

Pisni izpit Optične komunikacije 28. 1. 2009

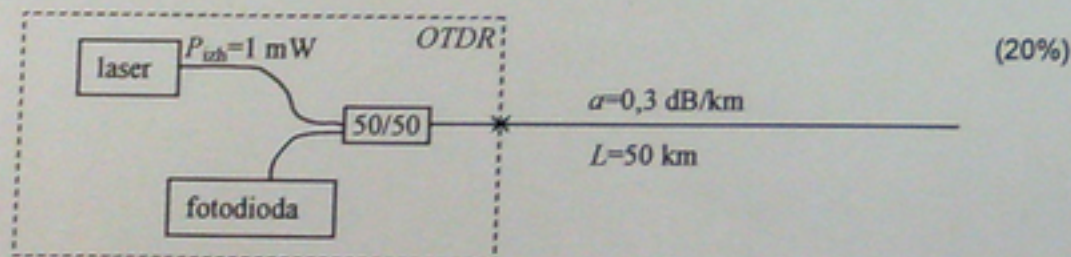
1. Določite potrebni vzdolžni razmik d med dvema optičnima konektorjema, da zmanjšamo jakost signala za 25%. Konektorja vsebujeta enaki enorodovni vlakni s stopničastim lomnim likom in premerom jedra $10 \mu\text{m}$ ter premerom obloge $125 \mu\text{m}$. Pri računu zanemarimo odboj svetlobe pri izstopu svetlobe iz jedra v zrak in ponovnem vstopu svetlobe v drugo vlakno. Numerična apertura je $NA=0,1$.

$$r = r_j + d \cdot \text{tg} \alpha \approx r_j + d \cdot NA$$

$$\frac{1}{4} = \frac{A_j}{A} = \frac{\pi r_j^2}{\pi r^2} \approx \frac{r_j^2}{(r_j + dNA)^2} \rightarrow r_j + dNA \approx \sqrt{4} \cdot r_j$$

$$d \approx \frac{2r_j - r_j}{NA} = \underline{28,28 \mu\text{m}}$$

2. OTDR merilnik ima laser z valovno dolžino $\lambda_0=1300 \text{ nm}$, ki daje na izhodu moč signala $P_{\text{izh}}=1 \text{ mW}$. Na izhod merilnika priključimo enorodovno optično vlakno dolžine $L=50 \text{ km}$, ki ima pri valovni dolžini 1300 nm slabljenje $\alpha=0,3 \text{ dB/km}$. Na prostem koncu optičnega vlakna ($n=1,5$ za steklo) imamo ravno brušen optični konektor. Koliko naj pri valovni dolžini 1300 nm znaša občutljivost sprejemniške fotodiode v OTDR, da še lahko detektiramo povratni signal? Pri računanju upoštevajte tudi delilno razmerje $50:50$ za optični sklopnik v OTDR merilniku.



Odbojnost od konca vlakna $\Gamma = \frac{1-n}{1+n} = 0,2$

Slabljenje signala na dvoji poti $2\alpha = -30 \text{ dB} = 10^{-3}$

$$P_{\text{sp}} = 10 \cdot \log Q \alpha \cdot P_{\text{izh}} \cdot |\Gamma|^2 \cdot 1/2 = 10 \cdot \log 10^{-3} \cdot 1 \text{ mW} \cdot |0,2|^2 \cdot 0,5 = -46,9 \text{ dB}$$

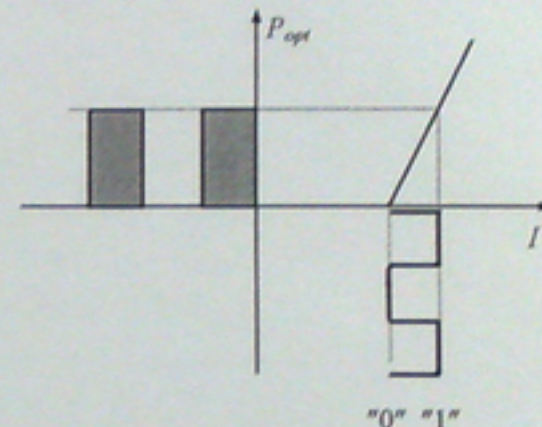
3. Kolikšen sme biti disperzijski koeficient D (ps/nm·km) enorodovnega vlakna pri valovni dolžini $\lambda_0=1550 \text{ nm}$, če zahtevamo, da se pri prenosni hitrosti $C=2,488 \text{ Gbit/s}$ impulzi ne razširijo za več kot tretjino dolžine enega bita? Širina spektra svetlobnega izvora vključno z modulacijo znaša $\Delta f=50 \text{ GHz}$, dolžina zveze pa je $l=50 \text{ km}$.

$$\Delta t = \frac{1}{3C} = \underline{134 \text{ ps}}$$

$$\Delta \lambda = \frac{\lambda_0^2 \Delta f}{c_0} = \underline{0,4 \text{ nm}}$$

$$D = \frac{\Delta t}{\Delta \lambda \cdot l} = \frac{134 \text{ ps}}{0,4 \text{ nm} \cdot 50 \text{ km}} = \underline{6,69 \frac{\text{ps}}{\text{nm} \cdot \text{km}}}$$

4. Polprevodniški laser ima pragovni tok $I_p=20 \text{ mA}$ in daje pri toku $I_0=30 \text{ mA}$ nazivno izhodno moč $P_0=0 \text{ dBm}$. Izračunajte povprečno moč optičnega oddajnika \bar{P} , če enosmernemu toku delovne točke dodamo podatkovni signal $I_{pp}=20 \text{ mA}$, ki vsebuje enako število enic kot ničel!



$$P = \alpha \cdot (I_0 - I_p)$$

$$\alpha = \frac{P_0}{I_0 - I_p} = \frac{1 \text{ mW}}{30 \text{ mA} - 20 \text{ mA}} = \underline{0,1 \text{ W/A}}$$

$$\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} I_{pp} \alpha dt = \frac{I_{pp}}{2} \alpha = \underline{1 \text{ mW}}$$

5. Izračunajte faktor plazovnega ojačenja M fotodiode, ki daje pri vhodni svetlobni moči $P=3 \text{ dBm}$ na valovni dolžini $\lambda=1550 \text{ nm}$ električni tok $I=30 \text{ mA}$. Plazovna fotodioda ima brez pritisnjene zaporne napetosti kvantni izkoristek $\eta=0,6$. ($h=6,624 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $Q_e=-1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$)

$$P = hf \frac{dN}{dt} = h \frac{c}{\lambda} \frac{dN}{dt}$$

$$I = M \eta |Q_e| \frac{dN}{dt} = M \eta |Q_e| \frac{P \lambda}{hc}$$

$$M = \frac{Ihc}{\eta |Q_e| P \lambda} = \frac{30 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 6,624 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{0,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ W} \cdot 1,55 \cdot 10^{-6} \text{ m}} = \underline{20}$$