

3.1 Cấu hình mạng quang ghép theo bước sóng (WDM)

Trong quá trình phát triển mạng quang WDM có bao nhiêu thể hệ mạng?

- Thể hệ 1: Hệ thống WDM điểm-điểm với các MUX/DEMUX
- Thể hệ 2: Hệ thống WDM điểm-đa điểm với OADM và OXC
- Thể hệ 3: Mạng quang WDM với chuyển mạch & định tuyến bước sóng

Mạng quang WDM có những loại cấu hình kiến trúc mạng nào? Đặc điểm chính trong mỗi loại cấu hình là gì? Trong mạng sử dụng những loại thiết bị nào?

- Các cấu hình mạng quang WDM: 5 loại
 - + Điểm – điểm (Point to point)
 - + Đường thẳng (Linear): Điểm truyền thông nối nhau thành đường thẳng
 - + Vòng (ring): Điểm truyền thông được đấu nối tiếp nhau thành vòng tròn. Mỗi nút mạng được kết nối 2 nút lân cận
 - + Lưới (Mesh): Các điểm truyền thông được đấu nối đồng thời với nhau
 - + Sao (star): Các điểm truyền thông được đấu nối với nhau qua một coupler sao

Mạng quang WDM có những loại giao diện chính nào? Đặc điểm chính của mỗi giao diện là gì?

- Giao diện người dùng với mạng (UNI- User to Network Interface): Xác định các khía cạnh vật lý người dùng. Xác định ranh giới chức năng người dùng bắt đầu và chức năng mạng kết thúc
- Giao diện nút với nút (NNI- Node to Node Interface): Xác định khía cạnh vật lý từ nút đến nút
- Giao diện liên mạng (INI- Inter-Network Interface): Được vận hành, phụ thuộc vào thỏa thuận trách nhiệm giữa hai nhà mạng

Trong các mạng hình lưới WDM (toàn quang), phương pháp chuyển mạch phổ biến là gì?

- Hiệu năng định tuyến trong mạng quang phụ thuộc vào các yếu tố:

- + Cấu trúc mạng,
- + Số lượng nút trong mạng,
- + Khả năng chuyển mạch của mỗi nút,
- + Phương thức chuyển đổi,
- + Tốc độ chuyển mạch,
- + Trễ chuyển mạch
- + Khả năng không nghẽn của cơ cấu chuyển mạch,

- Với các mạng hình lưới WDM (toàn quang) thuần túy, có hai phương pháp chuyển mạch phổ biến: chuyển mạch bước sóng và chuyển mạch gói quang

+ Chuyển mạch bước sóng: Là 1 bước sóng duy nhất kết nối 2 điểm trên mạng, còn gọi là gán bước sóng (WA)

> Hiệu quả phụ thuộc vào số bước sóng trên mỗi sợi cùng như số lượng sợi vào/ra mỗi nút

+ Chuyển mạch gói: Các gói khác nhau có thể truyền trên 1 bước sóng. Làm tăng khả năng định tuyến gói

> Hiệu quả phụ thuộc vào việc đồng bộ hoá các gói và chức năng chuyển mạch, thách thức về công nghệ

3.2 Các thành phần cơ bản của mạng quang

Mạng quang WDM có những loại thiết bị gì? Cấu trúc của thiết bị như thế nào? Đặc điểm chính của mỗi cấu hình thiết bị?

– Thiết bị đầu cuối đường quang (OLT):

- + Các bộ chuyển phát trong OLT dùng để thích ứng các tín hiệu giao thức khách hàng với tiêu chuẩn mạng WDM (các lưới bước sóng)
- + Bộ thu phát gửi và thu nhận tín hiệu kênh giám sát quang (OSC)

- + OLT được sử dụng trong cấu hình mạng WDM điểm - điểm/ đường thẳng.
- Thiết bị khuếch đại đường quang và tái sinh:
 - + Bộ khuếch đại đường quang => Tái sinh 1R (tái phát quang):
 - > Các bộ EDFA được sử dụng một cách tuần hoàn dọc tuyến sợi quang (khoảng cách 80-120 km)
 - > Đôi khi các bộ khuếch đại Raman được sử dụng.
 - > Tại mỗi node có thể có nhiều tầng khuếch đại EDFA
 - + Tái sinh 3R quang chưa hoàn thiện để thương mại hóa: Tiếp tục dựa vào các bộ tái sinh điện tử
 - + Bộ chuyển phát quang có khối tái sinh điện tử giữa các bộ chuyển đổi O/E và E/O
 - + Một cách lý tưởng, các bộ chuyển phát quang không nên sử dụng trong các mạng quang:
 - > Đảm bảo một mạng toàn quang trong suốt
 - > Nhưng các suy giảm tín hiệu tích lũy sẽ giới hạn phạm vi của mạng
 - + Các bộ chuyển phát làm tăng chi phí mạng WDM
 - + Các bộ chuyển phát 3R đơn giản chỉ hoạt động cho một tốc độ bit và giao thức khách hàng cụ thể: Chức năng định thời (khôi phục đồng hồ) khó thực hiện cho các tốc độ bit khác nhau
 - + Các bộ chuyển phát đơn giản hóa với chỉ chức năng 2R có thể sử dụng cho các tốc độ bit khác nhau
- Thiết bị xen/rẽ quang (OADM)
 - + OADM : tách hoặc xen một số kênh bước sóng tại các node trung gian
 - + Cho phép triển khai các cấu hình đường thẳng và cấu hình vòng
 - + OADM cung cấp hiệu quả chi phí cho điều khiển lưu lượng chuyển tiếp (pass-through) => giảm thiểu số lượng các bộ chuyển phát quang
 - + Các thuộc tính lựa chọn OADM
 - > Kích cỡ OADM: tổng số bước sóng được hỗ trợ

- > Hoạt động xen/rẽ không ảnh hưởng đến các kênh khác
- > Cấu trúc module: cho phép định cỡ OADM theo sự tăng dần lưu lượng (số lượng kênh)
- > Các suy giảm lớp vật lý quang (suy hao, lọc không hoàn hảo,...)
- > Khả năng cấu hình lại
- > Chi phí
- + Cấu trúc OADM cố định (fixed):
 - > Xen hoặc rẽ vĩnh viễn một số kênh cụ thể
 - > Nhà vận hành mạng cần quy hoạch trước
- + Các kiểu cấu trúc OADM cố định:
 - > Song song hoặc nối tiếp
 - > Xen/rẽ theo kênh đơn hoặc theo băng
- + Cấu trúc OADM cấu hình lại (ROADM):
 - > Các bước sóng muốn được xen/rẽ động
 - > Độ linh hoạt tăng lên cho việc thiết lập hoặc xóa bỏ kết nối.
- Thiết bị kết nối chéo quang (OXC):
 - + Chuyển trực tiếp 1 kênh bước sóng từ 1 cổng sợi quang đầu vào tới một trong các cổng sợi quang đầu ra
 - + Xen/rẽ cục bộ các kênh bước sóng
 - + Các OXC cho phép triển khai các cấu hình mạng lưới và liên kết giữa các ring
 - + Có thể dùng để chuyển mạch điện hoặc toàn quang
 - + Đối với chuyển mạch điện và các bộ chuyển phát quang (OEO)
 - > Khả năng giám sát và tái sinh 3R
 - > Dung lượng chuyển mạch bị giới hạn và chi phí cao cho chuyển mạch
 - > Phụ thuộc tốc độ bit và tín hiệu khách hàng

- > Kích thước cổng kênh và tiêu thụ nhiều điện
- + Đối với chuyển mạch toàn quang (All-Optical)
 - > Không phụ thuộc vào tốc độ bit và tín hiệu khách hàng
 - > Khả năng định cỡ về dung lượng tốt hơn
 - > Kích thước nhỏ gọn và tiêu thụ tiết kiệm điện hơn
 - > Công nghệ mới, không có giám sát miền số, hiện tại chỉ có tái sinh 1R (khuếch đại quang)
- + Đối với chuyển mạch quang với OEO
 - > Kết hợp ưu điểm chuyển mạch quang với giám sát miền số và khả năng tái sinh của các bộ chuyển phát quang
 - > Vẫn tồn tại các vấn đề về giảm tính trong suốt, kích cỡ cổng kênh và tiêu thụ nhiều điện năng.

3.3 Truyền tải IP/WDM

Mục đích triển khai IP/WDM là gì? IP/WDM có chức năng chính nào?

- Ưu điểm của IP: Khả năng kết nối đơn giản, linh hoạt; bùng nổ của lưu lượng IP; phát triển mạnh mẽ của Internet; các dịch vụ IP tiên tiến và sự phát triển mạnh mẽ của IPv6

=> IP đang trở thành giao thức truyền tải cho tất cả các cơ sở hạ tầng truyền tải thông tin.

- Ưu điểm của WDM: Truyền tải tốc độ cao, dung lượng lớn và linh hoạt trong chuyển mạch

=> WDM là nền tảng cho tất cả cơ sở hạ tầng mạng truyền tải.

Quá trình phát triển IP/WDM được chia ra làm mấy giai đoạn chính? Đặc điểm của từng giai đoạn?

- Quá trình chia làm 3 giai đoạn:

+ Giai đoạn IP/ATM/SDH /WDM: gói IP khi đưa vào OTN phải thực hiện chia cắt các tế bào ATM để di chuyển tới đích

+ Giai đoạn IP/SDH /WDM: Tầng ATM bị loại bỏ và gói IP chuyển xuống tầng SDH. Thêm kỹ thuật MPLS bổ sung vào tầng IP

- + Giai đoạn IP/WDM: Tầng SDH bị loại bỏ và gói IP chuyển xuống tầng quang

Kiến trúc truyền tải IP/WDM gồm có mấy nhóm? 3 nhóm

Trong kiến trúc IP/WDM, chức năng của mỗi tầng là gì?

- Tầng IP:

- + Cấp dịch vụ cho tầng dưới, sử dụng giao thức IP, cung cấp liên kết phi kết nối và khả năng tự sửa lỗi

- Tầng ATM:

- + Chuyển mạch gói theo từng tế bào ATM được thực hiện tại miền điện

- Tầng SDH:

- + Sắp xếp dữ liệu tốc độ thấp, kênh TDM vào khung đồng bộ
- + Cung cấp OAM&P, bảo vệ sợi quang khi có sự cố

- Tầng WDM(1):

- + Lớp kênh quang (Och): Kết nối 2 thực thể, định tuyến, sắp xếp kênh quang, bảo vệ khôi phục mạng khi có sự cố
- + Lớp đoạn ghép kênh quang (OMS): Đảm bảo truyền tín hiệu nhiều bước sóng, đo kiểm và quản lý để vận hành bảo dưỡng mạng

- Tầng WDM(2):

- + Lớp đoạn truyền dẫn quang (OTS): Truyền tín hiệu quang, đo và điều khiển bộ khuếch đại quang, bộ lặp

Mô hình kết nối mạng IP/WDM gồm mấy loại chính? Đặc điểm của từng mô hình?

- Mô hình kết nối mạng IP/WDM điểm – điểm: cung cấp các dịch vụ truyền tải cho lưu lượng IP.

- + Cần có bộ định tuyến IP để kết nối định hướng tới các bộ khác trên các bước sóng khác nhau

- + Topo mạng là cố định và cấu trúc mạng hoàn toàn tĩnh
- Mô hình kết nối mạng IP/WDM cấu hình lại: Các giao diện từ bộ định tuyến IP được kết nối tới các giao diện khách hàng của mạng WDM
 - + Các giao diện kết nối chéo WDM và xen/rẽ tự kết nối trong mạng WDM có các tuyến sợi nhiều bước sóng
 - + WDM cấu hình lại là công nghệ chuyển mạch kênh
- Mô hình kết nối mạng IP/WDM chuyển mạch
 - + Chuyển mạch burst quang (OBS)
 - + Chuyển mạch nhãn quang (OLS)
 - + Định tuyến gói quang (OPR)

Một mạng IP/WDM có thể hỗ trợ mấy mô hình dịch vụ chính? Đặc điểm của từng mô hình?

- Mô hình dịch vụ miền: WDM hình thành một miền quang, có mối liên hệ khách-chủ với mạng IP truy nhập
 - + Một IP hướng tới yêu cầu dịch vụ miền quang là trên một UNI đã được quy định rõ ràng: Tạo ra tuyến quang, xoá, sửa đổi, điều tra trạng thái tuyến quang
 - + Mỗi hoạt động của NNI được thực hiện qua một tập hợp các thông báo.
 - + Trình tự giải quyết địa chỉ: Đăng ký khách hàng, đăng ký lại khách hàng, giải quyết địa chỉ
- Mô hình dịch vụ hợp nhất:
 - + Có một mặt phẳng nằm trên các mạng khách hàng và quang, có thể là MPLS
 - + Các dịch vụ không được định nghĩa một cách cụ thể tại giao diện quang IP, nhưng được trộn vào các dịch vụ MPLS từ đầu cuối đến đầu cuối

3.4 Vấn đề về thiết kế cơ bản của mạng quang WDM

Bài toán LTD là gì? Mục tiêu của bài toán LTD?

- Thiết kế kiến trúc tuyến quang (TLD)
- Mục tiêu xác định cấu trúc liên kết và định tuyến các gói: Tối thiểu hoá tải tối đa mà bất kỳ tuyến quang nào phải mang

Bài toán RWA là gì? Bài toán RWA có mấy loại? Mục tiêu của từng loại bài toán RWA?

- Định tuyến và gán bước sóng (RWA)
- Bài toán con định tuyến:
 - + Định tuyến cố định (Fixed Routing)
 - + Định tuyến thay thế cố định
 - + Định tuyến thích ứng
 - + Định tuyến chịu lỗi
- Thuật toán định tuyến:
 - + Shortest Path => chọn đường dẫn nguồn-đích ngắn nhất (số liên kết/ nút)
 - + Least Loaded Routing => tránh các liên kết bận nhất
 - + Least Loaded Node => tránh các node bận nhất

4.1 Tổng quan về quản lý điều khiển

Xét về mặt chức năng, mạng quang bao gồm những mặt phẳng nào? Chức năng chính của các mặt phẳng là gì?

- Mặt phẳng dữ liệu: truyền tải dữ liệu qua mạng.
- Mặt phẳng quản lý và mặt phẳng điều khiển: quản lý kết nối, giám sát hiệu năng và các hoạt động quản lý mạng khác.
 - + Mặt phẳng quản lý thường ít tự động hơn và hoạt động trên quy mô thời gian dài hơn mà không thay đổi: giờ, tuần hoặc tháng.
 - + Mặt phẳng điều khiển năng động hơn, hoạt động trong thời gian thực và trong khoảng thời gian ngắn hơn.
- Các tiêu chuẩn giao thức mặt phẳng điều khiển: ASON (ITU - T) và GMPLS (IETF)

4.2 Quản lý mạng quang

Chức năng quản lý mạng quang là gì?

- Quản lý hiệu năng: giám sát và quản lý các tham số hiệu năng mạng .
- Quản lý lỗi: phát hiện sự cố và cô lập thành phần lỗi
- Quản lý cấu hình: quản lý sự thay đổi mạng (thiết bị, kết nối, thích ứng)
- Quản lý an ninh: xác thực người dùng, điều khiển truy nhập tới các NE, bảo vệ dữ liệu người dùng, ...
- Quản lý kế toán: tính cước và lưu giữ các lịch sử thời gian sống của thành phần
- Quản lý độ an toàn: đảm bảo bức xạ quang phù hợp yêu cầu an toàn mắt

Phân cấp quản lý mạng quang như thế nào?

- Các phần tử mạng (NE) => thành phần được quản lý riêng biệt
- Hệ thống quản lý phần tử (EMS) => quản lý một hoặc nhiều NE thường từ cùng nhà mạng
 - + Sử dụng mạng truyền dữ liệu (DCN) và kênh báo hiệu nhanh giữa các phần tử
 - + Các EMS lần lượt giao tiếp với một NMS
- Hệ thống quản lý mạng (NMS) => quản lý các phần tử mạng khác nhau từ các nhà mạng khác nhau
 - + Cũng được biết như hệ thống hỗ trợ điều hành (OSS)
 - + Có cái nhìn tổng thể mạng
- DCN cho hệ thống quản lý được hình thành qua các kênh OSC

4.3 Điều khiển mạng quang

Chức năng điều khiển mạng quang là gì?

- Quản lý hiệu năng: liên quan đến việc giám sát và quản lý tham số để đo hiệu năng mạng
- Quản lý lỗi: là chức năng chịu trách nhiệm phát hiện các lỗi xảy ra và cô lập thành phần bị lỗi
- Quản lý cấu hình: liên quan đến tập các chức năng về việc quản lý các thay đổi có trật tự trong mạng
- Quản lý bảo mật: xác thực người dùng và thiết lập quyền cho mỗi người dùng
- Quản lý cước: chịu trách nhiệm lập hóa đơn và tiến trình lịch sử lâu dài của các thành phần mạng

Có bao nhiêu mô hình điều khiển?

- 3 mô hình điều khiển: Xếp chồng, tăng cường và ngang hàng

Trong mạng quang có những công nghệ điều khiển nào?

- ASON: là mạng truyền tải quang có năng lực kết nối động
 - + Chia làm 3 mặt phẳng chính: Truyền tải, điều khiển và quản lý. + Kết nối đầu cuối - đầu cuối, do mặt phẳng điều khiển (CP)ASON thiết lập trong mặt phẳng truyền tải.
 - + Sử dụng kiến trúc Client – Server
 - + UNI: Giao diện người dùng – mạng
- GMPLS:
 - + là sự mở rộng chức năng điều khiển của mạng MPLS,
 - + Cho phép kiến tạo mặt phẳng điều khiển quản lý thống nhất
 - + Tạo ra một mạng đơn giản về điều hành và quản lý,
 - + Cấp các kết nối đầu cuối-đầu cuối với các mức QoS, tự động quản lý tài nguyên
 - + Hỗ trợ giao thức IP: điều khiển thiết lập hoặc giải phóng các LSP cho mạng chuyển mạch gói và chuyển mạch kênh

5.1 Giới thiệu

Thuật ngữ duy trì mạng quang là gì?

- Khả năng bảo đảm an toàn của một mạng với một mức độ truy cập dịch vụ cho phép khi mạng bị sự cố.
- Khả năng bảo đảm an toàn mạng tồn tại đa lớp => liên quan đến việc sắp xếp các phân lớp mạng và cách thức thực hiện việc sắp xếp này.

Để việc duy trì mạng đạt được hiệu quả tốt nhất, thì nó được quan tâm từ giai đoạn nào?

- Giai đoạn thiết kế phát triển mạng quang

Nêu các cơ chế duy trì mạng?

- Thứ nhất: Duy trì Đầu cuối - Đầu cuối, là một cơ chế duy trì đơn
- Thứ hai: Duy trì tại Cascade (tầng/đoạn/khu vực), có đa cơ chế. Một cơ chế được sử dụng sau cơ chế khác để xử lý lỗi.
- Thứ 3 (khái niệm chung nhất): là xếp chồng các khả năng tồn tại. Nhiều cơ chế tồn tại được sử dụng cho một khu vực

Để bảo vệ mạng trước các sự cố, có những cơ chế bảo vệ nào?

- 2 cơ chế: Bảo vệ dành riêng (dedicated protection) và chia sẻ (shared protection)
 - + Bảo vệ dành riêng: 50% dung lượng mạng lưu trữ cho bảo vệ
 - + Bảo vệ chia sẻ: Có một phần dung lượng cho việc bảo vệ

Bảo vệ tại lớp vật lý/ lớp liên kết/ lớp mạng trong mạng quang được thực hiện ở đâu?

- Lớp vật lý (lớp 1): NG-SDH, Mạng truyền tải quang (OTN) và các lớp quang.

- Lớp liên kết (lớp 2): MPLS, Ethernet.
- Lớp mạng (lớp 3): lớp IP

5.2 Bảo vệ trong lớp khách hàng

Giao thức APS được kích hoạt khi nào?

- APS: Chuyển lưu lượng sợi làm việc => dự phòng
- Phản ứng với các cảnh báo khác nhau sinh ra từ sự cố mạng: LOS, LOF, LOP
- Các lỗi vượt trội thu được bởi mã BIP trong mào đầu đoạn
- Phản ứng với các lệnh từ thiết bị đầu cuối vận hành cục bộ hoặc từ nhà quản lý mạng.

Các cơ chế bảo vệ sử dụng ở liên kết điểm-điểm?

- Có 2 cơ chế được sử dụng:
 - + Bảo vệ 1+1 : không yêu cầu giao thức báo hiệu 2 đầu
 - + Bảo vệ 1:1 : yêu cầu giao thức APS

Giải pháp bảo vệ chủ yếu trong lớp liên kết IP/ Ethernet/ MPLS là gì?

- Trong IP:
 - + Nếu có sự cố => Giao thức định tuyến nội miền (OSPF hoặc IS-IS) hoạt động và cập nhật các bảng định tuyến tại mỗi bộ định tuyến.
 - + Tránh các lỗi liên kết => bảo vệ mọi liên kết IP bằng các giao thức ở các lớp thấp hơn
- Trong Ethernet:
 - + Giao thức cây mở rộng (STP): Chặn các liên kết để các liên kết hoạt động tạo thành 1 cây mở rộng
 - + Chuyển mạch bảo vệ tuyến cho các kết nối đơn hướng và song hướng: 1+1 đơn hướng, 1+1 song hướng và 1:1 song hướng

+ Ethernet Ring Protection (ERP)

- Trong MPLS:

+ chuyển mạch bảo vệ định tuyến nhanh, thời gian bảo vệ là 60ms

> Dự phòng 1-1: Mỗi đường hầm bảo vệ thiết lập 1 LSP

> Dự phòng chức năng (bộ phận): 1 đường hầm bảo vệ được thiết lập bởi 1 LSP, nhưng được sử dụng bởi nhiều LSP