



DOCSIS 3.0: soluciones tecnológicas para la velocidad ultrarrápida

Las tecnologías dominantes de acceso a Internet de banda ancha actualmente (xDSL y Cable) y su creciente desarrollo, demandan una vía evolutiva garantizada tanto en términos de capacidad como de servicios.

Las tecnologías de acceso mediante fibra hasta el hogar (FTTH) suponen una alternativa costosa y cuestionada frente al crecimiento de tecnologías de acceso inalámbrico y por ello la alternativa a ampliar la red de servicios sobre la red de Cable ya existente se posiciona como una decisión óptima en términos tecnológicos y estratégicos. En la Figura 1 se muestra el modelo de despliegue de servicios actual sobre red de Cable.

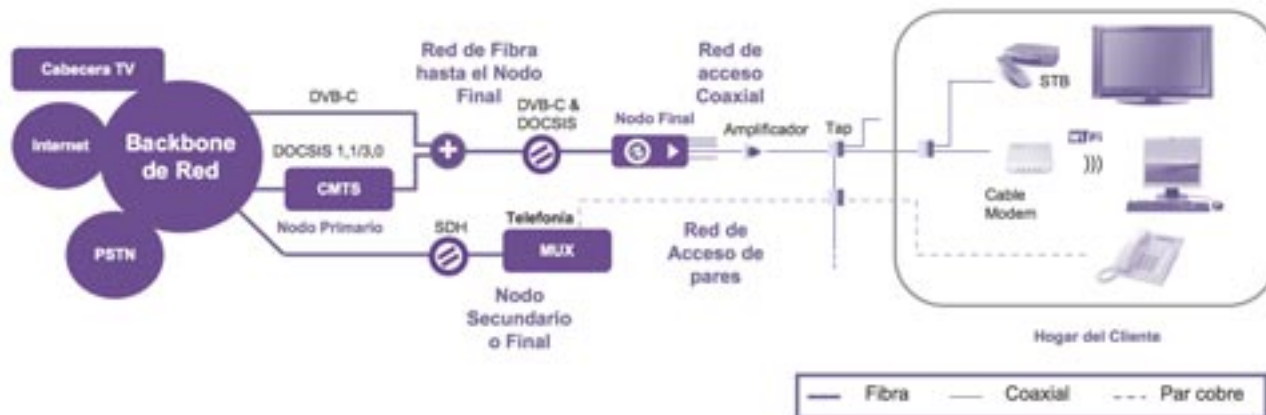
En ONO, conscientes de la necesidad de satisfacer la creciente demanda de velocidades ultrarrápidas, se decidió buscar alternativas para mejorar la capacidad de velocidad a través de soluciones tecnológicas.

La cooperación de los operadores del sector ha sido decisiva para impulsar el desarrollo de la tecnología DOCSIS 3.0. La experiencia en EuroCable Labs ha permitido un despliegue coordinado y pro-

gresivo del sector del Cable (UPC, Kabel Deutschland, Ziggo, Virgin Media).

Considerando la red ya disponible, implementar el DOCSIS 3.0 sobre nuestras redes supone una ventaja tecnológica para al disponer de estas nuevas velocidades en muy corto espacio de tiempo sin tener que desplegar un nuevo medio de acceso. La fuerte inversión inicial que realizó ONO en construir su red, 9.000 millones de

Figura 1: Arquitectura General de red HFC.



euros, nos permite ahora implementar esta nueva tecnología para los 7 millones de hogares que conforman la red de ONO

Algunas consideraciones teóricas sobre el EuroDOCSIS 3.0:

- La capacidad de un canal.

La velocidad máxima de navegación queda limitada por el teorema de Shannon (1), éste determina la capacidad de un canal, en función de la relación señal/ruido del mismo.

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad (1)$$

Esta expresión representa en la Figura 2 el límite de codificación (bit / herz) en función del cociente de potencia media de la señal utilizada y el ruido presente en el canal.

Se denomina 'región practicable' a la zona inferior a la función que representa la tasa de codificación máxima alcanzable, sin precisar el sistema de codificación. Siempre que se trabaje por debajo de la curva de la gráfica 1 será posible decodificar la señal transmitida reduciendo la probabilidad de error tanto como se desee, mientras que por encima de la gráfica no se podrá garantizar la tasa de error en la decodificación.

En términos de eficiencia de utilización del canal, en la Figura 3 se verifica que distintas modulaciones se sitúan en puntos de mayor o menor eficiencia según la región de trabajo.

Como se aprecia, según se incrementa la tasa de bits/Hz la modulación que permite alcanzar

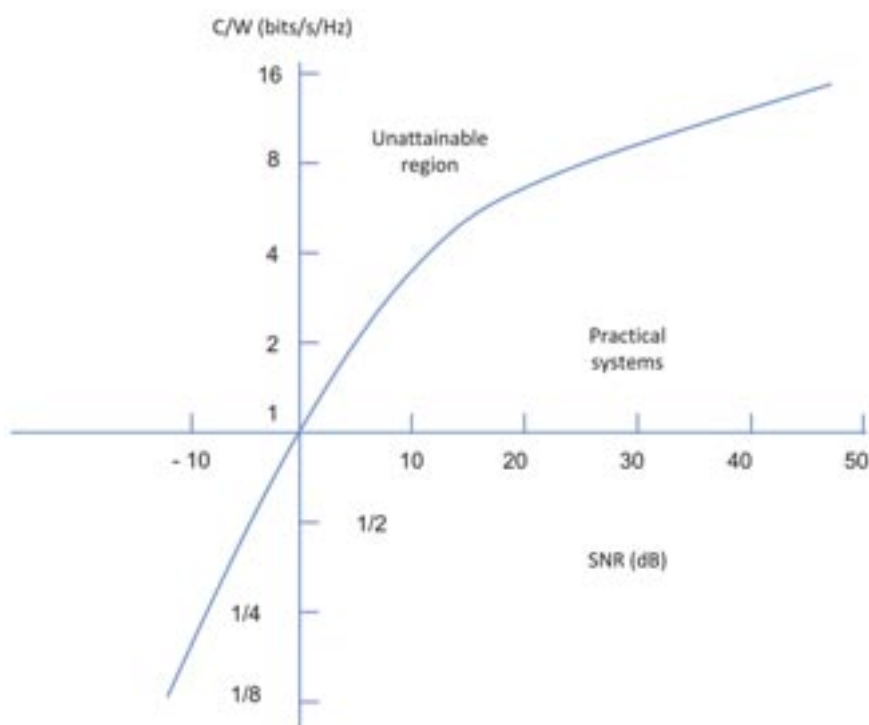


Figura 2: Teorema Shannon

mayores tasas de transferencia es la QAM (símbolo triangular), mientras que para la misma tasa, se requiere mayor potencia de transmisión para modulaciones MPSK.

- Modulación QAM, espectro y ancho de banda:

Una Red HFC está especialmente ideada para la transmisión de señales analógicas, bien de señales analógicas Moduladas en amplitud (AM – Amplitude Modulation) o bien señales digitales moduladas mediante esquemas en Cuadratura (QAM - Quadrature Amplitude Modulation) en las que un determinado número de bits (símbolo) se transmite asignándole una amplitud y una fase mediante una constelación y que será reconocido en el receptor y transformada correctamente en los bits originales si el canal no degrada significativamente dicha señal.

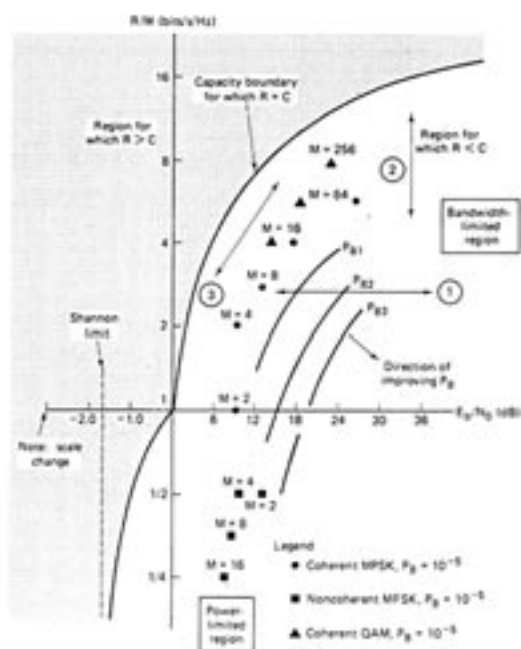


Figura-3: Eficiencia y Modulación.

Cuantos más bits por símbolo se transmitan mayor eficiencia tendrá el canal, aunque, por contrapartida, más sensible será al ruido térmico y otras degradaciones del canal.

En Europa el espectro de una red HFC moderna para el sentido *Downstream* generalmente está comprendido entre 85-870 MHz mientras que el de retorno está comprendido entre 5-65 MHz; en países como EEUU o Japón estas frecuencias varían ligeramente. El espectro *Downstream* generalmente no sufre excesivamente de ruido térmico y, salvo en frecuencias muy concretas, tampoco sufre interferencias de otras señales; por ello en el canal descendente se pueden emplear señales de hasta 256QAM (8 bits por símbolo) sin mayor problema para la prestación de servicios mediante el estándar DOCSIS. Cada portadora emplea un ancho espectral de 8MHz en el Estándar Europeo.

En el canal de retorno, por el contrario, tanto las interferencias como el ruido térmico son muy acusadas y el orden de modulación será sensiblemente inferior al de *Downstream*, esto es 16 QAM, 32 QAM o, como máximo, 64 QAM. Las portadoras *Upstream* pueden ser de 3.2 MHz o 6.4 MHz de ancho espectral dependiendo de cómo de despejado de ruido se encuentre el canal.

En sentido descendente por cada portadora 256 QAM y 8 MHz de ancho espectral que se añade al BG se aporta un ancho de banda de unos 50Mbps, lo que permite alcanzar un canal lógico de varios cientos de Mbps pudiendo así ofrecer al cliente anchos de banda inalcanzables con otras tecnologías.

En sentido ascendente cada portadora 16 QAM aporta 10 Mbps ó 20 Mbps dependiendo de si el ancho espectral es de 3.2 MHz o de 6.4 MHz, respectivamente; para señales 64 QAM estos anchos de banda son de 15 Mbps y 30Mbps, dependiendo del ancho espectral 3.2 o 6.4 MHz, respectivamente.

Así para un terminal de abonado de última generación (8 portadoras) puede alcanzar un ancho de banda de hasta 400 Mbps en sentido descendente y de hasta 120 Mbps en sentido *Upstream*.

Encontrar la solución adecuada a la topología de la red HFC de ONO, requería analizar diversas

siones de ingeniería, versiones únicas fabricadas ex profeso tanto HW como SW para cumplir con el objetivo de las pruebas y de éstas obtener la información necesaria para que el fabricante pueda orientar y priorizar el desarrollo final.

La característica más importante de la evolución hacia la tecnología euroDocsis es su gran capacidad, basada en dos puntos básicos. En primer lugar el incremento del ancho de banda del canal, pasando de los 6 MHz del estándar americano (NTSC) a los 8 MHz según la versión europea (PAL). Y por otra parte por la capacidad de agregar múltiples canales (bonding) para multipli-

.....

“Con las velocidades ultrarrápidas se da respuesta a la demanda de los internautas que necesitan gran ancho de banda para mantener la simultaneidad en varios dispositivos dentro del hogar”

.....

soluciones y por ello se decidió experimentar estos entornos en laboratorio y someterlos a un completo conjunto de pruebas que permitieran evaluar sus características tanto desde el punto de vista de rendimiento, como de integración. Y finalmente se tomó la decisión en función de los costes de integración, despliegue, mantenimiento, crecimiento de la red y reutilización de la planta existente, resultado elegido solución Integrada Motorota y la solución Modular Cisco.

Durante las pruebas se evaluaron versiones muy recientes, a nivel de desarrollo, de cada tecnología. No es extraño evaluar ver-

car tanto la capacidad descendente (*downstream*) como ascendente (*upstream*).

Tras validar las soluciones formales de cada fabricante surgieron dos cuestiones especialmente sensibles e importantes: la dependencia de la velocidad máxima alcanzable en función de la configuración del PC del usuario y la latencia del sitio de descarga y en segundo lugar el diseño de las reglas de ingeniería que debían tenerse en cuenta a la hora de planificar el número de usuarios máximo por cabecera.

La cuestión sobre las reglas de ingeniería y dimensionamiento

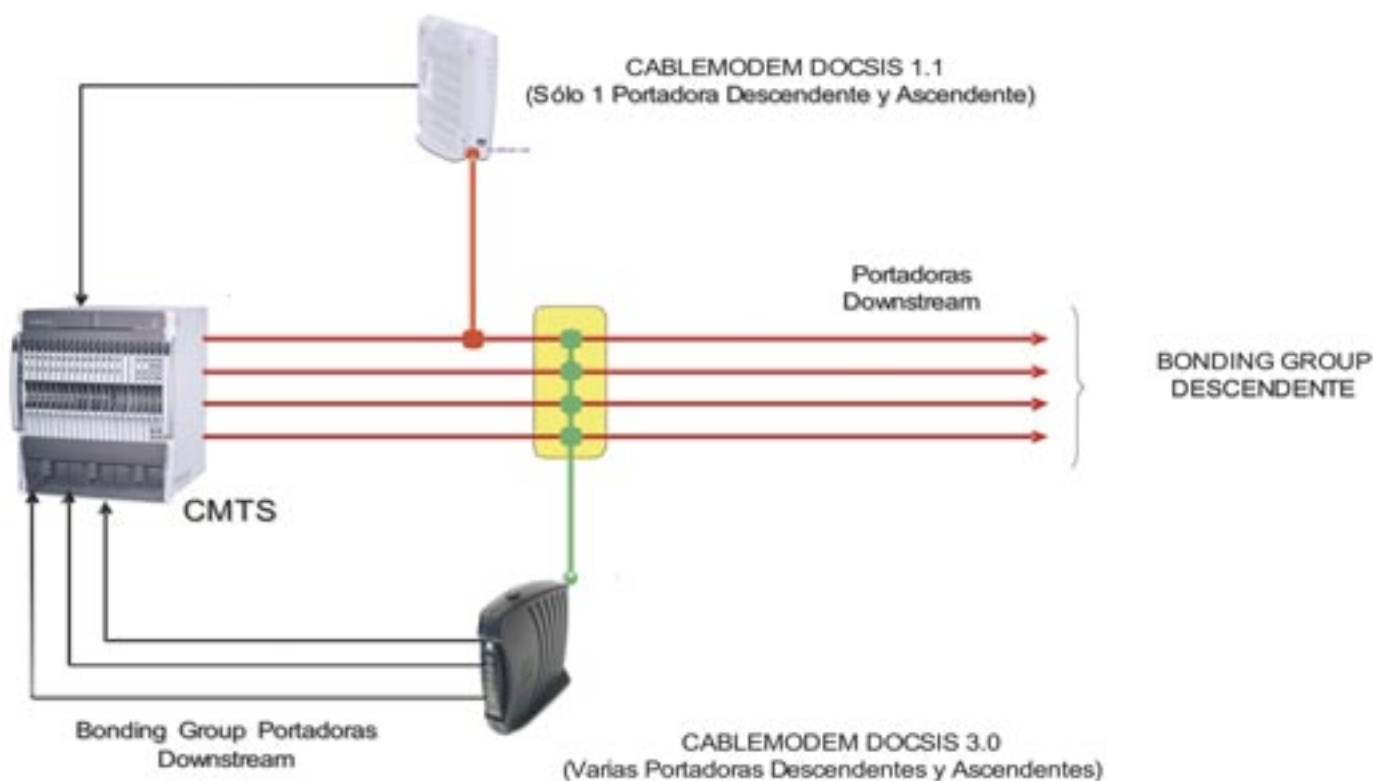


Figura 4: Esquema de funcionamiento del Standard DOCSIS 3.0 frente a estándares previos. Se muestra el concepto de Bonding Group en Downstream y Upstream.

de las cabeceras se enfrentó a la dificultad de no disponer de un entorno de 200 a 500 usuarios reales, cuando en ese momento solo se disponía de algunas unidades muy recientes de cablemodems con versión de ingeniería. En esta situación se decidió abordar el estudio de reglas de ingeniería utilizando herramientas de simulación. Para abordar el modelo de simulación se optó por implementar un modelo de cabecera simulado según el método de Monte-Carlo generando tráfico mediante distribuciones controladas de distintos perfiles de usuarios, tráfico y clases de servicio.

El desarrollo sobre eDOCSIS 3.0 ha supuesto que en 2010 dispongamos de una realidad accesible a nivel nacional para todos los de clientes de ONO. Las nuevas

velocidades comienzan a comercializarse y el desarrollo de nuevos servicios están ya impulsándose, convertidos en medios de más calidad, velocidad y simultaneidad. Los clientes de nuestros servicios de banda ancha ya están desarrollando el hábito de disfrutar de una banda ancha sin límites hacia nuevas formas de entender Internet y las comunicaciones.

Con la tecnología Docsis 3.0 sobre fibra óptica no existen limitaciones para el usuario. Se puede, por ejemplo, jugar a la videoconsola online en una habitación, estar haciendo 'streaming' de una película en alta definición en el televisor del salón, tener varios PCs intercambiando archivos y realizar sesiones de chat con videollamada, entre otras actividades, que está cambiando de manera radical la experiencia de navegación.

Con las velocidades ultrarrápidas se da respuesta a la demanda de los internautas que necesitan gran ancho de banda para mantener la simultaneidad en varios dispositivos dentro del hogar. Su red de fibra óptica mantiene la máxima calidad en todos los servicios que se dan al tiempo: voz, televisión digital, vídeo bajo demanda e Internet de alta velocidad y se sientan las bases para las futuras aplicaciones que el usuario necesite. ☺

Referencias

- [1] Donald Raskin & Dean Stoneback, ed. Prentice Hall, Broadband Return Systems for Hybrid Fiber/Coax Cable TV Networks, 1999
- [2] Kile (2006). E. Casilari, A. Reyes Lecuona, A. Díaz Estrella y F. Sandoval, MODELA-DO DE TRÁFICO TELEMÁTICO
- [3] Meta-Analysis via Markov Chain Monte-Carlo methods – Besag, Mengersen - 1993