

## Avaliação 01 - Modelos de Canais em Larga e Pequena Escala

Prof. Bruno Fontana da Silva

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_

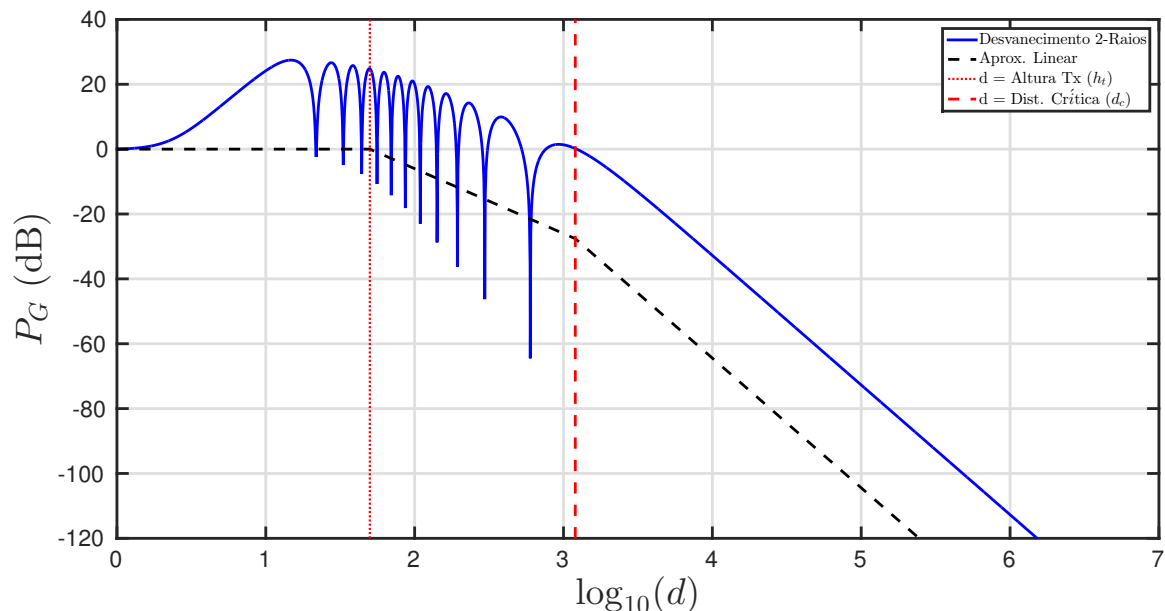
Data: 26/11/2015

Nos problemas a seguir, apresente a sequência dos cálculos e/ou raciocínios realizados.

Questões sem apresentar o desenvolvimento até a solução serão consideradas erradas.

Não esqueça as unidades e prefixos das grandezas físicas!

1. Defina e diferencie os modelos de canal sem fio de larga escala e pequena escala. Explique, usando exemplos, qual é a utilidade de modelar canais sem fio usando modelos de larga escala.
2. Considerando desvanecimentos de pequena escala, explique os conceitos de tempo de coerência e banda de coerência. Na sua explicação, defina o sentido da palavra coerência e comente como esses parâmetros afetam o desempenho ou o funcionamento dos sistemas de telecomunicações.
3. Diferencie canais planos de canais seletivos em frequência. Cite as estratégias que podem ser utilizadas para lidar com os efeitos dos canais seletivos em frequência sem diminuir a taxa de transmissão de bits.
4. A Figura abaixo mostra um gráfico da perda de percurso do modelo de dois raios em função da distância logarítmica entre transmissor e receptor.



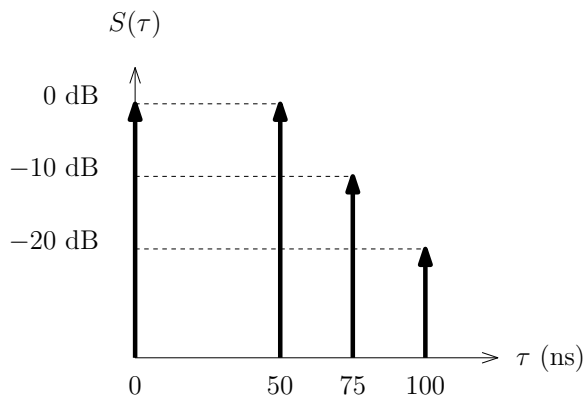
- (a) Explique por que ocorrem oscilações no valor de ganho de percurso em torno de  $d = h_t$
- (b) Usando a aproximação linear do modelo, conforme a Figura, defina qual a separação máxima entre transmissor e receptor que garante uma relação sinal-para-ruído (SNR) média de 40 dB. Considere que a potência média de ruído no receptor é  $-90$  dBm e que a potência do transmissor é constante com valor de 100 W.
- (c) Considere uma modulação BPSK. Garantir que o valor médio da SNR no receptor é de 40 dB é suficiente para assumir que a comunicação será confiável através do canal sem fio? Justifique sua resposta.

5. Considere a equação da banda de coerência de 50%. Mostre que ocorrerá desvanecimento plano caso

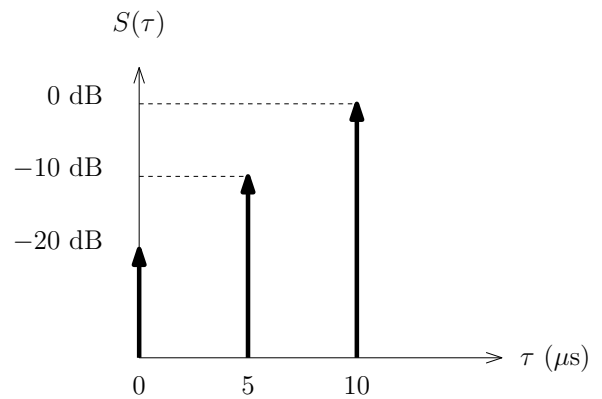
$$T_s > 10\tau_{\text{rms}},$$

onde  $T_s$  é a duração do símbolo e  $\tau_{\text{rms}}$  é o atraso rms do canal. Suponha que a largura de banda ocupada pelo sinal seja o dobro da taxa de símbolos.

6. Considere os canais cujos perfis de atraso são mostrados abaixo.



(I) Canal indoor

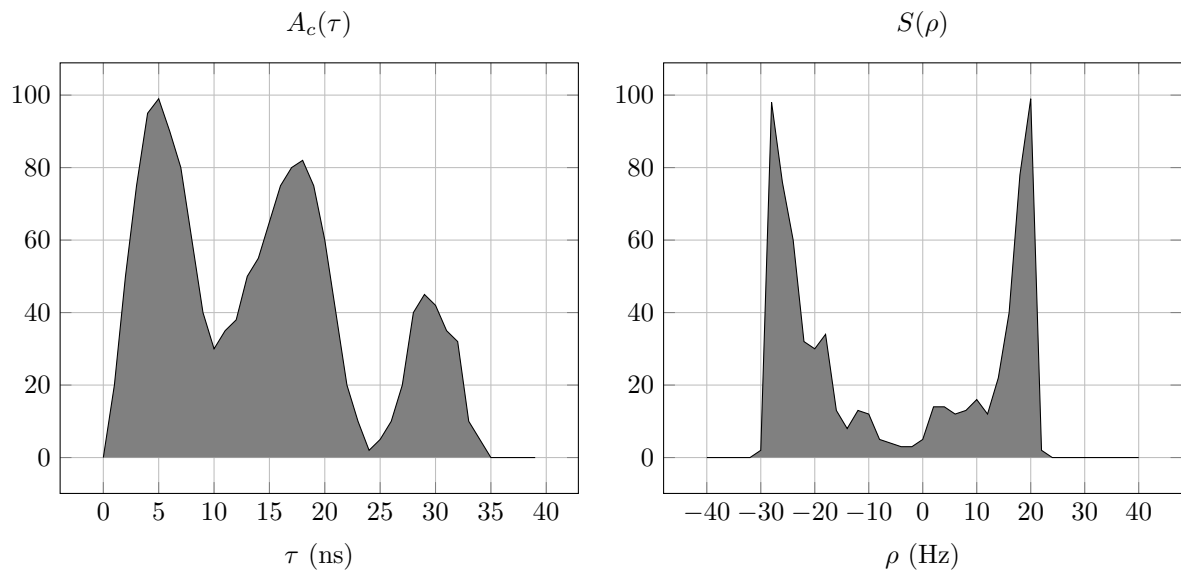


(II) Canal outdoor

Para cada canal:

- Suponha que seja empregado um esquema de modulação que necessite de equalizador caso  $T_s < 10\tau_{\text{rms}}$ . Determine a maior taxa de símbolos que pode ser utilizada para que não seja necessário equalizador.
- Estime a banda de coerência de 90% e de 50%.

7. As figuras abaixo mostram o perfil de atraso  $A_c(\tau)$  e o espectro Doppler  $S(\rho)$  de um determinado canal rádio-móvel.



- Estime o máximo espalhamento de atraso e o máximo espalhamento Doppler do canal.
- Um sistema operando nesse canal com modulação BPSK a uma taxa de 200 kbps é afetado por desvanecimento plano ou seletivo em frequência?
- Faça uma estimativa do tempo de coerência.
- Um sistema operando nesse canal com modulação 16-QAM a uma taxa de 400 kbps é afetado por desvanecimento lento ou rápido?

## Fórmulas:

$$\bar{\tau} = \frac{\int_0^{\infty} \tau A_c(\tau) d\tau}{\int_0^{\infty} A_c(\tau) d\tau} \quad (1a)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t) \delta(t - T) dt = f(T) \quad (1b)$$

$$R_b = R_s \log_2 M \quad (1c)$$

$$T_b R_b = T_s R_s = 1 \quad (1d)$$

$$B_c^{50\%} = \frac{0.2}{\tau_{\text{rms}}} \quad (1e)$$

$$B_c^{90\%} = \frac{0.02}{\tau_{\text{rms}}} \quad (1f)$$

$$\tau_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{\int_0^{\infty} (\tau - \bar{\tau})^2 A_c(\tau) d\tau}{\int_0^{\infty} A_c(\tau) d\tau}} \quad (2a)$$

$$f_d = \frac{v}{\lambda} \cos(\theta) \quad (2b)$$

$$B_D \approx \frac{1}{T_c} \quad (2c)$$

$$\text{SNR} = \frac{P}{N} \quad (2d)$$

$$P_{dBW} = 10 \log_{10}(P) \quad (2e)$$

$$P_{dBm} = 10 \log_{10}\left(\frac{P}{1\text{mW}}\right) \quad (2f)$$