

Solução: Distância do enlace: 467 Km (matrícula 1767)

A) Para STM-64 (10 Gbps) a dispersão máxima admitida é de 10% do valor do tempo de bit, ou seja:

$$\Rightarrow T_b = \frac{1}{R_b} = \frac{1}{10 \cdot 10^9} = 100 \text{ ps}$$

$$\Rightarrow \Delta t_{\text{max}} = 10\% \cdot T_b = 10 \text{ ps}$$

• Para o enlace em questão, a dispersão é de:

$$\Rightarrow \Delta t(\text{ps}) = D (\text{ps/mm} \cdot \text{Km}) \times \Delta \lambda (\text{nm}) \times L (\text{Km}) = 17 \times 0,01 \times 467 = 79,39 \text{ ps}$$

• Como  $\Delta t = 79,39 \text{ ps} > \Delta t_{\text{max}}$ , é necessário compensar a dispersão:

$$\Rightarrow D_{\text{TX}} \cdot L_{\text{TX}} + D_{\text{FCB}} \cdot L_{\text{FCB}} = 0 \quad \therefore L_{\text{FCB}} = - \frac{D_{\text{TX}} \cdot L_{\text{TX}}}{D_{\text{FCB}}}$$

$$\Rightarrow L_{\text{FCB}} = - \frac{17 \cdot 467}{-85} = 93,4 \text{ Km}$$

⇒ Serão colocados dois módulos de compensação de dispersão, sendo um deles na transmissão e o outro na recepção, com a metade do valor calculado:

$$93,4 \div 2 = 46,7 \text{ Km}$$

• Cálculo da atenuação do módulo de compensação de dispersão (MCD):

$$\Rightarrow A_{\text{MCD}} = A_{\text{f}} + A_{\text{conector}} = 46,7 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,2 = 12,075 \text{ dB}$$

• Portanto, será necessária a utilização dos módulos de compensação de dispersão, sendo um na transmissão e outro na recepção, cada um com:

Atenuação : 12,075 dB
comprimento da fibra : 46,7 Km

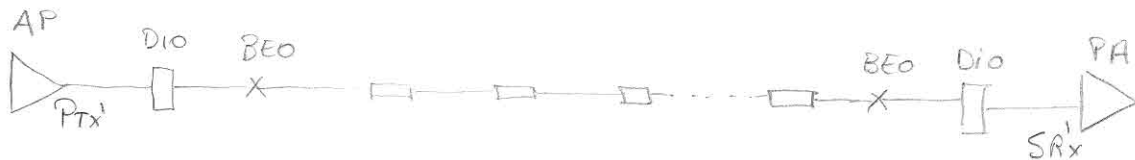
B.)

$$D_{\text{PMD m\u00e1x}} (\text{ps}/\sqrt{\text{km}}) = \frac{\Delta t_{\text{m\u00e1x}}}{\sqrt{L}} = \frac{10}{\sqrt{467}} = \boxed{0,463 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}}$$

A recomenda\u00e7\u00e3o seria medir todas as fibras dispon\u00edveis para o projeto e ent\u00e3o escolher aquelas que possuirem valores abaixo de  $D_{\text{PMD m\u00e1x}} (0,463 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}})$ .

C.)

- C\u00e1lculo da atenua\u00e7\u00e3o total entre a sa\u00edda do amplificador de pot\uancia e a entrada do pr\u00e9-amplificador: ( $\sum A_t$ )



$$\sum A_t = 2 \times \text{Dio} + 2 \times \text{BEO} + \sum \text{Emendas} + A_{fo}$$

$$\sum A_t = 2 \times 0,2 + 2 \times 0,1 + \left\{ 0,1 \cdot \left( \left\lceil \frac{467}{4} \right\rceil - 1 \right) \right\} + 467 \cdot 0,21$$

$$\sum A_t = 0,4 + 0,2 + 11,6 + 98,07$$

$$\boxed{\sum A_t = 110,27 \text{ dB}}$$

- C\u00e1lculo do ganho total dos amplificadores de linha:

$$P_{tx'} - S_{rx'} + \sum G_{AL} \geq \sum A_t + MS$$

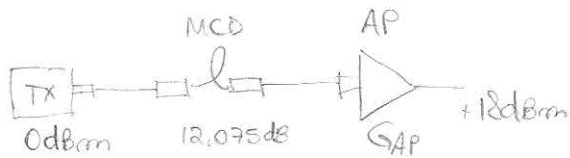
$$18 \text{ dBm} - (-40 \text{ dBm}) + \sum G_{AL} \geq 110,27 \text{ dB} + 6 \text{ dB}$$

$$58 \text{ dB} + \sum G_{AL} \geq 116,27 \text{ dB}$$

$$\sum G_{AL} \geq 116,27 \text{ dB} - 58 \text{ dB}$$

$$\boxed{\sum G_{AL} \geq 58,27 \text{ dB}}$$

- Ganho estimado para o amplificador de potência:



$$0 \text{ dBm} - 12,075 \text{ dB} + G_{AP} = 18 \text{ dBm}$$

$$G_{AP} = 30,075 \text{ dB}$$

- Ganho estimado para o pré-amplificador:



$$-40 \text{ dBm} + G_{PA} - 12,075 \text{ dB} = -27 \text{ dBm}$$

$$G_{PA} = 25,075 \text{ dB}$$

- Então, o ganho estimado para os amplificadores seria:

$$\Rightarrow 1^\circ \text{ amplificador: } G_{AP} = 30,075 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow 2^\circ \text{ amplificador: } G_{PA} = 25,075 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow 3^\circ \text{ amplificador: } G_{AL \text{ máx}} = 33 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow 4^\circ \text{ amplificador: } G_{AL \text{ máx}} = 2 \cdot 32 \text{ dB} = 64 \text{ dB}$$

$\Rightarrow$  Portanto, dois amplificadores de linha são suficientes para alcançar o ganho inicialmente calculado para  $\Sigma G_{AL} = 58,27 \text{ dB}$ .

$\Rightarrow$  Então:

$$G_{AL} = 58,27 \div 2 = 29,135 \text{ dB}$$

- Equalização dos ganhos:

$$(2 \cdot G_{AL} + G_{AP} + G_{PA}) / 4 = (58,27 + 30,075 + 25,075) / 4 = 28,355 \text{ dB}$$

Como não pode haver aumento dos ganhos estimados,  $G_{PA}$  deve permanecer com o valor anteriormente calculado de  $\approx 25,1 \text{ dB}$ .

- A equalização deve ser feita somente para os amplificadores de linha e para o amplificador de potência:

$$(2G_{AL} + G_{AP}) / 3 = (58,27 + 30,075) / 3 = 29,45 \text{ dB}$$

- Ganho final dos amplificadores:

$$G_{AP} = 29,45 \text{ dB}$$

$$1^{\circ} G_{AL} = 29,45 \text{ dB}$$

$$2^{\circ} G_{AL} = 29,45 \text{ dB}$$

$$G_{PA} = 25,1 \text{ dB}$$

- Distâncias entre os amplificadores de linha:

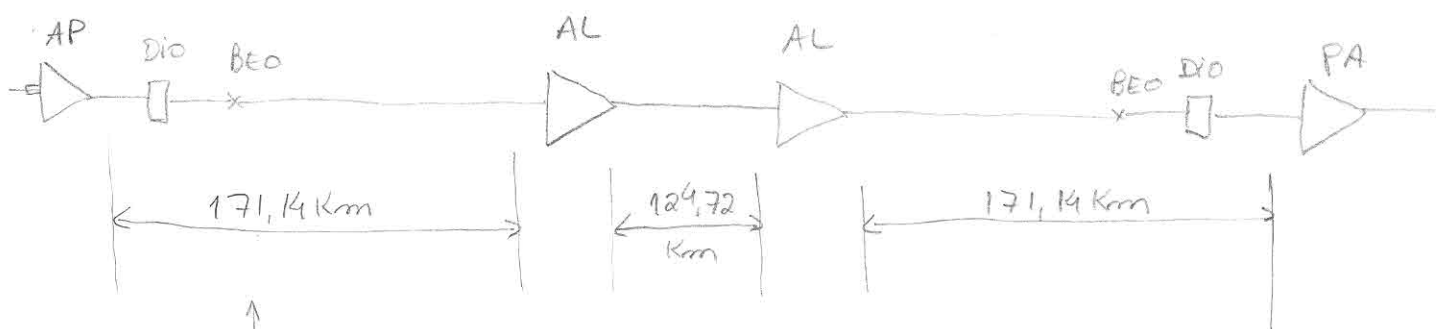
$$467 \text{ Km} \text{ — } 110,27 \text{ dB}$$

$$d_{AL} (\text{Km}) \text{ — } 29,45 \text{ dB}$$

$$d_{AL} (\text{Km}) = 124,72 \text{ Km}$$

- Distância entre as estações e os amplificadores de linha adjacentes:

$$= (467 \text{ Km} - 124,72 \text{ Km}) / 2 = 171,14 \text{ Km}$$



atenuação:

$$467 \text{ Km} \text{ — } 110,27 \text{ dB}$$

$$171,14 \text{ Km} \text{ — } A_{t1}$$

$$A_{t1} = 40,41 \text{ dB}$$

