



Enrique Iglesias Hernández  
Ingeniero de Telecomunicación por la UPM

## WiFiber: banda ancha sin cables

Imaginémonos a una empresa que quiere unir dos redes de área local Gigabit Ethernet, situadas en dos edificios próximos. 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 el ancho de banda demandado y pudiese desplegarse en pocas horas? Esta solución ya existe. Su nombre es *WiFiber (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<sup>1</sup>, MMDS<sup>2</sup>, WiMax<sup>3</sup>, LMDS<sup>4</sup> o microondas. Generalmente, cuanto más alto sea el espectro en el que trabajan estas tecnologías mayor será el ancho de banda dis-

ponible por canal aunque los aspectos regulatorios tienen poca influencia. Únicamente con enlaces de microondas punto a punto se pueden conseguir tasas de transmisión de 100, 155 ó, 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 procesado de señal. Para conseguir mayores tasas de transmisión hay que recurrir a unidades, antenas, frecuencias o caminos múltiples.

*WiFiber* 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 incomunicación 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 razona-

.....  
**“WiFiber es un nuevo concepto para operar en forma transparente, de manera que los usuarios no sean conscientes de que los servicios que demandan se transmiten por radio”**  
.....

ble 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 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 altas? Usando InP (fosforo de indio), 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, Giga-Beam está desarrollando un convertidor analógico/digital de 4-6 bits con una tasa de muestreo de 90 GHz lo cual permitirá disponer de una nueva generación de demoduladores que operarán a las tasas ya reseñadas de 10 ó 20 Gb/s.

No obstante, el primer equipo de radio funcionando a 10 Gb/s, cuyo lanzamiento comercial quedó previsto para el segundo semestre del 2006, utilizará tecno-

**“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. Las antenas de *WiFiber* pueden instalarse incluso en interiores, tras los cristales de una ventana”**

logía 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. Resulta 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° ha de instalarse en un mástil o torre que no estén sujetos a un movimiento excesivo. 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

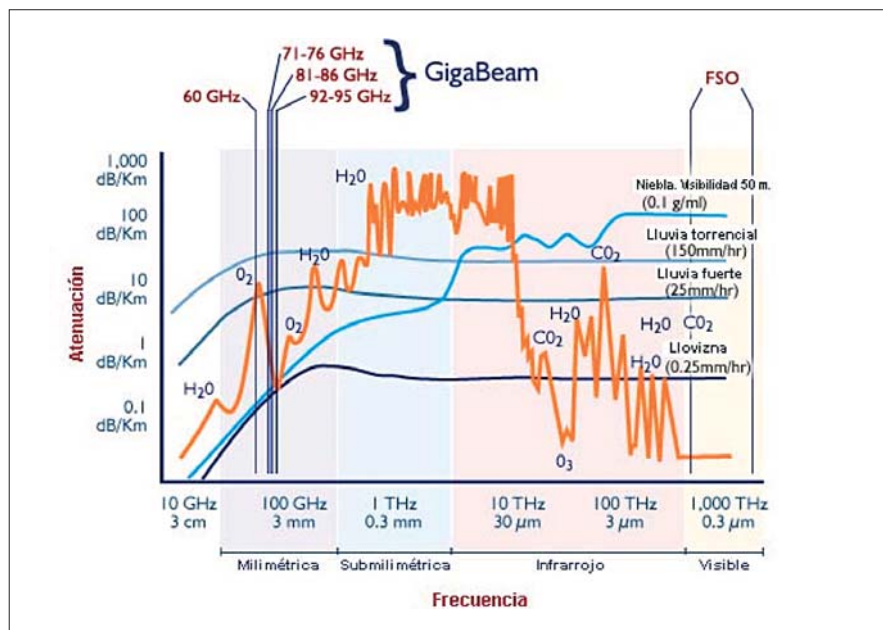


Fig. 1. Representación de la atenuación del medio con la frecuencia.

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 dobla 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 exigirá 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. Por fortuna, 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 primer gráfico se representa la atenuación atmosférica en función de la frecuencia de transmisión utilizada. Se observa que las bandas en las que trabaja *WiFiber* se encuentran en una ventana de baja atenuación relativa, situada tras el fuerte pico de absorción de O<sub>2</sub> a aproximadamente 60 GHz.

En la figura 2 podemos observar que para realizar un enlace de

**“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 dobla el rango en el que es posible el enlace”**

aproximadamente 1,5 km utilizando antenas de 50 dB de ganancia, que tienen unas dimensiones típicas de 0,6 m de diámetro, sólo sería necesario, con tiempo claro, utilizar una señal de 1 μW 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 μW.

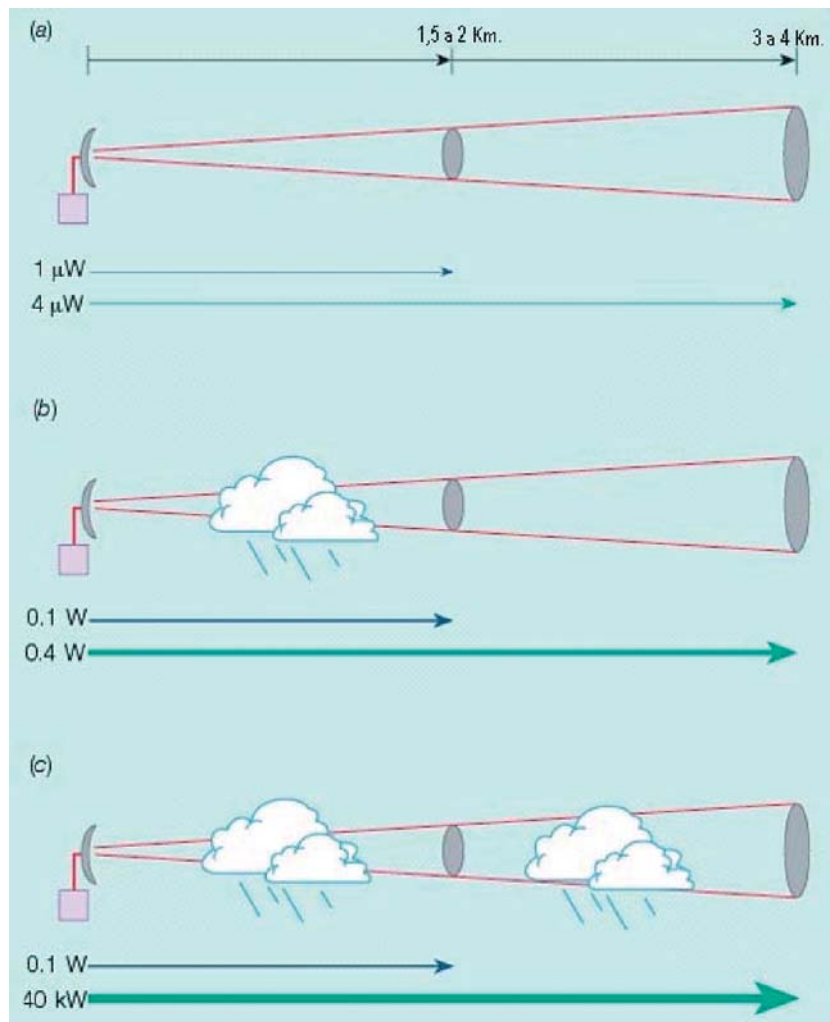


Fig. 2. Influencia de la lluvia en el enlace.

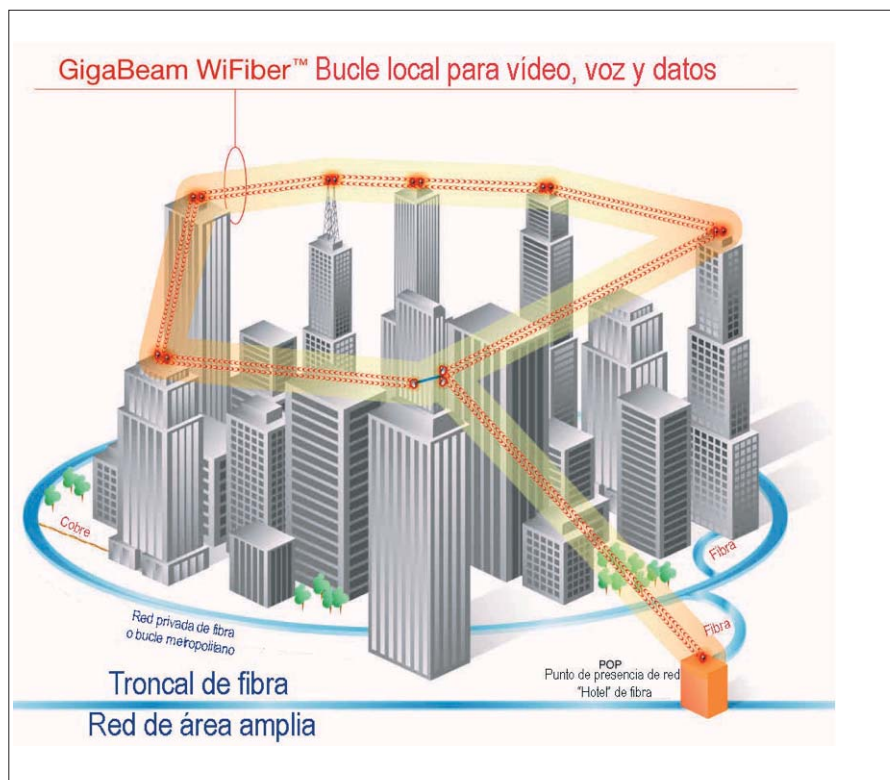


Fig. 3. Esquema de una red WiFiber en anillo.

Con lluvia intensa, el mantener la disponibilidad de los cinco nuevos, 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 por desgracia se diera esta última situación, necesitaríamos un transmisor de 40 Kw para realizar un enlace de 3 km. Dado que estas potencias no

son posibles en esta tecnología, sólo se garantiza la disponibilidad de 5 nuevos 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 nuevos, sí sería posible garantizar enlaces de distancia doble a la calculada para cinco nuevos.

## Aplicaciones de *WiFiber*

Ya hemos intuido alguna buena aplicación de *WiFiber*. Se nos pueden ocurrir muchas más. 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 especialmente, WiMax o WiBro)
- Educación y Universidades. ◆

### Notas

- <sup>1</sup> WiFi: Wireless Fidelity.
- <sup>2</sup> MMDS: Multichannel Multipoint Distribution Service / Servicio de Distribución Multipunto Multicanal.
- <sup>3</sup> WiMax: Worldwide Interoperability for Microwave Access.
- <sup>4</sup> LMDS: Local Multipoint Distribution Service / Servicios de Distribución Local Multipunto.
- <sup>5</sup> SAN: Storage Area Network / Red de Área de Almacenamiento.
- <sup>6</sup> WiBro: Wireless Broadband.