



Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Instituto de Geociências e Engenharias
Faculdade de Computação e Engenharia Elétrica
Campus Marabá
Disciplina: Comunicações Ópticas
Professor(es): Cindy Stella Fernandes

Lista de Exercícios V (Fontes e Detectores Ópticos)

- 1) Como se dá o processo de criação do fóton no diodo LED?
- 2) Os tempos de vida das recombinações radiativas e não-radiativas dos portadores minoritários na região ativa de um diodo LED são 60 ns e 100 ns , respectivamente. Determine o tempo de vida total das recombinações dos portadores ($\tau = \frac{\tau_r \tau_{nr}}{\tau_r + \tau_{nr}}$) e a potência interna gerada no interior do dispositivo ($\eta_{\text{int}} = \frac{\tau}{\tau_r}$; $P_{\text{int}} = \eta_{\text{int}} \frac{h c i}{e \lambda}$), quando o comprimento de onda de emissão de pico é $0,87 \mu\text{m}$ em uma corrente de 40 mA . (Dados: $h = 6,626 \times 10^{-34}$ e $e = 1,602 \times 10^{-19}$)
- 3) Um LED planar é fabricado com Arseneto de Gálio, cujo índice de refração é igual a 3,6. Calcule a potência óptica emitida (P_e ; $\frac{P_{\text{int}} F n_s^2}{4 n_s^2}$) no ar como uma porcentagem da potência óptica interna para o dispositivo, quando o fator de transmissão na interface cristal-ar é igual a 0,68. Quando a potência óptica gerada internamente for 50% da potência elétrica fornecida, determine a eficiência da potência externa ($\eta_{ep} = \frac{P_e}{P} \times 100$).
- 4) Como se dá o processo de criação e amplificação dos fótons no diodo LASER?
- 5) Calcule a relação entre a taxa de emissão estimulada e a taxa de emissão espontânea ($\frac{\text{Stimulated emission rate}}{\text{Spontaneous emission rate}} = \frac{1}{\exp(hf / KT) - 1}$) para uma lâmpada incandescente operando a uma temperatura de 1000 K . Pode-se supor que o comprimento de onda médio de operação é de $0,5 \mu\text{m}$. (Dados: $K = 1,381 \times 10^{-23}$)

- 6) Um laser de rubi contém um cristal de comprimento 4 cm , com um índice de refração de $1,78$. O comprimento de onda de emissão de pico para o dispositivo é $0,55\text{ }\mu\text{m}$. Determine o número de modos longitudinais ($q = \frac{2nL}{\lambda}$) e sua frequência de separação ($\delta f = \frac{c}{2nL}$).
- 7) Como se dá o processo de conversão de luz em corrente elétrica no fotodiodo PIN?
- 8) Um fotodiodo PIN tem uma região intrínseca com um comprimento de $20\text{ }\mu\text{m}$ e um diâmetro de $500\text{ }\mu\text{m}$, com uma velocidade de deriva dos elétrons de 10^5 ms^{-1} . Quando a permissividade do material for $10,5 \times 10^{-13}\text{ Fcm}^{-1}$, calcule: (a) o tempo de deriva dos portadores através da região de depleção ($t_{\text{drift}} = \frac{w}{v_d}$); (b) a capacitância na junção do fotodiodo ($C_j = \frac{\epsilon_s A}{w}$).
- 9) Como se dá processo de “avalanche” no fotodiodo APD?
- 10) A eficiência quântica de um fotodiodo APD é de 80 % para a detecção de radiação a um comprimento de onda de $0,9\text{ }\mu\text{m}$. Quando a potência óptica incidente é $0,5\text{ }\mu\text{W}$, a corrente de saída do dispositivo (após o ganho de “avalanche”) é $11\text{ }\mu\text{A}$. Determine o fator de multiplicação do fotodiodo ($R = \frac{\eta e \lambda}{hc}$; $I_p = P_o R$; $M = \frac{I}{I_p}$) nessas condições.