

WiFiFiber: Una alternativa inalámbrica a la fibra óptica

Francisco Fernández Marcos, Enrique Iglesias Hernández
F2-Tel Ingeniería de Telecomunicación/GigaBeam
info@f2-tel.com

Imaginémonos a una empresa que quiere unir las redes de área local Gigabit Ethernet, situadas en dos edificios separados hasta cuatro o más kilómetros. Podría solicitarle a un Operador de Telecomunicaciones que le suministrase 500 líneas E1, unos cuantos cientos de líneas digitales asimétricas, o un enlace dedicado de fibra óptica. Esta última posibilidad, sería hasta hoy la mejor técnicamente, pero el coste, el alto plazo de instalación o los impedimentos físicos, podrían hacerla inviable. ¿Qué ocurriría si dispusiésemos de una *tecnología radio*, que ofreciese anchos de banda de hasta 10 Gb/s y pudiese desplegarse en pocas horas? Esta solución ya existe. Su nombre es WiFiFiber (Wireless Fiber).

TRANSMITIENDO POR EL AIRE

Tradicionalmente se han utilizado diferentes tecnologías para lograr la transmisión de datos punto a punto o punto-multipunto vía radio, a frecuencias inferiores a los 40 GHz: telefonía celular, WiFi, MMDS, WiMax, LMDS o microondas. Generalmente, cuanto más alto sea el espectro en el que trabajan estas tecnologías, mayor será el ancho de banda disponible por canal, aunque los aspectos regulatorios tienen no poca influencia. Únicamente con enlaces de microondas punto a punto se pueden conseguir tasas de transmisión de 100, 155 o en casos extremos 311 Mb/s, pero comprimiendo los datos en canales estrechos, inferiores a los 50 MHz, lo que obliga a utilizar complejas técnicas de modulación y procesamiento de señal. Para conseguir mayores tasas de transmisión hay que re-

currir a unidades, antenas, frecuencias o caminos múltiples.

WiFiFiber es un nuevo concepto, desarrollado por GigaBeam para operar en forma transparente, de manera que los usuarios no sean conscientes de que los servicios que demandan se transmiten por radio. Utiliza ondas milimétricas en las bandas de 71 a 76, de 81 a 86 y de 92 a 95 GHz. En este espectro se pueden transmitir señales de más de 1 Gb/s en vanos de 2 km en ciudades como Madrid, garantizando una disponibilidad del servicio del 99,999%. Los cinco minutos de incommunicación al año de esta disponibilidad de cinco nueves, sólo se producen por la presencia de lluvias torrenciales localizadas.

Utilizando esquemas de modulación sencillos de 1 a 3 bits/Hz, es posible lograr transmisiones de 1 a 2,5 Gb/s con un coste razonable, aunque los componentes electrónicos para las distancias reseñadas

más arriba no puedan realizarse de silicio y haya que recurrir al más caro Arseniuro de Galio. El AsGa presenta una gran ventaja en lo relativo a la dependencia con la temperatura de la ganancia por etapa; los chips de este compuesto, entregan una potencia suficiente como para que en un rango de temperaturas de 100 °C se produzca en la circuitería una variación total de sólo 10 dB, frente a los 20 dB que se tendrían con circuitos de silicio.

BANDA ANCHA EN LAS ONDAS

Velocidades de 1 Gb/s son mayores de lo que hasta ahora era posible encontrar en una transmisión de radio. Pero las necesidades crecen, y hay que adelantar soluciones para adaptarse a ellas. ¿Por qué no desarrollar sistemas que transmitan a tasas de 10 ó 20 Gb/s, o aún más al-



tas? Usando InP como sustrato pueden lograrse los circuitos adecuados. La tecnología de transistores bipolares de heterounión posibilita la obtención a GigaBeam de productos para aplicaciones de 50 a 300 GHz. A partir de ellos GigaBeam está desarrollando un convertidor analógico/digital de 4-6 bits con una tasa de muestreo de 90 GHz, que permitirá disponer de una nueva generación de demoduladores que operarán a las tasas ya señaladas de 10 ó 20 Gb/s.

No obstante, el primer equipo de radio funcionando a 10 Gb/s cuyo lanzamiento comercial se prevé para la segunda parte de 2006, utilizará tecnología analógica, operando a 3 bits/Hz y hará uso de una banda de 5 GHz completos.

Y aún hay capacidad de mejora: Utilizando esquemas de modulación de amplitud en cuadratura de 64 ó 128 bits, podrán conseguirse mayores tasas de transmisión.

¿QUÉ FACTORES AFECTAN A LA TRANSMISIÓN?

El haz que se transmite a las frecuencias de WiFiber está confinado en un pequeño espacio, similar a un lápiz que se extendiera de emisor a receptor. Es bastante evidente que para que se produzca el enlace sin usar repetidores, tendrá que existir visión directa entre extremos y las antenas se han de enfocar correctamente. Una antena de banda milimétrica con un ancho de haz de $0,5^\circ$ ha de instalarse en un mástil o torre que no estén sujetos a un excesivo movimiento. Podría situarse sin problemas en una torre existente que haya sido diseñada para soportar antenas de microondas punto a punto con anchos de haz de alrededor de 2° , pero sería probablemente inadecuado instalarla en torres diseñadas exclusivamente para antenas celulares que tienen anchos de haz mayores a 15° , salvo que se hiciera situándola tan baja como fuera posible.

Por otra parte, las antenas de WiFiber pueden instalarse incluso en interiores, tras los cristales de una ventana.

Las transmisiones de radio tradicionales no se ven afectadas por las condiciones atmosféricas y se puede establecer por la «regla de la vieja» que un incremento de 4 dB en la ganancia del sistema

dobra el rango en el que es posible el enlace. Este hecho se mantiene para las ondas milimétricas como WiFiber si el tiempo es claro, pero si llueve torrencialmente y queremos mantener nuestra disponibilidad de 5 nueves, ¡el pasar de 1,5 a 3 km exigiría un incremento de potencia de 50 dB!

La niebla, la nieve, la lluvia ligera y la contaminación afectan en muy poca medida a las ondas milimétricas. Es a partir de precipitaciones torrenciales cuando la atenuación del enlace se incrementa de



forma drástica. Afortunadamente esto ocurre menos de cinco minutos al año en prácticamente toda la península Ibérica, por lo que la disponibilidad para enlaces de hasta 2 km está garantizada, y si no fuésemos exigentes con la disponibilidad del servicio, nuestro enlace podría ser mucho mayor. En el gráfico de atenuación atmosférica en función de la frecuencia de transmisión utilizada se puede observar que las bandas en las que trabaja WiFiber se encuentran en una ventana de baja atenuación relativa, situada tras un fuerte pico de absorción de O_2 situado a aproximadamente 60 GHz.

Para realizar un enlace con tiempo claro, de entre 1,5 y 2 km utilizando antenas de 50 dB de ganancia —que tienen unas dimensiones típicas de 0,6 m de diámetro—, sólo sería necesario utilizar una señal de $1 \mu W$ para transmitir una tasa de 1,25 Gb/s, utilizando modulación bifase diferencial y asumiendo un umbral de -60 dBm para un ancho de banda de radiofrecuencia de 2,5 GHz. Para transmitir la misma señal a 3 km de distancia, serían necesarios, $4 \mu W$.

Con lluvia intensa, el mantener la disponibilidad de los cinco nueves nos supondría tener que incrementar la potencia hasta 0,1 W para poder realizar un enlace de 1,5 km de distancia. Para llegar a 3 km

sólo serían necesarios 0,4 W, siempre que la lluvia estuviese concentrada en uno solo de los dos posibles tramos de 1,5 km, en los que podemos dividir conceptualmente nuestro enlace. Ésta suele ser una situación normal: la lluvia se concentra espacialmente y no es habitual que se extienda en un área muy amplia. Si desgraciadamente se diera esta última situación, necesitaríamos un transmisor de 40 Kw para realizar un enlace de 3 km; como estas potencias no son posibles en esta tecnología, sólo se garantiza la disponibilidad de 5 nueves para distancias comprendidas entre 1,5 y 2 km (2 km, sería por ejemplo el caso de Madrid, a la vista de los diagramas de lluvia de los últimos años). Para una disponibilidad de cuatro nueves, sí sería posible garantizar enlaces de distancia doble a la calculada para cinco nueves.

APLICACIONES DE WIFIBER

Ya hemos intuido alguna buena aplicación de WiFiber. Hay muchas más que se nos pueden ocurrir. A título de ejemplo citaremos las siguientes:

- Acceso redundante alternativo a redes de fibra óptica
- Enlace entre centros remotos de redes SAN.
- Red troncal de accesos inalámbricos.
- Red de área local en un campus empresarial.
- Red de transmisión de vídeo de alta definición o de señales «triple play».
- Redes Metropolitanas.
- Acceso a redes de área amplia.

USUARIOS POTENCIALES

Como conclusión citamos algunos de los posibles usuarios de esta tecnología:

- Gobiernos: central, autonómicos y locales.
- Grandes corporaciones y multinacionales.
- Proveedores de servicios de nueva generación.
- Operadores.
- Proveedores de servicios «wireless» (muy espacialmente WiMax o WiBro).
- Educación y universidades. ●