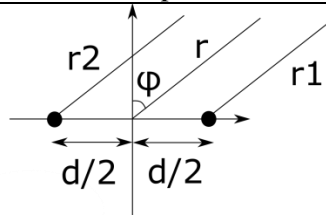


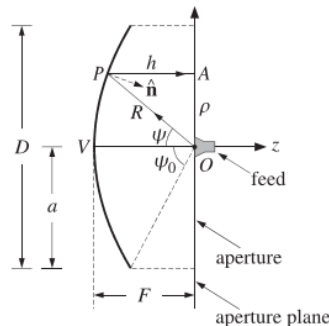
P2 Propagação e Antenas – 2018-1 –Marcelo Perotoni

1. (a) Calcule uma expressão para o Array Factor da figura. Considere que $AF = \sum_i e^{-jkt_i}$. Escreva as expressões para r_1 e r_2 e coloque na expressão. (b) Compute os ângulos onde o AF é zero (pense nas simetrias), e depois esboce o plot para o AF considerando a distância d entre as fontes isotrópicas sendo um comprimento de onda λ .

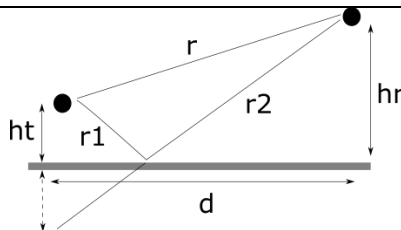


2. Um quasar (*quasi-stellar object*) é um buraco negro supermassivo cercado por gases ultra aquecidos, são os objetos estelares que mais emitem energia conhecidos. Um quasar emite uma potência de 10^{39} W, supondo a distância de $800E6$ anos luz, (a) calcule a densidade de energia que chega na Terra supondo um perfil de irradiação isotrópico. (b) Supondo que da potência total recebida 0.1% esteja na faixa de 10 GHz, qual seria a potência recebida por uma antena parabólica com ganho de 21 dB (assuma eficiência unitária). Considere uma perda na atmosfera de 120 dB. Considere $G = \frac{4\pi}{\lambda^2} A$ e $P_r = AP_{in}$ – onde G é o ganho, A a área, P_r a potência recebida e P_{in} a potência incidente. **DICA:** use dBm para levar em consideração a perda de 120 dB na atmosfera.

3. Para a antena parabólica abaixo, temos que a mesma fase deve idealmente acontecer no *aperture plane* para todos os raios que saem do alimentador – i.e. $2F=R+h$. (a) Escreva uma expressão para o R em função do foco F e do ângulo Ψ . (b) Qual o critério sugerido para dizermos qual o diâmetro D que a antena deve ser construída? (c) Se tivermos uma antena alimentadora com ganho muito alto, que tipo de problema aconteceria? (d) Se ao contrário tivermos no alimentador uma antena com ganho muito baixo, o que resultará ao conjunto?

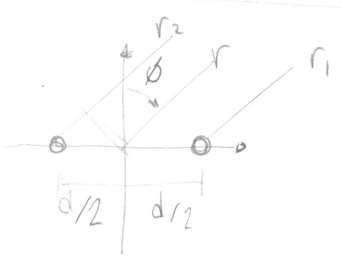


4.(a) A figura apresenta um esquema da propagação usando o modelo de dois raios. Considerando a reflexão no solo como sendo do tipo metálica (solo bom condutor), ache a relação entre as variáveis d , r_1 e r_2 que resulta em uma condição de nulo (interferência destrutiva). DICA: pense na diferença de caminho elétrico dos dois raios. (b) Considerando $h_t=3$, $h_r=1$ e $d=10$ m, qual seria a frequência mais baixa que teríamos nessa condição geométrica um nulo?

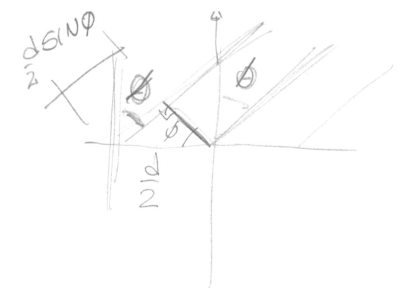


5. Deseja-se implementar um sistema de diversidade espacial em um transceptor, com duas antenas. (a) Comente sobre a necessidade de que as duas antenas tenham sinal não correlacionado – como isso seria medido na prática? (b) Descreva um processo simples que pode ser utilizado na recepção com duas antenas, diversidade espacial (diagrama em blocos).

①



$$\sum_i e^{-jkr_i}$$



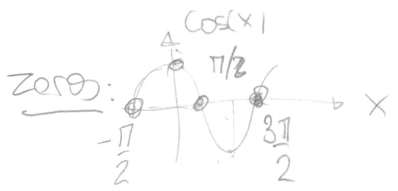
(a)

$$r_1 = r - \frac{d}{2} \sin \theta$$

$$r_2 = r + \frac{d}{2} \sin \theta$$

$$e^{-jkr} \left[e^{-j \frac{kd}{2} \sin \theta} + e^{j \frac{kd}{2} \sin \theta} \right]$$

$$e^{jx} + e^{-jx} = 2 \cos x \rightarrow AF \approx 2 \cos \left[\frac{kd}{2} \sin \theta \right]$$

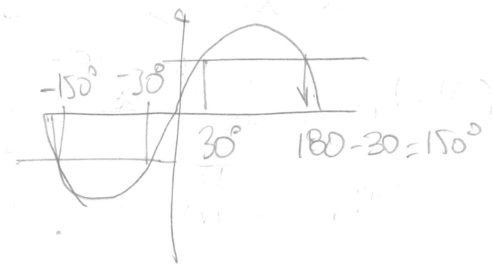
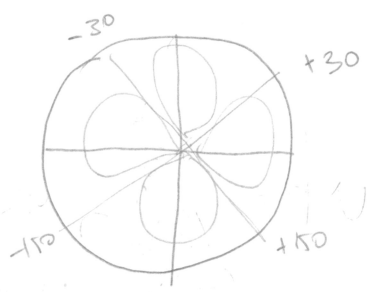


$$\frac{kd}{2} = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{1}{2} \cdot \lambda = \pi \quad AF = 2 \cos [\pi \sin \theta]$$

zeros coseno: $\pm \frac{4\pi}{2}, \pm \frac{3\pi}{2}$

$$\pi \sin \theta = \pm \frac{\pi}{2} \rightarrow \theta = \text{Asin} \left(\pm \frac{1}{2} \right) = \pm 30^\circ, \pm 150^\circ$$

(b)



② (a) potencia = $1E20$ W

distancia ondas luz = $800E6$
 1 ano luz = $3E8 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 9.46E15$
 dias horas minutos segundos

$$S = \frac{W}{m^2} = \frac{1E20}{4\pi r^2} = \frac{1E20}{4\pi (9.46E15)^2} = 1.39E-12 \frac{W}{m^2}$$

(b) $G = 21 \text{ dB} \Rightarrow 10^{2.1} = 125.9$ Ganancia

$$A = \frac{G\lambda^2}{4\pi} = \frac{125.9 (3E-2)^2}{4\pi} = 8E-3 \text{ m}^2$$

$$\lambda = \frac{3E8}{10E9} = 3E-2 \text{ m}$$

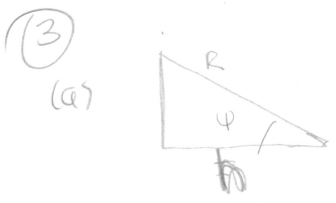
$$P_r = 8E-3 \times 1.39E-12 \frac{W}{m^2} = 1.1E-14 \text{ W}$$

como e' 0.1% $\rightarrow 1.25E-17 \text{ W}$
 $\left(\frac{0.1}{100} = 1E-3 \right)$

en dBm $\rightarrow P_{r \text{ dBm}} = 10 \log (1.25E-17) = -169 \text{ dBm}$

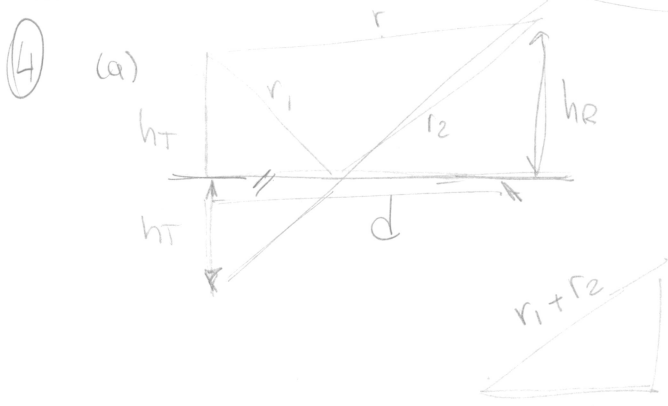
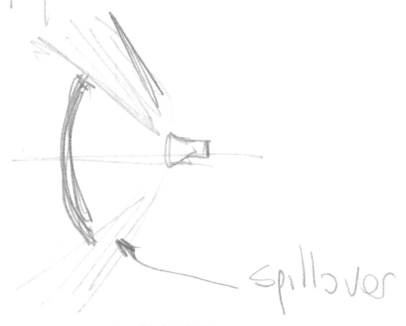
devido a perda de 120 dB na atmosfera Precabida $\approx -160 - 120 = -280 \text{ dBm}$

PR ANTENAS 2018.1



tenes que $h = R \cos \psi$
 $R + R \cos \psi = 2F \rightarrow R = \frac{2F}{1 + \cos \psi}$

- (b) quanto maior a área A maior o ganho.
- (c) Vozes ilumina uma área pequena do refletor. Perda por tapering será elevada.
- (d) Perda por spillover



P/ haver nulo $\rightarrow \Gamma / (r_1 + r_2) = n \lambda$ interf. destrutiva pois $\Gamma = -1$, $n \in \mathbb{N}$

$$r = \sqrt{d^2 + (h_2 - h_1)^2}$$

$$r_1 + r_2 = \sqrt{d^2 + (h_2 + h_1)^2}$$

logo $\left| \sqrt{d^2 + (h_2 + h_1)^2} - \sqrt{d^2 + (h_2 - h_1)^2} \right| = n \lambda, n \in \mathbb{N}$

(b) $\sqrt{40^2 + (3+1)^2} - \sqrt{40^2 + (3-1)^2} = \sqrt{1600 + 16} - \sqrt{1600 + 4} = 0.57 \rightarrow \frac{f = 3 \times 8 = 524 \text{ MHz}}{0.57} \approx 919 \text{ MHz}$

(5) (a) DIVERSIDADE ESPACIAL necessita que antenas sejam descorrelacionadas, senão os sinais serão uma combinação linear. Para medi-los é necessário que o SIZ seja o menor possível.

(b) processo + simples possível \rightarrow desliga a antena que esteja com sinal + baixo

