

“Optical Burst Switching”(OBS):

Conmutación óptica de ráfagas

El aumento de las capacidades de transmisión en la fibra óptica no se encuentra hoy en día pareja con las capacidades electrónicas de procesamiento. Hasta que sea factible la conmutación óptica de paquetes, una de las propuestas actuales para las futuras redes de datos de muy alta velocidad se basa en la conmutación óptica de ráfagas. Este modo de conmutación, a medio camino entre la conmutación de circuitos y de paquetes, dispone ya de varios demostradores en centros de investigación punteros. El objetivo de este trabajo será obtener los conocimientos básicos sobre el fundamento de la tecnología OBS, sus ventajas e inconvenientes.

Sin lugar a dudas la llegada de la fibra óptica ha supuesto una revolución absoluta en el mundo de las comunicaciones, debido a las altas prestaciones y posibilidades que nos proporciona en comparación con otros medios físicos ya existentes, como pueden ser el cable de cobre de par trenzado, el cable coaxial o la transmisión por radiofrecuencia.

De entre todas las técnicas de multiplexación ópticas (frecuencia, tiempo, código, polarización) la técnica de WDM (multiplexación en longitud de onda) es la más utilizada. Esta técnica consiste en la utilización de diferentes longitudes de onda para transmitir información a través de una fibra óptica.

OCS (Optical Circuit Switching)

Para hacer la red totalmente óptica, en WDM se establecen unos canales de comunicación entre el origen y el destino antes de transmitir los datos, conocidos como *lightpaths*, dando lugar a la **conmutación óptica de circuitos (OCS)**.

Por tanto, la conmutación de circuitos esta orientada a conexión y asocia una longitud de onda λ a cada conexión entre el nodo origen y destino. Una vez establecida, se envía la información sin retardo alguno y sin necesidad de almacenar y reenviar paquetes en cada nodo. También es posible utilizar diferentes longitudes de onda durante el trayecto mediante la utilización de matrices de conmutación OXC (Optical Cross Connect) con conversión en longitud de onda.

Sin embargo, esta técnica, que es la que se usa actualmente en la mayoría de las redes de comunicaciones ópticas, plantea los siguientes problemas:

- 1) En primer lugar en OCS se tiene que negociar antes de la transmisión una longitud de onda y un lightpath para el establecimiento de la conexión. Esto conlleva un retardo y podría resultar rentable si transmitiéramos una gran cantidad de datos. Sin embargo, en el caso de IP en donde transmitimos paquetes pequeños, este procedimiento resulta realmente tedioso porque tenemos que establecer una conexión para cada paquete, lo que nos puede proporcionar unos retardos excesivos y un uso poco eficiente del BW.
- 2) Otro problema que podemos tener en la conmutación de circuitos es que estamos transmitiendo IP (no orientado a conexión) sobre un servicio de lightpaths WDM que es orientado a conexión. Esto nos obliga a introducir dos capas intermedias como son la **SDH** (Jerarquía Digital Síncrona) en Europa o **SONET** en USA, que dan interfaces de acceso a la red de fibra pero que en principio estaban pensadas para telefonía, y **ATM** (Modo de Transferencia Asíncrona) que usa la filosofía de circuitos virtuales que encaja dentro del marco de SDH y sobre la cual se puede colocar IP. Todo este entramado de protocolos conlleva claras desventajas, como son la gran cantidad de bits de cabecera que es necesario transmitir (overhead) y la complejidad de los nodos (conmutador ATM, router IP, Multiplexor SDH, capa física óptica).

OPS (Optical Packet Switching)

Todos los problemas que hemos observado en OCS han hecho que se haya pensado en la eliminación de estas capas intermedias y converger directamente IP sobre la capa óptica.

La técnica que mejor encaja con esta filosofía y que puede proporcionar un mejor aprovechamiento del ancho de banda es la **conmutación óptica de paquetes (OPS)**. Sin embargo, esta técnica también plantea algunos problemas que hacen de su implementación algo realmente complejo, puesto que tecnológicamente todavía queda un largo camino por recorrer:

- 1) El primer problema reside en los conmutadores, ya que no pueden realizar todavía un procesamiento óptico, por lo que es necesario pasar la cabecera al dominio eléctrico y tomar electrónicamente las decisiones oportunas de encaminamiento.
- 2) Otro problema es el almacenamiento de un paquete que esta esperando a ser conmutado, ya sea porque su cabecera se está procesando o porque en ese momento otro paquete está usando esa misma línea de salida. En este caso, una opción sería utilizar como memoria óptica líneas de retardo (**FDL, Fiber Delay Line**), las cuales no son más que trozos de fibra que introducen un retardo entre la entrada y la salida. Una mejor opción serían las memorias RAM ópticas, pero todavía están por desarrollar.
- 3) La sincronización que debemos tener entre cabecera y paquete es también un punto delicado en las técnicas de OPS.

OBS (Optical Burst Switching)

A la vista de estas características, que hacen de OPS un técnica óptima pero no aplicable en la práctica todavía, podemos preguntarnos si, ya que lo caro es llevar a cabo la conmutación de los paquetes, ¿por qué no hacer los paquetes más grandes?, y, si la lógica de control tarda un rato en ser configurada, ¿por qué no esperar hasta que los conmutadores estén preparados para enviar el paquete? Es ahí y en las características del tráfico de Internet donde tiene su génesis la técnica conocida como **Conmutación Óptica de Ráfagas (OBS)**.

Se puede decir que, teniendo en cuenta las excelentes propiedades de las comunicaciones ópticas así como sus limitaciones tecnológicas, OBS combina lo mejor de la conmutación de paquetes y lo mejor de la conmutación de circuitos.

La mayor parte del tráfico que nos encontramos en Internet se distribuye en forma de ráfagas. Esto quiere decir que el tráfico en redes de telecomunicación no es modelable mediante procesos de Poisson, sino que presenta una correlación a largo plazo, esto es, que en la red podemos encontrar ráfagas de datos que quieren ir todas al mismo sitio. Ello puede provocar la saturación de ciertos nodos o que haya muchos paquetes para encaminar por un mismo enlace, lo cual conlleva un mayor retardo en la transmisión.

La técnica de OBS se conoce desde inicios de los años ochenta, y la idea que se esconde detrás de la conmutación de ráfagas consiste en encapsular varios paquetes dentro de un macro-paquete de varios megabits y enviar éste a un determinado destino como si se tratara de un único paquete. De este modo el conmutador sólo tendrá que leer una cabecera, reduciendo sustancialmente el número de transformaciones opto-electrónicas y disminuyendo por tanto de manera considerable el retardo experimentado por los paquetes, ya que es la operación en el dominio eléctrico la que contribuye de manera más cuantiosa al retardo global del paquete.

Por otra parte, si conseguimos que la cabecera en donde se encuentra la información de direccionamiento sea enviada con antelación, no será necesario que las ráfagas de datos esperen en cada nodo a que se realice la configuración correspondiente, ni deban por tanto ser almacenadas o pasadas al dominio eléctrico, ya que el nodo en cuestión habrá sido configurado de manera previa a la llegada de dicha ráfaga. Esto implica que las ráfagas son enviadas a su destino sin ningún retardo, salvo el tiempo inicial (debemos esperar a que los nodos estén configurados) y su tiempo de transmisión.

La técnica de conmutación óptica de ráfagas plantea sin embargo algunos problemas por resolver que tratamos a lo largo de nuestro trabajo:

En primer lugar nos centramos en los extremos de la red, donde se estudian las técnicas de ensamblado y enrutado de ráfagas, e incidiremos un poco en las técnicas de envío de ráfagas multicast, punto que aún no hemos completado.

En segundo lugar trataremos las cuestiones referidas al núcleo de la red, entre las que destacan:

- Mecanismos de reserva de recursos para la transmisión de una ráfaga a lo largo de la red. Destaca el protocolo JET (Just Enough Time), sobre el que incidiremos especialmente.
- Algoritmos de planificación, según los cuales los nodos intermedios asignan longitudes de onda a las ráfagas que se están transmitiendo.
- Posteriormente hablaremos de la resolución de conflictos entre varias ráfagas que se transmiten simultáneamente y de esquemas de prioridades en el tráfico de la red, temas éstos que todavía estamos desarrollando.