

1. Polarizator svetlobe izdelamo tako, da svetlobni žarek spustimo pod Brewster-jevim kotom skozi zaporedje $N=30$ steklenih ploščic. Pri tem se večji del TE polariziranega valovanja izgubi v odbitih žarkih, TM valovanje pa se lomi skozi zaporedje ploščic brez izgub. Izračunajte slabljenje TE polarizacije (v dB) takšnega polarizatorja, če so ploščice iz stekla z $n=1.5$, vmes pa je zrak!

$$\Gamma_{TE} = 0 \rightarrow n^2 \cos^2 \theta - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} = 0 \rightarrow \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} = n^2 \cos^2 \theta$$

$$\Gamma_{TE} = \frac{\cos^2 \theta - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{\cos^2 \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} = \frac{1 - n^2}{1 + n^2} = -0.385 \quad a = 2N \cdot 10 \log_{10}(1 - |\Gamma_{TE}|^2) = -41.7 \text{ dB}$$

2. Optično vlakno navijemo na polmer $r=1\text{cm}$, da postane jedro vlakna zaradi mehanske napetosti dvolomno. Pri tem en ovoj predstavlja $\lambda/4$ ploščico pri valovni dolžini $\lambda=1550\text{nm}$. Izračunajte razliko med lomnima količnikoma za TE in TM polarizacijo v zakrivljenem delu vlakna $\Delta n = ?$, če znaša povprečni lomni količnik jedra $n=1.471$

$$\Delta \varphi = \pi/2 = \Delta k l = \Delta n k_0 l$$

$$k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0} \quad l = 2\pi r \quad \Delta n = \frac{\pi}{2k_0 l} = \frac{\lambda_0}{8\pi r} = \underline{6.17 \cdot 10^{-6}}$$

3. Izračunajte električno poljsko jakost $E=?$ na izstopni ploskvi polprevodniškega laserja širine $w=5\mu\text{m}$ in višine $h=1.5\mu\text{m}$. Izhodna moč laserja znaša $P=5\text{mW}$ na valovni dolžini $\lambda=850\text{nm}$. Lomni količnik polprevodnika je $n_1=3.7$, lomni količnik zraka pa je praktično enak enoti. Pri računu predpostavimo, da je odprtna enakomerno osvetljena z osnovnim TE rodом laserskega rezonatorja. ($c=3\text{E}+8\text{m/s}$, $Z_0=377\text{ohm}$)

$$|S| = \frac{P}{A} = \frac{P}{w \cdot h} = \underline{6.67 \cdot 10^9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$$

$$|S| = \frac{1}{2} |\vec{E} \times \vec{H}^*| = \frac{|E|^2}{2Z_0} \rightarrow |E| = \sqrt{2Z_0 |S|} = \underline{2.09 \cdot 10^5 \text{ V/m}}$$

4. PIN-FET sprejemnik ima občutljivost $P_{\text{min}} = -40\text{dBm}$ pri zmogljivosti zveze $C=155\text{Mbit/s}$. Izračunajte občutljivost izboljšanega sprejemnika $P_{\text{min}}'=?$, kjer prvotno PIN fotodiodo s kapacitivnostjo $C_d=2\text{pF}$ in kvantnim izkoristkom $\eta=0.6$ nadomestimo z boljšo fotodiodo s kapacitivnostjo $C_d'=1\text{pF}$ in kvantnim izkoristkom $\eta'=0.8$. Električni ojačevalnik ostane v obeh slučajih enak z isto kapacitivnostjo $C_0=1\text{pF}$ in šumno temperaturo $T=200\text{K}$. ($h=6.624\text{E}-34\text{Js}$, $k_B=1.38\text{E}-23\text{J/K}$, $Q_e=-1.6\text{E}-19\text{As}$)

$$U_s = \frac{Q}{C_d + C_0} = \frac{\eta N_f |Q_e|}{C_d + C_0} \quad \left. \begin{array}{l} U_s \\ U_{\text{noise}} \end{array} \right\} \frac{U_s}{U_{\text{noise}}} = \frac{\eta N_f |Q_e| \sqrt{P}}{\sqrt{k_B T (C_d + C_0)}} = \alpha \frac{\eta N_f}{\sqrt{C_d + C_0}} = \alpha' \frac{\eta P}{\sqrt{C_d + C_0}}$$

$$U_{\text{noise}} = \sqrt{B k_B T R} \approx \sqrt{\frac{k_B T}{2\pi (C_d + C_0)}} \quad P_{\text{min}}' = P_{\text{min}} \left(\frac{1}{\eta'} \right) \sqrt{\frac{C_d' + C_0}{C_d + C_0}} = 0.6 (2 P_{\text{min}}) = \underline{61.2 \text{ nW} = -42.1 \text{ dBm}}$$

5. Visokozmogljivo $C=40\text{Gbit/s}$ optično zvezo omejuje polarizacijska disperzija vlakna s povprečnim koeficientom $D_{\text{pmd}}=0.2\text{ps}/\sqrt{\text{km}}$. Določite razdaljo med regeneratorji signala, če naj razširitev impulzov ne preseže ene tretjine bitne periode! Upoštevajte tudi trikratni varnostni faktor za vršno vrednost polarizacijske disperzije glede na njeno povprečno vrednost!

$$\Delta t = D_{\text{pmd}} \sqrt{l} = \frac{1}{3} \left(\frac{T}{3} \right) = \frac{1}{9C} \rightarrow l = \frac{1}{(9C D_{\text{pmd}})^2} = \underline{193 \text{ km}}$$