

Universidad Técnica Federico Santa María.
Departamento de Electrónica.

IPD-438 Seminario de Redes de Computadores.
II Semestre 2002.
Profesor: Agustín González.

Primer informe de avance.
**Redes WDM de enrutamiento por
longitud de onda.**

Nombre alumno: Felipe Carrillo Oliva.

Rol: 9621013-2

Fecha: 13 de septiembre de 2002.

RESUMEN

| | |
|--|---|
| Portada | 1 |
| Resumen | 2 |
| Introducción | 3 |
| Las Redes Ópticas | 3 |
| WaveLength Division Multiplexing | 3 |
| Tipos de redes WDM | 4 |
| Enlace WDM | 4 |
| Red óptica pasiva | 4 |
| Redes de difusión y de selección | 4 |
| Redes de Enrutamiento por Longitud de Onda | 4 |
| Más sobre Redes de Enrutamiento por Longitud de Onda | 4 |
| Tipos Enrutadores | 5 |
| Conversión de Longitudes de Onda | 5 |
| Enrutamiento y Asignación de Longitud de Onda | 6 |
| Conclusiones | 7 |
| Referencias | 7 |

1- Introducción

Es bien sabido el desarrollo de las redes de datos durante la década pasada y durante la actual. Este desarrollo ha traído consigo mayor demanda en el uso, especialmente por internet, que ya ha pasado a ser casi una necesidad. La mayor demanda por las redes han azuzado a encontrar tecnologías que permitan atender la gran carga que se genera, así como también incrementar las velocidades de transmisión.

Recientemente, las redes de fibra óptica han experimentado un fuerte avance, en especial el sistema WDM (multiplexión por longitud de onda), que ofrece un ancho de banda sin precedentes, e inalcanzable por la tecnología cableada.

El objetivo es entonces introducirse en la tecnología WDM a nivel de red, no los fundamentos físicos.

Específicamente, el interés está puesto en el tipo de red WDM denominado *Redes de Enrutamiento por Longitud de Onda* porque representa un desarrollo para el futuro de la Internet.

En este primer informe están los aspectos más básicos del networking WDM, haciendo especial énfasis en Redes de Enrutamiento por longitud de onda y que en definitiva marcará la pauta de trabajo durante el resto del semestre.

2- Las Redes ópticas.

Son redes de telecomunicaciones de gran capacidad basadas en tecnologías ópticas y componentes que proveen enrutamiento y restauración a nivel de longitud de onda. El origen de las redes ópticas está ligado a la técnica WDM (Wavelength Division Multiplexing) que dio capacidad adicional a las fibras ópticas existentes.

De acuerdo a la tecnología física empleada, las redes pueden clasificarse en tres generaciones. La primera generación está basada en cables de cobre o tecnologías de microondas. En la segunda, se introdujo el uso de enlaces de fibra óptica, pero está limitada a las velocidades electrónicas (unos pocos Gb/s) empleadas en switchs y nodos terminales. Este fenómeno es llamado *cuellos de botella electrónicos*. Finalmente se tiene la tercera generación, diseñada de modo *all-optical* (óptica por completo) basada en WDM, y donde tanto la transmisión como el switching de datos se hace enteramente en el dominio óptico.

3- WaveLength Division Multiplexing

Es una técnica de transmisión por fibra óptica. Consiste en multiplexar diferentes longitudes de onda en una simple fibra. Entonces el espectro óptico correspondiente a la región de bajas pérdidas en fibras, se divide en algún número de canales de pequeña capacidad.

WDM posee la capacidad de *transparencia*, esto debido a que no existe proceso electrónico alguno en la red. Los canales actúan como si fueran fibras independientes. Esta propiedad hace posible el soporte de varios formatos de datos y servicios en forma simultánea en la misma red. Esto permite el soporte para futuros protocolos de transmisión así como los ya existentes.

4- Tipos de redes WDM

Aunque la topología física de una red WDM debe ser del tipo ring, la distribución lógica de tráfico puede ser arbitraria.

4.1- Enlace WDM.

Dada la capacidad de transportar varios canales ópticos en una fibra, un enlace WDM cumple la función de lo que antes hacían varias fibras en paralelo, reduciendo los costos.

4.2- Red óptica pasiva.

Su principal característica es que la fibra se comparte entre una Oficina Central y Unidades de Red Óptica, entre las cuáles se establece una conexión bidireccional en estructura de árbol, con control centralizado y ruteamiento en la Oficina Central.

4.3- Redes de difusión y de selección.

Los transmisores difunden su señal a diferentes canales. Los receptores pueden seleccionar la señal deseada. Generalmente se basan en topología estrella. Su principal desventaja es la poca capacidad de reuso de longitudes de onda, por lo que resulta conveniente para redes de área local pero no mayores.

4.4- Redes de Enrutamiento por Longitud de Onda.

Están compuestas por uno o varios nodos selectores de longitud de onda llamados *enrutadores de longitud de onda* y por fibras que los interconectan. Cada uno de estos enrutadores tiene puertos de salida y entrada, los que se conectan a nodos terminales o bien a otros enrutadores. Toman sus decisiones de acuerdo al puerto y la longitud de onda de la señal de entrada. Dado que dos canales cualesquiera no comparten el mismo enlace de fibra en alguna parte de la red, éstos pueden utilizar la misma longitud de onda en redes de enrutamiento por longitud de onda. Esta reutilización de la longitud de onda implica una tremenda reducción del número de longitud de onda requerido para construir redes de área amplia. Dependiendo del diseño y componentes en uso, un enrutador de longitud de onda puede poseer distintas capacidades, como por ejemplo, enrutamiento estático o reconfigurable, proveer o no conversión de longitud de onda.

Como este tópico será el tema principal de este trabajo, se presentan más aspectos a continuación.

5- Más sobre Redes de Enrutamiento por Longitud de Onda.

Las conexiones entre nodos terminales se establece en un canal a través de uno o varios enrutadores, como una tubería transparente llamada *lightpath*. Dado que es posible reutilizar las longitudes de onda, es posible establecer un gran número de *lightpaths* con un pequeño número de longitudes de onda en una red de enrutamiento por longitud de onda.

5.1- Tipos Enrutadores:

a) Enrutadores por longitud de onda.

De acuerdo a la matriz de enrutamiento, hay cuatro principales tipos: *Conectores Cruzados de Fibra*, *Multiplexores Add-Drop*, *Enrutadores por Longitud de Onda Estáticos* y *Reconfigurables*.

b) Conectores Cruzados de Fibra:

Consiste en un switch que envía la señal de entrada de un puerto a uno de salida, sin hacer distinción de longitud de onda.

c) Multiplexores Add-Drop:

Agregan o sacan longitudes de onda (señales) de la red. Se necesitan en los puntos terminales.

d) Enrutadores por Longitud de Onda Estáticos:

Se implementan usando una etapa de demultiplexación donde se separan las distintas longitudes de onda en los diferentes puertos de entrada, conectándose a un puerto de salida donde se multiplexan.

e) Enrutadores por Longitud de Onda Reconfigurables:

Pueden rutear una señal de un puerto de entrada a cualquier puerto de salida independientemente de otras señales en longitudes de onda distintas en los mismos puertos. Por lo tanto las señales enrutadas al mismo puerto de salida deben estar en distintas longitudes de onda.

5.2- Conversión de Longitudes de Onda.

En las redes de enrutamiento por longitud de onda, los lightpaths debería ser asignados a la misma longitud de onda a lo largo de sus rutas, y aquellos que compartan uno o más enlaces de fibra a través de sus rutas deberían ser asignados a longitudes de onda diferentes. Esto se conoce como la *restricción de continuidad de longitud de onda*.

Esta restricción se puede prevenir empleando conversores de longitud de onda en los enrutadores. Estos dispositivos transfieren una señal desde un canal de longitud de onda a otro con longitud de onda distinta. Por tanto los lightpaths pueden ser asignados a diferentes longitudes de onda a lo largo de sus rutas. Las redes con esta característica son equivalentes a las redes de circuito conmutado tradicionales.

Los conversores pueden caer en los de tipo optico-electrónico y all-optical.

5.3- Enrutamiento y Asignación de Longitud de Onda.

La topología física de una red de enrutamiento por longitud de onda está constituida por los nodos terminales, enrutadores y las fibras que los conectan. Los lightpaths establecidos entre nodos terminales a través de la topología física forman la topología lógica de la red. Encontrar rutas a través de la topología física y la asignación de longitudes de onda para los lightpaths es llamado el *problema de enrutamiento y asignación de longitud de onda* (Routing and Wavelength Assignment (RWA)).

El problema, con las ventajas de conversión de longitud de onda, es equivalente al problema de enrutamiento en las redes de conmutación telefónicas.

Dependiendo de si los requerimientos de lightpath son conocidos inicialmente y fijos en el tiempo o no, los esquemas de enrutamiento y asignación de longitud de onda pueden ser *estáticos* y *dinámicos*.

En el caso de RWA estático, todos los requerimientos de lightpath se conocen inicialmente. Este es el caso de redes que transportan gran carga donde la planificación de la red es hecha en base a un patrón de demanda agregada y el pronóstico de sus futuros valores, esto típicamente ocurre en redes MAN/WAN.

En RWA dinámico los requerimientos de lightpath se asume que llegan en tiempos aleatorios, así como también su vigencia. Es decir, los requerimientos de lightpath se establecen según la demanda. Corresponde al caso de redes de comunicación de datos donde las conexiones necesitan ancho de banda considerable o los lightpaths se usan para tráfico de paquetes multiplexados. Por lo tanto los requerimientos de lightpath varían frecuentemente con el tiempo. El ejemplo más claro lo constituyen las redes LAN.

6- Conclusiones

Lastres generaciones de redes presentan la evolución que han experimentado las redes hasta llegar a esta nueva tecnología WDM, y en especial se destaca el surgimiento de las redes all-optical como parte fundamental de la nueva generación de redes de alta velocidad. En este informe se presentaron varios aspectos de las redes WDM, empezando por una breve descripción de WDM, que sienta las bases del networking, para describir luego los distintos conceptos y características.

En el desarrollo que da claro el área de interés, Redes de Enrutamiento por Longitud de Onda. Se presentaron diversas características que pueden desarrollarse durante el estudio, y que permiten ver que pueden ser trascendentales para el futuro de la Internet. De ahí el interés.

Los temas específicos que se presentaron aquí, y que serán objeto de estudio durante el semestre son:

- Redes de Enrutamiento por Longitud de Onda
- Conversión de Longitud de Onda.
- Enrutamiento y Asignación de Longitud de Onda.

Las referencias que se presentan a continuación apuntan claramente a estos temas.

7- Referencias

- **All Optical Networking**. Semih Bilgen, AltanKoçyigit, September 2001.
- **Optical Networking And Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)**. Muralikrishna Gandluru
<http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/dwdm/index.html>
- **“Importance of wavelength conversion in an optical network”**. John Strand, Robert Doverspike, Guangzhi Li. Optical Network Magazine. May/June 2001.
- **“Dynamic Lightpath Establishment in WaveLength-Routed Networks”**. Hui Zang, Jason P. Jue, Lexman Saha srabuddhe, Ramu Ramamurthy, Biswanath Mukherjee. IEEE Communication Magazine, September 2001.