



MIEI - Comunicação de Dados

Ficha de Exercícios – Conceitos básicos de sistemas de comunicação

Uma aula

1. As limitações fundamentais à transmissão da informação por meios elétricos são a largura de banda e o ruído. Explique de que forma estes fatores condicionam os processos de transmissão de informação.
2. Considere que num sistema com densidade de ruído $\eta = 10^{-8}$ Watt/Hz, se transmite um sinal eléctrico com uma potência média tal que o seu valor no destino é $S = 100 \mu\text{Watt}$.
 - a) Determine a capacidade do canal de transmissão se este possuir uma largura de banda de 1 KHz, 10 KHz ou 100 KHz.
 - b) Compare as capacidades obtidas na alínea anterior com os ritmos máximos teóricos de símbolos digitais e discuta a sua implicação na codificação do sinal.
3. Considere um sistema de transmissão com uma largura de banda B_T de 4 KHz e densidade de ruído η igual a 10^{-13} Watt/Hz. Determine o valor mínimo que a potência do sinal deve ter à saída do sistema de transmissão para se obter uma transmissão fiável de informação aos seguintes ritmos de 64 Kbits/s, 128 Kbits/s e 256 Kbits/s.

4.

	Tendo em conta a lei de Hartley-Shannon (com a capacidade do canal expressa em bits/seg) e a expressão que define o ritmo de Nyquist, podemos deduzir que:
A1	Quanto maior for a relação entre a potência do sinal e a potência do ruído maior será ritmo de Nyquist.
B2	Assuma que, devido à fórmula de Nyquist, o ritmo máximo de símbolos digitais permitidos no canal de transmissão é 1000 símb/seg e a densidade de potência do ruído é $\eta = 10^{-2}$ Watt/Hz. Neste caso, para se obter uma capacidade do canal igual 1000 bps teremos de ter um sinal cuja potência no destino seja 15 watts.
C3	Considere que a potência do sinal no destino é sete vezes superior à potência do ruído presente no sistema de transmissão. Neste caso, a capacidade do canal será equivalente ao triplo da largura de banda de transmissão, sendo apenas expressa em unidades diferentes, ou seja, $C = 3*B_T$ bps.
D4	A capacidade do canal aumenta na mesma proporção do aumento da banda de transmissão do sistema.

Indique se considera cada uma das afirmações anteriores verdadeira (V) ou Falsa (F):

A1		B2		C3		D4	
-----------	--	-----------	--	-----------	--	-----------	--



5. No âmbito dos sistemas de comunicação, a modulação é uma operação muitas vezes utilizada pelos equipamentos transmissores. Neste contexto, raciocine sobre os seguintes aspetos:
- a) Quais os principais objetivos inerentes à aplicação de operações de modulação?
 - b) Qual o papel desempenhado na operação de modulação pelo sinal modulante e pela onda portadora.
 - c) Distinga a modulação digital de onda contínua da modulação analógica de onda contínua.
 - d) Explique as diferenças entre as seguintes técnicas de modulação digital: ASK (*Amplitude-Shift Keying*), FSK (*Frequency-Shift Keying*) e PSK (*Phase-Shift Keying*), apresentando exemplos ilustrativos.
 - e) Existem técnicas de modulação ainda mais avançadas/complexas que permitem atingir débitos binários elevados, como, por exemplo, a modulação QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*). Explique, em termos gerais, os princípios de funcionamento desta técnica, apresentando também um exemplo ilustrativo.
-

Lei de Hartley-Shannon (capacidade do canal): $C = B_T * \log_2(1 + \frac{S}{N})$ bits/seg, em que B_T é a largura de banda do canal de transmissão e S/N é a relação entre a potência do sinal e a potência do ruído do canal.

Potência do ruído gaussiano num canal de transmissão: $N = \eta * B_T$ Watt, em que η é a constante de densidade de potência do ruído em Watt/Hz.

Ritmo de Nyquist (ritmo máximo de símbolos digitais num canal de transmissão): $r_s \leq 2 * B_T$ símb/seg

1 miliwatt (mW) = 10^{-3} watts
1 microwatt (μ W) = 10^{-6} watts
1 nanowatt (nW) = 10^{-9} watts
1 picowatt (pW) = 10^{-12} watts
1 femtowatt (fW) = 10^{-21} watts