

# Uso del análisis de señalización en pruebas y control de la red UMTS

Por Xuebo Wu, Agilent Technologies



Xuebo Wu es director de desarrollo de negocio para Asia de la División de Pruebas para Sistemas de Redes de Agilent Technologies. (ver biografía al final del artículo).

www.agilent.es

*La tecnología UMTS ha realizado grandes progresos en los últimos años. Actualmente, casi todos los grandes operadores de telefonía móvil se encuentran preparando activamente o desplegando redes UMTS para la prestación de servicios comerciales 3G como videollamada, navegación web, MMS, juegos en línea, emisión continua de vídeo (video streaming), PoC, presencia, etc. Sin embargo, quedan por resolver numerosos problemas y desafíos en términos de planificación, mantenimiento, gestión y optimización de las redes 3G. A la hora de hacer frente a estos desafíos, la clave consiste en establecer una metodología completa de pruebas que proporcione la solución efectiva a los complejos problemas de las redes 3G, la evaluación precisa del rendimiento y la calidad de servicio, y la optimización de la red.*

Los requisitos y las aplicaciones de prueba varían en las distintas etapas del despliegue de la red UMTS, e incluyen: verificación de los equipos de la red UMTS, solución de problemas de la red, evaluación del rendimiento y la calidad del servicio 3G y optimización de la red. En todas estas etapas se requieren un análisis y un control precisos de las

señales con el fin de evaluar y resolver fallos o áreas de bajo rendimiento. El analizador de señales es, por tanto, una herramienta crítica en la estrategia global de gestión de la red.

## Prueba de verificación entre equipos de la red UMTS

Durante la instalación y el despliegue de la red, el método principal para solucionar los problemas de interoperabilidad entre distintos equipos de red consiste en utilizar un analizador de señales que monitorice los procedimientos de señalización de las principales interfaces UMTS. En la especificación 3GPP, las interfaces de la UTRAN se encuentran bien definidas y estandarizadas, lo que reduce los problemas de incompatibilidad que a menudo se producían en GSM entre subsistemas de estación base (BSS) de distintos proveedores. Sin embargo, la complejidad de la especificación UTRAN obliga a seguir realizando pruebas rigurosas mediante la decodificación de protocolos y el seguimiento de mensajes a fin de garantizar la interoperabilidad entre los equipos de distintos proveedores. Las pruebas de verificación de

equipos UMTS se centran fundamentalmente en los aspectos siguientes.

### Pruebas de interfaz lu

Las pruebas de interfaz lu pueden ayudar a aislar los problemas de interoperabilidad entre RNC y MSC (SGSN). Es muy común utilizar los equipos de RNC y de redes troncales de distintos proveedores para la construcción de redes UMTS, lo que puede ocasionar problemas de interoperabilidad, como baja tasa de llamadas completadas, bajo rendimiento IP o problemas con la calidad de voz. La prueba de interfaz lu es una forma muy efectiva de resolver estos problemas. Puede ayudar a identificar si el problema se origina en la UTRAN o en la red troncal.

### Pruebas de interfaz lub

Las pruebas de la interfaz lub pueden ayudar a resolver diversos problemas en el subsistema de estación base (BSS). La interfaz lub tiene la relación más estrecha con la interfaz aérea WCDMA e incluye numerosos parámetros relacionados con RF e informes de medida de radio. Las pruebas de lub proporcionan un modo efectivo de analizar los principales procedimientos y parámetros WCDMA, como la calidad del canal de RF, el control de potencia de bucle exterior, el control de acceso por radio, el traspaso, etc. Si los equipos de prueba 3G proporcionan análisis correlacionado de lub y Uu, facilitarán la solución de problemas de cualquier problema relacionado con radioenlaces WCDMA.

### Pruebas de interfaz lur

Las pruebas de interfaz lur pueden ayudar a aislar los problemas de interoperabilidad entre los RNC de distintos proveedores. En el sistema UMTS, los RNC de distintos proveedores deben ser perfectamente compatibles para permitir la

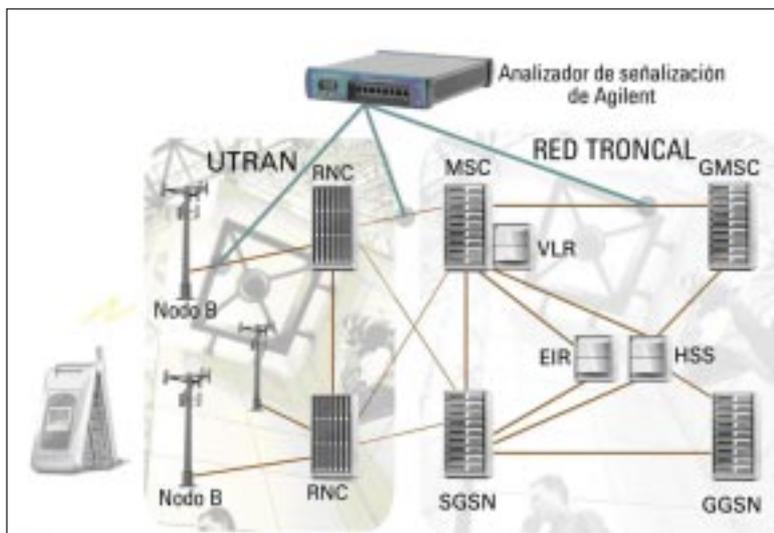
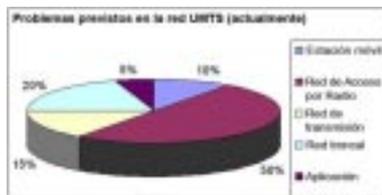


Figura 1. El analizador de señalización es una herramienta crítica en la gestión de la red UMTS

diversidad macro y el traspaso con continuidad. El problema de señalización lur puede originar un fallo en el traspaso con continuidad o un deterioro en la calidad de servicio.

### Mantenimiento y solución de problemas en redes UMTS

Los equipos de prueba de análisis de señalización pueden servir para solucionar problemas de UMTS y reducir los tiempos de inactividad de la red de forma efectiva. Es necesario conectar los equipos de prueba a los puntos de control de señalización clave (por ejemplo, lub, lu, Gn, Gi) o realizar el seguimiento de llamadas (o de sesiones) y la descodificación de protocolos detallada. Los problemas de las redes UMTS pueden producirse en varios ámbitos: la UTRAN, la red troncal, la red de transporte, la estación móvil o en relación con las aplicaciones.



Dado que la arquitectura UTRAN 3GPP R99 es significativamente distinta de la red GSM, la mayor parte de los problemas de UMTS (alrededor del 50 %) se producen en este ámbito. En comparación, la red troncal R99 es prácticamente igual que la red GSM/GPRS y, por tanto, ocasionará menos problemas (el 20 % aproximadamente). La Figura 2 muestra la distribución de problemas en las redes UMTS de la generación actual.

Dado que lub, lu e lur son las interfaces más importantes de la UTRAN, es necesario controlar todas estas interfaces y realizar un análisis correlacionado de lub, lu e lur para solucionar con efectividad los problemas de la UTRAN. Si está activa-

do el cifrado en la interfaz lub e lur, los equipos de prueba 3G deberán extraer la clave de cifrado de la interfaz lu y descifrar automáticamente los mensajes de control y usuario lub e lur.

El analizador de señalización de Agilent hace frente a los problemas más comunes de las redes UMTS, que incluyen:

#### Fallos de acceso a la red

El síntoma típico de este tipo de problemas es que el equipo de usuario (UE) no puede acceder correctamente a la red UMTS o no puede efectuar (o recibir) llamadas. Éste es un problema grave de la red y obliga a utilizar el analizador de señalización para realizar el seguimiento de llamadas en el UE específico (por ejemplo, basándose en IMSI) con el fin de identificar rápidamente la integridad de los procedimientos de señalización. Las situaciones que suelen originar un fallo son: fallo de los procedimientos de señalización NBAP y ACLAP para establecer los radioenlaces y canales AAL2; la conexión RRC no está correctamente configurada; no se puede asignar correctamente la portadora de acceso por radio (RAB) a este UE. Si los clientes en itinerancia experimentan estos problemas, también será necesario comprobar la integridad de los datos y del procedimiento de señalización en la red troncal.

#### Deterioro de los indicadores de rendimiento clave (KPI)

Si el rendimiento general de las llamadas se degrada gravemente (por ejemplo, baja tasa de llamadas completadas, tiempo de establecimiento de llamadas excesivo, alta tasa de llamadas interrumpidas o elevado número de llamadas unidireccionales, etc.), será necesario identificar la causa de estos problemas. En la mayoría de los casos, el ingeniero de redes puede llevar a

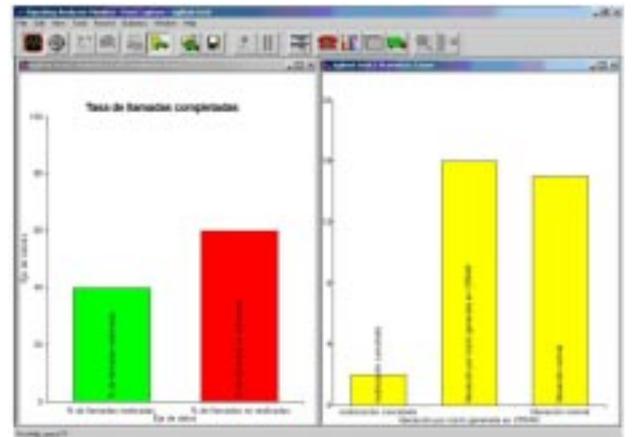


Figura 3. Estadísticas de llamadas

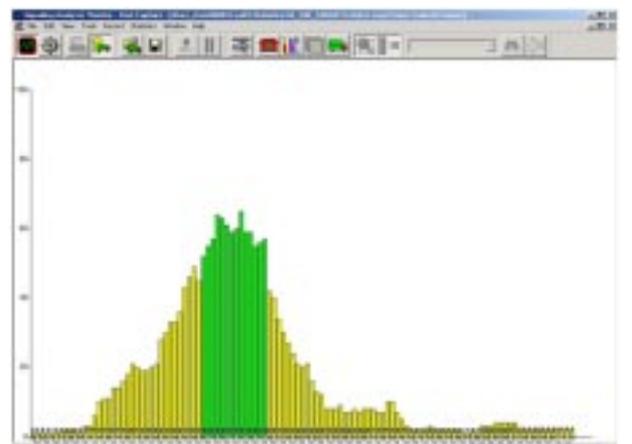
cabo el proceso de solución de problemas con pruebas de la interfaz lu para limitar el problema a la red UTRAN o la red troncal. A continuación puede realizar análisis más detallados centrados en el área específica. Si el problema se encuentra en la red UTRAN, será necesario realizar estadísticas detalladas de los parámetros de RF (por ejemplo, QE, CRCI y SIR) para comprobar si hay problemas de cobertura o calidad de radio.

#### Problemas de control de potencia

El control de potencia es uno de los factores clave que garantizan la buena calidad y la efectividad del sistema UMTS. El control de potencia del enlace ascendente es particularmente importante si queremos

Figura 2. Distribución típica de fallos en la red UMTS

Figura 4. Optimización de recursos de radio; distribución estadística de control de potencia del bucle exterior



maximizar la capacidad de UMTS para atender a más abonados al tiempo que se garantiza el mantenimiento del objetivo de calidad de servicio. Si la implementación o la configuración del control de potencia presenta problemas, es muy probable que los KPI de la red muestren un deterioro significativo. Por tanto, los ingenieros de redes deben controlar y comprobar periódicamente el procedimiento de control de potencia del bucle exterior e interior para garantizar que funciona perfectamente ajustado.

#### Problemas en el traspaso

En la red UMTS se producen frecuentemente traspasos con continuidad. Si hay configuraciones incorrectas de los parámetros de traspaso con continuidad, la tasa global de llamadas interrumpidas puede aumentar considerablemente. Por ejemplo, si el umbral de traspaso no se configura correctamente, el UE realizará el traspaso a una célula con cobertura de señales deficiente y se interrumpirá la llamada. El traspaso de 3G a 2G es un aspecto que también requiere atención cuando la red comercial UMTS es una ampliación de GSM, especialmente cuando los equipos 2G y 3G son de distintos proveedores. En este

caso, el analizador de señales necesita controlar tanto las interfaces 2G/2,5G (por ejemplo, A y Gb) y las interfaces 3G (por ejemplo, Iub e Iu) para realizar el análisis detallado de los procedimientos de señalización relacionados con el traspaso, la configuración del umbral de traspaso y el entorno de la red de radio.

#### Problemas de itinerancia

Si los abonados a servicios móviles encuentran problemas de itinerancia, será necesario controlar la señalización en la interfaz Iu y la red troncal. En el entorno de la red troncal 3GPP R4 y R5, este análisis resulta más complejo porque introducirá la nueva interfaz Nc y Mc y nuevos protocolos (por ejemplo, MEGACO/H.248 y BICC).

#### Problemas de interoperabilidad entre UE y la red UMTS

Uno de los obstáculos para la comercialización de 3G ha sido la velocidad de desarrollo de los equipos de usuario (UE), que no han estado al ritmo de la rápida evolución de las tecnologías 3G. Si bien se han producido avances en los últimos años, sigue existiendo un problema de interoperabilidad entre la estación móvil y la red debido a la complejidad de los servicios y las tecnologías 3G. Por consiguiente, es muy importante comprobar la interoperabilidad entre distintos UE (incluidos distintos modelos y versiones de firmware/software) y la red, así como la compatibilidad entre distintos UE. Este tipo de pruebas suele obligar a que el analizador de señalización controle todo el proceso de señalización relacionado con el UE específico en las interfaces Iub e Iu. En algunos casos también se hace necesario controlar la interfaz Uu con el fin de solucionar problemas relacionados con UE complejos.

### Evaluación del rendimiento y la calidad de servicio de la red UMTS

La prestación de numerosos y nuevos servicios móviles es uno de los factores clave del éxito de las redes comerciales 3G. Sin embargo, también es necesario garantizar la más alta calidad de estos servicios. Después de muchos años de optimización de la red, la calidad del servicio 2G se percibe como muy buena. Las expectativas de calidad de los abonados a servicios 3G suelen ser más altas (o, como mínimo, iguales) que las de los abonados a 2G. Por desgracia, dado que el entorno de radio de WCDMA es más complicado, resulta más difícil gestionar la calidad del servicio UMTS que la de las redes 2G tradicionales.

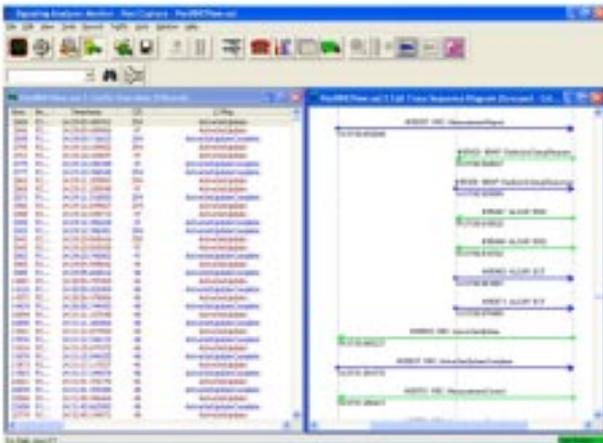
Si la calidad del servicio 3G es inestable o no cumple las expectativas del abonado, el resultado puede ser catastrófico para la comercialización de la red UMTS. Por consiguiente, es esencial que el mantenimiento de la red UMTS controle y optimice el rendimiento del servicio y la calidad de la experiencia del usuario.

Las pruebas de rendimiento y calidad de servicio de la red UMTS incluyen los aspectos siguientes.

#### Prueba de calidad de voz

UMTS utiliza AMR (Codificación de voz adaptativa en tasa binaria – Adaptive Multi Rate) como códec de voz. En condiciones normales, AMR es una tecnología de códec de voz muy efectiva y estable que no debería causar ningún problema con la calidad de voz. Sin embargo, seguirán produciéndose problemas con la calidad de voz en condiciones especiales, por ejemplo, en el traspaso entre sistemas 3G y 2G. Dado que la cobertura de 3G no será muy amplia en la etapa inicial de despliegue de UMTS, el traspaso 3G/2G

Figura 5. Evaluación del traspaso con continuidad



se producirá con bastante frecuencia, lo que propiciará la aparición de problemas con la calidad de voz.

La prueba de calidad de voz 3G incluye dos categorías: activa y pasiva. La prueba activa puede emplearse para evaluar la calidad de voz 3G de extremo a extremo. Puede conectarse el instrumento VQT de Agilent a dos teléfonos 3G a través de los adaptadores telefónicos. Después de establecer la conexión de voz de extremo a extremo pueden realizarse varias pruebas de calidad de voz, como claridad (según la norma ITU-T P.862 PESQ), eco y retardo.

La prueba pasiva se implementa a través de la captura y la reproducción de voz AMR en la interfaz lub e lu. El ingeniero de pruebas de red puede escuchar la voz para evaluar la experiencia del usuario. También se pueden combinar las pruebas activa y pasiva para aislar el origen del problema de calidad de voz. Durante la prueba activa de calidad de voz de extremo a extremo realizada por VQT, se puede capturar y guardar (en un archivo WAV) la AMR de la llamada de prueba desde las interfaces lub e lu. Calculando la diferencia entre el archivo WAV de referencia VQT y el archivo WAV capturado en lub/lu puede realizarse una prueba PESQ fuera de línea. De este modo, el ingeniero de pruebas puede obtener puntuaciones de voz PESQ correlacionadas: puntuación de extremo a extremo, puntuación de lub y puntuación de lu, que pueden servir para identificar la localización del deterioro de la calidad de voz en la red UMTS.

### Prueba de calidad de servicio de vídeo 3G

La videollamada y la emisión continua de vídeo son servicios diferenciados que se prestan a través de UMTS. Estos servicios se consideran la referencia para evaluar el rendimiento de la red UMTS. Cuando los abonados empiecen a utilizar servicios 3G, muchos probarán el servicio de videollamada. Por eso es muy importante

que el trabajo de mantenimiento de la red UMTS garantice un excelente rendimiento y calidad en los servicios de vídeo 3G. Los ingenieros de pruebas pueden capturar y reproducir el tráfico de vídeo conectando el analizador de señalización a la interfaz lub y lu y, a continuación, realizar una serie de pruebas KPI para verificar el rendimiento del servicio, la calidad de vídeo y la experiencia del usuario de los servicios de vídeo 3G.

### Prueba de calidad de servicio IP de alta velocidad

La prestación de diversos servicios de datos de alta velocidad basados en IP es otro factor clave que atraerá a los abonados a las redes 3G. Los ingenieros de redes UMTS deben poder evaluar el rendimiento de los servicios IP (como el caudal de los enlaces ascendente y descendente, la velocidad de retransmisión TCP, etc.) de forma precisa para garantizar el cumplimiento del objetivo de calidad de servicio. También es necesario realizar estadísticas de octetos y paquetes por llamadas a través del seguimiento de llamadas combinado lub/lu/Gn/Gi con el fin de localizar las obstrucciones en la red (RNC, SGNS o GGSN), que pueden provocar la interrupción de los paquetes.

### Prueba de optimización de la red UMTS

En los últimos años ha sido frecuente que los operadores de redes lleven a cabo la optimización de la red inalámbrica con la ayuda de equipos de control de señalización móvil. Hay varias diferencias importantes entre el uso de pruebas de señalización móvil para optimización de la red y la solución de problemas:

- La prueba de optimización de la red implica un mantenimiento preventivo de la red. Es posible que no haya problemas aparentes en la red cuando se lleva a cabo la optimización.
- La prueba de señalización para optimización de la red no suele estar centrada en UE específicos.

- Es necesario que la prueba de optimización de la red reúna periodos prolongados de tráfico y, a continuación, analice problemas potenciales de la red basándose en las estadísticas de KPI tomadas de datos históricos. El ingeniero de redes puede optimizar el rendimiento y la calidad globales de la red a través de una mejora continua de estos KPI.

- Para realizar una optimización eficiente de la red es esencial suministrar herramientas automáticas de exploración de datos (data mining) con el fin de analizar los enormes volúmenes de datos históricos de tráfico.

La prueba de optimización de la red se centra fundamentalmente en los aspectos siguientes:

#### Analizar el rendimiento global de la red basándose en KPI

El trabajo de optimización de la red UMTS puede comenzar con las estadísticas de rendimiento de llamadas (por ejemplo, tasa de llamadas completadas, tasa de llamadas interrumpidas, porcentaje de trasposos con éxito, etc.), con las que el ingeniero de la red puede conocer el rendimiento global de la red UMTS. Si estos KPI no son suficientemente buenos, será necesario realizar estadísticas más detalladas basadas en protocolos, como estadísticas de distribución de valores causales y tipos de mensajes ALCAP, NBAP y RRC. Si el problema es aparente en el protocolo específico, pueden realizarse análisis más detallados, como seguimiento de llamadas y filtro avanzado de mensajes, para localizar el origen de los problemas de KPI.

Por ejemplo, si los UE no pueden recibir mensajes de notificación RRC, los UE no responderán con los mensajes de respuesta de notificación. En las estadísticas de mensajes RRC se reflejará que el número de mensajes de respuesta de notificación es mucho más alto que el número de mensajes de notificación. Para aislar este problema, el ingeniero de pruebas puede seguir verificando la calidad de la señal de radioenlace a través de las estadísticas de Frame Protocol

(FP) de lub (por ejemplo, CRCI y QE) y, a continuación, comprobar si la asignación de áreas de ubicación es razonable a través de las estadísticas de llamadas tabulares basadas en LAC.

#### Analizar los problemas de la interfaz aérea a través de las estadísticas de FP de lub

La estandarización de la interfaz lub y sus informes de medida establecen la base para el uso de un dispositivo de prueba de señalización UMTS que analice el problema relacionado con RF. También constituye una forma efectiva de analizar la calidad de la señal del radioenlace, los errores de bloque y el control de potencia de la interfaz Uu a través de las estadísticas FP de lub. Si se detectan problemas de alto nivel a través de las estadísticas de rendimiento de llamadas o mensajes, la realización de análisis en profundidad de la capa FP puede identificar si el problema se debe a problemas de RF, como interferencias de radio, cobertura y control de potencia, etc.

Por ejemplo, si se realiza un análisis gráfico de línea FP por llamada para conocer la relación entre la calidad de radio del enlace ascendente (CRCI y QE) y el objetivo de SIR, será fácil identificar si el control de potencia del bucle exterior está funcionando correctamente.

Las estadísticas tabulares de KPI suministradas por el analizador de señalización son muy efectivas a la hora de identificar problemas en el Nodo B o RNC. Las estadísticas tabulares de KPI pueden proporcionar distintos parámetros de calidad de RF o rendimiento de llamadas, como QE, BLER, tasa de llamadas con éxito y razones del fallo de llamada, basándose en LAC, CID o Nodo B (generalmente identificado por VPI). El ingeniero de redes puede cambiar el orden de la tabla seleccionando cualquier columna de KPI con el fin de identificar problemas de Nodo B o RNC. Entonces resultará mucho más efectivo llevar a cabo una prueba de control centrada en las áreas problemáticas de la optimización de la red.

#### Sistemas OLAP y DMT para el análisis efectivo de datos históricos

Si bien las estadísticas tabulares y KPI anteriores pueden ayudar a los ingenieros de redes en cierta medida en su actividad cotidiana de mantenimiento de la red, se necesita una forma mucho más efectiva de analizar grandes volúmenes de datos históricos para la optimización periódica y a largo plazo de la red. La optimización de la red es un proceso de mantenimiento preventivo que requiere largos periodos (quizá 24 horas al día, 7 días a la semana) de recogida de datos de señalización y análisis en línea para descubrir problemas potenciales de la red que es posible que sólo se produzcan en un determinado periodo de tiempo (por ejemplo, en horas pico de la red). Debido a los enormes volúmenes de datos de señalización 3G, es poco realista realizar análisis de datos históricos (por ejemplo, semanales, mensuales o anuales) utilizando el sistema de postprocesamiento tradicional, que duraría muchísimo.

Por tanto, los sistemas de control UMTS deben suministrar un mecanismo de análisis y procesamiento en línea (OLAP) para gestionar las pruebas periódicas y a largo plazo para la optimización de la red. El sistema OLAP importará continuamente en la base de datos el CDR generado por el analizador de señalización. Analizará, enriquecerá y acumulará automáticamente estos datos para generar los distintos KPI correspondientes al periodo histórico configurado. El sistema también deberá suministrar una función de exploración automática de datos que permita a los ingenieros de redes analizar los datos KPI con visualizaciones tridimensionales desde distintas perspectivas.

#### Resumen

Las normas, tecnologías y soluciones UMTS 3G están evolucionando rápidamente. La mayoría de los principales operadores inalámbricos del mundo están desplegando activamente (o preparando) la red comercial UMTS. Sin embargo, dado el

carácter altamente complejo de la tecnología UMTS, siguen planteándose numerosos desafíos en la instalación, el mantenimiento y la optimización de redes UMTS. Los sistemas de pruebas de señalización móvil, como el analizador de señalización J7830A de Agilent, pueden ayudar a los operadores y fabricantes de equipos de redes (NEMs) a desplegar, mantener y gestionar sus redes 3G de forma más efectiva, ya que solucionan los problemas de interoperabilidad entre los equipos de distintos proveedores, solucionan rápidamente los problemas de la red para reducir el tiempo de inactividad, evalúan con precisión el rendimiento y la calidad del servicio 3G y optimizan el rendimiento de la red.

#### Biografía

Xuebo Wu es director de desarrollo de negocio para Asia de la División de Pruebas para Sistemas de Redes de Agilent Technologies. Después de realizar un máster en redes informáticas en la Universidad de Fudan en 1996, se incorporó a la División de Medida y Prueba de Hewlett-Packard como ingeniero de aplicaciones de comunicaciones de datos. Cuando Agilent Technologies se separó de HP en 1999, pasó al Grupo de Soluciones de Comunicaciones de Agilent. Xuebo ha ocupado distintos puestos en Agilent, como ingeniero jefe de aplicaciones, director de soporte y consultoría y director de desarrollo de negocio. A lo largo de su carrera profesional de diez años, Xuebo siempre ha trabajado en el ámbito de las comunicaciones de datos, VoIP/NGN y pruebas de señalización móvil, incluidos soporte de productos, consultoría técnica, formación tecnológica, despliegue de soluciones de control de redes y desarrollo de negocio. Posee un conocimiento y una experiencia muy amplios en pruebas de señalización móvil 3G y solución de problemas de redes UMTS. o