



## FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Fundamentos de Telecomunicações 2004/2005

*Eng<sup>a</sup> de Sistemas e Informática*

### EXERCÍCIOS DE APOIO

#### Cap. IV

1- De 1 segundo em 1 segundo são feitas medidas de temperatura que cobrem o intervalo de  $-40$  a  $40$  °C, com uma precisão de  $1/2$  °C. As medidas são convertidas para formato binário de modo a serem transmitidas por um sinal PCM. Qual a velocidade necessária para a transmissão dos bits.

2- Um sinal cujo espectro varia de 100 Hz a 4 KHz e com uma excursão em amplitude de 3V é amostrado a 8 KHz sendo as amostras quantificadas em 64 níveis igualmente espaçados. Calcular e comparar as LB necessárias e a relação sinal/ruído de quantificação para os casos de transmissão binária e quaternária.

3- Um sinal analógico com uma amplitude máxima de 5V e uma frequência máxima de 3600 Hz, vai ser amostrado e quantificado em 250 níveis, pretende-se uma banda de guarda de 800 Hz.

a) Qual a frequência de amostragem do sinal, o ruído de quantificação e a velocidade de transmissão em bits/s.

b) Qual a largura de banda necessária para transmitir este sinal sem interferência entre símbolos? Justifique.

4. Considere um modulador Delta, cujo sinal de entrada é  $s_{in}(t) = A \cos(2\pi f_0 t)$ . O sinal à saída do modulador Delta é  $s_o(t)$ .

a) Desenhe o esquema ilustrativo de um modulador Delta. Explique sucintamente o seu funcionamento, desenhando formas de sinais ilustrativos nos vários pontos do modulador.

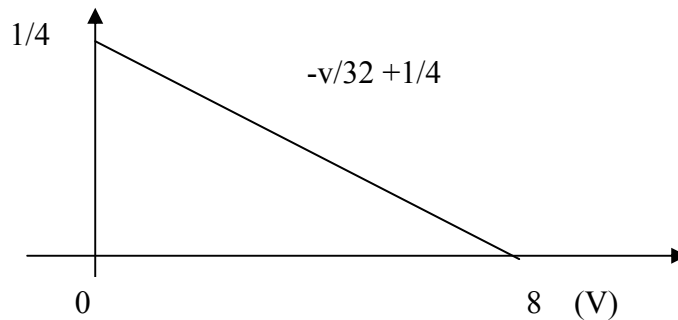
b) Um dos possíveis problemas que podem ocorrer neste tipo de modulador é 'overload'. Demonstre que para evitar overload a frequência de amostragem do modulador,  $f_s$ , tem de obedecer à seguinte relação  $A = \Delta f_s / 2\pi f_0$ , onde  $\Delta$  é o espaçamento entre níveis consecutivos à saída do modulador.

c) Como poderia ser evitado o fenómeno de 'overload' referido acima ?

- d) Se dispomos de um canal com uma largura de banda de 32 KHz e  $f_0=4$  KHz. Qual o número de bits utilizado na codificação das amostras e a sua velocidade máxima de transmissão. Faça as considerações que achar pertinentes.

**5-** Um sinal analógico com uma amplitude máxima de 8 V e amplitude mínima de 0V, vai ser amostrado e quantificado em 256 níveis. Este sinal tem uma largura de banda de 4 KHz.

- a) Qual a frequência de amostragem do sinal e velocidade de transmissão em bits/s.  
b) Supondo que a quantificação é uniforme, considere agora somente os seguintes níveis de quantificação (1,3,5,7). Determine o a potência média do ruído de quantificação se a função densidade probabilidade do sinal for a seguinte:



Ver exemplo das aulas teóricas