

Conseguir un control preciso de la amplitud y la fase de las señales de estímulo para comprobar dispositivos de entradas múltiples

Por John Eckert, Agilent Technologies



En muchos tipos de dispositivo de entradas múltiples, la realización de pruebas precisas requiere un control exacto de la amplitud y la fase de todas las señales de estímulo aplicadas a las entradas del dispositivo bajo prueba (UUT, unit under test). Algunos ejemplos son los sistemas de radar de matrices en fase y los dispositivos de múltiples entradas y salidas (MIMO) empleados en comunicaciones comerciales y redes inalámbricas. En estas aplicaciones, un control preciso permite simular con exactitud parámetros como los ángulos de llegada de señales incidentes.

Estas pruebas resultan útiles en investigación, desarrollo de productos, verificación de diseños, fabricación y calibración. En todos los casos, una solución de prueba que proporcione sincronización flexible de las señales de prueba puede ayudar a reducir los tiempos de prueba, una ventaja especialmente importante en los procesos de fabricación.

Este artículo presenta una solución basada en un sistema real creado para comprobar un UUT de cuatro puertos. Los resultados de este sistema proporcionan beneficios significativos desde los puntos de vista técnico y operativo.

Definición del problema

La comprobación de los receptores de entradas múltiples plantea a menudo un importante desafío: suministrar la señal deseada al final de largos cables de prueba. Para crear una simulación precisa de señales es necesario cumplir dos requisitos principales. El primero es la necesidad de medir los cambios de fase y amplitud en el UUT, no en el equipo de prueba. El segundo es la necesidad de realizar correcciones de amplitud y fase de cada forma de onda en tiempo real. Este nivel de control garantiza la correcta alineación de la señal incidente simulada en presencia

de señales reflejadas procedentes de las entradas del UUT.

Para el receptor de radar de cuatro puertos, el desafío consistió en crear un sistema que pudiera servir de simulador de amenazas y de calibrador del receptor al mismo tiempo. Para poder comprobar de forma exhaustiva el UUT, el sistema debía proporcionar una precisión de fase de menos de 1 grado entre 100 MHz y 20 GHz, y hacerlo en el extremo de cables de prueba de dos metros. Para conseguir el modelo de uso deseado, el sistema tenía que cumplir dos criterios adicionales: mantener su precisión calibrada durante un mínimo de 12 horas y eliminar la necesidad de asociar y desasociar manualmente estándares de calibración durante una prueba (es decir, permitir la calibración manos libres).

Esbozar la solución

La organización de ingeniería de aplicaciones de Agilent ha creado un sistema que cumple o supera los requisitos planteados en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 1, el sistema consta de dos secciones principales: estímulo de banda ancha coherente y corrección de RF. La sección de estímulo genera dos conjuntos de formas de onda complejas que simulan señales reales. La otra sección realiza medidas de estímulo con corrección de errores de

12 términos en el UUT y proporciona respuestas para la corrección de las señales de RF y microondas.

Pese a que no se muestra, el sistema también incluye un PC host que ejecuta un test executive. El PC está conectado a los instrumentos compatibles con LXI a través de conexiones LAN y de un enrutador.

Crear señales de banda ancha coherentes

Si examinamos de cerca la Figura 1, comprobaremos que el lado izquierdo incluye dos tipos de instrumentos: generadores vectoriales de señales y generadores de forma de onda arbitraria (AWG). En concreto hay cuatro generadores vectoriales de señales PSG E8267D de Agilent emparejados con cuatro AWG de 4,2 Gmuestra/s 81180A de Agilent. Para el generador vectorial de señales, las especificaciones principales son una precisión de fase de menos de un grado y un desequilibrio de amplitud de menos de 0,1 dB. Los atributos clave del AWG son una conmutación rápida de formas de onda y una resolución de formas de onda de menos de 0,25 ns.

Cada par de generador/AWG produce una forma de onda compleja que simula una combinación de señales de referencia y desviación. Esto se consigue definiendo dos conjuntos de formas de onda complejas en cada

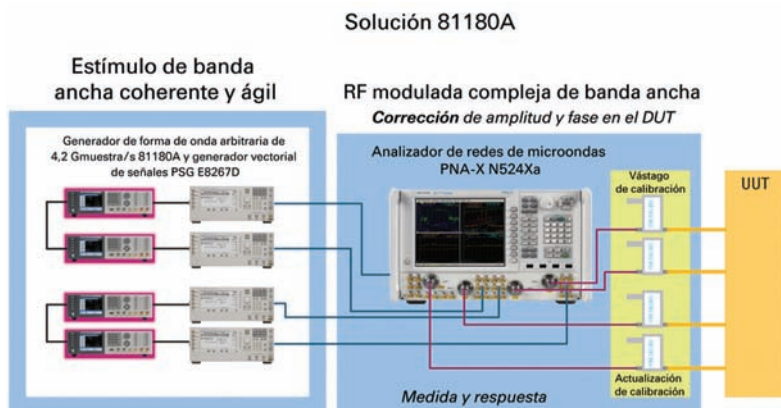
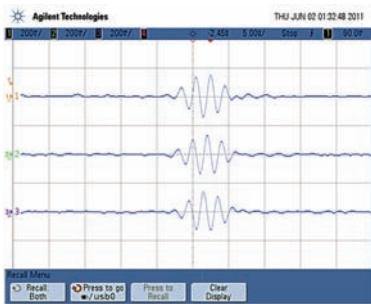


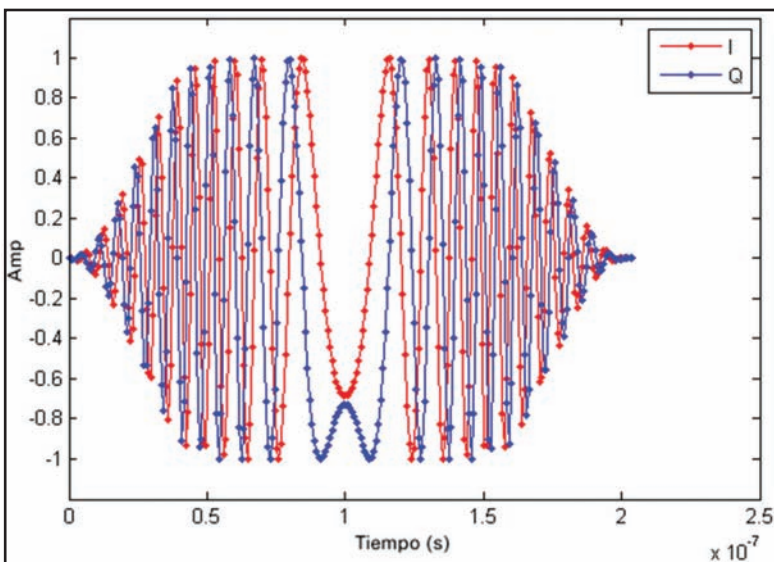
Figura 1. El sistema de simulador/calibrador consta de dos secciones principales e incluye nueve instrumentos



AWG de dos canales y utilizando esas señales para impulsar las entradas de modulación de banda ancha I y Q del generador vectorial de señales.

Para simular el ángulo de llegada, los AWG se cargan con múltiples copias de la señal de referencia. La memoria del canal de referencia se carga con una forma de onda de referencia única, mientras que la memoria del canal de desviación contiene múltiples copias de la señal de referencia, cada una de ellas con una desviación de fase distinta (Figura 2). El test executive simplemente activa y reproduce la secuencia de fase deseada.

Las formas de onda individuales se han creado utilizando MATLAB, de The MathWorks (Figura 3). Las formas de onda se basan en ejemplos publicados por Agilent.



Corrección de amplitud y fase en el UUT

En el lado derecho de la Figura 1, un analizador de redes de microondas PNA-X N524X de Agilent mide la suma vectorial de las formas

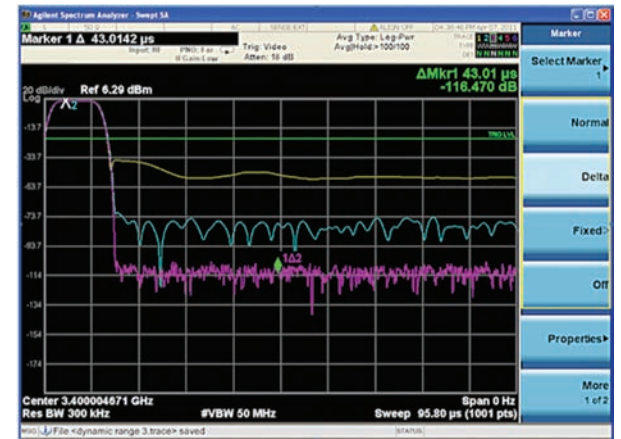
de onda incidentes y reflejadas en las entradas del UUT. El analizador de redes emplea esas medidas para compensar la variación del sistema y la desadaptación del UUT con el sistema de prueba. Lo que más afecta a la variación del sistema son los cables de prueba del UUT.

La calibración del analizador se mantiene en distintos momentos y temperaturas utilizando los vástagos de calibración que se muestran en la Figura 1. Esta función se activa realizando una calibración del sistema (después de que todos los cables estén conectados) con módulos de calibración electrónica que el analizador de redes controla a través de una conexión USB. Dado que los vástagos de calibración siempre están en el trayecto de la señal, la calibración inicial captura sus características y las utiliza como base para calcular las correcciones que se aplicarán cada vez que se realice una actualización. Con esta función, el test executive puede indicar al analizador que actualice su calibración durante las pruebas sin necesidad de volver a conectarse a los dispositivos de calibración.

Este proceso aporta un aspecto clave: el sistema "conoce" la fase y

prueba. La configuración utilizada aquí responde a los cambios entre los trayectos y, a través del test executive, ordena al AWG que reproduzca una señal que proporcione la desviación de fase deseada en el UUT.

Conclusión: resultados y beneficios



El sistema desplegado ha cumplido o incluso superado las expectativas, tanto desde el punto de vista técnico como operativo. En el aspecto técnico presenta cinco ventajas clave:

- Puede producir prácticamente cualquier pulso de radar conocido.
- Requiere un solo conjunto de cuatro conexiones por UUT.
- Consigue una precisión de menos de 1 grado en el UUT.
- Ofrece una resolución de miligrado.
- Proporciona relaciones activado/desactivado de 100 dB o más (Figura 4).

Desde el punto de vista operativo, el sistema aporta tres ventajas principales. El cambio más sorprendente es el tiempo de configuración, que se reduce de días a minutos. Las otras dos ventajas están relacionadas: el esfuerzo del operador se reduce gracias a la calibración manos libres y el coste de la prueba es más bajo porque las pruebas pueden ejecutarse de forma autónoma controlándose desde un PC.

Por último, el sistema puede ampliarse por encima de cuatro puertos empleando equipos de pruebas que suministran hasta 22 puertos. También se dispone de equipos de pruebas personalizados y de alta potencia. 📍

Figura 2. Con referencia a la línea central, estos pulsos de coseno alzado y 8 ns tienen unas desviaciones precisas de 90 y 180 grados

Figura 4. En este ejemplo, el sistema consigue una relación activado/desactivado de pulso de 116 dB (véase la lectura del marcador delta en la parte superior derecha de la traza).

Figura 3. Estas fluctuaciones I y Q de 300 MHz se han creado utilizando MATLAB.