

## SISTEMAS DE RADAR PROBLEMAS

### *Capítulo 7 - Antenas de radar*

1. Considere uma antena de refletor parabólico de contorno circular iluminado por uma fonte que origina, após reflexão, uma distribuição aproximadamente uniforme em planos paralelos ao focal.
  - a) Dimensione o diâmetro do refletor de modo a se obter uma largura de feixe de  $3^\circ$  na frequência de  $3\text{ GHz}$ .
  - b) Obtenha o ganho aproximado admitindo que o rendimento de spill-over é de  $75\%$ .

2. Um radar em  $5.75\text{ GHz}$  é usado no modo de seguimento contínuo, sendo a antena do tipo “abertura unidimensional” com iluminação “em coseno” apresentando um diagrama de radiação caracterizado pela seguinte variação do campo elétrico radiado na zona distante

$$E(\varphi - \varphi_0) = E_0 \times \frac{\pi^2 \cos \psi}{\pi^2 - 4\psi^2} \quad , \quad \psi = \frac{\pi L}{\lambda} \sin(\varphi - \varphi_0)$$

onde  $L$  é a extensão da abertura no plano azimutal,  $\varphi_0$  é o valor do azimute que corresponde ao centro do lobo de radiação, e a largura de feixe a meia potência deverá ser de  $1.5^\circ$ .

Obtenha a dimensão  $L$  e a redução de potência (em dB) do sinal detetado na recepção correspondente a uma descentragem do feixe de  $0.35 \times$  largura de feixe a meia potência, quando comparada com a situação de iluminação máxima.

3. Considere uma abertura circular em plano condutor perfeito, no plano  $xy$ , com a distribuição de campos correspondente ao modo  $TE_{11}$ . Sabe-se que o campo elétrico radiado na zona distante é da forma

$$E_\theta = j e^{-jkr} \frac{kaE_0 J_1(x'_{11})}{r} \frac{J_1(ka \sin \theta)}{ka \sin \theta} \sin \varphi$$

$$E_\varphi = j e^{-jkr} \frac{kaE_0 J_1(x'_{11})}{r} \frac{J_1'(ka \sin \theta)}{1 - (ka \sin \theta / x'_{11})^2} \cos \theta \cos \varphi$$

onde  $J_1(x)$  é a função de Bessel de 1ª espécie e de 1ª ordem e  $J_1'(x)$  a sua derivada,  $x'_{11} = 1.841$  e  $a$  é o raio da abertura.

- a) Sabendo que a eficiência de abertura é  $\epsilon_{ap} = 0.836$  obtenha  $a$  de forma a obter uma diretividade de  $15\text{ dB}_i$  para a frequência de  $10\text{ GHz}$ .
- b) Obtenha as larguras de feixe a meia potência no plano  $E$  ( $\varphi = \pi/2$ ).

c) Compare as larguras de feixe a meia potência nos planos  $E$  e  $H$ .

4. Uma corneta piramidal foi dimensionada de forma otimizada para os dois setores, na frequência de  $10\text{ GHz}$ .

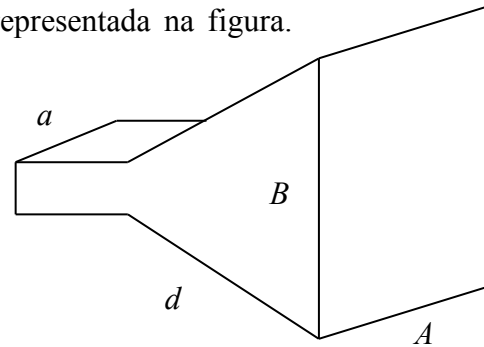
a) Pretendendo obter uma diretividade de  $20\text{ dBi}$  obtenha a extensão axial,  $\rho$ , e as dimensões da abertura,  $a$  e  $b$ . Nota: admita  $\rho \approx \rho_E \approx \rho_H$

b) Estime as larguras de feixe nos planos  $E$  e  $H$ .

5. Considere a corneta eletromagnética “piramidal” representada na figura.

As internas no guia são  $a=22.9\text{ mm}$  e  $b=10.2\text{ mm}$ .

No plano da abertura,  $A=66\text{ mm}$ , e  $B=48\text{ mm}$ ; as arestas medem  $d=90\text{ mm}$ .



a) Obtenha a distância entre o plano da abertura e o plano de inserção no guia ( $L$ ), os ângulos de abertura dos setores, e os respectivos comprimentos ( $\rho_E$  e  $\rho_H$ ).

b) Obtenha a eficiência de abertura e o ganho da antena para  $10\text{ GHz}$ .

6. Considere um refletor paraboloide alimentado por uma fonte primária no foco que exhibe simetria azimutal e cuja diretividade pode ser caracterizado por

$$D(\theta) = \begin{cases} D_0 \cos^4 \theta & 0 \leq \theta \leq \pi/2 \\ 0 & \pi/2 \leq \theta \leq \pi \end{cases}$$

a) Estime a semiabertura ótima e obtenha o rendimento de “spill-over” correspondente.

b) Admita agora que o refletor tem  $2\text{ m}$  de diâmetro, uma relação foco/diâmetro de  $0.7$  e que a frequência de trabalho é de  $6\text{ GHz}$ . Calcule o ganho da antena.

c) Considerando que a execução da superfície impõe uma rugosidade caracterizada pelo parâmetro  $\sigma=3\text{ mm}$ , estime o efeito na redução do ganho.

7. Uma antena de radar dimensionada para  $3\text{ GHz}$  é constituída por uma agregado linear uniforme com  $50$  elementos esqui-espaçados de  $5\text{ cm}$ .

a) Obtenha a largura de feixe a meia potência para os casos em que a direção principal de radiação é de  $0^\circ$  e  $45^\circ$ .

- b) Calcule a diferença de fase entre dois elementos consecutivos quando a direção de radiação máxima se verifica para  $60^\circ$ .