



Mạng truyền thông quang

Bộ môn Tín hiệu và Hệ thống

Hà Nội, 2022

1



Giới thiệu môn học

- Nội dung:
 - Chương 1: Giới thiệu về mạng truyền thông quang
 - Chương 2: Các lớp khách hàng (client) của lớp quang
 - Chương 3: Mạng quang WDM
 - Chương 4: Đồng bộ, quản lý và điều khiển mạng quang
 - Chương 5: Bảo vệ và phục hồi mạng quang
 - Chương 6: Mạng truy nhập quang

2



Giới thiệu môn học

- Nội dung chi tiết:
 - Chương 5- BẢO VỆ VÀ PHỤC HỒI MẠNG QUANG
 - Giới thiệu
 - Bảo vệ trong lớp khách hàng
 - Bảo vệ trong NG-SDH
 - Bảo vệ trong IP
 - Bảo vệ trong Ethernet
 - Bảo vệ MPLS
 - Bảo vệ trong lớp quang
 - Bảo vệ đoạn ghép quang
 - Bảo vệ kênh quang
 - Bảo vệ GMPLS
 - Phục hồi mạng quang



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.1. Giới thiệu

- Thuật ngữ duy trì mạng (bảo vệ & hồi phục): là 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.
- Khi thiết kế một mạng, các nhà thiết kế đã phải quan tâm đến vấn đề duy trì mạng, bao gồm khả năng tồn tại mạng hiện tại và tương lai với việc định cỡ cho mạng tương lai để bảo đảm nhu cầu trao đổi thông tin cũng như bảo đảm an toàn mạng trước các sự cố. Điều này đặc biệt quan tâm khi tính toán thiết kế phát triển các mạng quang.
- Một vấn đề quan trọng của duy trì mạng: giúp người vận hành khai thác mạng đảm bảo chất lượng dịch vụ cho phép là tạo ra khả năng cung cấp một tài nguyên mạng đủ lớn và có khả năng điều khiển linh hoạt.
- Đối với các mạng quang, hậu quả của sự cố là rất lớn: Tồn thất lợi nhuận; Gây khó chịu cho người dùng; Chịu trách nhiệm pháp lý hoặc chịu các khoản phạt; Mất uy tín thương hiệu.
 Hậu quả = Thời gian bị sự cố x Lưu lượng truyền tải

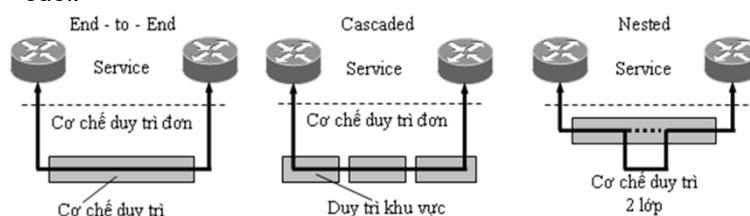


Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.1. Giới thiệu

– Các cơ chế duy trì mạng (bảo vệ & hồi phục):

- Thứ nhất: Duy trì Đầu cuối-đến-Đầu cuối, là một cơ chế duy trì đơn được sử dụng cho kiểu kết nối đầu cuối- đầu cuối.
- 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 trong bất kỳ khu vực nào.
- 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. Cơ chế này có thể là khu vực/đoạn/tầng hay đầu cuối - đầu cuối.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.1. Giới thiệu

– Khái niệm bảo vệ mạng:

- Là giải pháp kỹ thuật đặc biệt để khôi phục nhanh hoạt động cung cấp dịch vụ của mạng trong quá trình khai thác.
- Để thực hiện bảo vệ mạng cần cung cấp mức thấp nhất để đề phòng những sự cố thường xuyên xảy ra, ví dụ như là đứt cáp,....
- Bảo vệ có thể thực hiện ở nhiều cấp độ khác nhau, như bảo vệ tuyến, bảo vệ đoạn, bảo vệ luồng, bảo vệ các phần tử của thiết bị (các phần tử quan trọng của thiết bị). Tuy nhiên, với nhu cầu lưu lượng trao đổi hiện nay và trong tương lai người ta đã và đang thiết kế các mạng có nhiều mặt phẳng (thường là hai mặt phẳng) để tăng tính phòng vệ của các mạng.
- Phụ thuộc vào việc sử dụng các bộ chuyển mạch, dung lượng dự phòng của mạng được tính toán và thiết lập trước.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.1. Giới thiệu

– Khái niệm bảo vệ mạng:

- Để bảo vệ mạng trước các sự cố, cần phân biệt hai cơ chế bảo vệ dành riêng (dedicated Protection) và chia sẻ (shared Protection).
- Khi bảo vệ dành riêng được áp dụng thì tới 50% (với phương thức 1+1) dung lượng trong mạng được dự trữ cho mục đích bảo vệ. Hiển nhiên là bảo vệ đưa ra mức bảo vệ cao nhất nhưng hiệu quả khai thác kém nhất.
- Khi sử dụng chế độ bảo vệ chia sẻ thì có một phần dung lượng của mạng được dành cho mục đích bảo vệ. Như vậy, tài nguyên của mạng phải phân chia để dành cho bảo vệ.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.1. Giới thiệu

– Bảo vệ các lớp trong mạng:

- 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.

Mỗi lớp có thể bảo vệ khỏi một số loại sự cố nhất định nhưng có thể không bảo vệ chống lại tất cả các loại sự cố một cách hiệu quả.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong NG-SDH:

- NG-SDH sử dụng chuyển mạch bảo vệ tự động (APS) để thực hiện các cơ chế bảo vệ
- APS cho phép dịch chuyển lưu lượng từ sợi làm việc sang sợi dự phòng
 - Các sợi được định tuyến theo kiểu phân tập về mặt vật lý cho hiệu quả trong bảo vệ.
- APS được kích hoạt khi:
 - 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 từ xa.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong NG-SDH:

- Các sơ đồ bảo vệ trong NG-SDH:
 - Hoạt động trong lớp tuyến hoặc trong lớp đoạn ghép kênh NG-SDH (MS).
 - Sơ đồ mạng vòng lớp tuyến:
 - ✓ Bảo vệ kết nối mạng con 1 + 1 (SNCP).
 - Sơ đồ mạng vòng lớp đoạn:
 - ✓ MS-SPRing.

SDH Term	Protection Scheme			
	1 + 1	1:N	SNCP	MS-SPRing
Type	Dedicated	Shared	Dedicated	Shared
Topology	Point-point	Point-point	Ring/mesh	Ring
Layer	MS	MS	–/path	MS

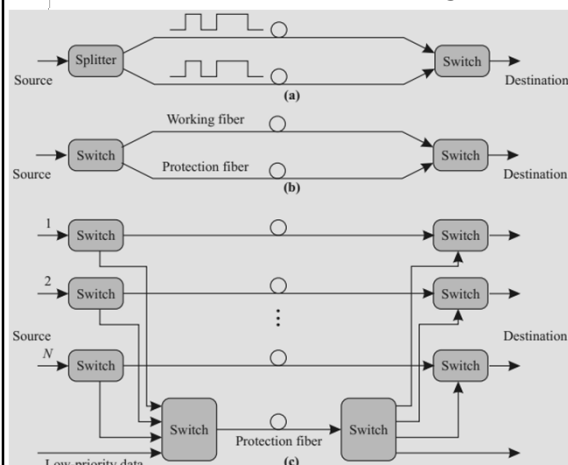


Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong NG-SDH:

➤ Liên kết điểm-điểm: Có 2 cơ chế bảo vệ được sử dụng



- Bảo vệ 1+1 (Hình (a))
- Bảo vệ 1:1 (Hình (b)) hoặc bảo vệ 1:N (Hình (c)).

Lưu ý:

- Bảo vệ 1+1: không cần giao thức báo hiệu giữa hai đầu
- Bảo vệ 1:1: yêu cầu giao thức APS.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong NG-SDH:

➤ Mạng vòng Ring: Có ba kiến trúc vòng được sử dụng

- Vòng bảo vệ kết nối mạng con 1+1/ 2 sợi (SNCP/2) hay còn gọi vòng chuyển mạch tuyến đơn hướng/ 2 sợi (UPSR/2)
- Vòng bảo vệ chia sẻ đoạn ghép kênh/ 2 sợi (MS-SPRing/2)
- Vòng bảo vệ chia sẻ đoạn ghép kênh/ 4 sợi (MS-SPRing/4)

Trong SDH, bảo vệ tuyến 1+1 được định nghĩa cho hoạt động trong kiến trúc lưới tổng quát và được gọi là bảo vệ kết nối mạng con (SNCP).



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong NG-SDH:

➤ Mạng vòng Ring: So sánh

Parameter	UPSR SNCP	MS-SPRing/4	MS-SPRing/2
Fiber pairs	1	2	1
TX/RX pairs/node	2	4	2
Protection type	Dedicated	Shared	Shared
Protection capacity	= Working capacity	= Working capacity	= Working capacity
Link failure	Path switch	Span/ring switch	Ring switch
Node failure	Path switch	Ring switch	Ring switch
Restoration speed	Faster	Slower	Slower
Implementation	Simple	Complex	Complex



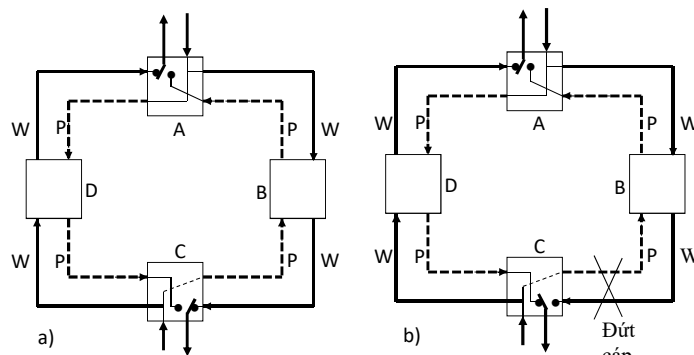
Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong NG-SDH:

➤ Mạng vòng Ring:

- Vòng bảo vệ kết nối mạng con 1+1/ 2 sợi (SNCP/2)



Chuyển mạch bảo vệ trong UPSR/2



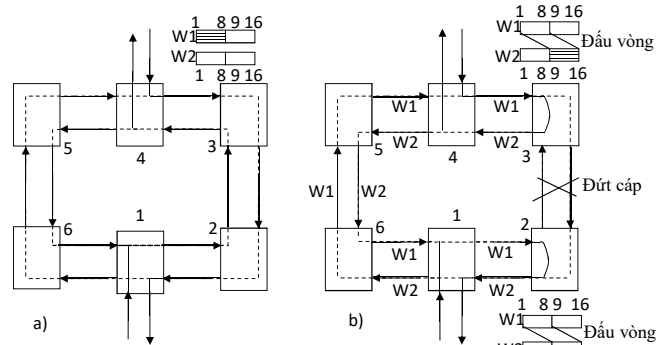
Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong NG-SDH:

➤ Mạng vòng Ring:

- Vòng bảo vệ chia sẻ đoạn ghép/ 2 sợi (MS-SPRing/2)



Chuyển mạch bảo vệ trong MS-SPRing/2



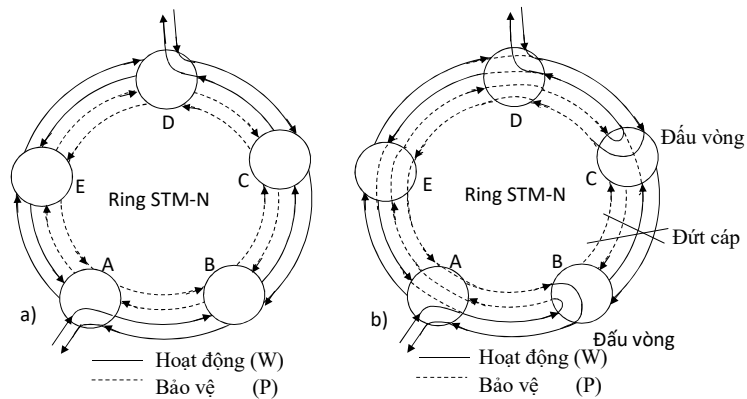
Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong NG-SDH:

➤ Mạng vòng Ring:

- Vòng bảo vệ chia sẻ đoạn ghép/ 4 sợi (MS-SPRing/4)





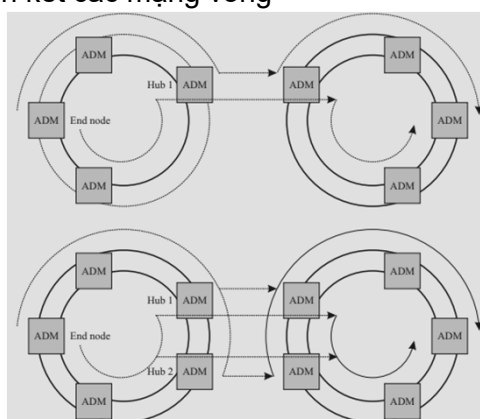
Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong NG-SDH:

➤ Mạng vòng Ring:

- Liên kết các mạng vòng



Back-to-back
interconnection
of SDH rings

Dual homing
makes use of two
hub nodes to
perform the
interconnection



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong IP:

➤ IP sử dụng định tuyến gói động, từng chặng:

- Mỗi bộ định tuyến có một bảng định tuyến và các gói đến được định tuyến dựa trên bảng này.

➤ Nếu có sự cố trong mạng:

- Giao thức định tuyến nội miền (OSPF hoặc IS-IS) hoạt động và cập nhật các bảng định tuyến tại mỗi bộ định tuyến.
- Thực tế, mất vài giây sau khi lỗi được phát hiện trước khi các bảng định tuyến ở tất cả các bộ định tuyến hội tụ và có thông tin định tuyến nhất quán.

➤ Trong quá trình này:

- Các gói tiếp tục được định tuyến, điều này có thể không nhất quán và không chính xác

→ làm cho các gói được định tuyến không chính xác và có thể lặp lại trong mạng (nên việc phục hồi bị chậm)



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong IP:

- Để tránh khôi phục chậm:
 - Có thể tránh hoàn toàn các lỗi liên kết bằng cách bảo vệ mọi liên kết IP bằng các giao thức ở các lớp thấp hơn.
 - Nếu xảy ra lỗi, liên kết IP sẽ tự phục hồi và không yêu cầu định tuyến IP thay đổi.
 - Yêu cầu thời gian khôi phục của một liên kết IP riêng phải nhanh hơn mạng IP.
- Cách triển khai điển hình được sử dụng trong các giao thức định tuyến nội bộ:
 - Các bộ định tuyến liên kết trao đổi các gói “hello” định kỳ giữa chúng (sau mỗi 10 giây).
 - Nếu một bộ định tuyến bỏ lỡ ba gói “hello” liên tiếp, nó sẽ thông báo liên kết bị lỗi và bắt đầu định tuyến lại.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong Ethernet:

- Trong mạng Ethernet chuyển mạch, giao thức cây mở rộng (STP) có một cơ chế bảo vệ tích hợp sẵn:
 - STP ban đầu chặn các liên kết để các liên kết hoạt động còn lại tạo thành một cây mở rộng.
 - Nếu một liên kết cây không thành công, thì STP sẽ cấu hình một cây mở rộng khác: việc cấu hình lại có thể mất hàng chục giây.
- Sử dụng giao thức cây mở rộng nhanh (RSTP) để tăng tốc thời gian cấu hình lại.
- Để hỗ trợ các dịch vụ với thời gian chuyển mạch bảo vệ 60 ms, Ethernet có chuyển mạch bảo vệ tuyến (bảo vệ tuyến tính) và chuyển mạch bảo vệ cho các mạng vòng.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong Ethernet:

- Tiêu chuẩn **ITU G.8031** có 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:
 - Với chuyển mạch bảo vệ 1+1: lưu lượng được truyền trên cả đường làm việc và đường bảo vệ, và bộ thu sẽ chuyển sang đường bảo vệ nếu nó phát hiện ra lỗi tín hiệu.
 - Với chuyển mạch bảo vệ 1+1 song hướng: sử dụng giao thức APS.
- Ethernet được triển khai trong các **cấu hình vòng với ITU G.8032 Ethernet Ring Protection (ERP)**.
 - ERP thay thế giao thức cây bao mở rộng bằng một giao thức chuyển mạch bảo vệ tự động (**R-APS**)



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong MPLS:

- Các tuyến chuyển mạch nhãn **MPLS (LSP)** được bảo vệ nhờ **chuyển mạch bảo vệ định tuyến nhanh**, có thời gian chuyển mạch bảo vệ là 60 ms:
 - Trong định tuyến nhanh MPLS, một nút dọc theo LSP được bảo vệ có thể có một đường hầm MPLS dự phòng.
 - Nếu đường hầm dự phòng là một chặng, gọi là **next hop**: bảo vệ LSP khỏi các lỗi liên kết
 - Nếu đường hầm dự phòng là hai chặng, gọi là **next-next hop**: bảo vệ LSP khỏi các lỗi nút và liên kết
 - Điểm bắt đầu của đường hầm dự phòng gọi là điểm sửa chữa cục bộ (PLR) và điểm cuối của nó gọi là điểm hợp nhất (MP).
- Cách triển khai định tuyến nhanh MPLS: **Dự phòng 1-1 và Dự phòng chức năng (bộ phận)**.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.2. Bảo vệ trong lớp khách hàng

– Bảo vệ trong MPLS:

- Dự phòng 1-1: mỗi đường hầm bảo vệ được thực hiện bằng cách thiết lập một LSP.
 - Dự phòng chức năng (bộ phận): Một đường hầm bảo vệ lại được thực hiện bởi một LSP, nhưng nó được sử dụng bởi nhiều LSP
 - Sơ đồ bảo vệ MPLS truyền tải (T-MPLS) được thiết kế cho các mạng sóng mang: 2 loại
 - Chuyển mạch bảo vệ tuyến (cấu trúc mạng đường thẳng): đơn hướng 1+1 và song hướng 1:1
 - Chuyển mạch bảo vệ cho các cấu trúc liên kết mạng vòng: wrapping (bao phủ) và steering (định hướng).
- Đối với mỗi LSP hoạt động có một đường hầm bảo vệ đi theo hướng ngược lại xung quanh vòng



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.3. Bảo vệ trong lớp quang

- Các cơ chế bảo vệ đa dạng sẵn có ở các lớp khách hàng:
 - Luôn được thiết kế để làm việc độc lập nhau □ các chế độ bảo vệ khách hàng được khởi tạo để phản ứng với cùng sự cố
- Lớp quang cung cấp các tuyến quang cho các lớp khách hàng (NG-SDH, IP, ...)
- Bảo vệ lớp quang đảm bảo hiệu quả chi phí và hiệu năng:
 - Các thực thể được bảo vệ là các kênh bước sóng hoặc kênh quang
 - Bảo vệ được cấp đồng thời cho tất cả các khách hàng
 - Các tài nguyên băng tần được yêu cầu ít hơn



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.3. Bảo vệ trong lớp quang

- Các cơ chế bảo vệ: bảo vệ đoạn ghép quang (OMS) hoặc bảo vệ kênh quang (OCh)
 - Bảo vệ OCh phục hồi 1 tuyến quang tại một thời điểm
 - Bảo vệ OMS phục hồi toàn bộ nhóm tuyến quang trên một tuyến sợi
- Các cấu hình (topologies) sử dụng cho bảo vệ lớp quang:
 - Điểm – điểm
 - Ring bảo vệ dung lượng dành riêng (DPRing)
 - Ring bảo vệ dung lượng chia sẻ (SPRing)
 - Mesh

Attribute	OMS Protection Schemes				OCh Protection Schemes		
	1+1	1:1	OMS-DPRing	OMS-SPRing	1+1	OCh-SPRing	OCh-Mesh
Protection Type	Dedicated	Shared	Dedicated	Shared	Dedicated	Shared	Shared
Topology	Point-point	Point-point	Ring	Ring	Mesh	Ring	Mesh



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.3. Bảo vệ trong lớp quang

- Bảo vệ đoạn ghép quang (OMS):

- 1+1
- 1:1
- OMS-DPRing
- OMS-SPRing

- Bảo vệ 1+1:



1+1 OMS protection.

Cost of scheme independent on number of protected channels

- Bảo vệ 1:1: So với 1+1, cách triển khai phía phát sử dụng một chuyển mạch thay cho bộ chia và sử dụng giao thức APS

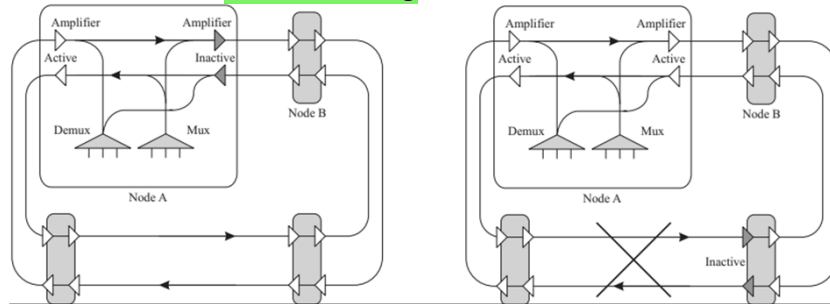


Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.3. Bảo vệ trong lớp quang

– Bảo vệ đoạn ghép quang (OMS):

• Bảo vệ OMS-DPRing:



- (a) Hoạt động bình thường: Một cặp bộ khuếch đại không hoạt động (bị tắt) và những cặp khác được bật, tạo ra một bus.
- (b) Sự cố đứt cáp: các bộ khuếch không hoạt động được bật và một cặp bộ khuếch đại liền kề với sự cố sẽ bị tắt để đưa đến tuyến thay thế và khôi phục lưu lượng.



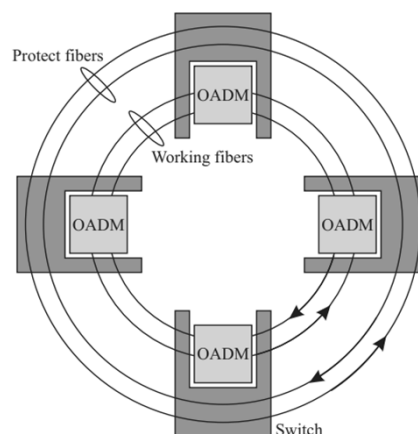
Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.3. Bảo vệ trong lớp quang

– Bảo vệ đoạn ghép quang (OMS):

• Bảo vệ OMS-SPRing:

- + Hoạt động bình thường: Hai trong số các sợi có thiết bị WDM được triển khai, và hai sợi còn lại xung quanh vòng được sử dụng cho mục đích bảo vệ và không có thiết bị WDM đi kèm.
- + Một phiên bản hai sợi quang của OMS-SPRing cũng có thể được thực hiện bằng cách dành một nửa bước sóng trên mỗi sợi quang cho mục đích bảo vệ.



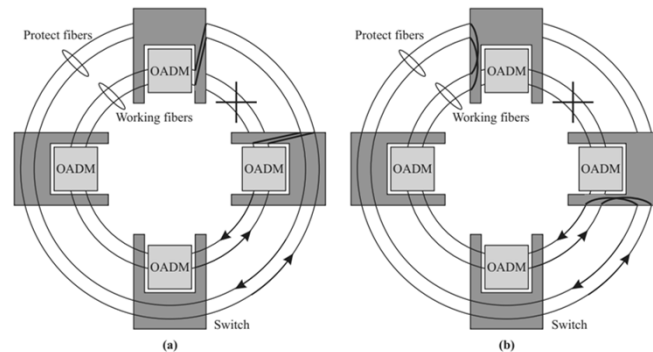


Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.3. Bảo vệ trong lớp quang

– Bảo vệ đoạn ghép quang (OMS):

• Bảo vệ OMS-SPRing:



Sự cố đứt cáp: tín hiệu được chuyển mạch vào các sợi bảo vệ.

(a) Chuyền mạch chặng

(b) Chuyền mạch vòng

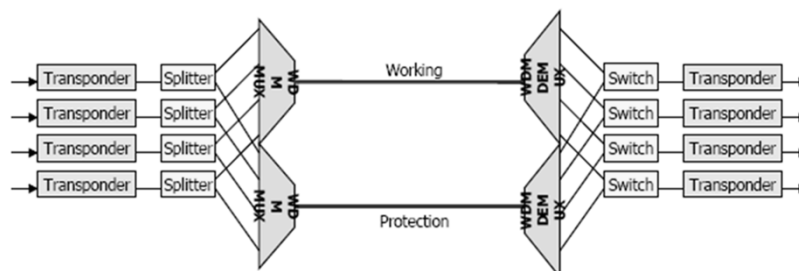


Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.3. Bảo vệ trong lớp quang

– Bảo vệ kênh quang (OCh):

• Bảo vệ 1+1:



1+1 OCh protection

Equipment number increases linearly with protected channel number. Cost lower if not all channels need to be protected.

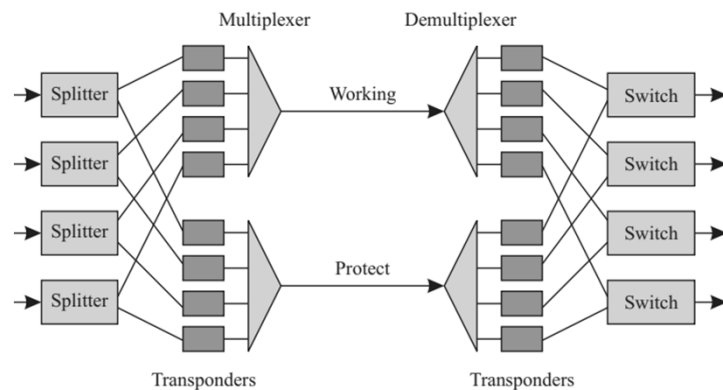


Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.3. Bảo vệ trong lớp quang

– Bảo vệ kênh quang (OCh):

- Bảo vệ 1+1: (khi Transponder bị hỏng)



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.3. Bảo vệ trong lớp quang

– Bảo vệ kênh quang (OCh):

- Bảo vệ OCh SPRing:

Tương tự SDH MS-SPRing/4. Tuy nhiên, MS-SPRing hoạt động ở lớp đường truyền (phần ghép kênh), trong khi Bảo vệ OCh SPRing hoạt động ở lớp kênh quang chứ không phải lớp ghép kênh quang.

- Bảo vệ OCh Mesh:

Có thể linh hoạt sử dụng:

- + Bảo vệ tuyến quang sử dụng bảo vệ 1 + 1,
- + Bảo vệ tuyến quang sử dụng bảo vệ OCh SPRing.
- + Bảo vệ các tuyến quang sử dụng bảo vệ OCh-mesh.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

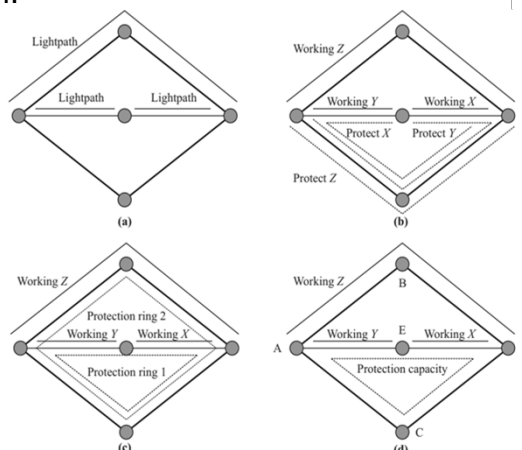
5.3. Bảo vệ trong lớp quang

– Bảo vệ kênh quang (OCh):

• Bảo vệ OCh Mesh:

Ví dụ minh họa:

- Xét 1 mạng có 3 tuyến kết nối: giả thiết cả 3 tuyến cần được bảo vệ. Mỗi tuyến sử dụng 1 đơn vị dung lượng trên mỗi liên kết mà nó đi qua.
- Bảo vệ tuyến quang sử dụng bảo vệ 1 + 1 (y/c: 8 đơn vị DL).
- Bảo vệ tuyến quang sử dụng bảo vệ OCh SPRing (y/c: 8 đơn vị DL, có thể giảm xuống 6 đơn vị DL).
- Bảo vệ các tuyến quang sử dụng bảo vệ OCh-mesh (tương tự 1+1, nhưng các tuyến bảo vệ không được thiết lập trước, chỉ thiết lập khi có sự cố).



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.4. Phục hồi mạng quang

– Khái niệm: Phục hồi là sự khắc phục lại các sự cố để mạng trở về trạng thái ban đầu

- Có thể xem như một cơ chế đặc biệt cung cấp bảo vệ để phòng sự cố mạng trong một thời gian cực ngắn (khoảng một giây). Về đặc trưng, phục hồi có thể xử lý không chỉ lỗi ở liên kết mà có thể lỗi xảy ra ở cả các nút với nhiều sự cố. Phục hồi được áp dụng nhiều trong mạng với topo cấu trúc dạng Mesh.
- Phục hồi được sử dụng ở cả trung tâm hay các nhánh (phục hồi phân tán). Trong cả 2 trường hợp, khi một mạng bị sự cố thì sự cố sẽ được xác định, sau đó truyền thông tin tới phân tử điều khiển để thực hiện thủ tục phục hồi.
- Phục hồi phân tán: phục hồi các dịch vụ bị lỗi nhanh hơn phục hồi tập trung. Cùng với việc tính toán sử dụng đường dự phòng, thời gian phục hồi có thể đạt được, đó là những kỹ thuật cơ bản để xây dựng phương án phục hồi. Nhìn chung, phục hồi phân tán là phương án phục hồi thích hợp với các mạng quang.



Chương 5- Bảo vệ và hồi phục mạng quang

5.4. Phục hồi mạng quang

- Thời gian phục hồi: là một tham số quan trọng
 - Tốc độ khôi phục là vấn đề thiết kế quan trọng nhất khi phát triển các tuyến dự phòng.
 - Theo k/n ITU-T M.95 việc xác định thời gian phục hồi được chỉ ra như sau:

