

Comunicação Sem Fio:

Lista de exercícios da unidade 1 - Parte 1

Exercícios 1, 2, 3, 4 e 8.

Aluno: Guilherme Medeiros

Professor: Mário de Noronha Neto

1) Qual deve ser o espalhamento de atraso RMS para um sistema com modulação BPSK operar sem equalização e com uma taxa de transmissão de 25kbps? E para um sistema com modulação 8-PSK e taxa de 75kbps?

Sabendo que o sistema possui um desvanecimento plano, devido a operação sem equalização, tem-se que:

$$T_s \geq 10\sigma_s \text{ (equação 1.1)}$$

Onde T_s é o tempo de símbolo e σ_s é o espalhamento de atraso RMS.

Para o caso da transmissão à 25kbps BPSK temos que só é necessário um bit para a transmissão de um símbolo, ou seja: $R_b = R_s$, logo $T_b = T_s$.

$$T_s = 1/R_s = \frac{1}{25 \cdot 10^3} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

Sabemos pela equação 1.1 que esse é, então, o valor máximo do espalhamento de atraso RMS e que ele assumirá valores menores ou iguais à $4 \cdot 10^{-5}$.

Para o segundo caso, a ideia é a mesma, entretanto agora o sistema opera em 8-PSK à uma taxa de 75kbps. É um sistema que precisa de 3 bits para ser executado, podemos dizer então que:

$$R_s = R_b/3 = 75/3 = 25 \text{ kbps}$$

Aqui encontramos os mesmos valores do item anterior, ou seja, a resposta é a mesma.

2) Se um sistema transmite a uma taxa de 100kbps utilizando uma modulação BPSK, responda o seguinte:

a) – Qual o espalhamento de atraso RMS do canal para que o sinal transmitido seja afetado por um desvanecimento plano?

b) – Se $f_c=5.8\text{GHz}$, qual o tempo de coerência do canal assumindo que o veículo está a 20m/s?

c) – Para a resposta do item b, o desvanecimento é considerado lento ou rápido?

a) Novamente, segundo a equação 1.1, considerando um sistema BPSK à 100kbps:

$$T_s = 1/R_b = \frac{1}{100 \cdot 10^3} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 0,00001 \text{ s}$$

Este é o maior valor do espalhamento de atraso RMS para este sistema.

b) Considerando a frequência da portadora e a velocidade do veículo da questão, e sabendo que:

$$B_d = f_d = \frac{v}{\lambda} \quad (\text{equação 2.1})$$

e que:

$$T_c = \frac{0,423}{f_d} \quad (\text{equação 2.2})$$

Onde B_d é a banda do Doppler, f_d é a frequência do Doppler, v é a velocidade do móvel, λ é o comprimento de onda da portadora e T_c é o tempo de coerência.

Aplicando a equação 2.1 para este caso:

$$f_d = 20,5,8 \cdot 10^9 = 386,667 \text{ Hz}$$

Conhecendo a frequência do Doppler, podemos aplicar a equação 2.2:

$$T_c = \frac{0,423}{386,667} = 0,0011 \text{ s}$$

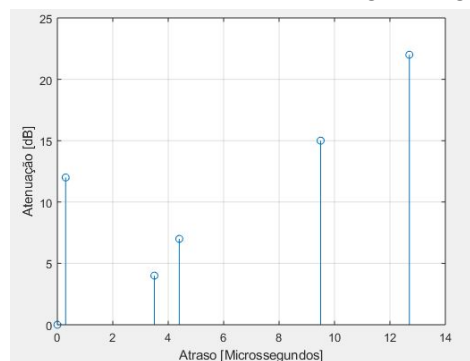
c) Sabemos que em um desvanecimento lento $T_s \ll T_c$, já em um desvanecimento rápido, $T_s > T_c$. Comparando os resultados da letra a e b, podemos dizer que este é um desvanecimento lento.

3) Um dos canais recomendados pela ITU (International Telecommunication Union) para testes de TV digital no Brasil é o canal Brazil B. O perfil de potência para este canal é dado a seguir:

Brazil B	Delay (μs)	0	0.3	3.5	4.4	9.5	12.7
	Atten. (dB)	0	12	4	7	15	22

De acordo com este perfil, determine qual o atraso máximo (10 dB) e qual o espalhamento de atraso RMS do canal. Considerando a função de correlação em frequência do canal maior que 0.9, determine qual a banda de coerência do canal. Analise este canal utilizando a função Rayleighchan do matlab. Gere os gráficos da resposta ao impulso e em frequência do canal. Utilizando a função 'hist' gere um histograma do módulo do ganho de cada componente do canal e observe a função densidade resultante.

Para maior entendimento do canal, foi plotado o seguinte gráfico:



Pode ser visto na tabela e no gráfico que o atraso máximo para uma atenuação de 10 dB é 4,4 microssegundos.

Para encontrar o espalhamento de atraso RMS é preciso encontrar a variância do canal.

$$\tau = \frac{1.0 + 0.3 \cdot (0.0631) + 3.5 \cdot (0.3981) + 4.4 \cdot (0.1995) + 0.5 \cdot (0.0316) + 12.7 \cdot (0.0063)}{(0 + 0.0631 + 0.3981 + 0.1995 + 0.0316 + 0.0063)} = 1,57 \mu s$$

$$\tau^2 = \frac{1.0^2 + 0.3^2 \cdot (0.0631) + 3.5^2 \cdot (0.3981) + 4.4^2 \cdot (0.1995) + 0.5^2 \cdot (0.0316) + 12.7^2 \cdot (0.0063)}{(0 + 0.0631 + 0.3981 + 0.1995 + 0.0316 + 0.0063)} = 7,4254 \mu s$$

$$\sigma_t = \sqrt{\tau^2 - (\tau)^2} = 2,225 \text{ microssegundos}$$

Como a função de correlação de frequência do canal é maior que 0.9:

$$B_c = \frac{1}{50\sigma_t} = 8,98 \text{ kHz}$$

8) Para um canal onde a frequência Doppler máxima é 200Hz e o espalhamento de atraso RMS é aproximadamente 2μs, diga se o sinal recebido foi afetado por um desvanecimento lento, rápido, seletivo ou não seletivo em frequência.

a. Sistema com modulação binária, Rb=500 kbps e fc=1GHz;

b. Sistema com modulação binária, Rb=5 kbps e fc=1GHz;

c. Sistema com modulação binária, Rb=10 bps e fc=1GHz.

Sabemos que para classificar é necessário comparar Ts, Tc e o espalhamento de atraso RMS, considerando $\sigma_s = 2 \cdot 10^{-6}$.

a) $T_c \gg T_s$ e $T_c < \sigma_s$, logo o canal é lento e seletivo em frequência:

$$T_s = \frac{1}{500 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-6} \quad T_c = \frac{0.423}{200} = 2,45 \cdot 10^{-3}$$

b) $T_c \gg T_s$ e $T_c > \sigma_s$, logo o canal é lento e não seletivo em frequência

$$T_s = \frac{1}{5 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-4} \quad T_c = \frac{0.423}{200} = 2,45 \cdot 10^{-3}$$

c) $T_c \ll T_s$, $T_c > \sigma_s$, logo o canal é rápido e não seletivo em frequência.

$$T_s = \frac{1}{10} = 0,1 \quad T_c = \frac{0.423}{200} = 2,45 \cdot 10^{-3}$$