

PSI – 3483 – Ondas eletromagnéticas em meios guiados

Lista de exercícios – Guias de ondas retangulares

- 1 - Um guia de onda retangular tem as dimensões: $a = 2,50$ cm e $b = 1,25$ cm. A frequência do sinal aplicado ao guia é 13 GHz. Pede-se determinar:
 - a) Quantos e quais os possíveis modos de propagação no guia?
 - b) Para o modo dominante, determinar:
 - comprimento de onda de corte (λ_c)
 - comprimento de onda guiado (λ_g)
 - velocidade de grupo
 - velocidade de fase
 - impedância de onda do modo TE_{10} (Z_{TE})
- 2 - Em um guia de onda seção retangular, para o modo $TM_{1,1}$, esboçar as linhas de campo elétrico magnético em três planos distintos:
 - seção XY
 - seção YZ
 - seção XZ
- 3 - Deseja-se propagar um sinal de 5 GHz, apenas no modo TE_{10} , em um guia de ondas retangular preenchido com meio com constante dielétrica relativa ϵ_r , de dimensões $1,016 \times 2,286$ cm.
 - a) Entre que limites pode variar o valor de ϵ_r , para que se tenha apenas propagação $TE_{1,0}$ em 5 GHz?
 - b) Tomando-se $\epsilon_r = 2,25$ calcular o comprimento de onda guiado (λ_g) para o modo $TE_{1,0}$ na frequência de 5,0 GHz. Admitir o dielétrico sem perdas.

4 - Dispõem-se apenas de um guia de ondas retangular de alumínio ($\sigma = 38,16 \times 10^6 \text{ S/m}$) com dimensões $3 \times 1,5$ (cm x cm), para enviar em sinal na freqüência de 4,3 GHz, a uma distância de 10 m de um receptor de micro-ondas. Entretanto, devido a sensibilidade deste receptor, o sinal não pode sofrer uma atenuação superior a 10 dB nesse percurso total de 10 m. Além do guia de ondas retangular em alumínio, dispõem-se de 3 dielétricos que poderiam preencher o guia, apresentados a seguir juntamente com sua constante dielétrica relativa.

- Teflon $\rightarrow \epsilon_r = \epsilon'_r - j \cdot \epsilon''_r = 2,2 - j \cdot 3 \cdot 10^{-4}$

- Polietileno $\rightarrow \epsilon_r = \epsilon'_r - j \cdot \epsilon''_r = 2,5 - j \cdot 5 \cdot 10^{-4}$

- Cerâmica $\rightarrow \epsilon_r = \epsilon'_r - j \cdot \epsilon''_r = 9 - j \cdot 1 \cdot 10^{-4}$

a) Se não colocarmos o dielétrico no interior do guia a condição inicialmente de atenuação inferior a 10 dB seria conseguida? Justificar a resposta.

b) Para que apenas o modo dominante se propague em 4,3 GHz que material dielétrico seria escolhido? Justificar.

c) Determinar, com o material dielétrico escolhido, a atenuação total no guia retangular para as 10 m de guia em 4,3 GHz.

d) Nesta freqüência determinar os valores de λ_g , λ_f , v_g e Z_{TE} .

e) Se ao invés de dispormos de 3 diferentes dielétricos, dispuséssemos de 3 guias retangulares comerciais (ar com dielétrico $\epsilon''=0$ e $\epsilon'_r=1$) qual seria o escolhido, para a propagação do sinal em 4,3 GHz a 10 m de distância com a menor perda possível? Justificar a resposta.

$$\text{WR} - 187 - 4,75 \times 2,21 \text{ (cm x cm)}$$

$$\text{WR} - 137 - 3,48 \times 1,58 \text{ (cm x cm)}$$

$$\text{WR} - 112 - 2,85 \times 1,26 \text{ (cm x cm)}$$

- 5 - Deseja-se transmitir um sinal de microondas na frequência de 4 GHz a uma distância de 600 ms, através de um guia retangular preenchido com ar seco ($\epsilon_r = 1$) sem perdas ($\epsilon'' = 0$). O fabricante de guias de ondas possui dois guias de ondas em materiais diferentes:
- WR - 187 (1,872" x 0,872") - material: latão ($\sigma = 25,64 \times 10^6$ S/m)
 - WR - 229 (2,29" x 1,145") - material: alumínio ($\sigma = 38,16 \times 10^6$ S/m)
- a) Escolha o guia que melhor se adapte a transmissão do sinal (menor perda) determinando a perda total devido ao condutor em dB para distância de 600 ms.
- b) Para o guia escolhido determine os seguintes parâmetros da transmissão em 4 GHz, explicando resumidamente seu significado.
- λ_g - comprimento de onda guiado (em cm)
 - β - constante de fase (rd/cm)
 - v_f - velocidade de fase (km/s)
 - v_g - velocidade de grupo (km/s)
 - Z_{TE} - impedância de onda do modo dominante