

Lista 3 de Exercícios – Sistema de Comunicações Móveis

1. O processo de codificação da fonte visa possibilitar a máxima transmissão de bits em um canal intrinsecamente limitado em banda. A abordagem consiste em explorar a composição típica dos sinais que contém a informação a ser transmitida. Quais são as componentes e como a codificação da fonte opera?
2. Admita um sinal analógico que será digitalizado para transmissão por um sistema digital de comunicações móveis. O sinal possui um comportamento em frequência dado pela expressão $S(f) = e^{-f/300}$. Qual é a frequência recomendada de corte do filtro anti-aliasing do transmissor para desprezar as componentes do espectro com -6dB em relação à componente espectral do sinal de maior amplitude? Qual deve ser a mínima frequência de amostragem? Esboçar o gráfico do sinal amostrado sem a utilização do filtro anti-aliasing e com a utilização do filtro no transmissor, comentando o benefício do uso do filtro.
3. Um sinal analógico dado por $s(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k+1} \cos(2\pi k f_0 t/3)$ admite qualitativamente, nas análises subjetivas, que sejam rejeitadas as componentes espectrais a partir do quinto harmônico. Qual é a taxa de Nyquist recomendada para amostragem do sinal, admitindo que a frequência fundamental seja de 1500 Hz?
4. Utilizando a versão atual do simulador de comunicações móveis proposto, simular o sinal apresentado na questão anterior, simular o sinal amostrado de acordo com a taxa de Nyquist proposta, incluir o ruído admitindo uma SNR de 40 dB e simular o sinal amostrado na saída do receptor do sistema. Qual é o valor do erro médio? Justificar a resposta. Com base nas simulações, determinar a energia do sinal de erro.
5. Utilizando a versão atual do simulador de comunicações móveis proposto, simular 10 realizações da amostragem de um sinal de voz. Gerar uma média, analisar o resultado confrontando com o seguinte trecho da nota de aula:

“Portanto, o envelope espectral que se ajusta ao espectro de curto prazo da voz sonora é caracterizado por um conjunto de picos, denominados formantes. Em geral há de três a cinco formantes abaixo de 5 kHz.

As amplitudes e as localizações dos primeiros três formantes são muito importantes para a síntese e a percepção de voz. A frequência fundamental dos sons sonoros fica entre 80 Hz (para homens) e 350 Hz (para crianças), sendo 240 Hz um valor típico para mulheres.”

6. Seja um sinal amostrado, medido em volts (mV), e filtrado, cujo comportamento é definido pela função

$$x(n) = \sum_{k=0}^5 \left(\frac{3}{k+1} + 2 \right) \cdot \cos \left(5\pi n + \frac{\pi}{2} \right).$$

Admitindo que se deseja quantificar o sinal em 16 níveis diferentes, qual é o degrau de quantização a ser utilizado?

7. Seja o sinal apresentado na questão 3. Qual é a expressão matemática do sinal modulado em amplitude, admitindo índice de modulação igual a 1 e amplitude da portadora igual a 1? Admitindo uma frequência da portadora de 550 kHz, qual seria a frequência do filtro a ser aplicado no sinal para assegurar que o transmissor opere em uma região linear?

8. Seja o sinal apresentado na questão 3. Qual é a expressão matemática do sinal modulado em frequência, admitindo índice de modulação igual a 1?
9. Sejam caracteres alfanuméricos codificados em ASCII utilizados por um sistema digital. Os caracteres são utilizados para a transmissão de mensagens que contemplam cadeias de 20 caracteres, no máximo. Um sistema de comunicações móveis que utiliza modulação digital 4-PAM, com tempo de transmissão entre símbolos de T segundos transmitirá a mensagem em qual taxa?
10. Qual será a expressão do sinal modulado transmitido, admitindo que o sistema descrito na questão anterior para um esquema de modulação 4-PAM e para um esquema de modulação 8-PSK?
11. Utilizando a versão atual do simulador de comunicações móveis proposto, apresentar a simulação da onda modulada para uma sequência de 20 caracteres dada por $M = \{a, a, 2, 3, b, c, a, e, r, q, 4, 5, t, w, t, u, e, r, b, 8\}$, na modulação 8-PSK, admitindo um sistema que utiliza codificação ASCII.
12. Utilizando a versão atual do simulador de comunicações móveis proposto, apresentar a constelação dos símbolos transmitidos relativos à questão anterior, utilizando o mapeamento Gray para uma modulação de 16-QAM.