

Evolución de los servicios y las redes de transporte de las operadoras

PONENCIAS

Carrier Optical Broadband Services and Networks Evolution

◆ J. L. Iglesias

Resumen

Este artículo describe la evolución de las redes de transporte de las operadoras para hacer frente a la creciente demanda de servicios de gran ancho de banda muy diferentes entre sí. Las condiciones a afrontar son complejas, ya que las redes actuales no están optimizadas para los servicios emergentes, la inversión debe ser muy ajustada y el impacto operativo sobre los servicios ya desplegados debe ser minimizado.

Palabras Clave: Operador, SDH, WDM, red óptica, servicios ópticos de banda ancha.

Summary

This paper describes carriers networks evolution to face the emerging demand of new different broadband services. Networks were designed and optimized for other kind of services. To address these new revenue-generating services, tighten requirements must be accomplished: carriers must continue to provide old services without operational impact, and capital outlay must be minimal.

Keywords: Carrier, SDH, WDM, Optical Network, Optical Broadband Services.

1.- Introducción

La demanda de servicios de telecomunicaciones crece y se diversifica. El tráfico cursado no para de incrementarse. El mercado demanda la extensión de las Redes de Área Local. Los servicios de almacenamiento distribuido irrumpen con fuerza. Sin embargo, son tiempos difíciles para las operadoras, hay fuertes recortes de presupuestos que dificultan los nuevos despliegues, hay que rentabilizar las cuantiosas inversiones realizadas y los precios de los servicios cada vez son más bajos. El gran problema es que las redes existentes no están orientadas a los nuevos servicios. ¿Cómo evolucionarán las redes para satisfacer la demanda con estos condicionantes? La solución inmediata es la adaptación de las redes actuales a los nuevos servicios. A medio plazo, con el fin de cubrir tanto la demanda creciente de capacidad como el mercado emergente de servicios puramente ópticos, se desarrollará la capa óptica ofreciendo funcionalidades de conmutación además de las de transmisión. En un plazo mayor, como resultado de la evolución de las tecnologías ópticas, de las redes de transporte, en especial su capa óptica y de los equipos de datos, se desarrollará la "Red óptica Inteligente".

2.- Adaptación de las redes actuales

Han cambiado los requisitos con que se diseñaron las redes actuales:

AYER	HOY
Conmutación de circuitos	Conmutación de paquetes
Voz en canales fijos de 64 Kbps	Datos en ráfagas de gran ancho de banda
Sesión media 3 minutos	Sesión media 30 minutos
Perfil de tráfico predecible	Tráfico impredecible (no hay hora pico/valle)
Distribución geográfica del tráfico	Tráfico geográficamente independiente

Las soluciones actuales (POS, Gigabit Ethernet sobre λ , ...) son ineficientes en uso de ancho de banda y no garantizan todos los parámetros de calidad de servicio. Se impone actualizar las redes. Una

◆
Con el fin de cubrir tanto la demanda creciente de capacidad como el mercado emergente de servicios puramente ópticos, se desarrollará la capa óptica ofreciendo funcionalidades de conmutación además de las de transmisión



LCAS permite la reconfiguración dinámica de los contenedores virtuales que transportan los datos

solución adecuada es actualizar las redes SDH para soportar los nuevos servicios. SDH está ampliamente desplegado, es estable, garantiza calidad de servicio, tiene metodologías bien establecidas para su planificación, provisión de servicios y operación. A este fin se han definido los siguientes estándares:

GFP. Adaptación de servicios de datos sobre las "payloads" de SDH de forma flexible, robusta y con poco "overhead". Es capaz de preservar la información MAC, por lo que soporta múltiples protocolos de nivel 2. Hay dos tipos de GFP: Transparente (GFP-T) y Basado en Tramas "Framed-Based" (GFP-F). GFP-T mapea toda la señal ("todos los bits, útiles o no") en tramas GFP de tamaño fijo, lo que hace que sea totalmente transparente, con tiempos muy bajos de latencia de transmisión de la señal y sencilla implantación pero con consumo de mayores anchos de banda. GFP-F sólo mapea los bytes de las tramas de la señal a transmitir, por lo que hace un uso mejor del ancho de banda. Sin embargo, sólo es capaz de soportar protocolos orientados a tramas, con adaptación particular para cada uno de los protocolos soportados.

CARACTERÍSTICA SOPORTADA	GFP-F	GFP-T
Transparente a códigos de control de trama 8B10B	NO	SÍ
Optimización de ancho de banda	SÍ	NO
Permite monitorización de cada trama	SÍ	NO
Minimiza la latencia para servicios sensibles al retardo	NO	SÍ
Permite opcionalmente corrección de errores	NO	SÍ
Permite compartir el canal de transmisión entre varios clientes	SÍ	SÍ

VCAT. Mecanismo para que las señales ocupen varios contenedores SDH virtuales no contiguos ajustados a su ancho de banda, en vez de un único contenedor de tamaño bastante superior. Estos contenedores pueden transportarse de forma independiente por la red y ser reensamblados en el destino, usando más eficientemente la red (trazado flexible de rutas, aprovechando toda la capacidad existente, con gran granularidad en su asignación).

Servicio soportado	Tasa binaria nominal concat. contigua	Eficiencia	Eficiencia VCAT
Fast ethernet	100 Mbps	65%	98%
Gigabit ethernet	1 Gbps	40%	92%
ESCON	160 Mbps	26%	78%
Fibre Channel	850 Mbps	34%	92%
Fibre Channel 2	1.7 Gbps	68%	92%

LCAS. Permite la reconfiguración dinámica de los contenedores virtuales que transportan los datos. Facilita, en tiempo real y de forma automatizada, añadir o eliminar ancho de banda adicional a un "circuito VCAT" sin afectar a los datos transmitidos. Opera de forma simétrica y asimétrica (diferentes velocidades en los dos sentidos de transmisión del circuito).

RPR. Protocolo de nivel 2 para proporcionar un servicio de transmisión paquetes no orientado a la conexión entre elementos de un anillo SDH. El objetivo de diseño es "Ethernet con calidad de servicio SDH". Sus principales características son:

- Soporta múltiples servicios y aplicaciones (datos, voz, vídeo).
- Topología de doble anillo (interior y exterior) ambos con tráfico útil.

- Usa técnicas de nivel 2 para protección de tráfico. No reserva ancho de banda para este fin.
- Descubrimiento automático de nodos y topología de red. Cada nodo de red almacena dos caminos (primario y secundario) al resto de nodos de la red. Conmutación automática a secundario en caso de fallo en menos de 50 mseg.
- "Reutilización espacial". Los paquetes no circulan por todo el anillo, sino simplemente en el tramo comprendido entre emisor y receptor.
- Todos los nodos comparten el ancho de banda disponible, sin necesidad de provisionar circuitos, negociando el acceso de forma equitativa.
- Implanta de forma simple la funcionalidad de "multicast" y "broadcast", ya que los paquetes pueden circular por el anillo sin necesidad de replicarlos.
- Implanta cuatro clases de servicio con diferentes prioridades en cuanto a garantías de ancho de banda, retardo y "jitter" (Reservado y clases A, B y C).
- Arquitectura de "camino de paso o en tránsito" que permite a los paquetes cruzar rápidamente los nodos intermedios. Valores muy bajos de latencia y "jitter".
- Permite "sobre-suscripción" (multiplexación estadística), garantizando un valor comprometido, y a partir de ahí en función del estado de ocupación de la red.



 Para incrementar el tamaño y tráfico de la red, se debe ampliar el equipamiento con tecnología SDH, aumentándose en la misma manera las capacidades de transmisión y conmutación de la red

3.- Conmutación óptica

Se plantea la necesidad de incrementar el ancho de banda en la red para cursar la demanda creciente. Por otra parte, hay servicios (λ gestionadas, ...) que no se pueden cursar por SDH. Las redes SDH se construyen con dos tipos de elementos (ver figura 1):

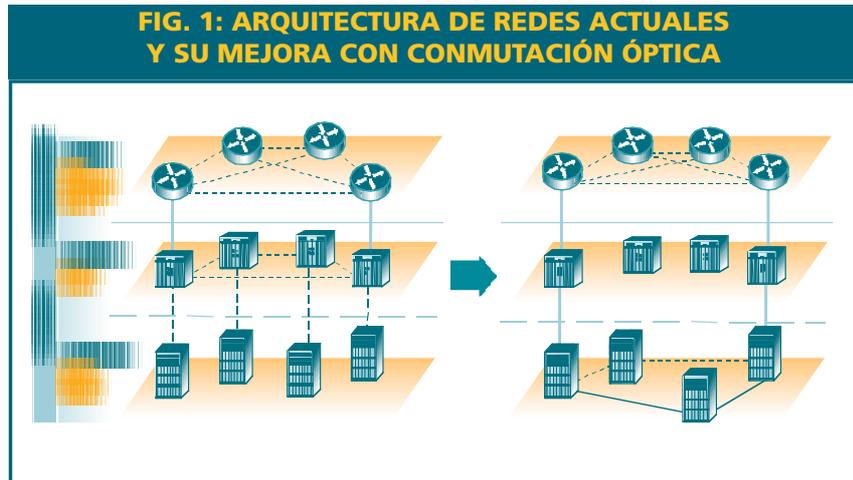
- ADMs, con dos agregados (y múltiples tributarios), diseñados para formar anillos. disponen de una buena capacidad de conmutación y regeneran la señal (Opt-Elec-Opt).
- DCs. (CrossConectores Digitales). Estos conectores unen cualquier puerto de entrada con otro de salida, permitiendo topologías malladas de red. Tienen grandísimas capacidades de conmutación y regeneran la señal. El punto negativo a destacar lo constituye su coste económico que es muy elevado.

Para incrementar el tamaño y tráfico de la red, se debe ampliar el equipamiento SDH, aumentándose asimismo las capacidades de transmisión y conmutación de la red. Sin embargo, el tráfico raramente va desde un nodo a otro adyacente, sino que normalmente cruza varios nodos, ineficientemente en SDH. Utilizando los recursos de la capa WDM, y perdiendo flexibilidad en la extracción de cargas útiles, se minimiza este número de saltos. Los ADMs ópticos (OADMs) extraen unas pocas λ dejando el resto en paso tras amplificar su potencia. Por otra parte, a pesar de que hoy los servicios STM-16 son relativamente infrecuentes, su proporción está creciendo rápidamente y los equipos SDH son bastante ineficientes en su tratamiento.

Adicionalmente la demanda cada vez mayor de λ gestionadas, no tratables en la capa SDH, favorece el desarrollo de la capa WDM. En este sentido ha aparecido un nuevo elemento que va a ser estratégico en un futuro cercano: el Cross-Conector óptico, capaz de conmutar (como en el digital "any to any") entre puertos ópticos sin realizar regeneración eléctrica, posibilitando la creación de redes puramente ópticas malladas. El coste por puerto es del orden de la quinta parte de uno digital. Con estos elementos, además de cursar de forma eficiente las λ gestionadas, se liberará gran capacidad de conmutación de las redes SDH existentes, a costa de perder flexibilidad en la extracción/inserción de circuitos. Esta tecnología se suele denominar "express".

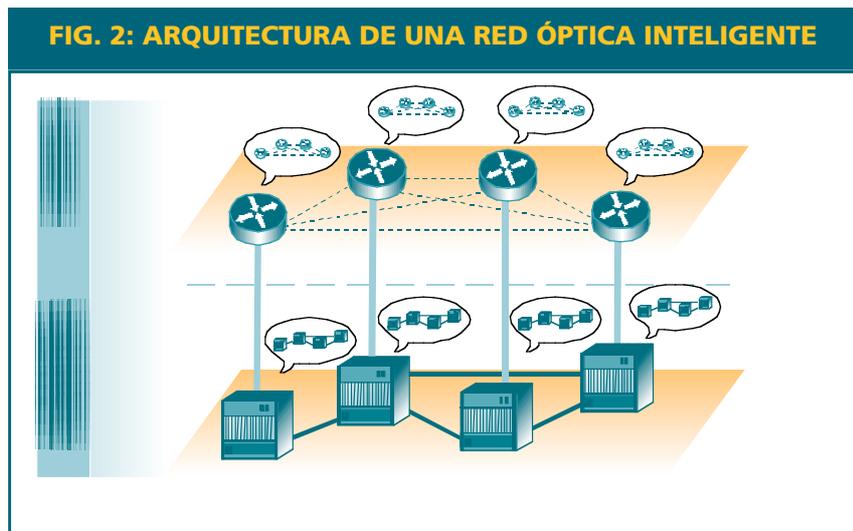


El desarrollo de la capa óptica es ya una realidad. Se han añadido funciones básicas de conmutación y la mayor parte de los esfuerzos de desarrollo hoy en día se centran en esta capa



4.- Red óptica inteligente

El desarrollo de la capa óptica es ya una realidad. Se han añadido funciones básicas de conmutación y la mayor parte de los esfuerzos de desarrollo hoy en día se centran en esta capa a fin de añadir inteligencia a la misma, dotándola de funcionalidades de capas superiores. Actualmente se está trabajando en la definición de una serie de estándares que permitan la interconexión de los elementos de datos (routers, etc.) directamente a la "red óptica inteligente".



Las principales características diferenciales de este modelo de red son:

- Interconexión de los elementos de las redes de servicios a los elementos de capa óptica.
- Facilidad para su gestión y operación automatizada. Todos los nodos mantienen activamente un mapa de red. Cada nodo descubre a sus vecinos, caracterizando los enlaces que los unen. Posteriormente, la topología, inventario e información de recursos de la red se distribuye a todos los nodos.
- Provisión dinámica y automática. El elemento de datos del usuario de la red solicita al elemento de red una conexión a otro elemento de datos con unas determinadas características (calidad, latencia, ancho de banda, etc.). El elemento de red, basándose en la información de red que dispone calcula el camino óptimo. Finalmente, el circuito se establece tramo a tramo ("hop-by-hop") y notifica que la conexión está disponible.
- Restauración automática. Actualmente hay dos mecanismos para la recuperación de fallos de red: protección, que implica reservar recursos de la red para casos de fallo, y restauración, que implica reconfigurar la red proveyendo nuevos recursos a fin de trazar una ruta diferente para los servicios afectados. La protección está automatizada en los nodos de red, y entra rápidamente en funcionamiento (ms). La restauración hoy en día se hace de forma manual desde los sistemas de gestión, y tarda bastante más en reponer los servicios afectados. La restauración emplea de un 20 a un 50% menos de ancho de banda que lo hace la protección. Automatizarla mejora los tiempos de respuesta a la vez que optimiza el ancho de banda y dota a la red de una gran fiabilidad y robustez al ser capaz de recuperarse automáticamente ante fallos severos (evita puntos de fallo).

◆
Son los protocolos de señalización y enrutado los que soportan la mayor parte de las nuevas funcionalidades

Son los protocolos de señalización y enrutado los que soportan la mayor parte de las nuevas funcionalidades. A continuación se expone una breve evolución de los mismos:

- 1998 MPLS. Provisiona circuitos ópticos WDM como MPLS paquetes: uso de etiquetas. Se concluye que se debe implantar las funcionalidades de provisión y restauración, extenderse a la capa WDM, y a SDH/TDM, conocer la capa de fibra subyacente.
- 2000 GMPLS. Extiende MPLS con: mapeo generalizado de etiquetas que alcanza a los slots TDM, transmisión bidireccional, mejora de las funcionalidades de señalización (conexiones permanentes, semipermanentes o "soft", ...), nuevas funcionalidades de enrutado (descubrimiento de la topología de la red y de servicios). GMPLS está todavía en fase de desarrollo. No es desplegable comercialmente. Los protocolos de conexión y señalización están completados, los protocolos de enrutado todavía en curso y la restauración no definida aún.
- 2001 ASON (Iniciativa ASTN). Ha definido requisitos de arquitectura para la "Red óptica inteligente". Se está trabajando en los protocolos de conexión. Parte de GMPLS y otras experiencias particulares (OSRP). No habrá productos en el medio plazo.

5.- Conclusiones

- Actualmente se impone la optimización de las redes existentes. SDH tiene una larga vida por delante al dotarle de nuevas funcionalidades que permiten cubrir los nuevos servicios rentabilizando las inversiones realizadas y el "know-how" adquirido.



La futura "Red óptica inteligente" supondrá una "nueva generación" para las tecnologías que soportan las redes troncales de las operadoras, pero tardará en llegar

- Las operadoras van a cubrir una gran demanda de servicios muy diversos, tanto emergentes como ya habituales. Esto va a complicar considerablemente la topología y diseño de las redes, favoreciendo el desarrollo de las redes ópticas.
- La futura "Red óptica inteligente" supondrá una "nueva generación" para las tecnologías que soportan las redes troncales de las operadoras, pero tardará en llegar debido al incipiente estado de desarrollo de los estándares, de la falta de inversión y del esfuerzo fructífero para soportar la demanda de servicios sobre redes existentes.

José Luis Iglesias Martínez
(jliglesias@albura.com)
Responsable de Proyectos de Provisión de Servicios
Albura
Red Eléctrica de Telecomunicaciones