## Comunicação de Dados (2018/2019) Ficha de Exercícios (Cap. I – Conceitos básicos; Lei de Hartley-Shannon; Ritmo de Nyquist; Técnicas de Modulação)

- 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 a expressão da lei de Hartley-Shannon para a capacidade de um canal dada pela equação:

$$C = B_T \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right) \ bits/s$$

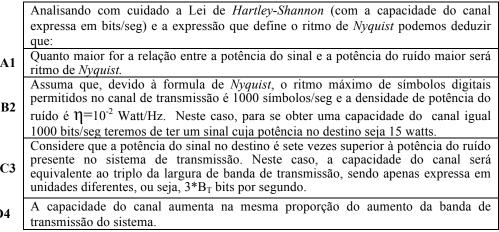
O valor da potência média total do ruído, N, representa a parte de ruído presente no ambiente do sistema de comunicação que passa até ao destino pelo facto do sistema possuir uma largura de banda  $B_T$ . Isto é, se o ruído no canal de transmissão apresentar com uma densidade  $\eta$  Watt/Hz, a potência total do ruído no receptor é  $N = \eta.B_T$  Watt.

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  $S=100~\mu Watt$ .

- a) Determine o ritmo máximo de transmissão de informação pelo sistema de comunicação (capacidade do canal) se este possuir uma largura de banda de *i*) 1 KHz *ii*) 10 KHz *iii*) 100 KHz.
- b) Compare os ritmos obtidos na alínea anterior com os ritmos de Nyquist (ritmo máximo de símbolos digitais), dados pela equação  $B_T \ge r_s/2$ , e discuta a sua implicação na codificação do sinal.
- 3. Considere a Lei de Hartley-Shannon aplicada a um sistema de transmissão com uma largura de banda  $B_T = 4$  KHz e densidade de ruído  $\eta = 10^{-13}$  Watt/Hz.

Determine o valor mínimo que a potencia do sinal deve ter à saída do sistema para se obter uma transmissão fiável de informação nos seguintes ritmos: 64 Kbits/s, 128 Kbits/s e 256 Kbits/s.

## 4. Responda à seguinte questão:



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

A1   B2   C3   D4	<b>A1</b>		I R2		('3		דע	
-------------------	-----------	--	------	--	-----	--	----	--

- 5. No âmbito dos sistemas de comunicação, a modulação é uma operação muitas vezes utilizada pelos equipamentos transmissores. Neste contexto, raciocine sobre os seguintes aspectos:
  - a) Quais os principais objectivos 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 os seguintes conceitos: modulação digital de onda contínua e 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.
- 6. Existem técnicas de modulação mais avançadas que permitem atingir maiores débitos binários, como por exemplo o QAM (Quadrature amplitude modulation). Explique, em termos gerais, os princípios de funcionamento desta técnica, apresentando também um exemplo ilustrativo.