

**IE 708 – COMUNICAÇÕES MÓVEIS**  
**Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação – UNICAMP**  
**Abril 2016**

- 3.0** 1. Seja um ruído Gaussiano  $X$  de média nula e potência  $P$ :
- 0.5** a. Escreva a função densidade de probabilidade (pdf)  $f_X(x)$  de  $X$ .
- 1.5** b. O ruído passa por amplificador de ganho  $\sqrt{G}$  que também adiciona um nível de amplitude  $A$ . b1) Determine a pdf  $f_Y(y)$  da saída  $Y$  do amplificador. b2) Determine a potência de  $Y$ . b3) Determine a variância de  $Y$ .
- 1.0** c. O sinal  $Y$  passa por retificador de onda completa cuja saída é  $W$ . c1) Determine a pdf  $f_W(w)$  de  $W$ . c2) Esboce um possível formato para  $f_W(w)$ .
- 4.0** 2. Considere um sistema celular com padrão hexagonal e células de raio  $R$  e distância de reuso  $D$ . Admita que a propagação se processa de forma que a potência do sinal recebido seja dada por  $k_n d^{-\alpha}$ , onde  $n = 0, 1, \dots, 6$ ,  $k_n$  é uma constante que depende de fatores diversos, entre eles a potência transmitida,  $\alpha$  é a constante de perda de percurso, e  $d$  é a distância entre transmissor e receptor. Considere a primeira camada de células interferentes e o subscrito  $n = 0, 1, \dots, 6$  denotando respectivamente a célula alvo e as seis co-células. Considere ainda a condição de pior caso de interferência. Denote  $K_n = k_0 / k_n$ ,  $n = 1, \dots, 6$ , e  $CIR$  como Carrier-to-Interference Ratio. Seja  $N$  o número de células por cluster.
- 1.0** a. Escreva a expressão de  $CIR$  em função de  $\alpha$ ,  $K_n$ , e  $N$  para o downlink.
- 0.25** b. Idem a (a.) supondo células com  $s$  setores.
- 1.0** c. Idem a (a.) para o uplink.
- 0.25** d. Idem a (c.) supondo células com  $s$  setores.
- 1.5** e. Defina  $CIR_0$  como a  $CIR$  para a condição de potências idênticas (como vimos em aula).
- 0.5** e1) Encontre a relação  $CIR / CIR_0$ . e2) Defina  $\Delta CIR_{dB} = 10 \log(CIR / CIR_0)$  e
- 0.4**  $K_{ndB} = 10 \log K_n$ . Expresse  $\Delta CIR_{dB}$  em função de  $K_{ndB}$ . e3) Admita que as potências dos
- 0.3** sinais das células interferentes estejam a 1 dB, -1 dB, 2dB, -2 dB, 3 dB, e -3dB em relação
- 0.3** aos sinais da célula alvo. Determine  $\Delta CIR_{dB}$  e comente. e4) Qual a condição para que  $\Delta CIR_{dB}$  seja 0 dB?
- 3.0** 3. Considere um sistema CDMA com os seguintes parâmetros: a) portadora em 1.2288 Mcps; b) serviço de voz a 9.6 kbps; c) eficiência de controle de potência de 80%; d) ERBs omnidirecionais; e) eficiência de reuso de frequência de 0.6; f) fator de atividade de voz de 0.5; g) relação sinal-ruído para operação adequada de 5 dB; h) fator de carga de 0.6. Este sistema deve ser dimensionado para servir 100 mil assinantes na HMM. Sabe-se que cada assinante gera 0.01 chamada/min e que cada chamada dura em média 2 min. Suponha que o limitante da capacidade seja o enlace reverso.
- 1.5** a) Determine o número de ERBs para um bloqueio de 5%.
- 1.5** b) O sistema entrou em operação, mas com uma qualidade de serviço inferior àquela para a qual o sistema havia sido dimensionado. O motivo do desempenho ruim se deve ao fato de não ter sido levado em conta o softhandoff. Medidas foram feitas e observou-se que o sistema operava com 30% de bloqueio. b1) Determine o tráfego de softhandoff. b2) Redimensione o sistema determinando o número de células, supondo-se que cada célula opere com no máximo 50 canais.

1.  $X \sim \text{Gaussiana}$   
 Média nula  
 Potência  $P$   
 Assim  $\sigma^2 = P$

$$a. \left\{ f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi P}} \exp\left(-\frac{x^2}{2P}\right) \right\}$$

$$b. Y = \sqrt{G}X + A \Rightarrow X = \frac{Y-A}{\sqrt{G}}$$

$$b1. f_Y(y) dy = f_X(x) dx$$

$$\frac{dy}{dx} = \sqrt{G}$$

$$\therefore \left\{ f_Y(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi PG}} \exp\left(-\frac{(y-A)^2}{2PG}\right) \right\}$$

$$b2. E[Y^2] = E[(\sqrt{G}X + A)^2]$$

$$= E[GX^2 + 2A\sqrt{G}X + A^2]$$

$$= G E[X^2] + 2AG E[X] + E[A^2]$$

$$\boxed{E[Y^2] = PG + A^2}$$

$$b3. E[Y^2] - E^2[Y] = \text{VAR}[Y]$$

$$\text{VAR}[Y] = PG + A^2 - A^2$$

$$\boxed{\text{VAR}[Y] = PG}$$

$$c. W = |Y|$$

$$c1. Y > 0 \Rightarrow W = Y$$

$$Y < 0 \Rightarrow W = -Y$$

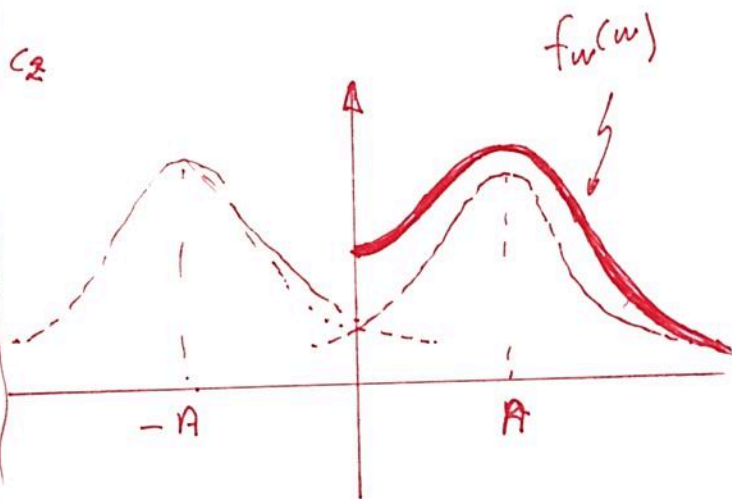
$$\left| \frac{dW}{dY} \right| = 1$$

$$f_W(w) = f_Y(w) + f_Y(-w)$$

$$\therefore f_W(w) = \frac{1}{\sqrt{2\pi PG}} \times$$

$$\left[ \exp\left(-\frac{(w-A)^2}{2PG}\right) + \exp\left(-\frac{(w+A)^2}{2PG}\right) \right]$$

c2



$$2. \bar{P}_R = t_{m0} D^{-\alpha}$$

a. DOWNLINK Omni

$$CIR = \frac{t_{00} \bar{P}_R^{-\alpha}}{\sum_{m=1}^6 t_{m0} D^{-\alpha}}$$

$$D/R = \sqrt{3N^1}, \quad K_m^{-1} = \frac{t_{m0}}{t_{00}}$$

$$CIR = \frac{\sqrt{3N^1}^{\alpha} t_{00}}{\sum_{m=1}^6 t_{m0}}$$

$$CIR = \frac{\sqrt{3N^1}^{\alpha}}{\sum_{m=1}^6 K_m^{-1}}$$

b. DOWNLINK s Setores

$$CIR = \frac{S \sqrt{3N^1}^{\alpha}}{\sum_{m=1}^6 K_m^{-1}}$$

c. UPLINK Omni

$$CIR = \frac{t_{00} \bar{P}_R^{-\alpha}}{\sum_{m=1}^6 t_{m0} (D-R)^{-\alpha}}$$

$$CIR = \frac{(\sqrt{3N^1} - 1)^{\alpha}}{\sum_{m=1}^6 K_m^{-1}}$$

d. UPLINK s Setores

$$CIR = \frac{S (\sqrt{3N^1} - 1)^{\alpha}}{\sum_{m=1}^6 K_m^{-1}}$$

e. Do Livro

$CIR_0 = \frac{A}{6}$ , onde A é uma constante

Dessa questão  $CIR = \frac{A}{\sum_{m=1}^6 K_m^{-1}}$

$$e1) \frac{CIR}{CIR_0} = \frac{6}{\sum_{m=1}^6 K_m^{-1}}$$

$$e2) \Delta CIR_{dB} = 10 \log \left( \frac{6}{\sum_{m=1}^6 K_m^{-1}} \right)$$

$$K_{m,dB} = 10 \log K_m \Rightarrow K_m = 10^{\frac{K_{m,dB}}{10}}$$

$$\Delta CIR_{dB} = 10 \log \left( \frac{6}{\sum_{m=1}^6 10^{-\frac{K_{m,dB}}{10}}} \right)$$

$$e3) K_m = +1, -1, +2, -2, +3, -3$$

$$\Delta CIR_{dB} = 10 \log \frac{6}{6,77}$$

$$\Delta CIR_{dB} = -0,52 \text{ dB}$$

A CIR é pior +0,5 dB em relação à condição de mesmas potências

$$e4) \Delta CIR_{dB} = 0$$

$$\Rightarrow \sum_{m=1}^6 K_m^{-1} = 6$$

$$\text{ou } \sum_{m=1}^6 10^{\frac{K_{m,dB}}{10}} = 6$$

### 3. CDMA

$$W = 1.2288 \text{ Mcps}$$

$$R = 9.6 \text{ kbps}$$

$$P = 0.8$$

$$S = 1$$

$$f = 0.6$$

$$a = 0.5$$

$$N_{dB} = 5 \Rightarrow \sigma = 3.2$$

$$P = 0.6$$

$10^5$  assinantes

$$A = \frac{1}{\mu} \times 10^5$$

$$A = \frac{0.01}{\sqrt{2}} \times 10^5$$

$$A = 2000 \text{ erl.}$$

a)  $B = 5\%$

$$M = \frac{f \times P \times \cancel{P} \times G}{a \times \sigma}$$

$$M = \frac{0.6 \times 0.6 \times 0.8 \times \frac{1.2288 \times 10^6}{9.6 \times 10^3}}{0.5 \times 3.2}$$

$$M = 23.04$$

$$M \approx 24$$

$$M = 24 \text{ e } B = 5\%$$

$$\Rightarrow \frac{A}{\text{cél.}} = 19$$

$$\# \text{ células} = \frac{2000}{19}$$

$$\# \text{ células} = 106$$

b)  $B = 30\%$

b1)  $B = 30\%$  o  $M = 24$

$$\Rightarrow \frac{A}{\text{cél.}} = 31.6$$

$$\Delta A = 31.6 - 19$$

$$\Delta A = 12.6 \text{ erl.}$$

b2)  $A_{\text{Total}} = 2000 \times \frac{31.6}{19}$

$$A_{\text{Total}} = 3326.3 \text{ erl.}$$

$$M = 50 \text{ o } B = 0.05 \Rightarrow$$

$$\frac{A}{\text{cél.}} = 44.5$$

$$\therefore \# \text{ células} = \frac{3326.3}{44.5}$$

$$\# \text{ células} = 75$$