



BÀI GIẢNG MÔN

CƠ SỞ TRUYỀN THÔNG SỢI QUANG

Bộ môn:

Thông tin quang - Khoa VT1

Năm biên soạn:

2010

Nội dung

Chương

- 1 Tổng quan về kỹ thuật thông tin quang
- 2 Sợi quang
- 3 Bộ phát quang
- 4 Bộ thu quang
- 5 Một số vấn đề trong thiết kế truyền TTQ đơn kênh điểm – điểm

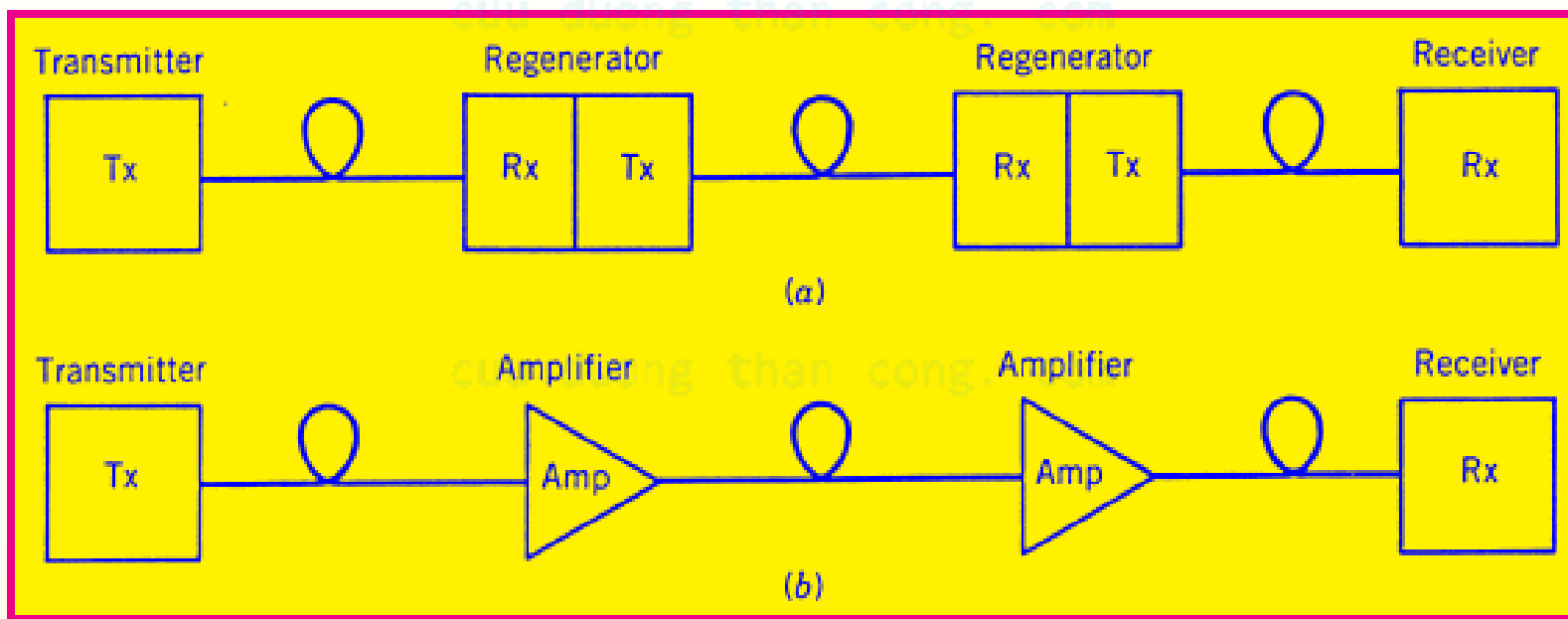
Chương 5- Một số vấn đề trong thiết kế tuyến TTQ số đơn kênh điểm – điểm

- ✓ Hệ thống thông tin quang số đơn kênh điểm – điểm
- ✓ Ảnh hưởng của suy hao và thiết kế tuyến có khuếch đại
- ✓ Ảnh hưởng của tán sắc và thiết kế tuyến có bù tán sắc

Hệ thống TTQ số đơn kênh điểm – điểm

Hệ thống TTQ đơn kênh điểm – điểm:

- a. Sử dụng trạm lặp quang – điện
- b. Sử dụng bộ khuếch đại quang



Ảnh hưởng của suy hao

- ❖ Công suất ánh sáng lan truyền trên sợi bị suy giảm dần theo chiều dài sợi → suy hao giới hạn khoảng cách truyền dẫn của hệ thống.
- ❖ Suy hao của hệ thống TTQ gồm:
 - Suy hao của sợi quang truyền dẫn
 - Suy hao giữa các mối nối, mối hàn: kết nối giữa các cuộn cáp, giữa sợi quang và các thiết bị trên hệ thống
 - Suy hao xen: suy hao khi truyền qua các thiết bị trên hệ thống
 - Suy hao dự phòng

Ảnh hưởng của suy hao

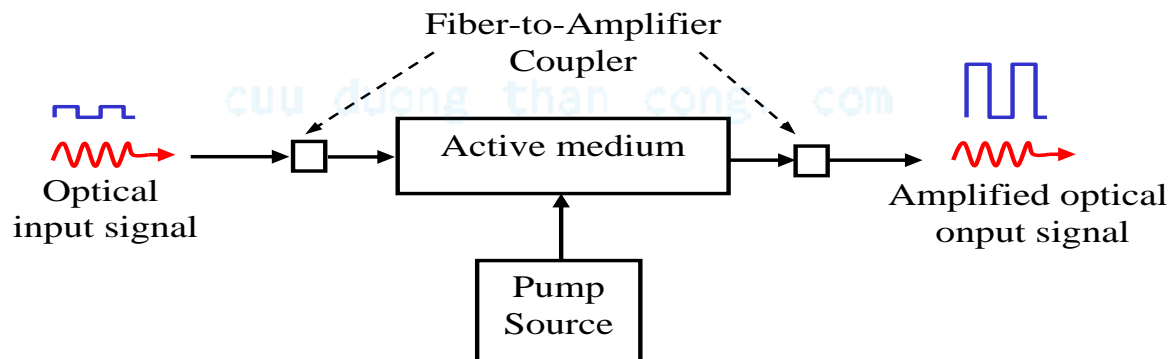
- ❖ Giải pháp bù suy hao nhờ trạm lặp quang điện:
 - Tín hiệu quang cần khuếch đại được chuyển về miền điện sau đó phát lại bằng LED/ Laser và truyền đi
 - Chức năng 3R:
 - Tạo lại dạng – Re-shaping
 - Định thời lại – Re-timing
 - Khuếch đại – Re-amplifying
 - Ưu điểm: Bù suy hao đồng thời bù tán sắc
 - Nhược điểm: Phức tạp

Ảnh hưởng của suy hao

- ❖ Giải pháp khác: dùng các bộ khuếch đại quang (OA) để khuếch đại trực tiếp tín hiệu quang.
- ❖ 1980: một số loại bộ OA đã được nghiên cứu chế tạo
 - **SOA : Semiconductor Optical Amplifier**
 - **RFA : Raman-based Fiber Amplifier**
 - **EDFA : Erbium-doped Fiber Amplifier**
- ❖ 1990: ứng dụng OA để bù suy hao
- ❖ Với các hệ thống quang: EDFA được sử dụng phổ biến nhất
- ❖ Đối với các hệ thống cự li dài: RFA hoạt động tốt hơn.

Ảnh hưởng của suy hao

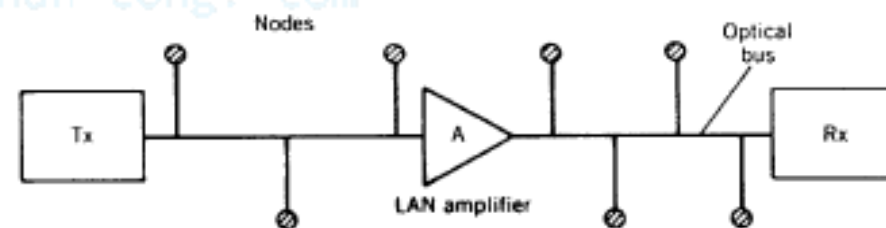
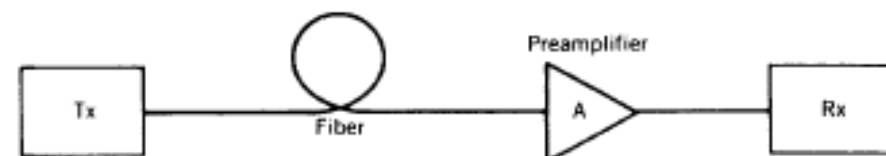
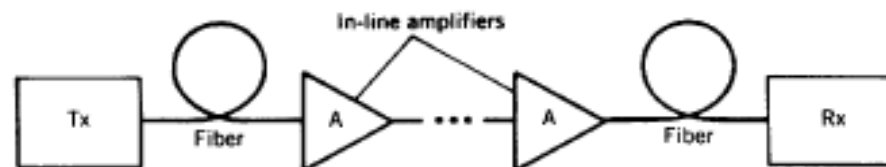
- ❖ Hầu hết các bộ OA khuếch đại ánh sáng tới thông qua phát xạ kích thích, giống như laser (Tuy nhiên, bộ OA sợi không có hồi tiếp quang).
- ❖ Nguyên lý cơ bản: sử dụng năng lượng Laser bơm (quang hoặc điện) để thực hiện đảo mật độ.
- ❖ Hệ số khuếch đại quang phụ thuộc: vào tần số của tín hiệu tới và cường độ ánh sáng bơm (**phụ thuộc nhiều hay ít là còn phụ thuộc vào môi trường khuếch đại**)
- ❖ Quỏ trởnh khuếch đại ỏnh sỏng được diễn ra trong vựng tóch cực.



Ảnh hưởng của suy hao

Ứng dụng KĐ quang

- **KĐ đ- ờng truyền:** bù suy hao truyền dẫn
- **KĐ công suất:** tăng công suất đầu ra bộ phát quang.
- **Tiền KĐ:** để tăng độ nhạy bộ thu quang
- **KĐ LAN:** bù suy hao do ghép nối.



Thiết kế tuyến TTQ có khuếch đại

❖ Các tham số dùng để thiết kế:

- Độ nhạy thu: $P_{\text{rec}}(\text{dBm})$
- Công suất phát quang đi vào đầu sợi: $P(\text{dBm})$
- Hệ số suy hao của sợi: $\alpha(\text{dB/km})$
- Suy hao mỗi nối: $\alpha_{\text{con}}(\text{dB})$
- Suy hao dự phòng: $\alpha_{\text{dp}}(\text{dB})$

❖ Chiều dài tuyến L_{\max} với giả thuyết sử dụng N bộ khuếch đại được xác định như sau:

$$P(\text{dBm}) - P_{\text{rec}}(\text{dBm}) = \alpha(\text{dB/km}) \times L_{\max}(\text{km}) + (N \times 2 + 2 + n) \times \alpha_{\text{con}}(\text{dB}) + \alpha_{\text{dp}}(\text{dB}) - N \times G(\text{dB})$$

Với n là số cuộn cáp

$$n = \frac{L_{\max}(km)}{l_c(km)} - 1$$

Ảnh hưởng của tán sắc

- ❖ Tán sắc làm giãn rộng xung ánh sáng khi tín hiệu được truyền qua sợi quang
- ❖ Tán sắc gây ra hiện tượng ISI – Inter-Symbol Interference → không quyết định được bit 0 và 1 chính xác
- ❖ Với một sợi quang xác định, tán sắc chịu ảnh hưởng của:
 - Độ rộng phổ của nguồn phát
 - Chiều dài tuyến truyền dẫn

Ảnh hưởng của tán sắc

❖ Các giải pháp bù tán sắc

- Sử dụng trạm lặp quang điện
 - Kết hợp khuếch đại và tạo lại dạng xung
- Sử dụng bộ bù tán sắc dựa trên kỹ thuật bù điện
- Sử dụng bộ bù tán sắc dựa trên kỹ thuật bù quang
 - Sử dụng cách tử Bragg sợi
 - Sử dụng sợi quang có độ tán sắc lớn

cuuduongthancong.com

Thiết kế tuyến TTQ có bù tán sắc

- ❖ Các tham số trong thiết kế tuyến
 - Hệ số tán sắc D (ps/km.nm)
 - Tốc độ bit của hệ thống $R \rightarrow$ xác định được nửa độ rộng xung ban đầu tại công suất $1/e$ T_0 (ps)
- ❖ Giới hạn truyền dẫn l (km) được xác định thông qua độ rộng xung của tín hiệu khi lan truyền

$$T(l) = T_0 \left[1 + \left(\frac{l}{l_D} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Với: $T(l)$: độ rộng xung tại l (km), l_D : chiều dài tán sắc

Thiết kế tuyến TTQ có bù tán sắc

- ❖ Mối quan hệ giữa chiều dài tán sắc và hệ số tán sắc D:

$$l_D = \frac{T_0^2}{D} \cdot \frac{2\pi c^2}{\lambda^2}$$

- ❖ Mối quan hệ giữa T_{FWHM} và T_0 như sau:

$$T_{FWHM} = 2(\ln 2)^{1/2} T_0 = 1,665 T_0$$

- ❖ Tùy thuộc vào độ giãn rộng xung cho phép tối đa của độ rộng xung mà có thể xác định được khoảng cách truyền dẫn tối đa $l(\text{km})$

Thiết kế tuyến TTQ

- ❖ Thiết kế tuyến TTQ số đơn kênh điểm – điểm phụ thuộc vào cả hai yếu tố: suy hao và tán sắc
 - ❖ Độ dài tuyến lớn nhất cho phép phải thỏa mãn cả hai yêu cầu về suy hao và tán sắc
- Khoảng cách truyền dẫn cho phép tối đa của hệ thống TTQ = MIN (giới hạn truyền dẫn theo tán sắc, giới hạn truyền dẫn theo suy hao)