

¿Qué es...?

El acceso a Internet se está convirtiendo en una actividad muy común, tanto para usuarios particulares como de negocios, que encuentran en este medio una manera sencilla y económica de comunicarse (correo electrónico) o de acceder a información diversa (navegación WWW), contenida en los innumerables servidores que conforman la red. Si éstas son sus ventajas, también, tiene sus inconvenientes, y entre ellas destaca el de su lentitud que, a veces, y dependiendo del proveedor del servicio y de las condiciones de saturación de la red puede llegar a ser desesperante

Soluciones para el acceso a Internet

Módems de cable

Es por ello por lo que los proveedores de redes de telecomunicaciones se están esforzando en proporcionar vías más rápidas de comunicación y, así, frente al acceso tradicional a través de la red conmutada o la RDSI que, alcanza velocidades máximas de 56 kbit/s o 128 kbit/s respectivamente, aunque en el caso de la red conmutada y haciendo uso de tecnologías xDSL se pueden alcanzar varios Mbit/s, los operadores de cable tienen la oportunidad de proporcionar además de los canales de TV programados el acceso a los servicios de tele-

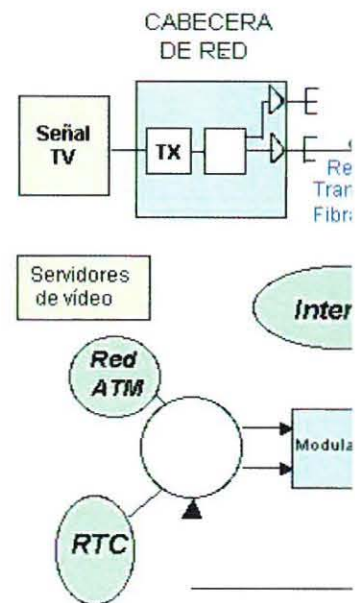
fonía y/o de transmisión de datos, en este caso a velocidades de varias decenas de Mbit/s, de una manera muy sencilla que consiste en la utilización de los módems de cable sobre la infraestructura desplegada.

Para acceder a Internet, además de tener contratado el servicio de acceso con un Proveedor (ISP/Internet Service Provider), cargado el software correspondiente en el terminal (por ejemplo, Internet Explorer o Netscape Communicator), hace falta disponer de la conexión física entre el PC y el ISP, al igual que sucede para establecer cualquier otra comunicación telemática. Dependiendo de cómo sea esta conexión así serán las prestaciones que obtengamos en la transferencia de información, que se verán influenciadas por la

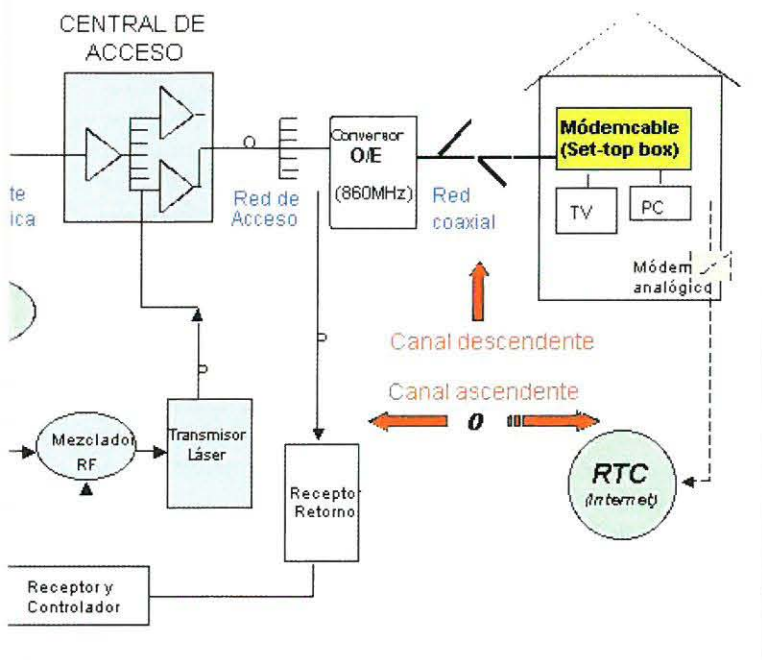
capacidad de la red troncal que forma el núcleo de Internet (backbone) y por la capacidad de suministro de información del servidor al que se esté conectado.

El acceso hasta el ISP es sólo una parte del camino que ha de recorrer la señal desde el servidor del proveedor de información hasta nuestro PC y la velocidad de transferencia efectiva vendrá limitada por la parte más lenta del enlace completo. Mejorando el acceso se mejorará el rendimiento siempre y cuando no haya en la red otros cuellos de botella que lo limiten; es por tanto necesario buscar un equilibrio entre las inversiones que hay que hacer en la red de acceso y las mejoras previsibles que vamos a obtener, algo que se puede evaluar en el caso de las Intranets, pero que resulta aleatorio en el caso de Inter-

MÓDEMS



E CABLE EN LA RED HFC



• José Manuel Huidobro*

ecejmh@madrid.ericsson.se



xial o HFC, originalmente diseñados para el transporte de señales de TV y difusión de vídeo, proporcionan un gran ancho de banda y pueden ser utilizados para la transmisión de datos a alta velocidad, siendo el acceso a Internet una de las aplicaciones que más éxito está teniendo dentro de esta modalidad. Su utilización viene de alguna manera marcada por la obtención de la licencia necesaria para tender la red y operar el servicio.

En todos los ámbitos la utilización de la radio se está extendiendo como una tecnología que permite el des-

constituye la principal red de acceso para las empresas y otras entidades que tienen necesidad de grandes transferencias de información y un rápido tiempo de respuesta.

Tecnología y servicios de los módems de cable

Las redes de cable originalmente se diseñaron para proporcionar servicios de difusión de TV a zonas de difícil acceso por el método tradicional, razón por la que se denomina genéricamente redes de CATV, y han alcanzado una gran difusión en países como Estados Unidos, en donde existen más de 100 millones de hogares que tienen posibilidad de acceso al mismo y unos 70 están abonado a él, siendo su despliegue muy variado en Europa, pero con una tendencia generalizada a dotar del mismo a una gran mayoría de usuarios. Los primeros sistemas de cable coaxial para la distribución de señales solamente permitían el tráfico en un sentido –del proveedor al usuario al tener amplificadores unidireccionales– lo que resultaba más que suficiente para la difusión de señales de TV a una comunidad de usuarios, pero ya desde hace tiempo todos los sistemas que se instalan permiten un flujo bidireccional, aunque eso sí, a distinta velocidad para el flujo proveedor-usuario (bajada/*downstream*) y usuario-proveedor (subida/*upstream*). Con las redes antiguas, si se quiere proporcionar un canal de retorno, no queda otra solución más que utilizar la RTC y un módem convencional

net ya que nunca se sabe el camino que recorrerá la señal ni la capacidad de suministro que tiene el proveedor a cuyo servidor nos vamos a conectar. Considerando lo que es la conexión entre el terminal de usuario final, que puede ser un particular o una empresa, y el primer nodo o *gateway* que proporciona el acceso a Internet, hay varias alternativas, que se pueden dividir según las particularidades que presente el medio de conexión; así, tenemos el acceso por cable de pares, híbrido fibra y coaxial, por radio (inalámbrico y celular) y por fibra óptica.

El acceso utilizando la red telefónica conmutada o la RDSI es, quizá, la forma más extendida que los usuarios emplean para su conexión a Internet ya que es la más flexible y económica, y a gran distancia le

Dependiendo de cómo sea la conexión así serán las prestaciones que obtengamos en la transferencia de información

siguen las otras. En ésta, las líneas telefónicas están constituidas por cables de pares de cobre que forman el llamado bucle de abonado o la última milla, en la denominación anglosajona. Sobre estos, un gran número de tecnologías (RDSI, xDSL, etc.) se han ido instalando para proporcionar una mayor capacidad de transmisión.

Los sistemas híbridos fibra/coa-

pliegue rápido de los servicios y es capaz de aportar el ancho de banda que los usuarios demandan. Esta tecnología tiene muchas facetas y así, se puede hablar de inalámbrico, celular, satélite, etc.

Por último, el despliegue de redes de fibra óptica que hacen uso de la tecnología de transmisión SDH o SONET, junto con protocolos potentes como es el caso de ATM,

(sistema híbrido), con los inconvenientes que esto plantea.

Con objeto de poder utilizar los mismos receptores que se emplean con la TV terrena, los sistemas de cable utilizan la misma banda de frecuencias de radio (RF) que ellos, aunque los sistemas híbridos fibra/coaxial (HFC) expanden la banda desde aproximadamente los 550 MHz hasta los 860 MHz o incluso 1

GHz, dejando la porción baja, hasta aproximadamente los 50 MHz (5-42 en Europa y 5-65 en EEUU) sin utilizar o como canal de retorno para órdenes, debido a las interferencias que se producen en este tramo por múltiples causas, como son electrodomésticos y emisiones de radio. En la porción útil se pueden incluir un gran número de canales de TV analógicos si se tiene en cuenta que, con el estándar americano NTSC un canal de televisión ocupa un ancho de banda de 6 MHz y con el europeo PAL o SECAM éste se incrementa hasta los 8 MHz. Basta con hacer una simple división para ver la capacidad, aunque hay que tener en cuenta bandas de guarda y otros factores que en cierto grado la limitan algo más.

Para proporcionar un servicio de transmisión de datos bidireccional y de alta velocidad (léase acceso a Internet) a los usuarios abonados a un servicio de cable, el proveedor del mismo utiliza los canales altos para llevar la información hasta el usuario (TV y datos) y uno de los bajos como

suministrados sin ningún problema y el acceso a Internet realizarse como si fuese una conexión a través de la RTC, aunque eso sí, a mucha mayor velocidad.

Dado que en una cadena el punto más débil es el que marca su resistencia, lo mismo sucede en el acceso a Internet y de nada vale tener un acceso en casa del usuario a muy alta velocidad si después la red está congestionada y suministra la información con cuentagotas. Es por esta razón que muchos de los operadores de cable se constituyen en suministradores de información y replican en sus servidores las páginas que muestran un índice de consulta más elevado, para así, cuando el usuario solicite esa información, poder suministrársela rápidamente desde su caché sin necesidad de tener que recurrir a las múltiples redes que constituyen Internet. La limitación puede venir dada por el gran número de usuarios a los que sirve la red de cable, ya que el ancho de banda disponible se reparte entre la totalidad de usuarios que tienen acceso simultáneamente y así la calidad del servicio no es fija y se degrada si el número de accesos es muy alto, pero si la red está bien dimensionada esto no tiene porqué suceder.

Hay que tener en cuenta que a las velocidades tan altas que se están considerando el usuario necesita muy poco tiempo para bajarse cualquier información y que, además, el acceso viene limitado por el interface Ethernet a 10 Mbit/s y la capacidad del terminal del usuario para procesar este flujo de datos. Aunque se

permanezca conectado, si no se está bajando o subiendo información, no se consumen recursos de la red; así, se puede proporcionar una tarifa independiente del tiempo de conexión y dependiente de la cantidad de información intercambiada, es decir no por segundos, sino por bits. La conexión puede ser permanente y no es necesario llamar cada vez que se quiere establecer el servicio, dejando la línea telefónica normal libre todo el tiempo.

Modo de funcionamiento y estándares

Con un canal RF de 6 MHz se puede proporcionar un flujo de datos de 27 Mbit/s desde la cabecera de red hasta el usuario final, haciendo uso de técnicas de transmisión que utilicen 64 QAM (Quadrature Amplitude Modulation con 6 bits por símbolo), o incluso mayores, hasta 36 Mbit/s, si se emplease 256 QAM con 8 bits por símbolo. En sentido inverso, del usuario a la cabecera de red se utilizan técnicas más sencillas como es QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), que proporcionan una velocidad suficiente, entre 256 kbit/s y un máximo de 10 Mbit/s, y no requieren sofisticados y caros equipos en casa del usuario, como sucedería en caso de emplear QAM. Otra opción es utilizar DPSK, que resulta algo más lenta, pero ofrece una mayor inmunidad frente a las interferencias.

Así, una moderna red HFC puede proporcionar un servicio fiable y de calidad, teniendo en cuenta las estadísticas de uso, a un número de hogares comprendido entre

Muchos de los operadores de cable se constituyen en suministradores de información y replican en sus servidores las páginas que muestran un índice de consulta más elevado

canal de retorno para que el usuario pueda tener interactividad con el sistema (comandos de pago por visión y datos de retorno) y recibir el servicio de telefonía vocal, debiendo colocar en ambos extremos de la red de distribución un módem de cable (*Cable Módem*), que proporciona una salida, típicamente Ethernet 10B-T a 10 Mbit/s con cable de pares y un conector RJ-45 de 8 patillas, a la que puede conectar un PC o una LAN. El módem de cable opera en los niveles 1 y 2 del modelo de referencia OSI, siendo transparente al nivel 3, por lo que protocolos de red, como IP, pueden ser

canal de retorno para que el usuario pueda tener interactividad con el sistema (comandos de pago por visión y datos de retorno) y recibir el servicio de telefonía vocal, debiendo colocar en ambos extremos de la red de distribución un módem de cable (*Cable Módem*), que proporciona una salida, típicamente Ethernet 10B-T a 10 Mbit/s con cable de pares y un conector RJ-45 de 8 patillas, a la que puede conectar un PC o una LAN. El módem de cable opera en los niveles 1 y 2 del modelo de referencia OSI, siendo transparente al nivel 3, por lo que protocolos de red, como IP, pueden ser

500 y 2.000, por cada nodo óptico de distribución, que está conectado a la cabecera a través de un enlace de fibra óptica, y canal de RF; si la red empieza a dar signos de congestión y se necesita más ancho de banda se pueden dedicar más canales para el acceso a Internet, sin que esto tenga ninguna dificultad técnica, o bien se puede reducir el número de hogares a los que se da servicio simultáneamente, subdividiendo la red y acercando la fibra óptica al vecindario. Un simple cálculo nos muestra que una conexión que proporciona 27 Mbit/s a un grupo de 200 usuarios les asigna a cada uno un caudal de 135 kbit/s –equivalente a un canal 2B+D de la RDSI-, pero como no todos están accediendo simultáneamente, los que están pueden obtener mucho más puntualmente o bien, se puede incrementar el número de ellos conectados al canal. El módem de cable demodula la señal entrante y genera los paquetes IP que el ordenador recibe; asimismo, envía hacia la cabecera de la red los paquetes de datos que el usuario pueda generar. Los estándares aplicables a este tipo de módems han ido evolucionando en el tiempo y así, tenemos tres generaciones:

- 1ª Generación, en la que los sistemas eran propietarios.
- 2ª Generación, en la que los primeros estándares son los desarrollados por MCNS (Multimedia Cable Network System), una asociación de fabricantes, y que se recogen en su especificación DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification, válida

para los módems de cable externos e internos. En Europa DAVIC/DVD (Digital Audio-Visual Council/Digital Video Broadcasting es el estándar predominante para los set-top box y ahora, también, para los módems de cable.

- 3ª Generación, promovida por el IEEE y contenida en



su norma IEEE 802.14, que pretende ser un estándar internacional, ambicioso y a prueba de futuro. Utiliza ATM como la mejor manera de proporcionar la Calidad de Servicio QoS (Quality of Service) garantizada que requieren las comunicaciones integradas de voz, datos y vídeo sobre redes de cable. La especificación para sistemas de datos sobre cable DOCSIS (aceptada como norma J.112 por la UIT) es la más extendida y constituye el estándar de facto en EEUU, dado que fue la primera en aparecer y ya son numerosos los fabricantes que la han adoptado, mientras que la IEEE 802.14 es asumida aún por muy pocos. Ambas tratan sobre

como manejar los protocolos de la capa MAC (Media Access Control) y sobre las técnicas de modulación de la señal digital en la capa PHY (Physical), y sí, con respecto a la capa física, ambas especificaciones son similares, no ocurre lo mismo con respecto a la capa MAC, que especifica la manera como los usuarios

acceden a la red, en donde difieren sustancialmente ya que mientras la IEEE 802.14 define ATM con celdas de longitud fija, entre la cabecera de red y el módem, DOCSIS usa un esquema basado en paquetes de longitud variable y asignación dinámica de direcciones IP (protocolo DHCP), mucho más apropiado para el tratamiento del tráfico IP propio de Internet. Ambas definen 10Base-T para la conexión del PC del usuario al módem de cable, aunque DOCSIS también contempla la posibilidad de utilizar el nuevo bus USB o incorporar una tarjeta PCI interna al módem.

La especificación 802.14 soporta el estándar J.83 de la UIT

de 1985 “especificaciones básicas para sistemas digitales multiprogramas para servicios de televisión, sonido y datos de distribución por cable” en sus Anexos A, B y C, proporcionando un máximo de 36 Mbit/s en sentido descendente para un canal de televisión de 6 MHz. La implementación de la modulación 64/256 QAM según el Anexo A es el estándar Europeo DAVIC/DVB, la del Anexo B es el estándar Norteamericano soportado por MCNS, mientras que la del Anexo C da origen al estándar Japonés. Para el flujo ascendente el estándar de modulación propuesto en 802.14 se basa en QPSK y 16QAM, virtualmente el mismo que se utiliza por el MCNS. Algunos de los fabricantes que incluyen este tipo de módems, son 3Com (U.S. Robotics), Bay Networks, Com21, General Instrument, Hayes, Hybrid Networks, Motorola, NEC, Scientific Atlanta, Terayon, Toshiba, and Zenith. Cisco, últimamente, también está muy comprometida con el desarrollo de este tipo de productos. Información detallada sobre este tema y una amplia lista de FAQ puede encontrarse en las siguientes direcciones de Internet

<http://cabledatcomnews.com/>,

<http://www.catv.org/> y

<http://www.cablemodem.com/>



José Manuel Huidobro

• Ingeniero Superior de Telecomunicación

• Responsable de Business Intelligence en

Ericsson Infocom España