

Problema 3.01. ()

A partir das equações básicas de campo elétrico e campo magnético

$$\vec{E} = E_0(r, \phi)e^{j(\omega t - \beta z)}$$

$$\vec{H} = H_0(r, \phi)e^{j(\omega t - \beta z)}$$

aplique o rotacional das Equações de Maxwell e obtenha seis equações para relacionar os campos $E_r, E_\phi, E_z, H_r, H_\phi, H_z$.

Problema 3.02. ()

Com as equações obtidas do exercício anterior, calcule os campos E_r, E_ϕ, H_r, H_ϕ em função das componentes E_z e H_z .

Problema 3.03. ()

Considerando os Modos Linearmente Polarizados, onde $\Delta \ll 1$, prove que

$$k_1^2 \approx k_2^2 \approx \beta^2$$

onde k_1 é a constante de propagação do núcleo e k_2 a constante de propagação da casca.

Problema 3.04. ()

Mostre que, para o caso de $\Delta \ll 1$, a abertura numérica (NA) pode ser aproximada pela equação

$$NA = (n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}} \approx n_1 \sqrt{2\Delta}$$

Problema 3.05. ()

Uma fibra multimodo de abertura numérica $NA = 0.2$, suporta aproximadamente 1000 modos para comprimento de onda 850nm.

- Qual é o diâmetro do núcleo?
- Quantos modos essa fibra suporta em 1320nm?
- Quantos modos essa fibra suporta em 1550nm?

Problema 3.06. (Agrawal)

Uma fibra mono-modo com

$$n_1 - n_2 = 0.05$$

possui $n_1 = 1.45$. Calcule o raio do núcleo a para o caso da fibra possuir um comprimento de onda de corte de $1\mu m$

Problema 3.07. ()

Considere uma fibra de $50\mu m$ de diâmetro, índice do núcleo $n_1 = 1,45$ e índice da casca $n_2 = 1,49$ operando em $\lambda = 1,31\mu m$.

- Qual é a abertura numérica (NA) dessa fibra?
- Quantos modos essa fibra suporta?
- De quanto seria o alargamento do pulso devido à dispersão modal após ele ser transmitido 10km?

Problema 3.08. ()

O atraso de grupo por km de uma fibra monomodo pode ser descrita como

$$\frac{\tau(\lambda)}{L} = \frac{\tau_0}{L} + S_0 \lambda_0^2 \left(\frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda} + \ln\left(\frac{\lambda}{\lambda_0}\right) \right)$$

onde λ_0 é o comprimento de onda com zero dispersão e S_0 é a inclinação da dispersão para λ_0 . Calcule o alargamento do pulso para o caso da fibra ser alimentada por uma fonte de largura espectral σ_λ .

Problema 3.09. ()

Considerando a equação relacionando o ângulo crítico $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$, onde n_1 é o índice de refração do núcleo e n_2 da casca, prove que

$$\cos \theta_c = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$$

Problema 3.10. ()

Para a fibra da imagem abaixo, derive a equação transcendental.

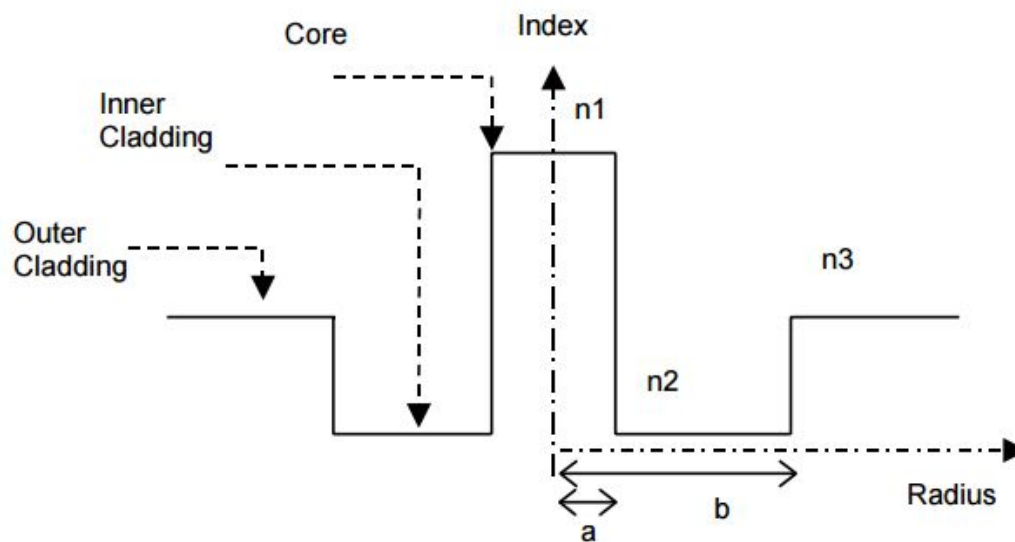


Figura 1: Fibra para o exercício 9