

Hacia un nuevo esquema en la evaluación y en el análisis de señales *wireless*

Artículo cedido por ANRITSU Limited, División de microondas

Los usuarios finales de equipos y sistemas de telecomunicaciones quieren tener toda la libertad que las altas prestaciones de la tecnología sin hilos (wireless), les puedan otorgar, tales como WLAN, 3G y 4G. Estos usuarios también quieren tener en sus manos un continuo y constante flujo de nuevos productos basados en las últimas tecnologías sin olvidar que funcionen correctamente y trabajen sin fisuras. Esto proporciona un gran reto para los ingenieros de RF – especialmente en el análisis de la señal y el desarrollo de pruebas.

El éxito de las comunicaciones basadas en RF (radio frecuencia) y el original Walkman de Sony tienen mucho en común. Antes de la llegada de los Walkman la gente se encontraba físicamente limitada a escuchar música junto a los equipos de música (tocadiscos y radio). Por otra parte esto también suponía que a no ser de estar bastante cerca para poder utilizar los auriculares, la experiencia podría ser pública y compartida.

Lo que los originales radio-cassette Walkman de Sony realmente hicieron fue dar a la gente la libertad para disfrutar de la música en cualquier parte y en cualquier momento con total privacidad. Palabras simples para un esencial paradigma que cambió el modo de pensar, conduciendo al éxito de lo que hoy en día conocemos como el "boom" del MP3 y otros instrumentos portátiles como los PDA o los móviles.

Las tecnologías basadas en RF tales como WLAN, 3G y 4G están teniendo actualmente un efecto análogo en la comunicaciones modernas. Estas dan o darán a la gente la libertad para comunicarse en cualquier momento y en cualquier parte o área geográfica que se desee (en grandes ciudades, en casa, en la oficina, en el coche, en la cafetería, en el supermercado, en aeropuertos y en muchos más sitios de los que actualmente conocemos con el GSM).

Naturalmente, como cualquier tecnología emergente, existen desafíos técnicos que tienen que ser dirigidos en asegurar que su utilización esté libre de problemas y se pueda trabajar sin fisuras, esto toma una importancia vital desde el punto de vista comercial para que cualquier cosa pueda tener éxito en todo momento.

Un denominador común predominante es el hecho de tener que tratar con señales moduladas cada vez más complejas y cuya complejidad seguirá aumentando cada vez más y en paralelo al avance hacia tecnologías cada vez rápidas (como 4G).

Al mismo tiempo el ciclo de vida del producto en el mercado es cada vez menor disminuyendo a una velocidad casi vertiginosa. Esto significa que cada vez que se ejerce una mayor presión sobre los departamentos de I+D con el fin de obtener productos y aplicaciones que estén preparados para ser *consumidos* lo más rápidamente posible. Si la calidad del producto debe ser mantenida, entonces se requiere un nuevo esquema de pruebas, evaluación y medidas.

Como empresa líder mundial en el mercado de equipos de prueba y evaluación de RF y modulaciones complejas, Anritsu está perfectamente cualificada para definir y explicar como debería ser este esquema de pruebas. El artículo argumentará que cada apartado o parte en la evaluación de equipos necesita ser simplificado para asegurar que los

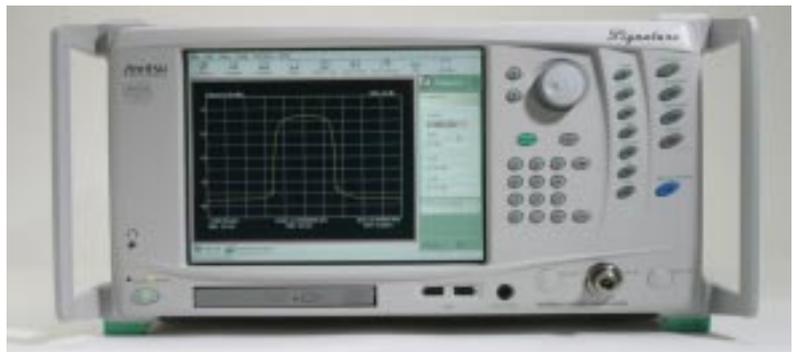
ciclos de diseño de I+D se mantengan tan rápidos y eficientes como sea posible. Para esto se debe combinar la arquitectura interna de los analizadores de señal junto con la integración de los procedimientos de pruebas (tales como caracterización de la señal y simulación) y haciendo del instrumento una plataforma lo más abierta posible a otros sistemas operativos ya estandarizados (ej. Microsoft Windows®) y a aplicaciones de red.

Con el fin de ilustrar los puntos descritos en este artículo, se hará una detallada referencia del último analizador de señal de altas prestaciones de Anritsu, el *Signature*, para demostrar como se están llevando los últimos requerimientos discutidos a la práctica.

Enfrentándose a la complejidad

Los avances en la tecnología *wireless* están forzando grandes cambios en las técnicas y métodos usados en el diseño y fabricación de sistemas RF y microondas. En modo particular, los equipos humanos de I+D están realizando un gran esfuerzo para desarrollar siempre nuevos sistemas y componentes. Los problemas y dificultades suelen estar centrados entorno a tres factores: rendimiento, compatibilidad con las herramientas de diseño, y facilidad de manejo.

Las técnicas de implementación de los últimos equipos WLAN, 3G

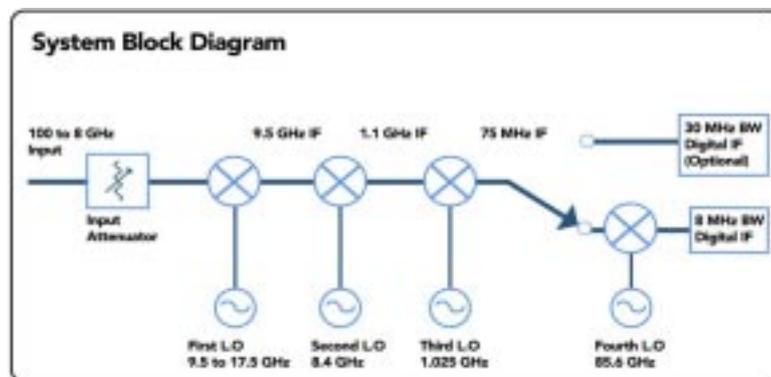


y 4G están generalmente fuera del alcance de muchos analizadores de señal. Modulaciones complejas, *frequency hopping* y técnicas de transmisión en modo ráfaga, son actualmente temas comunes de estos sistemas sin añadir el efecto que sobre estos tienen el ruido, las interferencias y los transitorios

No es exagerado declarar que para caracterizar muchas de las actuales complejas señales moduladas se requiere de analizadores de espectro que puedan trabajar desde 100 MHz hasta 8GHz sin variar sus prestaciones y características— ej. manteniendo un valor típico de +27 dB en productos de intermodulación de 3er orden (TOI)—. Esto significa una mejora en torno a unos 3 dB respecto a otros analizadores tradicionales. Otro reto importante es la necesidad creciente de mayores anchos de banda y tasas de bit por símbolo y por lo tanto de ancho de banda por canal. En la actualidad se requiere de una capacidad de captura de modulación de hasta 30MHz, y posiblemente de hasta 120MHz en el futuro cuando la tecnología de convertidores A/D lo permita. (Idealmente esto debería ser una opción actualizable en los actuales equipos).

Aparte de los temas antes explicados, una adicional fuente de problemas que puede poner freno a la creciente implementación de estos sistemas es la coexistencia de distintas infraestructuras que utilizan la misma banda de trabajo. La escasez de ancho banda requiere que los distintos canales se emplacen lo más cerca posible.

Esto conduce a la necesidad de una rigurosa mejora técnica para mejorar la selectividad de los canales y prevenir interferencias y canales adyacentes. A menos que se prueben y se diseñen los sistemas y componentes adecuadamente, se crearán indeseables efectos de intermodulación que no aseguran el mantenimiento de calidad. Un alto TOI es



importante para la realización de las medidas, así como un bajo nivel de DANL (Nivel medio de ruido mostrado, del inglés *Displayed Average Noise Level*) como -147 dBm ajustado a 1 Hz de ancho de banda. Además el ruido de fase de los sistemas de medida debe ser consistentemente bajo en un amplio rango de la banda (En el caso del Signature hasta 8 GHz) para así medir el mayor ACPR (Potencia en canal adyacente, del inglés *Adjacent Channel Power Ratio*) posible, un tema muy importante en los emergentes sistemas de comunicación.

Finalmente, la medida de la potencia de transmisión también es de crucial relevancia, especialmente por el control fino de nivel de potencia empleado en muchos de los actuales sistemas. Una precisión en la medida del nivel de potencia cercana y comparable con la de los habituales medidores de potencia es muy importante, ya que permitiría incluso en los entornos de I+D y producción eliminar la necesidad de un bolómetro adicional.

La clave en alcanzar tales objetivos está en la arquitectura misma del analizador. Para obtener con éxito y precisión la detección, la medida y el análisis de los resultados de los productos de intermodulación de un equipo o sistema bajo pruebas, estos pueden ser fácilmente enmascarados por los mismos productos de intermodulación generados internamente por el propio analizador.

El único procedimiento para eliminar este efecto es reconociendo que los elementos activos no son lo más recomendable para realizar medidas sobre sistemas en los que se verifiquen importantes *producto de intermodulación*, por lo que es necesario eliminar los amplificadores y en su lugar utilizar mezcladores de amplio rango de frecuencia de trabajo capaces de generar señales más limpias

En el Signature de ANRITSU se especifica un TOI de +23 dBm (+27 dBm como valor típico) en el rango de 100 MHz a 8 GHz. Este valor se alcanza gracias a la eliminación del primer amplificador de IF, generalmente utilizado tras el convertidor final de RF (fig 1).

Esto permitió alcanzar el rango de frecuencias tras la conversión evitando el uso de una combinación de convertidores y preseletores de rastreo lo que significa a su vez evitar la distorsión y problemas de *tracking* asociados a los filtros YIG (Yttrium-Iron-Garnet).

Las altas prestaciones del analizador se alcanzaron usando una combinación de metodologías de diseño y técnicas. La primera, no utilizar la amplificación en el primer mezclador de IF de 9.55865 GHz (como se muestra en la fig. 1). La segunda que la señal del primer Oscilador local sintetizado (de 9.55865 a 17.55865 GHz) se amplifique +27 dBm y se introduzca en el puerto del oscilador local (LO) del

primer mezclador— un elemento clave en mantener la integridad de la señal en todo su recorrido y por lo tanto en el factor del TOI.

El segundo mezclador se excita con un segundo OL de 8.43 GHz a +25 dBm. La primera señal de IF (9.55865 GHz) se desplaza a 1128.65 MHz y se introduce al IF analógico, donde es la primera vez que la señal viene amplificada antes de ser filtrada e introducida al tercer mezclador. Unos mezcladores FET de alto rango dinámico se utilizan como el tercer mezclador y multiplica la señal de 1053.75 MHz del tercer LO con los 1128.65 MHz (segunda IF). La tercera IF a 74.9 MHz se filtra y amplifica antes de ser aplicada al cuarto mezclador FET. El cuarto LO a 85.6 MHz se mezcla con la tercera señal de IF para generar finalmente los 10.7 MHz de IF que se digitalizan para posteriormente ser enviados a la sección de IF para todo el proceso de filtrado del ancho de banda de resolución.

La detección de la envolvente, el filtrado del ancho de banda de video y la detección para la visualización en pantalla se producen digitalmente. Todo esto permite una alta precisión en las medidas de amplitud así como una gran funcionalidad para medidas de Transformadas de Fourier (Fast Fourier Transforms, FFTs)

Compatibilidad con las herramientas de diseño

Obviamente, las prestaciones del analizador son un tema fundamental, pero no el único dentro del esquema requerido para el análisis, la evaluación y las pruebas necesarias de los distintos sistemas con el fin de que estos alcancen los objetivos comerciales. Estas tecnologías y otros sistemas de telecomunicaciones requieren potentes simulaciones mediante ordenador, así como de diversas herramientas de análisis para analizar modulaciones complejas.

El Analizador de señales de Anritsu, el Signature, cumple con las necesidades y requerimientos especificados tras proporcionar la capacidad de interactuar sin fisuras con estándares de la industria como MATLAB y la familia Simulink, u otros productos de The MathWorks (MATLAB y Simulink son marcas registradas de The MathWorks, Inc.).

Esto proporciona un entorno de diseño de software de gran efectividad que mejora las capacidades de prueba y es capaz además, y lo que es más importante, de customizar las medidas.

Cuando se toman las medidas, el Signature puede ser configurado para copiarlas y pasar la información a variables MATLAB, esto permitiría al usuario explotar las herramientas matemáticas de MATLAB y su interfaz gráfico para crear y dibujar medidas como densidad espectral de potencia, tiempo de subida o bajada, frecuencia vs tiempo, o calidad de la modulación.

Como ejemplo ilustrativo, a través de las siguientes líneas de código MATLAB se obtendrían 10 trazas del Signature, una cada 100 ms, y se visualizarían los resultados en cascada. El Signature automáticamente crearía la variable "Trace1" y la actualizaría cada vez que se realizase una nueva medida:

```
for i=1:10
    Tracedata(i,:) = Trace1;
    pause(0.1);
end
waterfall(Tracedata);
```

Facilidad de manejo

El Signature también proporciona un entorno de Windows abierto, lo que significa otorgar muchos beneficios al usuario:

- Abanico de menús, llamada rápida a las aplicaciones a través de la barra de herramientas y teclado virtual, todo esto facilitado por la pantalla táctil y/o ratón.

- Acceso de red para la transferencia de archivos, uso de impresoras y control remoto, más la habilidad para cruzar con rapidez los datos obtenidos a través de simulaciones por ordenador y software de análisis cuando se pretenden desarrollar estrategias de red. Esto ayuda a reducir los tiempos de desarrollo y permite demodular casi cualquier tipo de modulación digital.

- El uso de formatos comunes como .CSV para analizar trazas y datos Microsoft Excel

- La capacidad de correr otras aplicaciones como Microsoft Office para crear reportes.

- La capacidad para que los ingenieros puedan utilizar sus propios programas sobre el instrumento.

La complejidad, un denominador común en el mundo de RF

Variaciones rápidas del producto en el tiempo y las modulaciones complejas son normas comunes para los actuales ingenieros de diseño de sistema de RF, como WLAN, 3G y 4G. Los usuarios finales quieren tener la libertad para comunicarse en cualquier parte y momento y estar seguros de que lo que tienen en sus manos funciona. Por otra parte, como para cualquier otro mercado de consumo, los ciclos de vida de los productos son y serán extremadamente cortos. Aquellos vendedores que puedan regularmente aportar al mercado nuevos modelos y ofrecer una constante innovación en sus productos obtendrán claros beneficios comerciales. Dicho esto, la única manera de diseñar y crear productos consistentes es a través un proceso robusto de pruebas en I+D. Productos como el Signature, Analizador de Señal de altas prestaciones, están ayudando a compañías e ingenieros de RF a alcanzar este objetivo, gracias a sus altas prestaciones, compatibilidad con las herramientas de diseño y facilidad de manejo. □