto de control crítico para el éxito de los diseños con alta velocidad de datos en serie con el fin de lograr la interoperabilidad. Así como las tolerancias para la determinación del bit se hacen cada vez más precisas (medida en pico-segundos y micro-voltios), la exposición de los diseños a un entorno con ruido, 'jitter', diafonías, reactivancias distribuidas, variaciones en el suministro de energía eléctrica y otras deficiencias, tiene el potencial de dañar en gran medida a la señal que se recibe.

Recrear condiciones para reconocer el estrés

Para realizar pruebas de estrés eficaces en un receptor de datos en serie de alta velocidad es necesario "recrear" los elementos que ya se ha señalado de manera coherente a fin de determinar la capacidad del receptor para gestionar la determinación de un bit de una manera altamente predictiva. ¿Por qué alguien querría utilizar formas de onda analógicas para expresar los datos digitales? Es porque las señales digitales, en el fondo, son analógicas. El tiempo de subida cero y la parte superior de la forma de onda perfectamente plana de las señales digitales de los libros de texto son ficción. Una "onda cuadrada" en el mundo digital real rara vez se parece a su contrapartida teórica. El punto fuerte de la fuente de una forma de onda analógica es su capacidad para imitar esas imperfecciones analógicas de forma consistente.

La técnica utilizada para generar la señal re-creada para las pruebas de estrés del receptor se llama "síntesis digital directa". Un método de ingeniería documentado en un artículo del IEEE publicado en 1971, dirige las técnicas de síntesis que permiten a los ingenieros crear señales que incorporan los efectos de la propagación a través de una línea de transmisión. Se pueden controlar los tiempos de subida, las formas de los pulsos, los retrasos y todas las aberraciones. Esto es exactamente lo que se necesita para hacer pruebas rigurosas sobre los buses serie.

La técnica de síntesis directa es una tecnología basada en el muestreo. Considerando que un osciloscopio adquiere puntos de muestra de las formas de onda analógicas, una fuente de señal de síntesis directa, o generador de formas de ondas arbitrarias (AWG), crea formas de ondas analógicas mediante puntos de muestra. Su salida se representa como un conjunto de datos digitales, lo mismo que en un bus de datos en serie. Los puntos de muestreo en la memoria de un AWG pueden definir esencialmente cualquier forma de onda, incluyendo pulsos digitales. Por supuesto, todavía hay que tener en cuenta las limitaciones normales de la física y del ancho de banda, pero dentro de su rango especificado, un AWG puede producir paquetes de datos en serie de 5Gb/s tan fácilmente como una nota de piano de 440Hz. Vea en la figura 1 la imagen de una nueva generación de AWGs capaz de proporcionar señales a elevadas velocidades de transmisión de datos que son comunes en los buses serie que están apareciendo hoy en día. Los nuevos instrumentos ofrecen velocidades de muestreo hasta 20GS/s con múltiples salidas y una amplia memoria para soportar largas secuencias de patrones. Este nuevo desarrollo promete transformar las medidas de los datos en serie, en particular del lado del receptor.

Síntesis directa: el "Jitter"

Por ejemplo, un método de síntesis directa puede adoptarse para insertar 'jitter' en un flujo de bits en serie para determinar su impacto sobre el comportamiento del receptor. El 'jitter' es un fenómeno de la integridad de la señal que tiende a "desplazar" la colocación de los flancos de los pulsos y a reducir la apertura de los ojos. Los generadores de patrones tradicionales se han utilizado para hacer pruebas de estrés sobre el receptor y la inserción de 'jitter' ha sido tradicionalmente gestionada a través de plataformas de generación de datos (DG), también conocidos como generadores de sincronismo/patrones, los cuales han sido durante mucho tiempo un pilar para las medidas de datos en serie, incluyendo las pruebas de tolerancia al 'jitter' del receptor. Las siguientes explicaciones contrastarán el método del generador de datos (DG) y el generador de patrones con una nueva alternativa que utiliza un conjunto de herramientas de síntesis directa. La figura 2 muestra una configuración de prueba típica para medir el 'jitter' en un receptor. La

figura muestra el equipo necesario para proporcionar patrones de datos que incorporen tanto 'jitter' aleatorio como 'jitter' determinista.

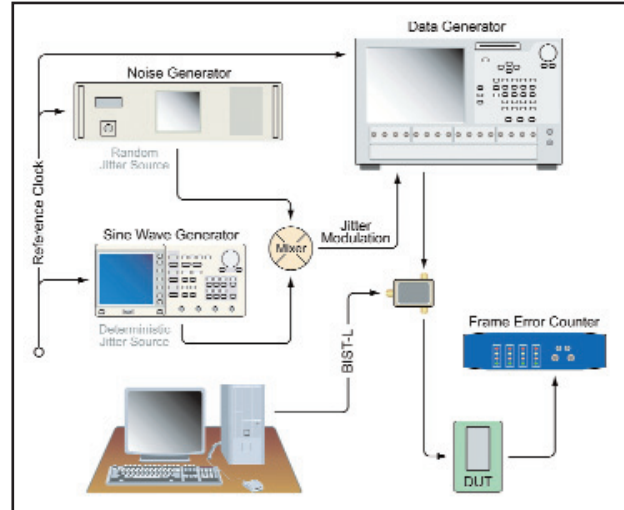


Figura 2: Configuración tradicional para las pruebas de estrés de un receptor.

Este método requiere el ajuste del 'jitter' y del ruido contenido en el sistema de prueba para introducir las cantidades específicas del 'jitter' total en el DUT hasta que comiencen los errores de trama o de bits. La amplitud del 'jitter' se mide para determinar si el dispositivo cumple con sus especificaciones. El objetivo de la configuración del equipo es sustituir los componentes del sistema del mundo real, produciendo cualquier tipo de 'jitter' que el DUT pueda encontrarse en las aplicaciones del usuario final.

Otro factor en esta configuración de prueba se ve complicada por la arquitectura fundamental del receptor. Las pruebas de estrés del receptor para los estándares como Serial ATA exigen que el DUT siga las instrucciones BIST de auto-prueba incorporadas que son proporcionadas por un FIS (Frame Information Structure) específico. Los transceptores serie (con transmisor, receptor y elementos SERDES) están diseñados para entrar en un modo de bucle de conexión especial cuando reciben una secuencia específica de tramas BIST-L (bucle de conexión). Cuando el dispositivo está en este modo, el emisor se hace eco de la señal que se ha recibido.

Históricamente, las instrucciones BIST (Built-In Self Test) han sido proporcionadas por un PC que ejecuta una aplicación diseñada para tal fin. Desafortunada-

mente, la mayoría de los transmisores/receptores salen de la modalidad de bucle y vuelven al funcionamiento normal tan pronto como la fuente de BIST es desconectada. Esto hace que sea imposible ejecutar las pruebas. El método tradicional para este desafío es proporcionar los comandos BIST al DUT a través de un combinador de potencia. La otra entrada al dispositivo está conectada al generador de señales que proporcionará el flujo de datos de prueba como se muestra en la figura 2. Con el combinador en el circuito de prueba, el generador de datos puede empezar la prueba de conducción de datos al DUT tan pronto como el modo de conexión en bucle se activa sin que sea necesaria la desconexión. El combinador de potencia es una solución viable, pero requiere compensaciones. Es evidente que añade un nivel más de complejidad y otra oportunidad para fallos de conexión, contacto eléctrico pobre y otros problemas mecánicos. También requiere la calibración de todas las fuentes de entrada para asegurar que las componentes del 'jitter' se introducen correctamente. Y lo que es más importante, atenúa la tensión de la señal de los datos hasta un 50 por ciento. A menudo esto puede ser contrarrestado por el aumento de amplitud de la salida de los datos del generador, pero siempre hay límites en las prestaciones del instrumento. Por otra parte, el aumento de la amplitud aumenta inevitablemente el ruido y, potencialmente, la distorsión.

Estas complicaciones se simplifican a través de un planteamiento de síntesis directa utilizando un AWG. Con un AWG, se puede crear una forma de onda analógica para imitar la amplitud de los niveles del 'jitter' necesarios para el éxito de las pruebas de estrés. Además, el conjunto de instrucciones BIST puede ser codificado en la forma de onda para la activación del DUT. Estas son sólo algunas de las muchas tareas para las que puede utilizarse un AWG y las técnicas de síntesis directa. Para permitir una creación adecuada de las formas de ondas, es importante proporcionar herramientas para capturar, editar y validar las formas de onda esenciales que se necesitan para el éxito de las pruebas de estrés.

Tradicionalmente, el desarrollo de las formas de onda ha llegado a través de herramientas de modelación fundamentales como MatLabs de The Mathworks. Si bien éstas siguen permaneciendo como esenciales para la mayoría de los proyectos de desarrollo, la naturaleza específica de los estándares de los datos en serie ha abierto la necesidad de software que proporcione una visión desde la capa del protocolo y que realice la traducción en un archivo de forma de onda ejecutable. Un ejemplo de ello es la reciente introducción del software RF Express de Tektronix, que permite una visión basada en WiMedia de la capa del protocolo que es adecuada para la creación y edición de formas de onda. Esta nueva y potente herramienta (véase la figu-

ra 3) proporciona los estándares específicos a los ingenieros de diseño dotándoles de la capacidad para desarrollar formas de onda de patrones específicos que forman la base de nuevos elementos, como el 'jitter' y las comunicaciones del DUT.

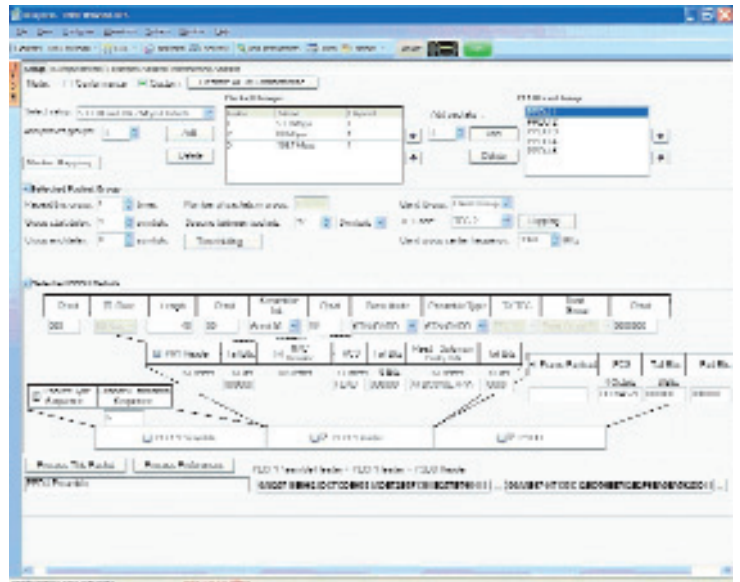


Figura 3: Creación de formas de onda WiMedia usando RF Express de Tektronix.

En tanto que las velocidades de transmisión de datos siguen aumentando, la validación de los diseños de datos en serie de alta velocidad se están centrando más en las pruebas de estrés del receptor. La complejidad en la configuración de la prueba junto con la naturaleza variable y analógica de las señales de estrés del mundo real ha introducido la necesidad de una mejor técnica de prueba. Con la reciente introducción de generadores de formas de onda arbitrarias de alta frecuencia de muestreo, la capacidad de realizar pruebas de estrés utilizando una técnica de síntesis directa ha captado la atención de la industria. El generador de formas de onda arbitrarias AWG7000 de Tektronix tiene la capacidad, con las herramientas de edición de formas de onda o con la librería de formas de onda correctas, de generar señales imperfectas o reproducir señales reales capturadas, incluyendo el ruido de la señal, 'jitter', pre y de-énfasis y varios niveles de señalización hasta 10-Gb/seg. Además, en el sitio web de Tektronix se ofrece una sólida librería de formas de onda creada para poner a prueba diversos estándares de alta velocidad (por ejemplo, SATA, WiMedia, USB de alta velocidad, Ethernet).