

- CHƯƠNG 6 - THIẾT KẾ TUYẾN THÔNG TIN QUANG ĐIỂM - ĐIỂM

Giảng viên: TS. Cao Hồng Sơn

1

BÀI TOÁN THIẾT KẾ

Phạm vi: Tuyến thông tin quang số đơn kênh điểm - điểm

Bài toán thiết kế:

- Tốc độ truyền dẫn (dung lượng hệ thống),
- Cự ly truyền dẫn,
- Tiêu chuẩn chất lượng cho phép,
- Yêu cầu quỹ công suất dự phòng.

Mục tiêu thiết kế: Đảm bảo tín hiệu có thể truyền từ nguồn phát đến phía thu 1 cách tin cậy (BER) với một độ dự phòng nhất định

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

- Các yếu tố chính cần xem xét:

- Suy hao
- Tán sắc
- Phi tuyến

→ Với hệ thống đơn kênh: suy hao, tán sắc

→ Nguyên tắc thiết kế: phải đảm bảo cả 2 yếu tố:

- + Quĩ công suất
- + Quĩ thời gian lên

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

- **Quĩ công suất:**

- Mục đích: đảm bảo tín hiệu đến bộ thu với công suất đủ lớn trong suốt thời gian tuổi thọ của hệ thống

$$P_T + \Sigma G - \Sigma C_L - M_S = P_R \quad (6.1)$$

P_T : Công suất phát (dBm)

P_R : Công suất thu (dBm)

G_i : Hệ số KĐ của các bộ KĐ trên tuyến (dB)

C_L : Tổng suy hao toàn tuyến (dB)

M_S : Công suất dự phòng (dB)

α : hệ số suy hao của sợi quang (dB/km)

L : Chiều dài tuyến (km)

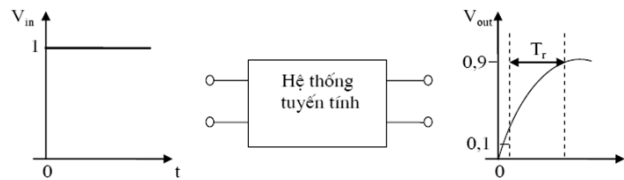
P_C : Suy hao hàn nối (dB)

$$C_L = \alpha L + P_C$$

Điều kiện để đảm bảo quỹ công suất: $P_R \geq \text{Độ nhạy thu}$

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

- **Quỹ thời gian lên** (Rise-time budget):
 - Mục đích: đảm bảo hệ thống có thể làm việc chính xác tại 1 tốc độ bit nào đó



- T_r : thời gian đáp ứng tăng từ 10%-90% giá trị đầu ra cuối cùng của hệ thống khi đầu vào của hệ thống thay đổi tức thì

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

- **Quỹ thời gian lên** (Rise-time budget):
 - Xem xét hệ thống tuyến tính là mạch RC đơn giản:

$$V_{out}(t) = V_0[1 - \exp(-t/RC)],$$

$$\longrightarrow T_r = (\ln 9)RC \approx 2.2RC.$$

Băng tần của mạch RC: $\Delta f = (2\pi RC)^{-1}$.

$$\longrightarrow T_r = \frac{2.2}{2\pi\Delta f} = \frac{0.35}{\Delta f}. \quad (6.2)$$

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

- **Quỹ thời gian lên** (Rise-time budget):

- Quan hệ giữa băng tần điện (Δf) và T_r

$$T_r = \frac{2.2}{2\pi\Delta f} = \frac{0.35}{\Delta f} \quad (6.2)$$

Với tín hiệu RZ: $\Delta f = B$ (B: tốc độ bit) $\rightarrow BT_r = 0,35$

Với tín hiệu NRZ: $\Delta f \approx B/2 \rightarrow BT_r = 0,7$

- **Yêu cầu khi thiết kế để đảm bảo quỹ thời gian lên:**

$$T_r \leq \begin{cases} 0.35/B & \text{đối với tín hiệu RZ} \\ 0.70/B & \text{đối với tín hiệu NRZ} \end{cases} \quad (6.3)$$

$$T_r^2 = T_{tr}^2 + T_{fiber}^2 + T_{rec}^2 \quad (6.4)$$

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

$$T_r^2 = T_{tr}^2 + T_{fiber}^2 + T_{rec}^2 \quad (6.4)$$

$$T_{fiber}^2 = T_{modal}^2 + T_{GVD}^2$$

$$T_{modal} \approx (n_1 \Delta / c) L, \quad \text{MM-SI}$$

$$T_{modal} \approx (\bar{n}_1 \Delta^2 / 8c) L, \quad \text{MM-GI}$$

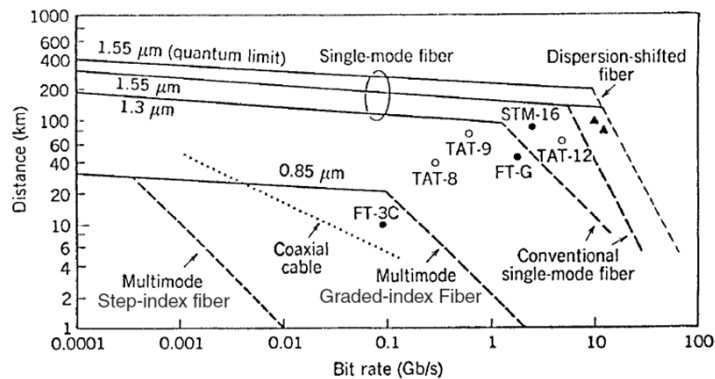
$$T_{GVD} \approx |D| L \Delta \lambda,$$

- T_{tr} : xác định bởi các thành phần điện trong các mạch điều khiển và các thành phần điện ký sinh của nguồn quang (LED, LD)

(T_{tr} cỡ vài ns đối với mạch phát sử dụng LED, cỡ 0,1 ns đối với mạch phát sử dụng laser)

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

Ảnh hưởng của suy hao và tán sắc đến cự ly truyền dẫn:



Đường liền nét: thể hiện cự ly truyền dẫn bị giới hạn bởi suy hao

Đường đứt nét: thể hiện cự ly truyền dẫn bị giới hạn bởi tán sắc

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

Lưu ý:

- Từ điều kiện quỹ công suất $\rightarrow L_{\max 1}$
- Từ điều kiện về quỹ thời gian lên $\rightarrow L_{\max 2}$

\Rightarrow Cự ly truyền dẫn cực đại của hệ thống sẽ là min ($L_{\max 1}$, $L_{\max 2}$)

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ

Bài tập:

1. Cho hệ thống TTQ sử dụng sợi đơn mode G.652 hoạt động ở bước sóng $1,3 \mu\text{m}$. Cự ly truyền dẫn 50 km. Hệ thống có $T_{tr} = 0,25\text{ns}$, $T_{rec} = 0,35\text{ns}$. Độ rộng phổ nguồn quang: 3nm. Giá trị tán sắc D_{GVD} trung bình = $2\text{ps}/(\text{nm.km})$. Xác định tốc độ truyền dẫn tối đa của hệ thống khi dạng tín hiệu là NRZ và RZ (giả thiết hệ thống không sử dụng các biện pháp bù tán sắc).

2. Cho hệ thống thông tin quang đơn kênh. Biết công suất phát của hệ thống sau khi ghép vào sợi quang là 10 mW. Hệ thống có cự ly truyền dẫn là 120 km với suy hao trung bình là 0,25 dB/km.

- Xác định công suất đến đầu thu.
- Xác định cự ly truyền dẫn tối đa hệ thống có thể đạt được nếu độ nhạy thu của hệ thống là -29 dBm.