

Aeroflex frente a los principales retos y enfoques de la industria de prueba y medida / y 2

Jesús Bolumburu

Aeroflex Technologies
www.aeroflex.com

La industria de prueba y medida se enfrenta a una continua y creciente presión para suministrar soluciones cada vez más económicas y que soporten producciones con tasas más elevadas y con requisitos de prueba más exigentes y específicos.

Fe de errores

En la primera parte de este artículo, publicado en la edición de Febrero, se deslizó un error de transposición con los pies de las figuras 6 y 7. Les pedimos disculpas por ello.

Aplicaciones de prueba específicas a medida

Dado el amplio rango de beneficios que ofrecen los Sistemas Sintéticos se pueden soportar gran variedad de aplicaciones de prueba y medida. La solución Sintética, usada o en desarrollo actualmente, incluye aplicaciones en diversos mercados tanto militares como aeroespaciales o comerciales.

Actualmente los Departamentos de Defensa persiguen agresivamente la adquisición de nuevos sistemas de prueba y actualización de los ya instalados con arquitectura sintética. Los Sistemas Sintéticos ofrecen la flexibilidad requerida así como mayor portabilidad, efectividad económica e inmunidad a la obsolescencia que permiten un soporte multiservicio en unidades desplegadas.

Recientemente uno de los principales constructores de satélites comerciales quería reducir drásticamente el tiempo que se consumía en la prueba de carga de los satélites de comunicaciones desde nivel de unidad a nivel de satélites ya integrados. El grupo probaba la carga desde las etapas iniciales a nivel de unidad individual sobre panel hasta unidades integradas para, finalmente, hacerlo a nivel de satélite ya integrado. El incremento de rendimiento aportado por el Sistema Sintético de Prueba fué de 4 veces el del sistema tradicional utilizado de "rack-and-stack". El beneficio principal del Sistema Sintético es la posibilidad de realizar más pruebas de las necesarias en un tiempo significativamente más reducido: Los tiempos de configuración del sistema y de calibración experimentan

también reducciones similares obteniendo ahorros notables en tiempos totales de prueba con el consiguiente beneficio económico.

Para prueba de radio y comunicaciones comerciales el método sintético obtiene semejantes resultados. Hoy en día, los convertidores analógico digitales y digitales analógicos han llegado a velocidades de conversión de cientos de megahercios de ancho de banda instantáneo. Estos elementos acoplados a receptores y a bloques de conversión de frecuencia de RF permiten la implementación de sistemas de prueba definidos por software. En esencia estos sistemas de prueba componen una instrumentación de calidad SDR capaz de probar dispositivos de radio tradicionales o definidos por software. La flexibilidad de los definidos por software permite a los sistemas resultantes probar múltiples tipos de radio con diferentes frecuencias, modulaciones, protocolos de datos e incluso salto en frecuencia.

Aeroflex ha conseguido éxitos significativos implementando Sistemas Sintéticos en aplicaciones comerciales, militares y aeroespaciales. Los Sistemas Sintéticos de Aeroflex han soportado las siguientes aplicaciones:

- Prueba de terminales móviles
- Prueba de infraestructura de redes de radio comercial
- Prueba de conformidad de protocolo en radio móvil comercial.
- Instalación y aceptación de infraestructuras
- Prueba de circuitos Integrados de RF
- Prueba de componentes de transmisión y recepción
- Prueba de carga de satélites.

Aeroflex cree que existen ciertos atributos clave que definen los requisitos de fabricación de sistemas de prueba.

Rendimiento

Cuanto más alta sea la velocidad del sistema de prueba menor será el número de sistemas requeridos para

llegar a un determinado nivel de producción. En un escenario donde sea posible reparar las unidades rechazadas, el nivel de calidad de fabricación formará parte también de la ecuación. Una reducción en el número de sistemas derivará invariablemente en una reducción de costos en áreas como personal, espacio destinado a producción y contratos de servicio.

Detección temprana de fallos

Una máxima de fabricación es que cuanto antes se detecte un fallo en el proceso más barato será erradicarlo. Los dos extremos del espectro son la recepción de material, donde una inspección de entrada detectaría un fallo antes de cualquier proceso, y el alto costo de detectar un producto defectuoso ya suministrado al cliente final. Por esta razón prueba e inspección se orientarán siempre hacia los comienzos del proceso de producción. Esta tendencia es particularmente evidente en prueba de terminales.

Diagnósticos precisos

Muy relacionado con la detección de fallos, cuanto mayor es el nivel de identificación del fallo mayores posibilidades tendremos de repararlo. Aunque algunos procesos rechazan los productos con fallos dado que resulta muy costosa su reparación, esta máxima tiene un impacto financiero claro. En determinados casos, reparación y prueba consiguiente suele resultar interesante. Sin embargo este no es el caso de terminales móviles y circuitos integrados de RF ya que éstos, invariablemente son rechazados.

Tamaño

Indudablemente el espacio en producción es un factor importante, a mayor tamaño de nave ocupada mayores serán también los gastos fijos a recuperar. Las diferentes producciones de PCB conducen a varias líneas de producción que requieren múltiples sistemas de prueba, por lo

que se hace un especial énfasis en el sector de los sistemas de prueba. Este concepto es especialmente patente en terminales móviles y circuitos integrados de RF donde los tiempos de prueba requieren múltiples plataformas para poder alcanzar la tasa de producción necesaria.

Aprendizaje, servicio y soporte

Los entornos de producción suelen funcionar 24 horas diarias y 7 días a la semana con bastante asiduidad. Las pausas para calibración y mantenimiento rutinario deben planificarse con antelación. El aprendizaje adecuado y el soporte por parte del suministrador del equipo de prueba es vital, y para los fabricantes globales, una red global de soporte son requisitos iniciales obligados. Un problema importante en el sistema de prueba puede resultar catastrófico ya que bloqueará la producción con sus consecuencias financieras, particularmente en caso de terminales y circuitos integrados de RF, con considerable actividad en Asia.

Soporte de Aplicaciones

Las líneas de producción deben ser capaces de fabricar múltiples productos con tan corto espacio de tiempo de cambio como sea posible. En interfaz del equipo de prueba con el producto será uno de los cambios, pero también un cambio en la aplicación. En un escenario típico estas aplicaciones están fuera del control del suministrador pero deben existir métodos de actualización y de adquisición de nuevas aplicaciones a medida que se van incorporando nuevos productos, pensemos en los terminales móviles con un amplio rango de modelos, variedad y opciones.

Acceso Global

Los fabricantes buscarán siempre los lugares con mano de obra más barata por lo que actualmente la tendencia es llevar la producción a Asia. Existe siempre un equilibrio entre el

nivel de control que se puede ejercer y el costo asociado. Las organizaciones globales precisarán relaciones con suministradores globales, particularmente evidente es el caso de equipos de prueba donde las plataformas de prueba comunes permiten turnos de producción cambiando simplemente la aplicación de una factoría a otra.

Como hemos visto, los beneficios de contar con un sistema de prueba basado en instrumentación sintética es bastante convincente y evoluciona por naturaleza. Las siguientes secciones explicarán ejemplos concretos de aplicaciones de prueba donde se han implementado modelos y arquitecturas sintéticas.

Prueba de terminales móviles

El crecimiento de los terminales móviles es de dos dígitos debido a nuevas tecnologías y a su penetración en el mercado. Estos dos factores son las mayores preocupaciones de los fabricantes de estos terminales. Mientras que la comunicación vocal es la mayor aplicación, los datos empiezan a alcanzar relevancia debido a los servicios de la nueva 3G que continúa uniendo la telefonía celular con las aplicaciones propias de PDA hasta que pasen a una sola unidad. La complejidad que supone soportar múltiples sistemas de telefonía celular con diferentes frecuencias aumenta al incorporar servicios como WiFi y WiMAX.

Al mismo tiempo la mayor penetración en el mercado requiere una reducción continua de precio en los terminales. La mayor reducción se alcanzó al introducir el contrato de fabricación y el siguiente escalón debe ser una nueva reducción de costos de producción. El primer paso para conseguir esta reducción será conseguir incorporar más capacidad de prueba en el diseño del terminal eliminando el protocolo de interfaz

aire de los procedimientos de prueba actualmente aplicados en la industria.

La solución de Aeroflex para la prueba de terminales consiste en el desarrollo de un sistema sintético completo de forma modular para ofrecer tanto estimulación del receptor como análisis de las características del transmisor. El sistema se ha diseñado y configurado para alcanzar las prestaciones de un sistema "rack-and-stack" con un bajo costo de actualización para futuras normativas de telefonía móvil. El sistema actual de prueba se ha desarrollado utilizando PXI y metodologías de software de sistema.

Capaz de ofrecer medidas precisas y repetitivas significa que los márgenes de prueba no se reducen y por tanto se mantienen las tasas de producción o incluso mejoran. Capaz de abordar los requisitos de medidas paramétricas de las normativas 2G y 3G, el Sistema Sintético Aeroflex para terminales ofrece unas reducciones significativas de costo de prueba respecto al sistema convencional basado en Analizadores de Radio. Las funciones del sistema sintético están basadas en software por lo que se pueden añadir nuevas aplicaciones de medida rápidamente por actualizaciones de software usando cualquiera de los interfaces convencionales como USB o Ethernet. Los drivers y aplicaciones de medida del software de sistema son compatibles con sistemas operativos estándar las aplicaciones de medida están disponibles para todos los sistemas de prueba sintéticos de terminales de Aeroflex.

El sistema de prueba sintético de Aeroflex de terminales permite la caracterización de dispositivos móviles en las primeras etapas del proceso de producción. Utilizando los modos de autocomprobación (BITE) de los fabricantes, se podrá ajustar el terminal y las características importantes como potencia de salida, frecuencia, EVM, BER, y respuesta espectral se podrán obtener para todas las

bandas de frecuencia. El uso de la plataforma modular PXI, con bus PCI, módulos densamente integrados y control embebido, reduce varias veces el tiempo de prueba y permite detectar productos defectuosos en etapas tempranas de producción con la consiguiente reducción de costos. El pequeño tamaño del sistema PXI reduce de forma significativa el espacio necesario comparado con la solución "rack-and-stack".

Aeroflex trabaja con las siguientes organizaciones en la implementación de sistemas de prueba a nivel de terminal: [Nokia](#); [Sony/Ericsson](#); [Motorola](#); [Siemens](#); [Samsung](#)

Prueba de Infraestructura

La filosofía de prueba de Aeroflex para infraestructuras se define en los siguientes diagramas.

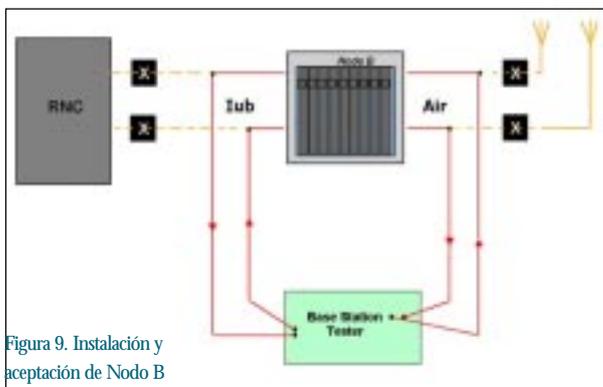


Figura 9. Instalación y aceptación de Nodo B

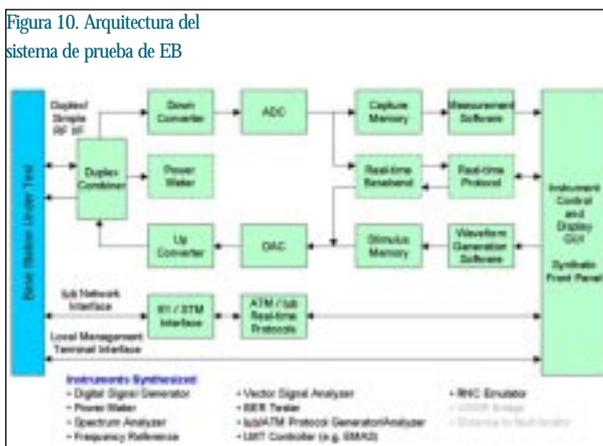


Figura 10. Arquitectura del sistema de prueba de EB

Observaciones para la prueba de estaciones base:

- Push/pull, módulos Radio (RM) y amplificadores de potencia (PA) se producen según forecast. El montaje, integración y prueba de Estaciones Base (BS) se fabrican bajo pedido.
- Se utiliza una plataforma de prueba común para RM y PA. La instrumentación hardware actual es transparente al usuario, el sistema de prueba físico se conecta al dispositivo bajo prueba (caja negra).
- Se utiliza una plataforma común para prueba a nivel de módulo y de sistema, no es necesario pero tiene ciertas ventajas.
- La prueba a nivel de sistema y de módulo pueden tener requisitos conflictivos. El grado de solapamiento en funcionalidad puede ser significativo pero la demanda de prestaciones la fija la prueba a nivel de módulo.
- Los métodos de prueba a nivel de sistema y su cobertura puede ser influenciada por el cliente. La prueba a nivel de módulo está bajo control de producción como parte del proceso.
- BITE. Inclusión de modos de prueba cada vez más común. Ajuste automático y automonitorización.
- Prueba de módulo no es prueba de señalización. Rx RSSI mayor que BER. Espectro de modulación, análisis de potencia. El análisis de redes no es muy común.
- Se desea posibilidad de prueba en varias ranuras (slots) de tiempo en GSM y simultáneamente en múltiples portadoras.
- La cobertura de prueba es más profunda si se compara con los terminales. Puntos de frecuencia, niveles de potencia, longitud de las muestras.
- La repetitividad de las pruebas es muy importante para el rendimiento.
- RM se prueban por muestreo en lotes en mayor profundidad (HASS)
- El tiempo de prueba no es tan crítico como en los terminales pero sigue siendo primordial. El tiempo de prueba es unas 10 veces mayor (20 minutos) que el de transmisión de un móvil.

- Cada canal de Tx en un módulo se probará normalmente de forma consecutiva uno tras otro usando un sistema de prueba común con dos estímulos RF para cada recepción.
- Normalmente dos transceptores podrán funcionar independientemente t por tanto podrían ser probados a la vez.
- Los parámetros de prueba de RM siguen los de la normativa de conformidad.
- La prueba de emisión de espurios se realiza de forma rutinaria. El gran reto en GSM es su gran rango dinámico, ya que los filtros externos son caros e inflexibles. Para análisis se cuenta con cobertura en frecuencia hasta 8GHz o 13 GHz.
- La demanda de prestaciones de prueba y medida son mayores que para los terminales y son definidos por los requisitos de la prueba de PA.

Los siguientes aspectos específicos de prueba de infraestructura han sido comprobados por Aeroflex:

- Inversión y costos de explotación. La inversión en instrumentación RF domina el costo del sistema.
- La velocidad de medida no resulta tan crítica como en los terminales, debido a que la prueba de RF y la producción de PCB son independientes. Para terminales, la capacidad del sistema debe coincidir con la de producción de PCB. La velocidad va asociada a la respuesta del hardware que limita la capacidad de realizar medidas más dinámicamente, por ejemplo, una orden de cambio de nivel potencia en el terminal significará que el sistema cambiará su configuración pero en cualquier caso mucho más rápidamente que el dispositivo bajo prueba.
- Protección de la inversión en software. Los fabricantes OEM necesitan argumentos convincentes para migrar de las plataformas ya existentes donde es necesario personal para desarrollo de software. La escasez de especialistas y la disponibilidad de recursos limitan el panorama de

volver a desarrollar software de sistema de prueba a gran escala.

- **Tamaño.** Mejorar los beneficios por metro cuadrado resulta usual en ciertos fabricantes OEM (por ejemplo, Motorola). La reducción de tamaño ayuda a la logística de cambio de emplazamiento, reorganización de la fábrica, envío de equipamiento, calibración, aire acondicionado, acceso, etc.

- **Precisión de medida y prestaciones.** Linealidad y nivel de precisión en medida de potencia.

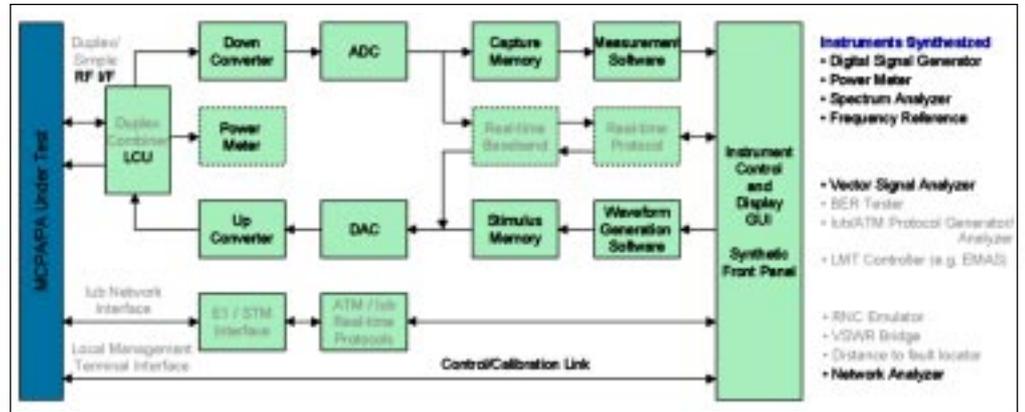


Figura 13. Ejemplo de comprobador de MCPA/SCPA y PA

Transmitter Tests:	Receiver Tests:	Transmitter Tests:	Receiver Tests:
<ul style="list-style-type: none"> - Maximum Output Power - Frequency Error - Error Vector Magnitude - CRCH Power Accuracy - Peak Code Domain Error - Enhanced Peak Code Domain Error - Code Domain Power - Occupied Bandwidth - Spectrum Emission Masks - Adjacent Channel Leakage Ratio - Power Control Steps - Power Control Dynamic Range - Total Power Dynamic Range 	<ul style="list-style-type: none"> - Reference Sensitivity Level - Dynamic Range - Absolute Sensitivity - Verification of Internal BLER Calculation - Verification of Internal BER Calculation 	<ul style="list-style-type: none"> - Maximum Output Power - Frequency Error - Error Vector Magnitude - CRCH Power Accuracy - Peak Code Domain Error - Enhanced Peak Code Domain Error - Code Domain Power - Occupied Bandwidth - Spectrum Emission Masks - Adjacent Channel Leakage Ratio - Power Control Steps - Power Control Dynamic Range - Total Power Dynamic Range 	<ul style="list-style-type: none"> - Reference Sensitivity Level - Dynamic Range - Absolute Sensitivity - Verification of Internal BLER Calculation - Verification of Internal BER Calculation
<ul style="list-style-type: none"> - Configure Node B - Reset Node B - Link Test 	<ul style="list-style-type: none"> - Configure Node B - Reset Node B - Link Test 	<ul style="list-style-type: none"> - Multi-Mode - Spectrum Analysis Graph - Constellation Graph 	<ul style="list-style-type: none"> - Multi-Mode - Spectrum Analysis Graph - Constellation Graph

* Example of concurrent measurements that can be carried out on a single batch of captured/digitized data (snapshot or streaming)

Figura 11. Pruebas realizadas a las estaciones base.

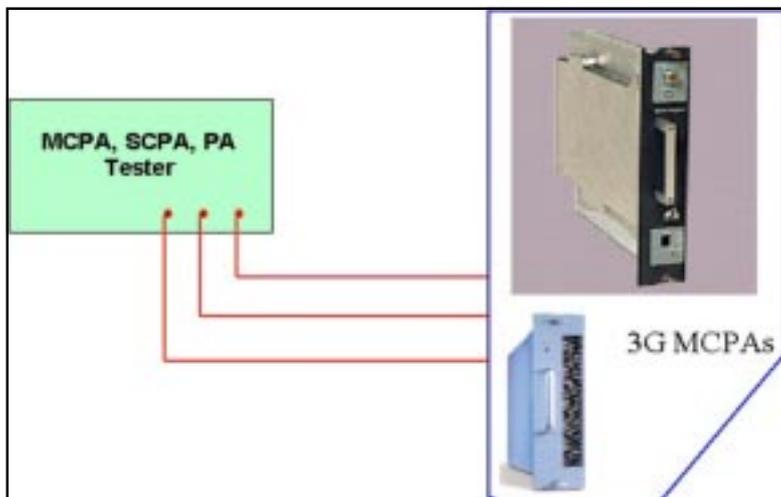
En prueba de componentes de infraestructura, el sistema sintético es también capaz de soportar pruebas a nivel de PA y MCPA/SCPA. La figura 12 ilustra el método sintético para prueba a nivel de componente de infraestructura y la 13 muestra un comprobador de MCPA/SCPA y PA.

La figura 12 ilustra el método sintético para prueba a nivel de componente de infraestructura y la 13 muestra un comprobador de MCPA/SCPA y PA.

Simple Tests (down-link only):
<ul style="list-style-type: none"> - Output Power - Occupied Bandwidth - Adjacent Channel Leakage Ratio (ACLR1, 2, and 3) - Spectrum Emission Masks - Spurious and Harmonics - rT1 and rT2

* Example of concurrent measurements that can be carried out on a single batch of captured/digitized data (snapshot or streaming)

Figura 14. Pruebas realizadas a MCPA



El sistema sintético de prueba Aeroflex para infraestructuras consiste en el seguimiento de las normativas de radiotelefonía para aplicaciones de I + D y producción. Algunos atributos clave que ofrece el sistema Aeroflex son los siguientes:

- Librería de medidas de soporte disponibles para prueba de GSM/EDGE/GPRS, cdmaOne, CDMA2000, WCDMA/UMTS. Escritas como componentes software independientes de la plataforma.
- La serie de sistemas sintéticos Aeroflex ofrece un mayor potencial de

Figura 12. Sistema de prueba para MCPA/SCPA y PA.

crecimiento. RM de doble canal puede probarse simultáneamente bien incrementando un módulo dentro del sistema de prueba o bien distribuyendo la señal de estímulo a cada interfaz de prueba y realizando un análisis multiplexado o de banda ancha de los canales de transmisión. Estas capacidades no las determina el hardware del sistema sino el software de aplicación. El software de aplicación embebido en instrumentos GPIB de propósito general tiene flexibilidad limitada de acceso a estas aplicaciones.

Aeroflex está colaborando con las siguientes organizaciones en la implementación de sistemas de prueba a nivel de infraestructura: Ericsson; Motorola; Nortel; Lucent; Nokia Telecom; Huawei; Samsung; Alcatel/NEC; Siemens.

Prueba de conformidad de protocolo

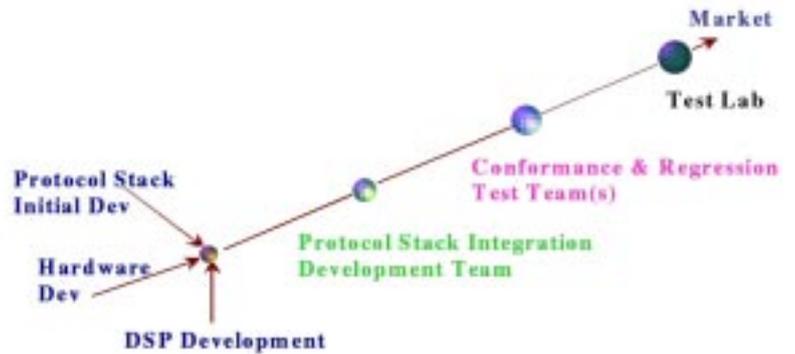
El "Time to market" para organizaciones que fabrican terminales móviles es crítico y los fabricantes se esfuerzan continuamente para reducir el tiempo de desarrollo de nuevos modelos.

Para apoyar este requisito, Aeroflex ha invertido grandes recursos para ser el mejor suministrador de equipos de prueba de protocolos para interfaz aire de terminales móviles.

Los sistemas de prueba soportan normas GSM, GPRS, EDGE, AMR, W-CDMA, cdmaOne, CDMA2000 1X, 1xEV-DO, y 1xEV-DV así como TD-SCDMA.

Las aplicaciones de prueba incluyen análisis de protocolo, conformidad e interoperabilidad así como pruebas de regresión.

Los sistemas Aeroflex se utilizan en todo el ciclo de vida desde las primeras etapas de desarrollo del protocolo hasta su validación y aprobación (fig. 15).



Una vez lanzado el teléfono, las mejoras introducidas requerirán pruebas de regresión, de protocolo y paramétricas, durante la producción y en los centros de servicio técnico.

Los sistemas de prueba de protocolo y conformidad de Aeroflex, comprenden un sistema hardware base, software monitor / emulador de interface aéreo(AIME), las pruebas de conformidad y las hojas de ruta para ajustarse a las cambiantes normativas de la telefonía móvil. Los diferentes sistemas están disponibles para cada una de las familias de estándares celulares (2G/2.5G y 3G).

Aeroflex está colaborando con las siguientes organizaciones en la implementación de protocolos de conformidad y de sistemas de prueba a nivel funcional: Ericsson; Motorola; Lucent; Nokia; Huawei; Samsung; Alcatel/NEC; Siemens; T-Mobile; Verizon; ATT/Cingular.

Instalación y aceptación de estaciones base

Los operadores celulares son perfectamente conscientes de que un pobre rendimiento de la red conduce a clientes insatisfechos, mayor trabajo y menor beneficio. Sin embargo, cada euro invertido en garantizar la calidad o en mantenimiento, también reduce el beneficio. Por tanto la explotación de la red y su estrategia de mantenimiento es muy importante.

En la estación base, cualquier degradación paramétrica o de prestaciones funcionales del transmisor o receptor puede motivar una reducción en el tamaño efectivo de la célula que provocará cortes de llamadas, zonas de sombra en cobertura

y una reducción de la capacidad de la red. Para asegurar que estos problemas no aparezcan tendremos que realizar una prueba exhaustiva de los caminos de recepción y transmisión así como las comprobaciones funcionales de la estación base completa. Además, tendremos que efectuar una medida del sistema de antenas y cableados a red.

El sistema de prueba de Aeroflex está compuesto por un sistema de prueba portátil, software de prueba, software de control específico de la estación base en cuestión con posibilidad de registro de los datos obtenidos. La prueba se puede realizar bien bajo el control del sistema de prueba (normalmente en el momento de la instalación) o bien en modo no intrusivo una vez que la estación base haya sido conectada a red. Los sistemas están disponibles para ofrecer capacidad total de medida en redes GSM/GPRS/EDGE y WCDMA.

Aeroflex trabaja con las siguientes organizaciones en la implementación de sistemas de prueba funcional y de conformidad de protocolo: Ericsson; Motorola; Lucent; Nokia; Huawei; Samsung; Alcatel/NEC; Siemens; T-Mobile; Verizon; ATT/Cingular.

Prueba de circuitos integrados de RF

Los mercados de telefonía celular y de datos radio han experimentado un rápido crecimiento y evolución debido al diseño de los CI que incorporan muchas de las funciones RF. Esto ha provocado que los requisitos de prueba no puedan ser abordados por los complejos sistemas de prueba de CI usados en dispositivos digitales. Como en todos

los procesos de producción, se deberá encontrar un equilibrio entre la tasa de producción y la de prueba, idealmente la capacidad de prueba debe alcanzar la misma velocidad que el proceso de fabricación de chips. En la industria, los tiempos de prueba son generalmente cortos y normalmente por debajo de 1 segundo. Esto requiere una rápida caracterización de la sección RF del chip. Mientras que el diseño de CI va integrando más y más funciones RF, a menudo no se pueden, económicamente, desarrollar elementos tan grandes lo que supone requisitos adicionales de prueba RF como añadir señales de reloj y osciladores locales.

La solución sintética aportada por Aeroflex ofrece una plataforma de prueba integrada capaz de alcanzar velocidades de prueba de muy superiores a las conseguidas con instrumentación convencional. El diseño de sistemas de prueba Aeroflex se ha enfocado a la velocidad del bus, la cantidad de datos a transportar y las especificaciones hardware.

El sistema sintético Aeroflex llega a tiempos de conmutación de nivel y frecuencia dentro de especificaciones de menos de 250 ms, permitiendo una rápida caracterización del amplio rango de funcionamiento de, por ejemplo, los chips empleados en telefonía celular. Otro beneficio adicional de los sistemas sintéticos es su flexibilidad que permite implementar en el sistema nuevas medidas paramétricas y seleccionarlas por software.

Prueba de componentes de Transmisor y Receptor

El Sistema Sintético de Prueba para Microondas de Aeroflex fue optimizado en un principio para la prueba de módulos (transmisor-receptor) en entornos de producción. Un módulo T/R es un dispositivo de múltiples puertos compuesto por

amplificadores, atenuadores y desplazadores de fase junto con electrónica de control digital. El Sistema Sintético de Prueba de Microondas de Aeroflex es aplicable también a otros componentes como osciladores locales, receptores, desplazadores de fase y amplificadores. Este sistema está diseñado para mejorar considerablemente los tiempos de prueba de los módulos y reducir los errores de medida introducidos tanto por el usuario o el hardware de prueba. Está especialmente adaptado a aplicaciones de prueba en producción, en donde el rendimiento y flexibilidad son de suma importancia. Mediante su diseño sintético, el sistema de prueba de módulos T/R puede configurarse tanto en hardware como software para cumplir los requerimientos específicos del usuario.

El sistema TRM 1000C utiliza actualmente un lenguaje de programación de scripts llamado JavaScript (también conocido como lenguaje estándar ECMAScript). Los Scripts se utilizan para definir la lógica, control, procesado y almacenamiento de las medidas y sus resultados. En cualquier momento se pueden cargar un número indeterminado de scripts y establecer una secuencia mediante una orden de ejecución de prueba u otro controlador de pruebas externo. Mediante el secuenciamento de los scripts, el TRM 1000C puede cambiar de una aplicación de medida (i.e. análisis vectorial de redes) a otra (figura de ruido).

Se pueden designar dos categorías de scripts, de bajo y de alto nivel:

- Los scripts de bajo nivel se interpretan y ejecutan paso a paso (instrucción a instrucción). Un script de bajo nivel no está optimizado para velocidad de prueba, pero es mejor para los casos en que se desconoce el número de estados firmware. Este tipo de situaciones aparece por ejemplo cuando se utilizan saltos condicionales, si el resultado de una medida se utiliza para decidir si es necesario efectuar otra medida.

- Los scripts de alto nivel se cargan, interpretan y traducen en una tabla de estados dentro del procesador. El procesador puede entonces ejecutar esta tabla de estados sin ninguna interacción con el script. Este método es óptimo para velocidad, pero precisa conocer el número de estados.

Una vez definido el script, puede realizarse la medida. La ejecución de la prueba comienza con la selección del script deseado y la carga de los parámetros necesarios. Si el script es de bajo nivel, las medidas se efectuarán según los requerimientos del sistema. Si el script es de alto nivel, el script de medida se descompone en una "tabla de estados" siguiendo la inicialización de la "máquina de estados". El script de alto nivel se ejecuta completamente por hardware, bien de forma inmediata tras la inicialización o bien siguiendo instrucciones de temporización programadas por el usuario (i.e. interfaz con el operador definida durante la ejecución de la prueba).

Tras la realización de la medida, los valores precisados se almacenan en un fichero de datos local. Puesto que la programación de los scripts permite la recopilación de conjuntos de datos complejos y multi-dimensionales, y que la velocidad del sistema permite también la adquisición de forma rápida de una gran cantidad de datos, el tamaño de estos ficheros puede llegar a ser considerable.

Los resultados de las mediciones pueden ser dirigidos por el propio script hacia el servidor haciendo uso del driver del enlace de comunicaciones, o bien el fichero de datos se puede recuperar directamente desde el servidor. El software de ejecución de prueba instalado en el servidor realiza todas las actividades de presentación de datos y generación de informes.

Cuadro 1

El TRM 1000C puede realizar las siguientes medidas:

- *Tone Power*
- *Pulse Power*
- *Complex Volts*
- *Total Power*
- *s-Parameter*
- *Noise Figure*
- *Pulse Profile*
- *Raw Read*
- *Frequency*
- *Envelope Delay*
- *Spectral Power Density*
- *Spectrum*
- *Modulation Index*
- *Demodulate*
- *Digital Word*

Cuadro 2

• <i>Tone Power</i>	• <i>Frequency</i>
• <i>Pulse Power</i>	• <i>Envelope Delay</i>
• <i>Complex Volts</i>	• <i>Spectral Power Density</i>
• <i>Total Power</i>	• <i>Spectrum</i>
• <i>Noise Figure</i>	• <i>Modulation Index</i>
• <i>Pulse Profile</i>	• <i>Demodulate</i>
• <i>Raw Read</i>	• <i>Digital Word</i>
• <i>Amplitude Frequency Response</i>	• <i>Noise Figure</i>
• <i>AM/PM Conversion</i>	• <i>Phase Noise</i>
• <i>Beacon Test</i>	• <i>Ranging</i>
• <i>Frequency Conversion</i>	• <i>Ranging Modulation Index</i>
• <i>Group Delay</i>	• <i>Spurious Signals</i>
• <i>Gain Transfer</i>	• <i>Output Power, ALC, AGC</i>
• <i>Gain Monitoring</i>	• <i>Overdrive</i>
• <i>Gain Slope</i>	• <i>Isolation</i>

Utilizando hardware, software y controladores asociados opcionales, pueden efectuarse otras medidas adicionales.

Prueba de Carga de Trabajo para Satélites

El equipo sintético para microondas de Aeroflex está optimizado para la prueba de la carga de trabajo de satélites en el entorno de fabricación. Este sistema de prueba sintético de Aeroflex puede utilizarse tanto como un equipo independiente o bien ser controlado por una red externa como parte de la automatización total de la fábrica.

El sistema está diseñado para mejorar sensiblemente los tiempos de las pruebas integradas de carga de trabajo y reducir los errores de medida introducidos tanto por el usuario como por el hardware de prueba. Gracias a su arquitectura sintética y su diseño, el sistema puede configurarse fácilmente tanto en hardware como software para cumplir los requerimientos específicos del usuario. Este sistema de prueba sintético permite la realización de las medidas indicadas en el cuadro 1.

Partiendo de estas funciones básicas de medida y con similares funciones de estímulo y control de encaminamiento, pueden construirse pruebas más complejas utilizando

la funcionalidad de edición de scripts. Con la potencia de las funciones de scripts, la cantidad de pruebas que pueden ser implementadas es prácticamente ilimitada. La siguiente lista (cuadro 2) muestra, aunque no incluye todos, tipos de pruebas que han sido creados utilizando las funciones de medida del sistema sintético. Adicionalmente, el sistema de prueba de carga de trabajo de satélite puede realizar diferentes medidas utilizando hardware, software y controladores opcionales. El sistema de prueba de satélite puede controlar también equipos especializados para relación potencia/ruido (opción NPR banda ancha) y ruido de fase (opción medida de ruido de fase). □

