

LAS REDES ÓPTICAS DE NUEVA GENERACIÓN EI OXC



Antonio Alejandro Fontalba Ruiz

Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad de Málaga
Ingeniero Consultor (Madrid)

En los últimos diez años hemos podido observar la importancia creciente de las nuevas tecnologías basadas en IP que han permitido que un sistema informático pueda comunicarse con cualquier parte del mundo para los fines más diversos: correo electrónico, navegación web, descarga de archivos, etc. El tráfico sigue creciendo a ritmo acelerado y plantea grandes retos a los operadores de telecomunicaciones que han visto superado el tráfico de voz por el de datos, cuya aportación económica es mucho menor.

Las redes IP están formadas por enrutadores conectados por enlaces que a su vez forman parte de otras redes de nivel inferior en una estructura de capas (G.805 UIT). Una jerarquía frecuentemente hallada era la de la capa de red IP sobre la ATM y esta a su vez sobre la red de transporte síncrona, a caballo entre los niveles OSI 1 y 2. La JDS ha formado tradicionalmente esta red, pero empleando una única señal por cada fibra óptica.

Junto al aumento de la velocidad de transmisión de las señales digitales, la tecnología WDM ofrece una solución al problema del tráfico creciente: la capacidad de la fibra óptica se multiplica al transmitir un

número simultáneo de portadoras o canales ópticos por ella y se aumenta la distancia de regeneración síncrona (600Km típico) mediante los amplificadores ópticos, logrando ahorro en fibra y regeneradores.

LA RED ÓPTICA (RO)

La RO (G.872 y G.709 UIT) constituye una nueva capa de transporte que presta servicio a redes JDS (G.803) u otras (p.ej.: IP, ATM,...) y

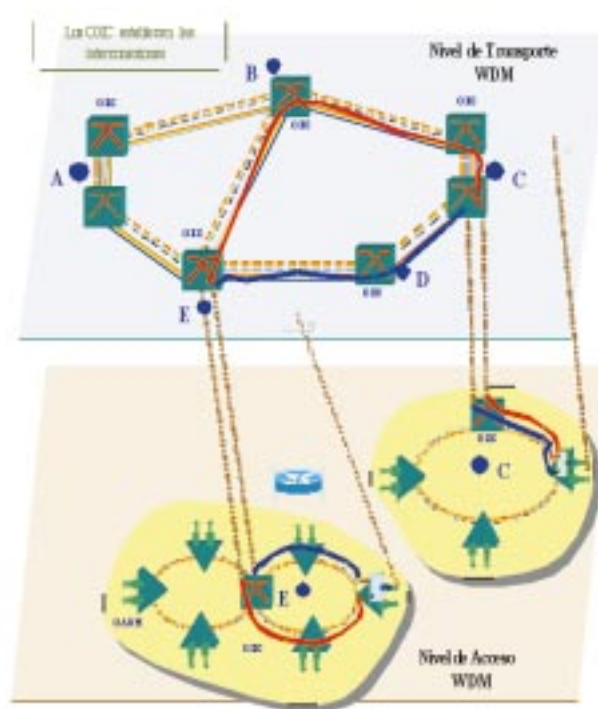


Figura 1. Se presenta una red óptica completamente interconectada con OXC. Las labores de provisión podrán llevarse a cabo de forma automática, reduciendo su duración al tiempo mínimo que permita el estado de la tecnología WDM. La línea azul representa el circuito principal y la roja el de respaldo. Las líneas de punto ilustran la transición lógica entre los niveles de acceso y de transporte.

que transporta protocolos e interfaces diversos (Escon, Ficon, Gigabit Ethernet, Fibre Channel, STM-x, etc.). Ofrece un nivel de servicio de alta calidad: tasa de error (BER) muy baja, regeneración -principalmente 3R (re-amplificación, re-conformado y re-temporización), corrección errores (FEC); protección de red, con unos tiempos de conmutación óptica similares a los ofrecidos por la red JDS; y nivel de gestión de red para tareas de configuración, fallos, prestaciones, etc.

Hacia el año 2000 las principales topologías de RO consistían en redes sencillas formadas por rutas punto a punto (con OTM) y anillos ópticos (con OADM), el establecimiento de circuitos ópticos extremo a extremo se hacía de forma manual concatenando los segmentos de cada una de estas estructuras con regeneración de la señal digital a la entrada y salida de los mismos, dado que la continuidad analógica se limitaba a cada segmento. Con la aparición del OXC cambia este panorama y se comienza a hablar de una RO interconectada (figura 1): las redes sencillas se conectan entre sí y se crean nuevas topologías de mallas. Los OXC realizan la adaptación necesaria de los canales ópticos entre ellas, con lo que se establece el servicio extremo a extremo con garantías de QoS, supervivencia ante fallos (protección y restauración) y gestión, permitiendo crear acuerdos de nivel de servicio óptico (OSLA) para dichos circuitos.

Los OXC son responsables del establecimiento de parte del circuito óptico, que podrá llegar a ser su totalidad dependiendo de su grado de despliegue y de la arquitectura existente de la RO. La provisión del circuito óptico se puede realizar automáticamente desde un sistema de gestión de red (SGR). Se distinguen los OXC híbridos, con partes óptica y electrónica, y los OXC ópticos,

	Topologías sencillas	RO interconectada con OXC
Nivel de servicio	Baja.	(Muy) alta.
Tiempo de respuesta al servicio	De semanas a meses.	Muy corto (tiende a tiempo real). Mejora con la interfaz O-UNI.
Manejo de recursos (anillo y punto a punto)	Interconexiones manuales entre las topologías sencillas.	De manera remota desde el SGR. De forma automática con GMPLS.
Acceso	Parcial y limitada.	Completa.
Coste	Nivel medio.	Nivel (muy) alto. (Mejora con la interoperabilidad)
QoS	(Muy) alto.	(Muy) bajo.
Supervivencia	Aceptables / Buenos.	Mejores.
Restauración de red	Pocos mecanismos de protección (dificultad en rutas de respaldo). No existe la restauración de red.	Nuevos mecanismos de protección. Existe la restauración de red. Probablemente mecanismos extremo a extremo. Probablemente existen circuitos de respaldo con mejor control de prestaciones como el retardo.
QoS	Garantizada por la configuración espalda contra espalda de los ERO mediante 3R, FEC,...	Garantizada por los OXC (y otros ERO) que mantienen los niveles de calidad requeridos.
Beneficio	Los clientes podrían recibir cierta información de alarmas y prestaciones.	Los clientes más importantes podrían gestionar sus circuitos (provisión, alarmas, prestaciones,...)

Tabla 1. Comparación de una red óptica basa en topologías sencillas con otra interconectada con OXC.

sin parte electrónica. En la práctica, los modelos híbridos son los que monopolizan en mercado debido a que permiten la interconexión de subredes ópticas de distintos suministradores, garantizan activamente la calidad de los circuitos ópticos largos (3R y FEC), gestionan adecuadamente los fallos y prestaciones desde un punto de vista digital, agrupan señales digitales de velocidades bajas en una de mayor tasa (2,5; 10 ó 40Gbit/s) aprovechando más el ancho de banda del canal óptico, etc.

La gestión de red tradicional, que sigue el modelo TMN (M.30xx UIT), se basa en la explotación centralizada de la red desde un SGR que actúa sobre los ERO. Los avances realizados en los últimos años en señalización permiten dar pasos significativos hacia una automatización inteligente de la propia red. Así, para establecer un circuito sólo sería necesario disponer de los puntos de acceso, ya que la propia RO se en-

cargaría de su despliegue. Esta nueva "inteligencia de red" permite la creación del Plano de Control Óptico (PCO). El PCO puede manejar la red completa para labores de provisión de circuitos (establecimiento y liberación), recuperación de fallos y desastres, etc.; además, permite crear una interfaz lógica hacia capas de red clientes (IP, ATM, JDS, etc.). Por otro lado, la gestión tradicional no queda neutralizada, sino que continuaría con otras tareas como análisis de tendencias, verificación de los OSLA, realización de informes, planificación de red, restauración crítica de la red, telecarga de software, etc.; dejando pues una parte de sus tareas anteriores delegadas en el PCO. En la tabla 1 se presentan algunas de las ventajas que aportan los OXC desde puntos de vista diversos.

Desde hace unos años se están realizando trabajos importantes en foros internacionales para la definición de recomendaciones, proto-

colos y estándares para las redes inteligentes, cuyos frutos ya se empiezan a saborear. La UIT ha definido la arquitectura de redes ópticas inteligentes, ASON (G.8080), para la que GMPLS (que constituye una familia de protocolos) del IETF es la implantación adoptada más ampliamente; con él se permite controlar no sólo las redes WDM, sino las JDS, y las ATM e IP, cubiertas anteriormente con MPLS. En el OIF se ha definido la interfaz O-UNI, de usuario a red, compatible con GMPLS. El estado de madurez de estos protocolos se ha podido comprobar recientemente en la feria SUPERCOMM del pasado mes de junio donde se realizaron con éxito sendas pruebas de interoperabilidad con la interfaz O-UNI 1.0 y GMPLS entre 15 y 12 fabricantes respectivamente.

A principios de 2003 se publicó una serie de estudios (KMI Pennwell, p.ej.) que confirmaban la finalización de la crisis de 2000 y el cambio de actitud de los operadores en innovación de equipos ópticos desde una postura defensiva hacia otra de posicionamiento estratégico. Para ellos la evolución de la RO pasaba por la introducción del OXC como elemento clave en sus planes de negocio. Las características demandadas tenían tres vertientes: capacidad física (mayor nº de portadoras, tasas de bit y alcance sin regeneración; velocidad de conmutación y provisión mejoradas; mecanismos de supervivencia, etc.), “inteligencia” conforme a estándares (GMPLS, UNI,...) y compatibilidad con sus redes tradicionales mediante la adaptación y agrupación (*grooming*) de señales.

En 2004 los estudios anteriores se han confirmado por todo el mundo y en Europa en particular. Los operadores dominantes europeos están introduciendo OXC en sus redes en línea con la ASON y de manera com-

patible con su infraestructura anterior; a modo de ejemplo destacan Deutsche Telekom, BT, KPN, Telecom Italia, etc. Por otra parte, los operadores emergentes, eléctricos, ferroviarios, del cable o los que han sobrevivido a la crisis pasada prefieren una RO menos sofisticada y despliegan topologías sencillas, hallándose lejos aún de adquirir el OXC. En este contexto, Nortel, Ciena, Alcatel y Marconi han sido los suministradores más representativos de Europa durante el año pasado. En el resto del mundo, EE.UU. y China son los países con despliegue más significativo, destacando CIENA, Nortel, Alcatel, Lucent, etc. como los fabricantes favoritos.

CONCLUSIONES

Los avances en la tecnología WDM están aumentando la funcionalidad de sus equipos y reduciendo su precio y tamaño con rapidez. Aunque esta labor de innovación se ha visto ralentizada por la crisis internacional de finales de 2000 hasta 2002, en el año 2004 nos encontramos con una oferta lo suficientemente avanzada como para poder implantar la RO como capa de transporte.

Como elemento clave de la RO destaca el OXC. Éste permite lograr una RO interconectada, dotada de una inteligencia que establece un plano de control gracias a protocolos como GMPLS, UNI, etc., que posibilitan integrar la señalización con otras redes de transporte. De este modo, se hace factible la provisión automática de circuitos ópticos extremo a extremo y la reconfiguración de éstos ante fallos de índole diversa. Así, se podrán suministrar en tiempos realmente bajos circuitos ópticos a los clientes que los demanden, dejando atrás los plazos elevados en las tareas de provisión.

La razón fundamental para el despliegue de la RO con OXC responde fundamentalmente al plan de ne-

gocio del operador de red, que le exigirá plantearse desde una red sencilla basada en rutas WDM punto a punto hasta una red completamente interconectada. Aquéllos que apuesten por el OXC podrán beneficiarse de una reducción en su Opex, debido a la simplificación de las tareas de explotación de red, y en su Capex, dada la interoperabilidad entre diversos suministradores que hace posible una oferta más amplia y unos precios más competitivos.

ACRÓNIMOS

ASON: *Automatic Switched Optical Network.*

ATM: *Asynchronous Transfer Mode.*

BER: *Bit Error Rate.*

Capex: *Capital Expenses.*

ERO: *Elemento de Red Óptica (ONE).*

FEC: *Forward Error Correction.*

(G)MPLS: *(Generalized) Multi-Protocol Label Switching.*

IETF: *Internet Engineering Task Force.*

IP: *Internet Protocol.*

JDS: *Jerarquía Digital Síncrona (SDH).*

OADM: *Optical Add-Drop Multiplexer.*

OIF: *Optical Internetworking Forum.*

Opex: *Operational Expenses.*

OSLA: *Optical Service-Level Agreement.*

OTM: *Optical Terminal Multiplexer.*

O-UNI: *Optical User-to-Network Interface.*

OXC: *Optical Cross-Connect.*

PCO: *Plano de Control Óptico.*

QoS: *Quality of Service.*

RO: *Red Óptica (WDM).*

TMN: *Telecommunication Management Network.*

UIT: *Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU).*

WDM: *Wavelength Division Multiplexing.*