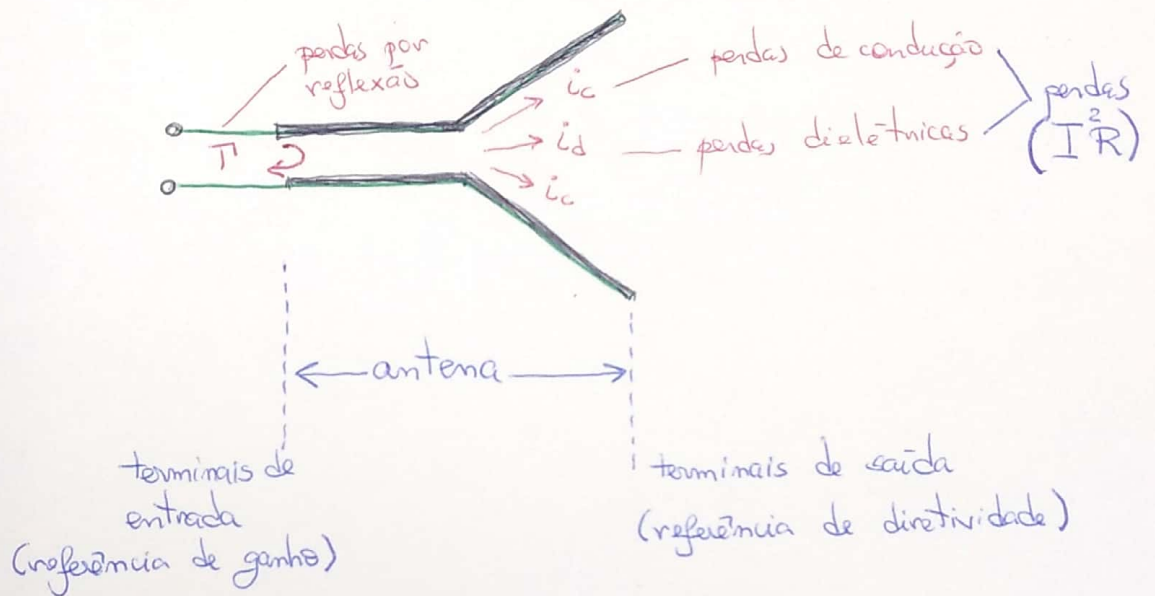


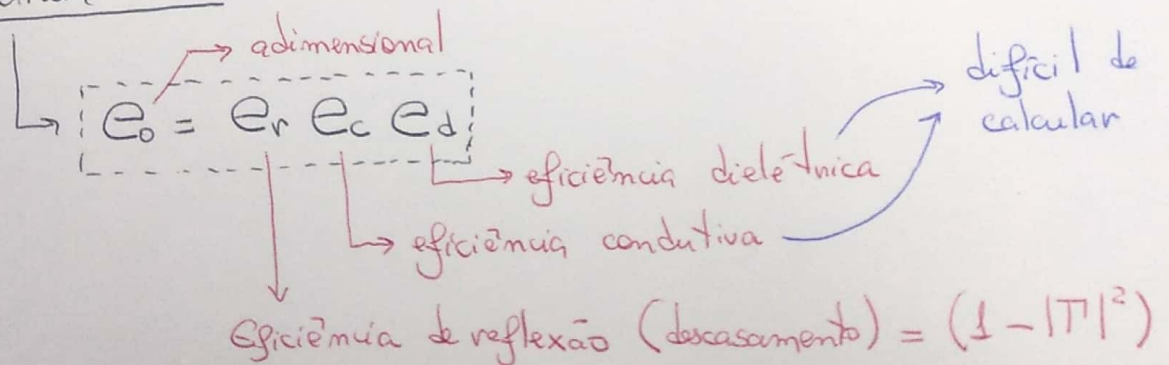
# Aula 7

## Eficiência de Antenas, Eficiência de Feixe e Ganho Largura de Banda e Polarização de OEM

terminais de referência de uma antena:



## Eficiência Total de uma Antena ( $e_0$ )



onde:

$\Gamma$  = coeficiente de reflexão de tensão na entrada dos terminais da antena:  $\Gamma = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0}$

onde  $Z_{in}$  é a impedância de entrada e  $Z_0$  é a impedância característica da LT.

$$TOE = \text{Taxa de onda Estacionária de Tensão} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

Devida à dificuldade de calcular  $(e_c \text{ e } e_d)$ ,  
então:

$$e_o = e_r e_{cd} = \underbrace{e_{cd}}_{\downarrow} (1 - |\Gamma|^2)$$

eficiência de radiação da  
antena

Que está em função do Ganho e  
Diretividade. ( $e_{cd} = f(G(\theta, \phi), D)$ )

Então, p/ continuar o nosso estudo, precisamos  
detalhar o ganho.

## Ganho ( $G(\theta, \phi)$ )

❑ O ganho também é um parâmetro para o  
desempenho de uma antena.

$$❑ G(\theta, \phi) = f \left( \text{eficiência}, \underbrace{\text{propriedades direcionais da antena}}_{\downarrow} \right)$$

medida que descreve somente  
as propriedades direcionais  
da antena e é controlada  
pelo diagrama.

Pontanto:

$$\text{Ganho} = 4\pi \frac{\text{intensidade de radiação}}{\text{potência total de entrada}} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}}$$

Na maioria das vezes, usamos um ganho relativo.

$$G = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in} \text{ (fonte isotrópica sem perdas)}}$$

↳ antena dipolo, corneta ou qualquer outra cujo ganho possa ser calculado ou seja conhecido.

Se a direção não for especificada?

O ganho é calculado na direção de máxima radiação.

Assim:

$$P_{radiada} = \epsilon_{cd} P_{in}$$

ganho não inclui perdas de reflexão ou de polarização



Vamos definir dois ganhos: ganho ( $G$ ) e ganho absoluto ( $G_{abs}$ ).

Ganho

$$G(\theta, \phi) = e_{cd} \left[ \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{rad}} \right]$$

$$G(\theta, \phi) = e_{cd} \cdot D(\theta, \phi)$$

em relação a diretividade máxima, é escrito como:

$$G_0 = G(\theta, \phi) \Big|_{\max} = e_{cd} D(\theta, \phi) \Big|_{\max} = e_{cd} D_0$$

Ganho Absoluto: considera perdas por reflexão.

$$\begin{aligned} G_{abs}(\theta, \phi) &= e_r G(\theta, \phi) = (1 - |\Gamma|^2) G(\theta, \phi) \\ &= e_r e_{cd} D(\theta, \phi) = e_0 D(\theta, \phi) \end{aligned}$$

|  
eficiência total

também

$$G_0 = (1 - |\Gamma|^2) G(\theta, \phi) \Big|_{\max} = e_r e_{cd} D(\theta, \phi) \Big|_{\max} = e_0 D_0$$

Se a antena for casada à LT, ou seja, se a impedância de entrada da antena  $Z_{in}$  for igual à impedância característica de linha  $Z_c$  ( $|T|=0$ ), os dois ganhos são iguais,

$$G_{abs} \equiv G.$$

Pode acontecer da antena ser polarizada numa certa direcção, nestes casos, podemos definir um ganho parcial.

Deste modo, claro...  $G_0 = G_\theta + G_\phi$ , engto: ↗ ganho total

$$G_\theta = \frac{4\pi U_\theta}{P_{in}}$$

$$G_\phi = \frac{4\pi U_\phi}{P_{in}}$$

→ intensidades de radiação contidas nas componentes  $E_\theta$  e  $E_\phi$ , respectivamente.

Para muitas antenas reais:

$$G_0 \approx \frac{30.000}{\theta_{1d} \theta_{2d}}$$

Em decibéis:

$$G_0 \text{ (dB)} = 10 \log_{10} [e_{cd} D_0]$$

## Eficiência de Feixe (EF)

↳ usado p/ avaliar a Qualidade da antena.

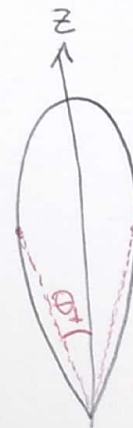
▣ Para uma antena com lóbulo principal na direção  $Z$  ( $\theta=0$ )

$$EF = \frac{\text{Potência } T_x (R_x) \text{ dentro do cone}}{\text{Potência } T_x (R_x) \text{ pela antena}}$$

Portanto,

$$EF = \frac{\int_0^{2\pi} \int_0^{\theta_1} U(\theta, \phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi}{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} U(\theta, \phi) \sin\theta \, d\theta \, d\phi}$$

$\theta_1$  é a metade do ângulo do cone.



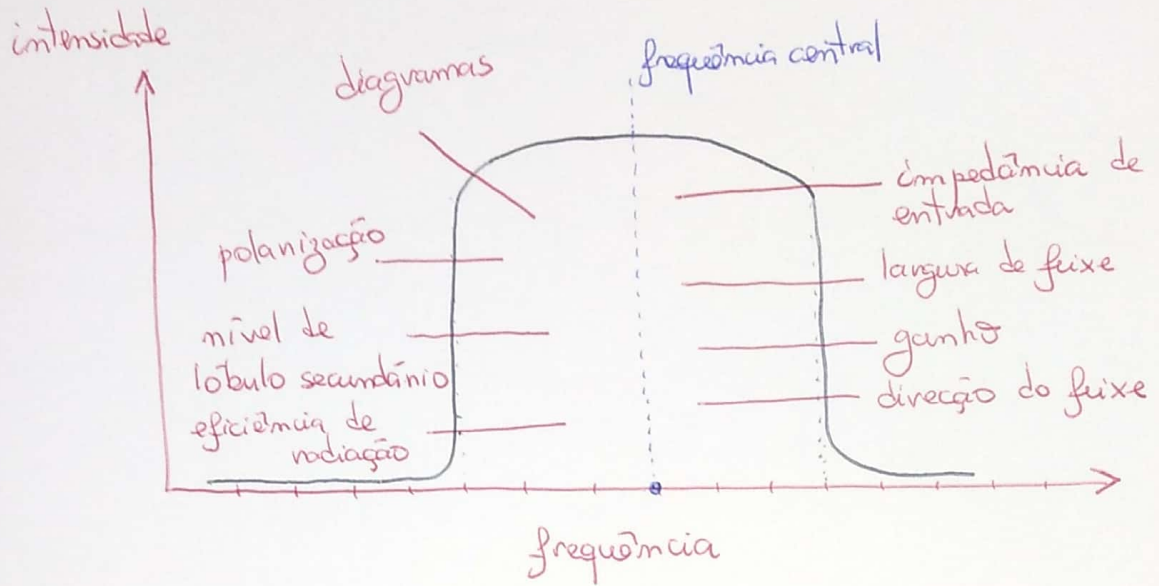
▣ Uma eficiência de feixe, na casa dos 90, é necessária para antenas usadas em radiometria, astronomia e radar.

você sabe dizer porque?

Porque os sinais recebidos pelos lóbulos secundários devem ser minimizados.



# Largeira de Banda - Conceitual



É a faixa de frequência, nos dois lados de uma frequência central, na qual as características da antena possui valores definidos e aceitáveis.

## Exemplo:

largeira de banda de 10:1: a frequência superior é  $10 \times$  que a inferior

largeira de banda de 5%: a diferença das frequências de operação é de 5% da freq. central.

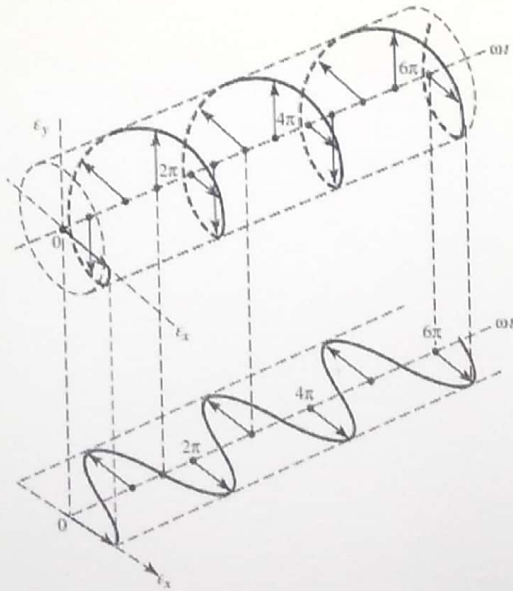
Polinização → Refere-se à polinização da onda transmitida (radiada) pela antena.  
ou  
recebida

A melhor definição que eu já vi:

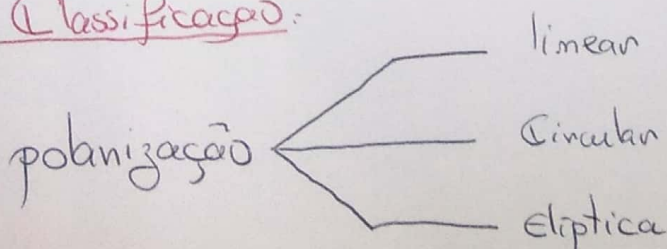


polinização de uma onda radiada é a propriedade de uma OEM em descrever a direcção e amplitude (variantes no tempo) do vetor  $\vec{E}$ .

Ou seja: é a curva traçada, em  $f.(t)$  pela extremidade do vetor em um ponto fixo do espaço e o sentido em que é traçada, observada ao longo da direcção de propagação.



Classificação:





○  $\vec{E}$  pode traçar curvas no sentido:

Horário (CW - clockwise) - polarização à Direita

Anti-horário (CCW - counterclockwise) - polarização à Esquerda.

Lembrando que: As componentes instantâneas Reais de um campo instantâneo de onda plana, é definido como:

$$\left. \begin{aligned} E_x(z,t) &= E_{x_0} \cos(\omega t + kz + \phi_x) \\ E_y(z,t) &= E_{y_0} \cos(\omega t + kz + \phi_y) \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{no sentido negativo} \\ \text{da} \\ \text{direção } z. \end{array}$$

### A. Polarização Linear

$$\Delta\phi = \phi_y - \phi_x = m\pi, \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

### B. Polarização Circular

quando: •  $E_{x_0} = E_{y_0}$

$$\bullet \Delta\phi = \phi_y - \phi_x = \begin{cases} +(\frac{1}{2} + 2m)\pi, & m = 0, 1, 2, \dots \text{ (CW)} \\ -(\frac{1}{2} + 2m)\pi, & m = 0, 1, 2, \dots \text{ (CCW)} \end{cases}$$

## C. Polarização Elíptica

quando:

- $E_{x_0} \neq E_{y_0}$

- $\Delta\phi = \phi_y - \phi_x = \begin{cases} +(\frac{1}{2} + 2m)\pi & \text{(CW)} \\ -(\frac{1}{2} + 2m)\pi & \text{(CCW)} \end{cases}$

$$m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

ou

- $\Delta\phi = \phi_y - \phi_x \neq \pm \frac{\eta}{2}\pi = \begin{cases} > 0 & \text{(CW)} \\ < 0 & \text{(CCW)} \end{cases}$

$$\eta = 0, 1, 2, 3, \dots$$

✎ A curva traçada é uma elipse inclinada