TP537 – Transmissão Digital
1ª Avaliação – 21/08/2017 – 15:30h
Prof. Dayan Adionel Guimarães

Nota:

Aluno(a): ____

Prova com consulta ao livro texto (apenas), com duração de **1h e 50min**. A interpretação é parte integrante das questões. Proibido uso de calculadora programável. Seja organizado. Boa prova!

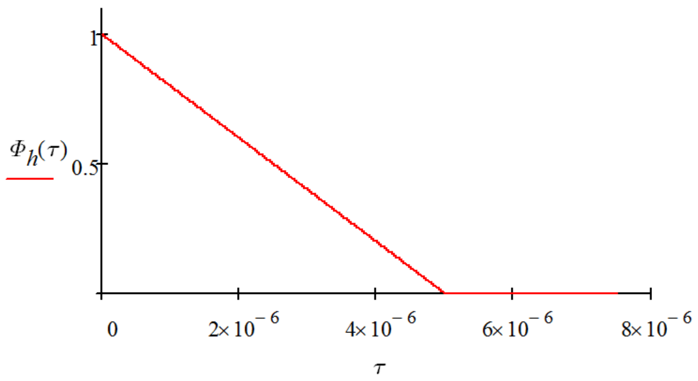
1ª questão (15 pontos)

Na equação (3.48), p. 202, a atenuação média em área é uma função da distância *d* entre transmissor e receptor. No entanto, sabe-se que a frequência de portadora do sinal transmitido tem forte influência na atenuação provocada pelo canal. Como a frequência influencia nos resultados obtidos por meio de (3.48) se ela não está explícita na equação?

Resposta
A atenuação calculada por (3.48) é linearmente crescente com a *n*-ésima potência da distância *d*, a partir da distância de referência d_0. Diferentes frequências irão produzir diferentes valores de $\overline{\overline{L}}(d_0)$, produzindo diferentes valores para $\overline{\overline{L}}(d)$. Além disso, diferentes frequências podem corresponder a diferentes expoentes de atenuação para um mesmo ambiente, também produzindo diferentes valores para $\overline{\overline{L}}(d)$.

2ª questão (20 pontos)

Considere o perfil de atraso em potência a seguir, no qual o eixo vertical é marcado em watts e o horizontal em segundos.



a) Calcule o espalhamento de retardo *rms* e médio, e também a largura de faixa de coerência do canal.

b) Admita que um sistema A tenha sinal com largura de faixa de 100 kHz e que um sistema B tenha sinal com largura de faixa de 200 kHz. Caracterize o desvanecimento nos dois sistemas.

Solução

(a) Operando com os dados, obtém-se:

$$\tau_m := \frac{\int_0^{\tau_{max}} \tau \cdot \Phi_h(\tau)\, d\tau}{\int_0^{\tau_{max}} \Phi_h(\tau)\, d\tau} = 1.667 \times 10^{-6} \quad , \quad \sigma_\tau := \sqrt{\frac{\int_0^{\tau_{max}} \left(\tau - \tau_m\right)^2 \cdot \Phi_h(\tau)\, d\tau}{\int_0^{\tau_{max}} \Phi_h(\tau)\, d\tau}} = 1.179 \times 10^{-6}$$

Usando a eq. abaixo da eq. (3.85), tem-se a banda de coerência:

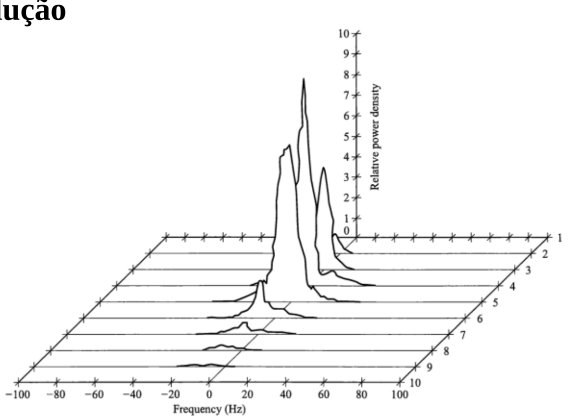
$$B_c := \frac{1}{5 \cdot \sigma_\tau \cdot 10^{-6}} \qquad B_c = 169.706 \times 10^{9}$$

(b) Se o sistema A tem canais de 100 kHz, que é um valor menor que a banda de coerência, haverá predominantemente desvanecimento plano. No caso do sistema B, que tem canais com banda de 200 kHz, haverá desvanecimento seletivo.

3ª questão (20 pontos)

a) Escreva a expressão da função de espalhamento de um canal multipercurso, esboce-a e interprete-a.

Solução



$$S(\tau;\kappa) = \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_h(\tau, \Delta t) e^{-j2\pi\kappa\Delta t} d\,\Delta t$$

Tal função revela o perfil de intensidade de potência na variável τ (tempo) e o espectro de potências Doppler na variável κ (frequência)

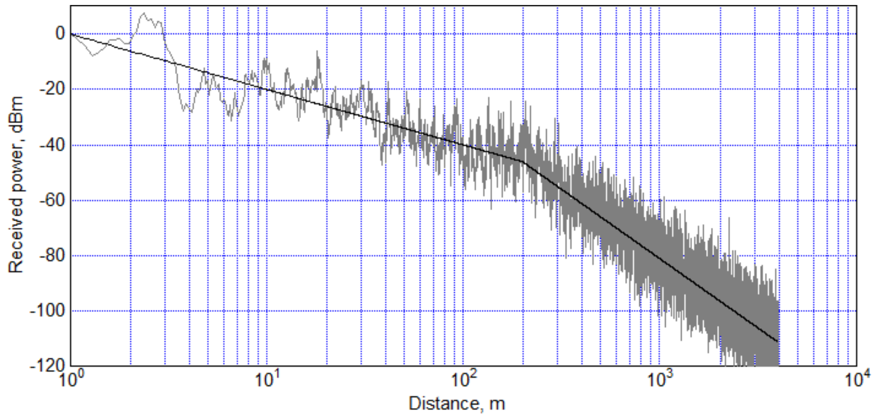
b) Como podem ser obtidas informações sobre a seletividade em frequência do canal e a taxa de variação do desvanecimento a partir da função esboçada? Dica: reflita sobre as integrais da função em cada uma de suas variáveis.

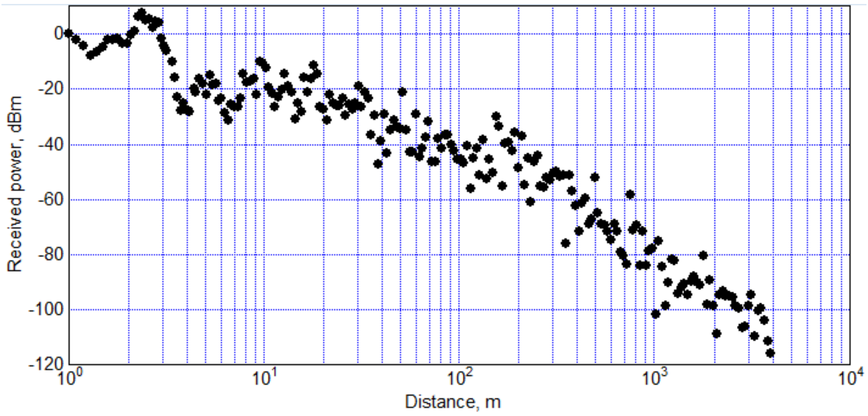
Resposta

Integrando a função na variável κ tem-se o perfil de intensidade de potência, de onde se pode obter o espalhamento de retardo σ_τ e em seguida a banda de coerência B_c pela equação (3.85). O canal produzirá desvanecimento plano se B_c for maior que a banda do sinal transmitido. Integrando a função na variável τ tem-se o espectro Doppler, de onde se pode obter o máximo espalhamento Doppler $2f_m$ e em seguida o tempo de coerência T_c pela equação (3.88). O canal produzirá desvanecimento lento se T_c for maior que a duração de símbolo do sinal transmitido.

4ª questão (45 pontos)

A primeira figura a seguir mostra, na curva linear-por-partes (dois segmentos de reta), a variação da potência média em área recebida à distância d do transmissor e, na curva sinuosa, a variação da potência média local. Essa figura representa um ambiente caracterizado por dois expoentes de atenuação. Já a segunda figura apresenta amostras da potência média local ilustrada na primeira figura.





a) Estime de forma aproximada o desvio padrão do sombreamento, usando o fato de que, para uma variável aleatória Gaussiana com média μ, desvio padrão σ e função densidade de probabilidade $f(x)$, tem-se $\int_{\mu-3\sigma}^{\mu+3\sigma} f(x)dx \approx 0.9973$.

Solução
Pela primeira figura percebe-se que a excursão do sombreamento está por volta de 40 dB, o que corresponde aproximadamente a 6σ. Portanto, $\sigma \approx 6.7$ dB.

b) Calcule de forma aproximada os dois expoentes de atenuação, n_1 e n_2, usando o fato de que d_0 pode ser qualquer distância a partir de 1 m.

Solução

$$\bar{\bar{P}}(d) = \bar{\bar{P}}(d_0) - 10n_1 \log(d/d_0) \qquad \bar{\bar{P}}(d) = \bar{\bar{P}}(d_0) - 10n_2 \log(d/d_0)$$

$$-40 = 0 - 10n_1 \log(100/1) \Rightarrow n_1 = 2 \qquad -110 = -45 - 10n_2 \log(4000/200) \Rightarrow n_2 \approx 5$$

c) Discorra sobre a aplicação de regressão linear para estimação dos expoentes de atenuação (e, por consequência, para obtenção da equação de atenuação média em área) a partir das amostras ilustradas na segunda figura. Quanto mais completa e correta for sua dissertação, mais bem avaliada ela será.

Resposta
Comentários importantes: uma única regressão não permitiria se estimar dois expoentes de atenuação; caso se conhecesse o ponto de quebra, poder-se-ia aplicar duas regressões independentes em cada segmento, produzindo estimativas não necessariamente corretas dos expoentes, pois as regressões não necessariamente se conectariam no ponto de quebra; como consequência do segundo comentário, a equação de atenuação média em área ficaria imprecisa; portanto, as duas regressões teriam que ser dependentes de forma a se conectarem no ponto de quebra, como ilustra a curva linear-por-partes na primeira figura.