Segunda Prova de EE540 - Teoria Eletromagnética

Prof. Michel -(28 de Junho de 2006)-

Nome: Daniel da Costa Picchi

RA: 031962

1) Considere o guia metálico retangular de lados a e b mostrado na Fig.1.

a) Encontre os modos TE_{mn} desse guia sabendo que seu inteiror é vazio (vácuo) e que suas paredes metálicas possuem $\sigma = \infty$.

b) Existe o modo TE_{10}? E o modo TE_{01}?

c) Qual a freqüência de corte ν_{mn} para o modo TE_{mn}?

d) Escreva a expressão da constante de fase β_{mn} do modo TE_{mn}.

e) Considere uma freqüência $\nu < \nu_{mn}$. Escreva a expressão para a constante de atenuação α_{mn} do modo TE_{mn}.

f) Esboce qualitativamente as curvas das constantes de fase β_{mn} para β_{11}, β_{21} e β_{31}.

g) Qual a velocidade de fase $(v_f)_{mn}$ e de grupo $(v_g)_{mn}$ do modo TE_{mn}?

h) Escreva as expressões dos campos instantâneos para o modo TE_{mn}.

2) Uma onda plana com polarização paralela incide sobre uma interface plana em $z = 0$ que separa dois meios dielétricos perfeitos como mostrado na figura do formulário.

O meio 1 possui possui parâmetros ϵ_1, μ_1 e o meio 2 parâmetros ϵ_2, μ_2.

a) Monte as equações que levam às expressões do formulário. Justifique.

b) Escreva a expressão instantânea dos campos transmitidos.

c) O que é o chamado ângulo de Brewster? Deduza a expressão matemática que o define.

d) Assumindo que $\epsilon_2 < \epsilon_1$ e $\theta_i > \theta_c$: (i) calcule o coeficiente de atenuação da onda no meio 2. (ii) Verifique que a potência média transmitida para o meio 2 é nula.

3) Os fasores dos campos gerados por um dipolo elétrico elementar oscilante são dados (em coordenadas esféricas) por:

$$\vec{E}(\vec{r}) = E_r\,\hat{e}_r + E_\theta\,\hat{e}_\theta$$

$$\vec{H}(\vec{r}) = H_\phi\,\hat{e}_\phi$$

com

$$E_r = -\frac{2Idl}{4\pi}\eta_0 k^2 \cos\theta \left[\frac{1}{(jkr)^2} + \frac{1}{(jkr)^3}\right] e^{-jkr}$$

$$E_\theta = -\frac{Idl}{4\pi}\eta_0 k^2 \sin\theta \left[\frac{1}{jkr} + \frac{1}{(jkr)^2} + \frac{1}{(jkr)^3}\right] e^{-jkr}$$

$$H_\phi = -\frac{Idl}{4\pi}k^2 \sin\theta \left[\frac{1}{jkr} + \frac{1}{(jkr)^2}\right] e^{-jkr}$$

a) Obtenha as expressões aproximadas que descrevem o campo próximo ($kr << 1$). Interprete fisicamente.

b) Obtenha as expressões aproximadas que descrevem o campo distante ($kr >> 1$). Comente as principais características dos campos nesse caso.

c) Calcule o valor médio do vetor de Poynting.

d) Em que direção o fluxo de potência é mais intenso?

Faça o gráfico polar ($|<\vec{S}>|$ versus θ) para uma distância fixa r_0.

e) Calcule a potência total irradiada através de uma superfície esférica de raio r_0. Coloque a reposta em termos de dl/λ.

Dados: $\int_0^\pi \sin^3\theta d\theta = 4/3$

Elemento de área em coordenadas esféricas: $ds = r^2 \sin\theta d\theta d\phi$

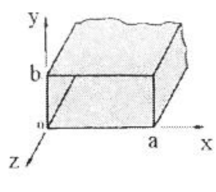


Fig.1

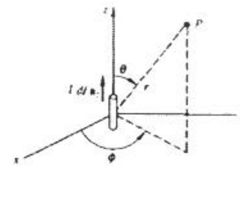
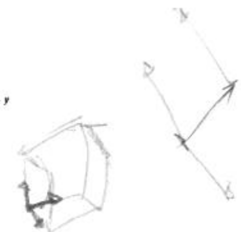


Fig.2



FORMULÁRIO

$$H_x^0 = -\frac{\gamma}{h^2}\frac{\partial H_z^0}{\partial x}$$

Modos TE: $$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + h^2\right) H_z^0(x, y) = 0.$$

$$H_y^0 = -\frac{\gamma}{h^2}\frac{\partial H_z^0}{\partial y}$$

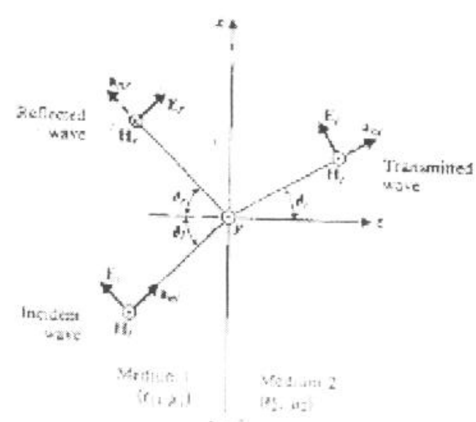
$$H_z^0(x, y) = H_0 \cos\left(\frac{m\pi}{a}x\right)\cos\left(\frac{n\pi}{b}y\right)$$

$$E_x^0 = -\frac{j\omega\mu}{h^2}\frac{\partial H_z^0}{\partial y}$$

$$h^2 = \gamma^2 + k^2$$

$$E_y^0 = \frac{j\omega\mu}{h^2}\frac{\partial H_z^0}{\partial x}.$$

****



$$\mathbf{E}_i(x, z) = E_{i0}(\mathbf{a}_x \cos\theta_i - \mathbf{a}_z \sin\theta_i)e^{-j\beta_1(x\sin\theta_i + z\cos\theta_i)}$$

$$\mathbf{H}_i(x, z) = \mathbf{a}_y \frac{E_{i0}}{\eta_1} e^{-j\beta_1(x\sin\theta_i + z\cos\theta_i)}$$

$$\beta_1 x \sin\theta_i = \beta_1 x \sin\theta_r = \beta_2 x \sin\theta_t.$$

$$\Gamma_{\parallel} = \frac{E_{r0}}{E_{i0}} = \frac{\eta_2\cos\theta_t - \eta_1\cos\theta_i}{\eta_2\cos\theta_t + \eta_1\cos\theta_i}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{E_{t0}}{E_{i0}} = \frac{2\eta_2\cos\theta_i}{\eta_2\cos\theta_t + \eta_1\cos\theta_i}.$$