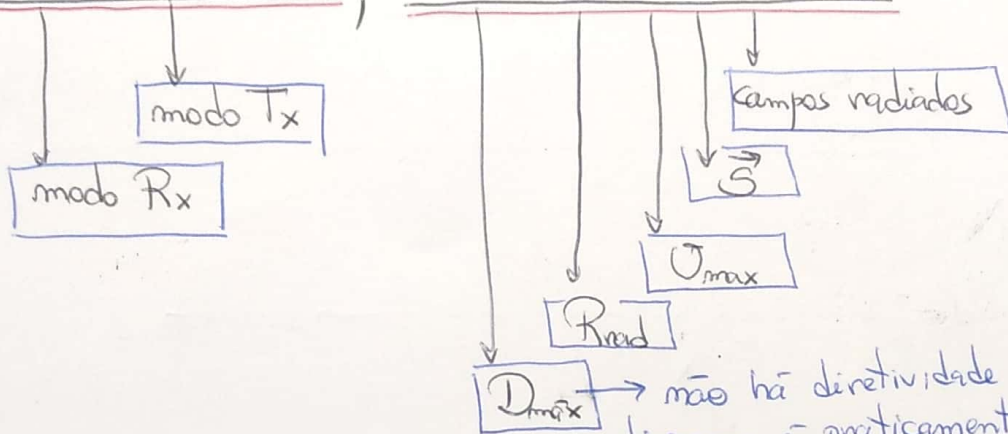


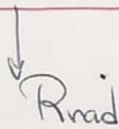
Aula 18

pp. 135 - 149 - Balanis - Projeto de Antenas

Antena Quadrada, Antena Quadro Circular - I (constante) uniforme



Antena Quadro de Ferrita



Um quadro pequeno e praticamente indutivo

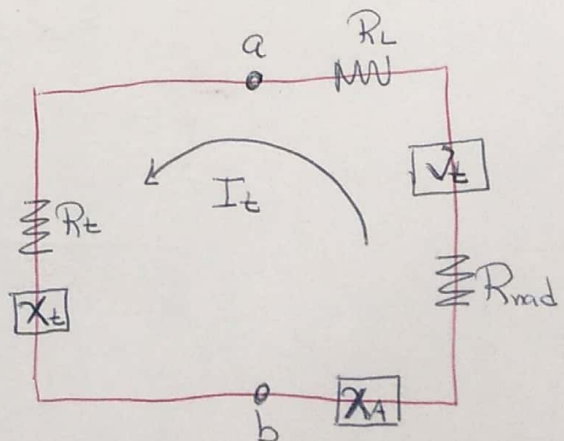
onde:

$$R_{antena} = R_{rad} + R_L$$

X_A = reatância da antena (Ω)

X_{in} = reatância interna

V_{in} = tensão interna



circuito equivalente de Thevenin.
operando no modo Recepção.

modo Tx

É qdo o quadro é usado como antena transmissora

$$Z_{im} = R_{im} + jX_{im}$$

$$Z_{im} = (R_{rad} + R_L) + j(X_{antena} + X_{inductiva})$$

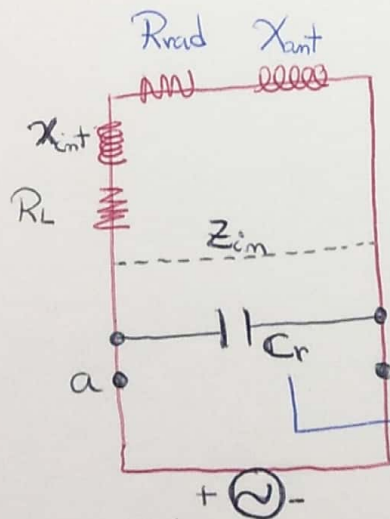
onde:

$$R_{rad} = 31.171 N^2 \left(\frac{\pi a^2}{\lambda^4} \right) \Omega \rightarrow \text{oula } 1 f$$

$X_{antena} = \text{reatância indutiva externa da antena} = \omega L_{antena}$

$X_{indutiva} = \omega L_{antena}$

Circuito Equivalente de Antenas de Quadro - Modo Tx



no modo Rx, a Capacitância de sintonia tem esta em paralelo

Capacitor em paralelo p/ que a antena ressoe.

A indutância da Antena de Quadro Circular de raio a e fio de raio b

$$L_{ant} = \mu_0 a \left[\ln\left(\frac{8a}{b}\right) - 2 \right]$$

para um Quadro Quadrado de lados a e fio de raio b

$$L_{ant} = 2\mu_0 \frac{a}{\pi} \left[\ln\left(\frac{a}{b}\right) - 0,774 \right]$$

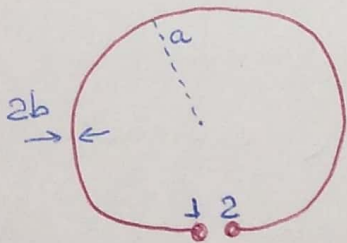
A indutância interna de uma antena de quadro com espira única pode ser aproximada como:

$$L_{int} = \frac{l}{\omega P} \sqrt{\frac{\omega \mu_0}{2\sigma}} = \frac{a}{\omega b} \sqrt{\frac{\omega \mu_0}{2\sigma}}$$

onde l é o comprimento e P é o perímetro (circunferência) do fio do quadro.

modo Rx

Antena de quadro é frequentemente usada como antena receptora.



qdo uma OEM incide sobre o quadro.

Uma tensão de circuito aberto (V_{ca}) surge entre os terminais.

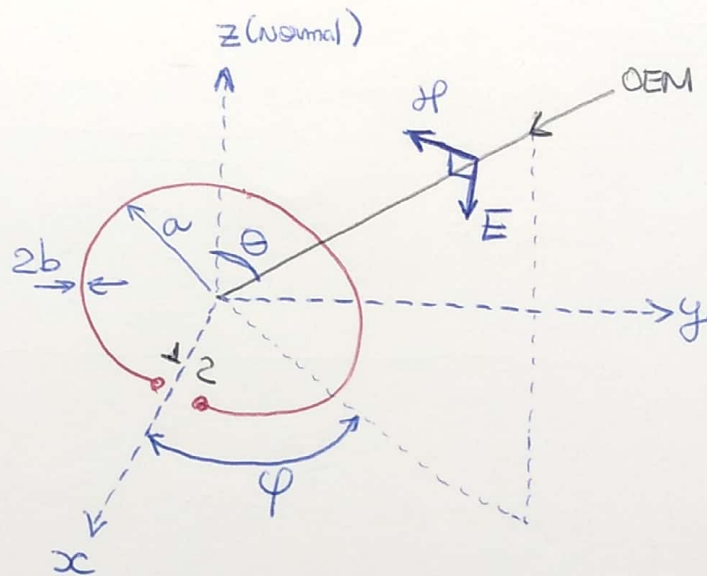
Essa V_{ca} é \propto à densidade ϕ_B incidente, que é normal ao plano do quadro.

Admitindo $\vec{H}_{incidente}$ é constante, então:

$$V_{ca} = j\omega \pi a^2 \phi_B$$

ou:

$$\sqrt{V_{CA}} = j \omega \pi a^2 \mu_0 H \cos \varphi \sin \theta$$
$$\sqrt{V_{CA}} = j k_0 \pi a^2 E \cos \varphi \sin \theta$$



Quadro Circular de Corrente Constante

A distribuição de corrente só é considerada constante numa antena de quadro (quadrada ou circular) se, a circunferência for menor que $0,1\lambda$.

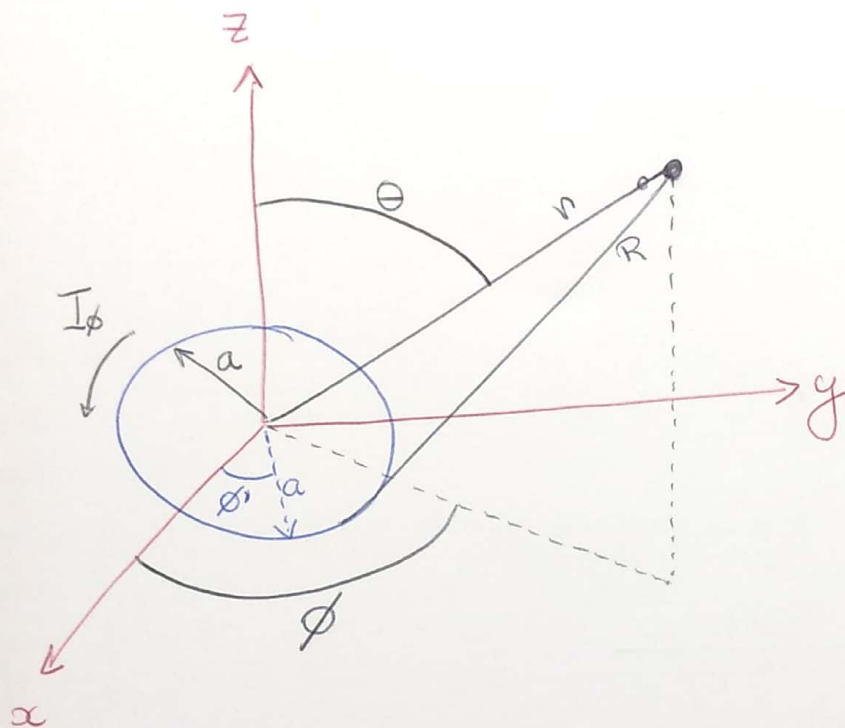
$$C < 0,1\lambda$$

ou

$$r_{\text{circ}}(a) < 0,016\lambda$$

Campos Radiados

↳ numa antena de quadro - circular



campos distantes, a distância R pode ser aproximadamente.

$$R = \sqrt{r^2 + a^2 - 2ar \sin\theta \cos\phi'} \approx \sqrt{r^2 - 2ar \sin\theta \cos\phi'}$$

para $r \gg a$

↓
É a eq. do Alcance, ou do

Range da antena, como função das propriedades físicas da antena.

Usando expansão binomial, pode ser reduzida a:

$$R_{\text{range}} = R \approx r \sqrt{1 - \frac{2a}{r} \sin\theta \cos\phi'}$$

$$R = r - a \sin\theta \cos\phi'$$

$$R = r - a \cos\psi_0$$

onde:

$$\cos\psi_0 = \sin\theta \cos\phi'$$

Balanis, em pp: 138 - mostra como obter o Potencial Vetor Eletromagnético, e disto chega nos campos radiados:

$$\begin{aligned} E_r &\approx E_\theta = 0 \\ E_\phi &\approx \frac{ak\eta I_0}{2r} e^{-jkr} J_1(ka \sin\theta) \\ H_r &\approx H_\phi = 0 \\ H_\theta &\approx -\frac{E_\phi}{\eta} \end{aligned}$$

$$J_1 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} \sin(\alpha \sin\theta) \sin\theta d\theta$$

aqui: J_1 é a função de Bessel:

$$J_m(z) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m (z/2)^{m+2m}}{m! (m+m)!}$$

Densidade de Potência (\vec{S})

$$\vec{S}_{\text{méd}} = \frac{1}{2\eta} |E_{\phi}|^2$$

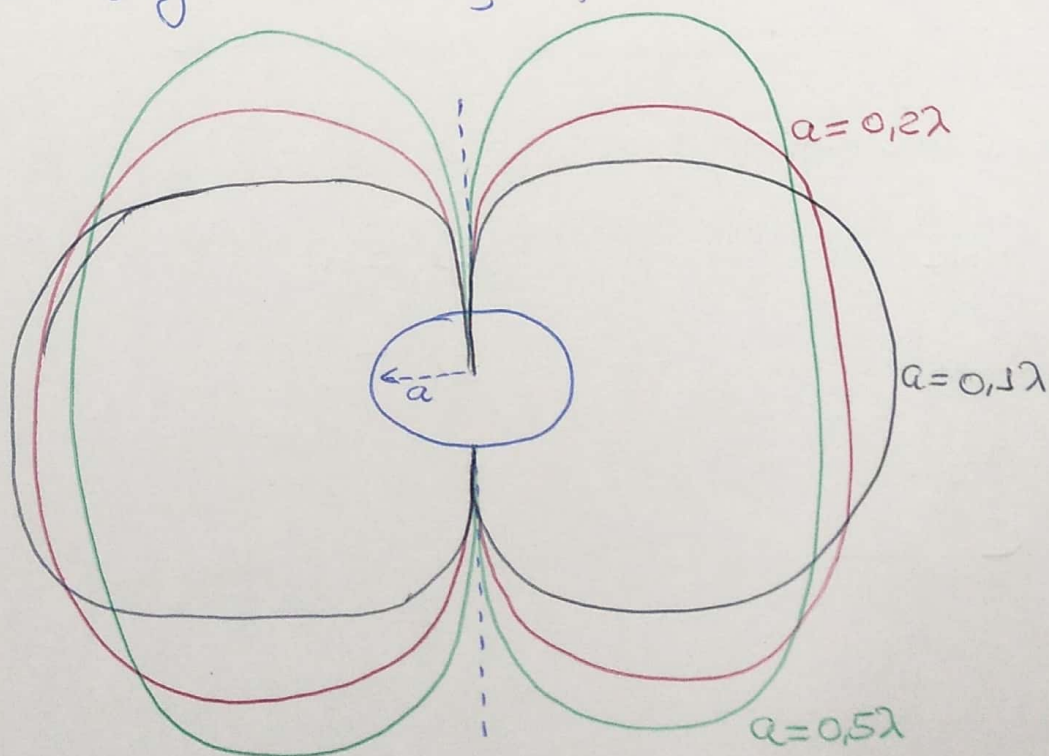
logo:

$$S_{\text{méd}} = \frac{(a\omega\mu)^2 |I_0|^2 J_1^2(ka\sin\theta)}{8\eta n^2}$$

Intensidade de Radiação (U_{max})

$$U = r^2 S_{\text{méd}} = \frac{(a\omega\mu)^2 |I_0|^2 J_1^2(ka\sin\theta)}{8\eta}$$

E o diagrama de radiação fica assim:



Potência Radiada (P_{rad})

$$P_{rad} = \iint \vec{S}_{rad} \cdot d\vec{s} = \frac{\pi (aw\mu)^2 |I_0|^2}{4\eta} \int_0^\pi J_1^2(ka \sin\theta) \sin\theta \, d\theta$$

Conjuntos

Este tópico é para falar sobre os dois mais populares conjuntos de antenas de quadro e helicoidal e Yagi-Uda.

↓
faixa de
VHF e UHF

Num projeto de antenas de quadro pequenas são necessários calcular:

- a) P_{rad}
- b) D_{max}
- c) A_{eff}
- d) $C_{ressonância}$
- e) Z_{in}
- f) L

Existem ainda antenas: retangulares, triangular e rômbrica

Antena de Quadro Quadrado

$$E_{\phi} = \eta \frac{\pi S I_0 e^{-jkr}}{\lambda_r^2} \sin\theta$$

onde: $S = a^2$

$$H_{\theta} = - \frac{\pi S I_0 e^{-jkr}}{\lambda_r^2} \sin\theta$$

Antenas de Quadro com Ferrita

Porque antenas de Quadro pequenas são usadas mais para recepção do que para transmissão?

R: porque a R_L é \approx à Radiação.

logo:

A R_{rad} , e consequentemente, a eficiência (ϵ) da antena podem ser elevadas aumentando-se a circunferência do quadro.

Outra forma de $\uparrow R_{rad}$ sem alterar as dimensões físicas da antena seria inserir, no interior da circunferência do quadro, uma peça de ferrita,

isto \uparrow o ϕ_B , o \mathcal{H} e V_{CA} e portanto, \uparrow tbém a R_{rad}

$$P_{\text{rad}} \Big|_{\text{ferrita}} = 20\pi^2 \left(\frac{c}{\lambda}\right)^4 \left(\frac{\mu_{\text{ce}}}{\mu_0}\right)^2 N^2$$

onde: μ_{ce} = permeabilidade efetiva da peça de ferrita.