



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 III (Características das Fibras Ópticas)

- 1) Uma fibra óptica possui um núcleo com 50  $\mu\text{m}$  de diâmetro e índice de refração igual a 1,5. Sua casca tem um diâmetro de 125  $\mu\text{m}$  e índice de refração igual a 1,48. Determinar o ângulo crítico entre o núcleo e a casca, a abertura numérica, o ângulo de aceitação e o ângulo de polarização. (Obs.: O ângulo de polarização pode ser calculado utilizando  $\theta_B = \arctan\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$ )
- 2) Considere uma fibra sem casca, apenas com núcleo, com índice de refração igual a 1,48. Calcule a abertura numérica e encontre o maior ângulo do raio incidente na interface ar-núcleo da fibra para que ocorra guiamento do raio óptico por reflexão interna total.
- 3) Considere uma fibra índice degrau com  $n_1 = 1,475$ ,  $n_2 = 1,460$  e  $a = 25 \mu\text{m}$ . Calcule:
  - a) Qual o valor máximo de  $\theta$  para haver guiamento na fibra?
  - b) Qual o valor máximo do ângulo de incidência na interface ar-núcleo da fibra?
  - c) Determine a abertura numérica para a respectiva fibra.
- 4) Considere uma fibra óptica multimodo ID, em que o índice de refração do núcleo é 1,48, o índice de refração da casca é 1,47 e o diâmetro do núcleo é de 80  $\mu\text{m}$ . Admitindo que o comprimento de onda em que a fibra está operando é de  $\lambda = 850 \text{ nm}$ , calcule a frequência normalizada.
- 5) Considere uma fibra óptica multimodo ID, com um diâmetro do núcleo de 150  $\mu\text{m}$  e com índices de refração do núcleo e de casca de, respectivamente, 1,5 e 1,46. Admitindo que a fibra esteja operando num comprimento de onda de 1310 nm, calcule a frequência normalizada.
- 6) Considerando uma fibra óptica com perfil de índice de refração degrau, diâmetro do núcleo de 100  $\mu\text{m}$ , abertura numérica de 0,158 e comprimento de onda da luz de 900 nm, calcule o número de modos propagantes.
- 7) Considerando uma fibra óptica com perfil de índice de refração degrau, diâmetro do núcleo de 80  $\mu\text{m}$ , diferença relativa dos índices de refração de 1,5 % e comprimento de onda da luz de 850 nm, calcule:
  - a) A frequência normalizada da fibra;
  - b) O número de modos guiados.

- 8) Uma fibra IG possui um núcleo com perfil de índice de refração parabólica, com um diâmetro de  $50\text{ }\mu\text{m}$ . A fibra possui uma abertura numérica de 0,2. Estime o número de modos guiados que se propagam na fibra, quando a mesma opera em um comprimento de onda de  $1\text{ }\mu\text{m}$ . (Obs.: O número de modos guiados em uma fibra IG pode ser calculada utilizando  $V^2/4$ )
- 9) Uma fibra IG com perfil de índice de refração parabólica possui um índice de refração do núcleo de 1,5 e uma diferença relativa dos índices de refração de 1%. Estime o valor máximo do diâmetro do núcleo que permita a operação monomodo em um comprimento de onda de  $1,31\text{ }\mu\text{m}$ . (Obs.: O máximo valor da frequência normalizada para operação monomodo pode ser calculada utilizando  $V = 2,4(1 + 2/\alpha)^{\frac{1}{2}}$ , com  $\alpha = 2$ )
- 10) Determine a frequência de corte para uma fibra ID exibir uma operação monomodo, quando o índice de refração do núcleo e o raio forem, respectivamente, 1,46 e  $4,5\text{ }\mu\text{m}$ , com uma diferença relativa dos índices de refração de 0,25 %.