

**En los últimos años, la Sociedad de la Información ha experimentado un rápido desarrollo, debido en gran parte a la mayor competitividad impulsada por la desregularización del Mercado de las Telecomunicaciones, y a la aparición de nuevos servicios de banda ancha.**

## Redes de acceso ópticas para FTTH: APON versus EPON

**E**l resultado de estos dos factores se ha traducido en una necesidad de mejores redes de comunicaciones capaces de ofrecer un mayor ancho de banda a un menor coste.

El principal inconveniente para la consecución de este objetivo, aparece en el último tramo de la red de comunicaciones, denominada red de acceso y encargada de ofrecer los servicios a los usuarios finales. En este tramo de red, el ancho de banda está limitado por la tecnología actual utilizada, basada en el uso de pares de cobre, creándose un cuello de botella que se ha dado en llamar el

problema de *la última milla* (*last mile*).

En este sentido, la tecnología de fibra óptica se presenta como una firme solución al problema, gracias a su robustez, a su potencial ancho de banda *ilimitado* (capaz de soportar un elevado rango de servicios de banda ancha) y al continuo descenso en los costes asociados a láseres, fibra e instalación del cable. Al desplegar una Red de Acceso Óptica (AON – Access Optical Network), puede adoptarse una arquitectura punto a punto entre cada usuario y el punto de presencia del operador. Sin embargo, para redu-

cir costes, es preferible la opción de compartir la fibra entre varios usuarios, dando lugar a las denominadas Redes Ópticas Pasivas (PONs - Passive Optical Networks) que constituyen una de las infraestructuras de comunicaciones ópticas más atractivas para la red de acceso. Estas redes son propuestas en 1995, como resultado del trabajo de un grupo de operadores y suministradores de equipos que forman el Consorcio FSAN (Full Services Access Network), con el objetivo de definir un sistema común de acceso óptico, efectivo en coste y capaz de soportar servicios interactivos de banda ancha. Se opta por el protocolo de transporte ATM debido a su capacidad de integrar diferentes tipos de tráfico garantizando una determinada calidad de servicio (QoS). En 1998, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU – International Telecommunication Union) adopta en su recomendación G.983, la iniciativa de FSAN sobre redes APON (ATM based PONs).

La principal característica de estas redes es que presentan una topología punto a multipunto, pudiendo así el operador compartir el coste de la infraestructura y del equipamiento entre varios usuarios, y pudiendo asignarles el ancho de banda de forma dinámica según la demanda de servicio. El sistema consiste en el equipo Terminación de Línea Óptica (OLT - Optical Line Termination) situada en el punto de presencia del operador, y los equipos de Unidad de Red Óptica (ONUs - Optical Network Units), localizadas en las instalaciones de abonados para una conexión de fibra

• Cristina Romero  
xti\_rm@hotmail.com



• Robert Denda  
rdenda@enditel.es



• Alejandro Carballar  
alex@gte.esi.us.es

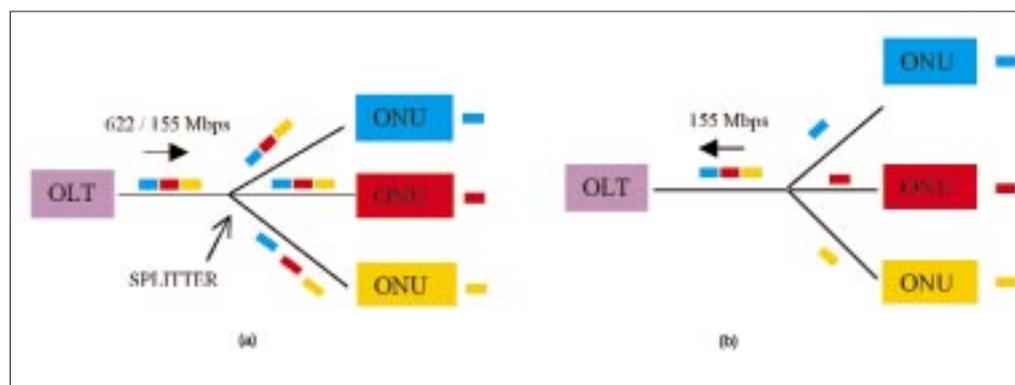


Fig. 1. Características de una PON en el sentido (a) descendente, y (b) ascendente.

hasta el hogar (FTTH - Fiber To The Home) (Fig. 1). La gran ventaja de las redes PONs radica en que al no utilizar en la planta exterior ningún tipo de componente activo, los costes asociados a alimentación y mantenimiento son muy reducidos. Así mismo, la PON posee una alta flexibilidad al ser independiente de la velocidad binaria, el formato de la señal (digital/ analógico), y el protocolo de transporte empleado (SDH, ATM...). El suministro de nuevos servicios o la inclusión de nuevos clientes, sólo requiere la incorporación de equipos adecuados en cada extremo de la red, manteniéndose la infraestructura de fibra inalterada.

El principio de funcionamiento de la red es el siguiente: en el sentido descendente (OLT a ONUs), la información es transmitida mediante Multiplexación en el Dominio del Tiempo (TDM), y es difundida hacia todas las ONUs. Cada ONU extraerá la información destinada a ella, mediante la supervisión de ciertos campos de direcciones de ATM. En el sentido ascendente (ONUs a

OLT), el acceso al medio se realiza mediante multiplexación en el tiempo (TDMA - Time Division Medium Access), y es gestionado por la OLT. Para dotar de cierta privacidad al sistema, se realiza un proceso *mezclado* que consiste en la encriptación de los datos en la OLT con una clave distinta para cada ONU. También, para eliminar los efectos negativos de los retardos de propagación asociados a cada ONU y aumentar así la eficiencia del sistema, se realiza un mecanismo de determinación de distancias denominado *ranging*. En el desarrollo comercial de estas redes, uno de los elementos clave es el coste asociado al equipo de abonado u ONU. Estudios realizados en el diseño propio de una ONU para ser utilizada en un entorno de conexión FTTH (con características especialmente adaptadas a los requisitos de servicios a suministrar), han resultado en un coste muy prometedor para el mercado de acceso ya que la consecución de 100 unidades del primer prototipo requeriría la inversión estimada de 1624.63 €.

Por otro lado, el rápido desa-

rrollo del tráfico de datos conforme a IP, ha provocado que ciertos sectores no apoyen el uso de ATM en la red de acceso. Ello se debe principalmente a que el transporte de este tipo de datos en ATM, requiere una segmentación excesiva de paquetes de datos de longitud variable (máx. 1.518 bytes), en células ATM de longitud fija (58 bytes), lo que conlleva un considerable retardo en la comunicación. Por ello, el organismo IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) está desarrollando un nuevo estándar relativo a redes Ethernet sobre PONs (EPON - Ethernet based PONs), basadas en el protocolo de transporte Gigabit Ethernet, especialmente concebido para el transporte de datos IP. Estas nuevas PONs, desarrolladas por el grupo de estudio 802.3 "Ethernet en la Primera Milla" (EFM), siguen manteniendo la topología y principios de funcionamiento ya expuestos. A diferencia de las redes APON, las redes EPON proporcionan un mayor ancho de banda (1 Gbps frente a 622 Mbps), y al ser Ethernet uno de los protocolos de

redes LAN más extendido en todo el mundo, su adopción en la red de acceso hace innecesaria la conversión entre protocolos requerida en ATM lo cual simplifica notablemente el diseño de la ONU, traducándose en un abaratamiento de coste (algo siempre deseable en el sector de acceso muy sensible a los factores económicos). Especialmente, las redes EPON son atractivas en entornos donde la mayor parte de la información intercambiada consiste en paquetes de datos, frente a la mayor utilidad de las redes APON para entornos en los que se desea suministrar a los usuarios un servicio integrado de voz, video y datos, con un alto grado de QoS.

Una vez que el estándar EPON haya sido aprobado, este tipo de redes debe experimentar un rápido desarrollo y se constituirá como un firme rival para las redes APON, si bien su mayor o menor aceptación por parte de los usuarios, estará fuertemente ligada al desarrollo de tecnologías como la Telefonía sobre IP y Video sobre IP.

## Cristina Romero

• Ingeniero en el Departamento de I+D de ENDITEL Endesa.

## Robert Denda

• Responsable del Departamento de I+D de ENDITEL Endesa.

## Alejandro Carballar

• Profesor de la Escuela Superior de Ingenieros (Universidad de Sevilla).