



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina

Câmpus
São José

Avaliação 2

Segunda avaliação teórica

Curso: Engenharia de Telecomunicações
Disciplina: CSF29008 - Comunicações Sem Fio
Professor: Mario de Noronha Neto

Aluno

João Pedro Menegali Salvan Bitencourt

26 de abril de 2024

Sumário

Questão 1 2
Questão 2 2
Questão 3 2

Questão 1

Descreva, com suas palavras, os seguintes conceitos:

- a) Desvanecimento em pequena escala.

O desvanecimento em pequena escala é um modelo que descreve as variações rápidas que ocorrem na amplitude, fase ou atraso de um sinal no receptor, em decorrência de o mesmo receber múltiplas cópias do sinal. Isso ocorre por conta de objetos refletores e difratores presentes no caminho entre o transmissor e receptor.

- b) Banda de coerência.

A banda de coerência é uma medida estatística da faixa de frequências em que o canal possa ser considerado uniforme, de tal forma que duas componentes espectrais diferentes possuam fase linear e amplitude com correlação superior a determinado limiar, que, geralmente, pode assumir os valores 0,5 ou 0,9.

- c) Tempo de coerência.

O tempo de coerência é uma medida estatística da quantidade de tempo em que a resposta ao impulso do canal possa ser considerada constante, de tal forma que os sinais recebidos nesse intervalo possuam alta correlação em amplitude, ou seja, é a duração esperada na qual os dois sinais permanecem correlacionados. É inversamente proporcional ao espalhamento Doppler.

Questão 2

Como deve ser a relação entre Tempo de Símbolo (T_s), Tempo de Coerência (T_c), Largura de Banda do Sinal (B_s) e Banda de Coerência (B_c) nas seguintes situações de canais:

- a) Canal lento e não seletivo em frequência

- $T_s \ll T_c$;
- $B_s \ll B_c$.

- b) Canal rápido e não seletivo em frequência

- $T_s > T_c$;
- $B_s \ll B_c$.

- c) Canal lento e seletivo em frequência

- $T_s \ll T_c$;
- $B_s > B_c$.

- d) Canal rápido e seletivo em frequência

- $T_s > T_c$;
- $B_s > B_c$.

Questão 3

Um dos canais recomendados pela ITU (*International Telecommunication Union*) utilizado para os testes de TV digital no Brasil foi o canal **Brasil E**. O perfil de potência deste canal é:

Nome	Descrição	P1	P2	P3
Brasil E	Atraso (μs)	1	2	3
	Atenuação (dB)	0	0	0

De acordo com este perfil, responda os seguintes itens:

- a) Calcule a banda de coerência do canal (função de correlação de frequência acima de 0,5);
Como a função de correlação de frequência é superior a 0,5, a banda de coerência é dada por:

$$B_c \approx \frac{1}{5\sigma_\tau}$$

σ_τ é dado por:

$$\sigma_\tau = \sqrt{\overline{\tau^2} - (\overline{\tau})^2}$$

$\overline{\tau}$ é dado por:

$$\overline{\tau} = \frac{\sum_k P(\tau_k) \cdot \tau_k}{\sum_k P(\tau_k)}$$

Portanto, com $P(\tau_k) = 1$, já que a atenuação para todos os atrasos é 0, temos:

$$\overline{\tau} = \frac{(1)(1) + (1)(2) + (1)(3)}{1 + 2 + 3} = 1\mu s$$

$\overline{\tau^2}$ é dado por:

$$\overline{\tau^2} = \frac{\sum_k P(\tau_k) \cdot \tau_k^2}{\sum_k P(\tau_k)}$$

Portanto, temos que:

$$\overline{\tau^2} = \frac{(1)(1)^2 + (1)(2)^2 + (1)(3)^2}{1 + 2 + 3} = 2,333333333\mu s^2$$

Com isso, o espalhamento de atraso RMS é:

$$\sigma_\tau = \sqrt{2,333333333 - 1^2} = 1,154700538\mu s$$

Por fim, a banda de coerência é:

$$B_c = \frac{1}{5\sigma_\tau} = \frac{1}{5 \cdot (1,154700538 \times 10^{-6})} = 173,205 \text{ kHz}$$

- b) Considerando o espalhamento de atraso RMS encontrado no item (a) e um sistema com transmissão binária, calcule qual a maior taxa de transmissão em bits por segundo que este sistema pode operar sem a necessidade de equalização;

Seja:

$$\frac{\sigma_\tau}{T_s} \leq 0,1 \implies T_s \geq \frac{\sigma_\tau}{0,1}$$

$$T_s \geq \frac{1,154700538 \cdot 10^{-6}}{0,1}$$

$$T_s \geq 11,547\mu s$$

Dessa forma:

$$R_s = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{11,547 \cdot 10^{-6}} = 86,60258 \text{ Ksps}$$

Portanto, a maior taxa de transmissão em bits por segundo que este sistema pode operar sem a necessidade de equalização é:

$$R_b = 86,60258 \text{ Kbps}$$

- c) Considerando o espalhamento de atraso RMS encontrado no item (a), um espalhamento Doppler máximo de 200 Hz e a taxa transmissão encontrada no item (b), classifique qual o tipo de desvanecimento afetará o sinal transmitido neste canal (seletivo e rápido, seletivo e lento, não seletivo e rápido, não seletivo e lento). Observação: Para determinar o tempo de coerência, utilize a expressão $T_c = \frac{0,423}{f_m}$;

Considerando:

- $\sigma_T = 1,154700538 \mu s$
- $B_D = f_m = 200 \text{ Hz}$
- $R_b = 86,60258 \text{ Kbps}$
- $T_s \geq 11,547 \mu s$

temos:

$$T_c = \frac{0,423}{f_m} = \frac{0,423}{200} = 2,115 \text{ ms}$$

Sumariando os dados:

- $\sigma_T < T_s$ (Não seletivo)
 - $\sigma_T = 1,154700538 \mu s$
 - $T_s \geq 11,547 \mu s$
- $T_c > T_s$ (Lento)
 - $T_c = 2,115 \text{ ms}$
 - $T_s \geq 11,547 \mu s$

Dessa forma, podemos concluir que o desvanecimento do canal é não seletivo e lento.

- d) Considerando o tempo de coerência utilizado no item (c) e um sistema de transmissão binária, determine qual a menor taxa de transmissão que o sistema pode operar para que o desvanecimento do canal seja considerado lento. Obs.: Considere que um valor é muito menor que outro quando este for pelo menos 10 vezes menor.

Seja:

$$T_c \geq 10T_s$$

$$T_s \leq \frac{T_c}{10}$$

$$T_s \leq \frac{2,115}{10} = 211,5 \mu s$$

$$R_s = \frac{1}{T_s} = \frac{1}{211,5 \cdot 10^{-6}} = 4,728 \text{ Ksps}$$

Portanto, a menor taxa de transmissão que o sistema pode operar para que o desvanecimento do canal seja considerado lento é:

$$R_b = 4,728 \text{ Kbps}$$