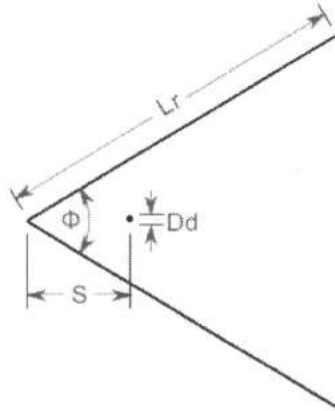
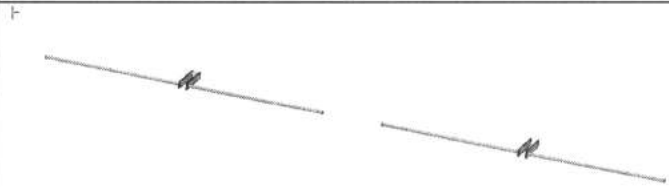


**P2 Propagação e Antenas – 2015-1 Professor Marcelo Perotoni**

1. Para a antena ao lado, considere a mesma como sendo um refletor de canto ( $\phi=90^\circ$ ). (a) Mostre a rede resultante devido ao efeito dos refletores, com as respectivas fases de cada dipolo (+ ou -). (b) Deduza a expressão do AF para o caso genérico, supondo a estrutura ao longo dos eixos x e y e a distância da fonte ao refletor S, conforme a figura. (c) Para  $\theta=90^\circ$  e  $S=\lambda/2$  ache a expressão particular para o AF, compute o valor da mesma para a direção de máxima irradiação.



2. (a) Compute o mínimo da expressão do AF para duas fontes separadas espacialmente por  $\lambda$ , ao longo do eixo x (b) Suponha as duas fontes como antenas dipolo ao lado, separadas por essa distância  $\lambda$ . Esboce o campo distante da rede completa.

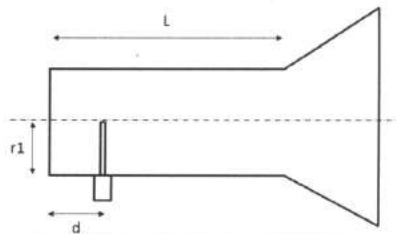


3. (a) A partir dos parâmetros Z para duas antenas, calcule a expressão para  $Z_{IN1}$  – impedância de entrada da antena 1. (b) Supondo a segunda antena terminada em uma impedância  $Z_2$ , resultando em  $V_2 = -I_2 Z_2$ , mostre a expressão de  $Z_{IN1}$  para esse caso. (c) Explique o caso do uso do dipolo em curto operando como refletor e diretor, desenhando o efeito do campo distante na relação Frente-Costas (quando é diretor e quando é refletor).

$$\begin{aligned} V_1 &= z_{11}I_1 + z_{12}I_2 \\ V_2 &= z_{21}I_1 + z_{22}I_2 \end{aligned}$$

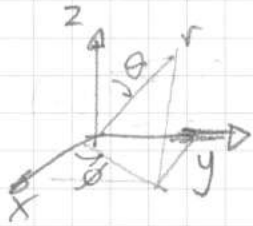
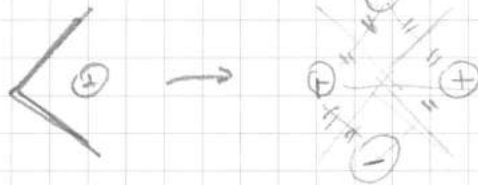
4. (a) Aponte as dimensões para a antena corneta abaixo, considere a frequência de 3 GHz. Use a mesma na frequência fundamental TE<sub>11</sub>. Considere  $c$ = velocidade da luz,  $a$  é o raio do guia. Lembre que a frequência de corte deve ser 1.3 vezes menor que a frequência de operação, para operar na faixa de baixas perdas. (b) qual o motivo de usarmos corrugações nesse guia circular? (c) Desenhe o esquema para excitação e a vantagem de termos uma corneta com dupla polarização no caso de um rádio digital operando com parábola.

$f_c = \frac{1.841 \cdot c}{2\pi a}$	$\lambda_g = \frac{2\pi}{\beta}$	$\beta = \sqrt{k^2 - k_c^2}$	$k_c = \frac{1.841}{a}$
--------------------------------------	----------------------------------	------------------------------	-------------------------



desenhar eixo

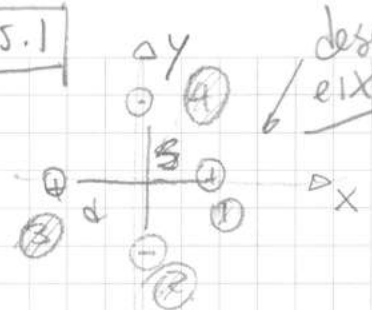
(1) (a)



$$\begin{cases} z = r \cos \theta \\ x = r \sin \theta \cos \phi \\ y = r \sin \theta \sin \phi \end{cases}$$

$$\sum e^{-jk \cdot r} = AF \quad (1)$$

(b)



$(\vec{r})$	$(\vec{k} \cdot \vec{r})$
(1) $+5\hat{x}$	$kS \sin \theta \cos \phi$
(2) $-5\hat{y}$	$-kS \sin \theta \sin \phi$
(3) $-5\hat{x}$	$-kS \sin \theta \cos \phi$
(4) $5\hat{y}$	$kS \sin \theta \sin \phi$

$$AF = \sum (e^{jkS \sin \theta \cos \phi} + e^{-jkS \sin \theta \sin \phi} + e^{-jkS \sin \theta \cos \phi} + e^{jkS \sin \theta \sin \phi})$$

(1) + (2)  
(3) + (4)

Euler:  $\begin{cases} e^{jx} + e^{-jx} = 2 \cos x \\ e^{jx} - e^{-jx} = 2j \sin x \end{cases}$

$$AF = 2 \cos(Sk \sin \theta \cos \phi) - 2 \cos(Sk \sin \theta \sin \phi)$$

$$AF = 2 [\cos(Sk \sin \theta \cos \phi) - \cos(Sk \sin \theta \sin \phi)]$$

(c)  $\theta = 90^\circ \rightarrow AF = 2 [\cos(Sk \cos \phi) - \cos(Sk \sin \phi)]$

$S = \frac{1}{2} \rightarrow Sk = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{2} = \pi \quad AF = 2 [\cos(\pi \cos \phi) - \cos(\pi \sin \phi)]$

Directas maxima irradiacao:  $\phi = 0^\circ$

$$AF = 2 [\cos(\pi \cdot 1) - \cos(\pi \cdot 0)] = 2 [-1 - 1] = -4$$

(2)

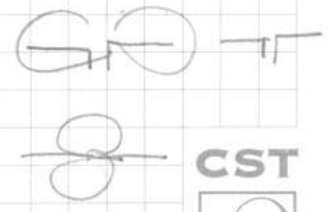
(a)



$$\lambda \cos \theta = d = \pi$$

$$\pi \cos \theta = \pi$$

(b)



CST

(3) (a) 
$$\begin{cases} V_1 = Z_{11} I_1 + Z_{12} I_2 & (1) \\ V_2 = Z_{21} I_1 + Z_{22} I_2 & (2) \end{cases} \quad \div I_1 \quad \frac{V_1}{I_1} = Z_{IN1} = Z_{11} + Z_{12} \frac{I_2}{I_1}$$

(b) 
$$\begin{aligned} & \left. \begin{array}{c} \leftarrow I_2 \\ \uparrow \\ \downarrow \\ \leftarrow \end{array} \right\} Z_2 \quad V_2 = -I_2 Z_2 \quad \text{coloca na 2ª equação:} \\ & -I_2 Z_2 = Z_{21} I_1 + Z_{22} I_2 \\ & -I_2 [Z_2 + Z_{22}] = Z_{21} I_1 \\ & \frac{I_2}{I_1} = - \frac{Z_{21}}{Z_2 + Z_{22}} \quad \text{Retorna à eq. (1)} \end{aligned}$$

$$Z_{IN1} = Z_{11} + Z_{12} \left[ \frac{Z_{21}}{Z_2 + Z_{22}} \right]$$



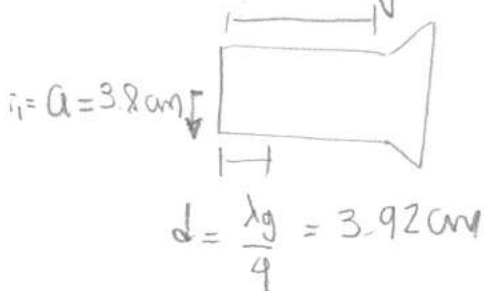
F/C → alto valor idealmente

(4) frequência = 3 GHz  
 (a)  $f_c = \frac{3}{1.3}$  ← segurança p/ ter baixas perdas  $\rightarrow a \approx 3.8 \text{ cm}$

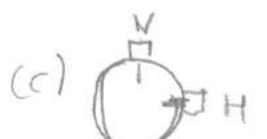
$f_c = \frac{1.841 \cdot 3 \times 10^8}{2\pi \cdot 3.8 \times 10^{-2}} = 2.31 \text{ GHz}$        $K_C = \frac{1.841}{3.8 \times 10^{-2}} = 48.4$        $K = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi f}{c} = \frac{2\pi \cdot 3 \times 10^9}{3 \times 10^8}$   
 $K = 62.83$

$\beta = \sqrt{k^2 - k_0^2} \approx 40$        $\lambda_g = \frac{2\pi}{\beta} = 0.157 \text{ m}$

$L \approx 4\lambda_g \approx 62.8 \text{ cm}$



(b) Eliminar cross-pol e deixar resposta + simétrica.

(c)  dupla polarização tem dobro da capacidade do radho c/ menor antena refletora e mesmo excitador!