

El boom de WiMAX: No es todo magia

Artículo cedido por David Beltrán, Dpto de Soporte Técnico de Rohde & Schwarz España



www.rohde-schwarz.com

A pesar de las convincentes ventajas de WiMAX, operadores de sistemas y vendedores de equipos deben prepararse para abordar algunos retos técnicos nuevos.

WiMAX siglas anglosajonas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial mediante acceso por microondas) está cambiando, de forma muy rápida, el acceso de banda ancha por radio, tanto para consumidores como para empresas.

Diseñadas en base al estándar IEEE 802.16, las redes WiMAX parecen estar destinadas a expandirse rápidamente en los próximos años, especialmente en aplicaciones de banda ancha. Basándose en modernas técnicas de transmisión, como Orthogonal Frequency-Division Multiplexing/Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDM/OFDMA), WiMAX tiene como objetivo primordial proporcionar acceso de alta velocidad para aplicaciones de Internet. Su pa-

norama de futuro es aún más creciente debido a la tendencia de expansión de las aplicaciones móviles.

Pero WiMAX no es solo una red más. Tan pronto como ingenieros formados en nuevas tecnologías aborden el estándar emergente, se enfrentarán a varias necesidades de sistemas, en especial en términos de requisitos de RF y arquitecturas. Por ejemplo, para asegurar una funcionalidad estable, fabricantes de WiMAX necesitarán soluciones de medidas fiables capaces de manejar la nueva dimensión que presenta esta tecnología.

Beneficios y Retos

WiMAX puede suministrar ancho de banda por radio de forma fija, nómada, portable y móvil, sin necesidad de línea de visión directa. Consigue capacidades de 40 Mbps por canal en un radio de conexión de tres a diez kilómetros. Esto añade a comunicaciones de niveles superior-

es al nivel físico suficiente capacidad para proporcionar a cientos de empresas enlaces tipo T1 y miles de hogares con enlaces de velocidad similar al DSL.

Sin embargo, el estándar 802.16 WiMAX se diferencia del estándar ya conocido 802.11 a/g en varios puntos. Aunque ambos se basan en OFDM, en vez de en un ancho de banda fijo y un número de portadoras limitado, WiMAX presenta anchos de banda variables desde 1 a 28 MHz con 128, 256, 512, 1024 y 2048 subportadoras.

Lo que es más, WiMAX permite confinar transmisiones en un subconjunto de portadoras disponibles – pero utilizando la misma cantidad de potencia – lo que alarga el alcance de forma eficaz.

Dado que WiMAX implica el uso de dispositivos dentro de edificios, será necesario compensar la pérdida de potencia de la señal si se transmite al exterior.

Y debido a que los equipos de los clientes están limitados

en potencia se puede concentrar la potencia en unas pocas subportadoras en el enlace de subida, equilibrando la potencia de subida y bajada, permitiendo un alcance mayor.

Tener más subportadoras significa que éstas están colocadas muy próximas unas de las otras. Esto implica un fuerte control del ruido de fase y del jitter temporal, así como sintetizadores de alto rendimiento. Se necesita prestar atención al intervalo de guarda, un retraso temporal que se da antes de la transmisión de cualquier paquete. En WiMAX, incluso los intervalos de guarda varían.

Otro cambio tiene lugar en el vector error magnitud (EVM). En el estándar 802.11, la magnitud se determina a -25 dB, con un rendimiento del 10% en la tasa de paquetes erróneos. WiMAX, por contrario, tiene por objetivo una tasa de error del 1% con un EVM de -31 dB. De manera similar, la nueva red obtiene un rendimiento mejorado mediante la imposición de un límite más estricto en el ruido del receptor.

Debido a la utilización de múltiples antenas (técnica MIMO), los receptores se comprueban con generadores de señal conformados por dos generadores de banda base conectados a dos antenas diferentes y atacados por dos simuladores de fading. Este montaje permite comprobar el receptor en un sistema de diversidad con el mínimo esfuerzo en el cableado.

En otras dimensiones WiMAX se vuelve también más complejo. Mientras que 802.11 depende de la multiplexación por división en el tiempo (TDD), WiMAX 802.16 permite TDD, multiplexación por división en frecuencia (FDD) y FDD half-duplex (H-FDD).

Tres claves para aumentar la velocidad

La ocupación de gran ancho de banda, esquemas de modulación de orden alto y la utilización de múltiples antenas (MIMO) son técnicas que permiten al estándar de WiMAX alcanzar transmisiones a 40 Mbps.

A mayor ancho de banda mayor número de símbolos se transmiten a la vez, incrementando en consecuencia la velocidad de transmisión, lo que a su vez significa reducir el tiempo de símbolo. Los canales multitrayecto, como son todos los canales de radio, no son idóneos para transmitir símbolos de corta duración debido a que se producen diversos retrasos de fase mayores al tiempo de símbolo, que imposibilitan al receptor distinguir entre ellos. Este efecto se define como interferencia inter simbólica.

La modulación OFDM utiliza un gran ancho espectral que reparte entre muchas subportadoras, cada una con ancho de banda más pequeño que el tiempo de un símbolo. Con este procedimiento se consigue el efecto de alargar la duración de un símbolo, y la señal se hace robusta al fading. La duración de símbolo también se puede aumentar utilizando información redundante, en detrimento de la velocidad de transmisión. La última parte del símbolo se repite como prefijo del mismo, y puede ser 1/4, 1/8, 1/16 o 1/32 del tiempo de símbolo.

Cada una de las subportadoras de radio de WiMAX se modula en fase (I) y en cuadratura (Q) en alguno de los esquemas típicos. Éstos son BPSK, QPSK, 16QAM y 64QAM con 2, 4, 16 y 64 puntos o símbolos en la constelación que se correspon-

den a 1, 2, 4 y 6 bits por símbolo. A mayor orden de modulación, mayor tasa binaria, pero más cerca se encuentran los puntos de la constelación y más inconvenientes tiene el receptor para decidir qué símbolo ha recibido. WiMAX adapta el esquema de modulación y la codificación en función de las condiciones del enlace.

Para determinados recursos incrementar el número de antenas aumenta la relación señal ruido y permite aumentar la velocidad de transmisión. Cada señal procedente de una antena diferente experimenta un fading distinto. Estimando las características del fading para cada canal, mediante envío de secuencias conocidas, se puede distinguir la procedencia de las señales.

Altas velocidades de transmisión requieren una eficiencia igualmente alta de los recursos de tiempo y frecuencia. El esquema de modulación OFDM permite una gran flexibilidad de los recursos ofreciendo la eficiencia exigida por WiMAX

Herramientas de ayuda

Para ingenieros y otras personas que deban desarrollar, manufacturar o implementar componentes WiMAX y sus aplicaciones asociadas, les puede interesar tener las herramientas adecuadas cuando se enfrenten a estas nuevas necesidades. Por ejemplo, es necesario tener la capacidad de analizar las características de estas señales de alta frecuencia, una tarea que está por encima de los analizadores de espectro convencionales. Generar señales de referencia WiMAX también puede presentar retos.

Los analizadores de espectro modernos parecen tener la capa-

Analizador de espectro R&S FSL de Rohde&Schwarz. Permite realizar medidas en señales WiMAX de acuerdo con el método OFDM/OFDMA.



idad de medir parámetros como ancho de banda, emisiones espurias, y potencia en canales adyacentes. No obstante, para tener éxito en WiMAX, el ancho de banda de resolución del analizador de espectro debe ser mayor que el ancho de banda de la señal RF. En otras palabras, tiene que superar los 28 MHz, en el modo con mayor ancho de banda, para medir directamente la potencia de ráfaga en el dominio del tiempo. Adicionalmente el analizador de espectro debe ser capaz de demodular con éxito. De manera que la demodulación o el ancho de banda IQ deben sobrepasar los 28 MHz.

En resumen, antes de empezar a realizar una medida, no solo se necesitan configurar los parámetros estándar, como la frecuencia y tiempo de recogida de datos, sino también el ancho de banda y la duración del intervalo de guarda.

La capacidad de su equipo de generar una señal debe ser tal, que pueda manejar distintos tipos de complejidad. Por ejemplo, generar señales de test para receptores-comprobadores de OFDM de acuerdo al estándar de WiMAX, ayuda a predefinir diferentes escenarios, como 64 ráfagas de potencia y carga de datos definida por el usuario, tanto en

el enlace de subida como en el de bajada. Del mismo modo, su equipo debe ser capaz de minutar la posición de cada ráfaga de subida en tramas que pueden ser variables. Esto permite simular estaciones móviles que se encuentran a distintas distancias.

Debido a que señales de gran ancho de banda son susceptibles al fading, WiMAX utiliza la modulación OFDM, que es muy robusta ante estos problemas como ocurre en todas las técnicas de espectro ensanchado. La contrapartida de esta modulación es la necesidad de amplificadores muy lineales, para poder trabajar con el alto factor

de cresta de estas señales. Además las señales de gran ancho de banda necesitan amplificadores y moduladores I/Q con respuesta en frecuencia plana. Los transmisores necesitan una precisión de modulación alta para poder enviar señales con órdenes de modulación elevados, y los receptores precisan la capacidad de distinguir entre los diferentes puntos de la constelación incluso en presencia de ruido, condiciones de fading o de interferencias.

Los tests con múltiples antenas exigen adicionalmente la generación de múltiples señales así como generación de varios canales de fading. La flexibilidad de un sistema OFDMA tiene como contrapartida un capa física compleja, y esto crea nuevos desafíos para los test de interoperabilidad.

Ejecutar tests sobre dispositivos WiMAX precisa equipos de medida sencillos de manejar y fiables para generar y analizar la conformidad de las señales y simular interferencias. Y finalmente, para test automatizados, los operadores necesitaran generar señales de test por control remoto. ◦



Generador vectorial de señal R&S SMJ100A de Rohde&Schwarz.