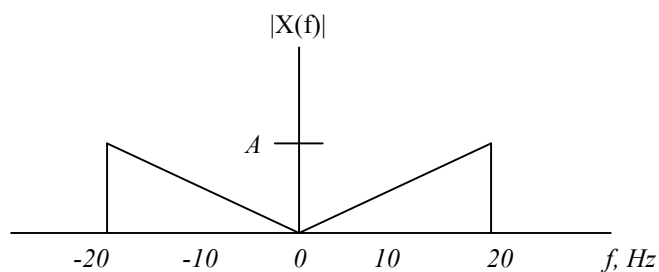


## Comunicação de Dados (2012/2013)

### Ficha de Exercícios (Digitalização I + II – 2 aulas)

1. Considere que um determinado sinal analógico possui o espectro de amplitude apresentado na Figura 1.
  - a) Tendo em conta o Teorema da Amostragem (apresentado na sebenta da disciplina na pp. 104), indique qual será a frequência de amostragem mínima necessária para o caso do sinal apresentado na Figura 1.
  - b) Tenha em consideração a Equação 5.4 apresentada na pp. 103 da sebenta. Apresente um esboço do espectro do sinal amostrado quanto é utilizada uma frequência de amostragem abaixo do valor mínimo exigido.



**Figura 1**

2. O formato áudio designado por Compact Disc Digital Audio (CD-DA) assume a gravação de dois canais de áudio em formato PCM, cada um amostrado a uma frequência de 44.1 KHz e com 16 bits por amostra.
  - a) O que pode concluir quanto à banda de frequências do sinal analógico original que é considerada relevante por este formato de digitalização?
  - b) Neste formato qual a capacidade de armazenamento necessária para gravar 10 minutos de áudio?
3. Responda ao seguinte problema:

Um sinal analógico com $B=15$ KHz deve ser quantizado a $q \geq 200$ níveis e transmitido em PCM M-ário com $M=2^n$ . Pretende-se encontrar os valores permissíveis para $k$ (nº de dígitos por amostra), $f_a$ (frequência de amostragem) e o correspondente valor de $n$ se a largura de banda de transmissão disponível for $B_T=50$ KHz.
--

- |           |   |
|-----------|---|
| <b>A1</b> | A combinação $f_a=30$ KHz; $n=1$ e $K=8$ permite a transmissão do sinal.  |
| <b>B2</b> | A combinação $f_a=30$ KHz; $n=2$ e $K=4$ permite a transmissão do sinal.  |
| <b>C3</b> | Face aos requisitos apresentados não é possível a transmissão deste sinal.  |
| <b>D4</b> | Em termos gerais, na digitalização, para um determinado valor de $(q)$ o erro de quantização introduzido pode ser compensado utilizando frequências de amostragem bastante acima de $2*B$ . |
| <b>Z9</b> | Nenhuma das opções anteriores está correcta.  |

Indique a(s) referência(s) da(s) alternativa(s) que considere correcta(s):

--	--	--	--

4. Um sinal de voz com  $B = 3 \text{ KHz}$  e  $S=1/4 \text{ W}$  deve ser transmitido em PCM M-ário. Determinar os valores para a base da numeração  $M$ , número de dígitos  $k$ , e frequência de amostragem  $f_a$ , de modo a que  $(S/N_q)_{\text{dB}} \geq 40 \text{ dB}$  se  $B_T = 16 \text{ KHz}$ .

nota: considere que  $N_q = 1/3q^2$  e note que  $(S/N_q)_{\text{dB}} = 10 \log_{10}(S/N_q)$

5. Responda à seguinte questão:

	Um sistema de transmissão possui um conversor AD para poder transmitir o sinal numa linha digital. A conversão AD precisa de ter uma potência do ruído de quantização <sup>1</sup> inferior a $14 \times 10^{-4} \text{ Watt}$ . O sinal para transmissão tem uma largura de banda máxima de $1 \text{ KHz}$ . A codificação das amostras, depois de quantizadas, é realizada em dígitos binários.
<b>A1</b>	Cada amostra será digitalizada, no mínimo, com quatro bits.
<b>B2</b>	Sem codificação adicional, a largura de banda do canal de transmissão tem que ser, no mínimo, igual a $4 \text{ KHz}$ .
<b>C3</b>	A utilização de um mecanismo de quantização não uniforme garantiria sempre uma digitalização de melhor qualidade.
<b>D4</b>	Independentemente da probabilidade de erro (por bit) na linha de transmissão, a potência total do ruído no destino será mais influenciada pelo ruído de quantização do que pelo ruído de decodificação.
<b>Z9</b>	Nenhuma das opções anteriores está correcta.

Indique a(s) referência(s) da(s) alternativa(s) que considere correcta(s):

--	--	--	--	--

6. Um sistema de transmissão possui um conversor analógico-digital para poder transmitir um sinal áudio numa linha digital para posterior gravação no destino. O sinal para transmissão tem uma largura de banda de  $12 \text{ KHz}$ . Pretende-se utilizar um mecanismo de quantização uniforme. A codificação das amostras, depois de quantizadas, é realizada em binário e a largura de banda do canal de transmissão é igual a  $200 \text{ KHz}$ .

- Comente a seguinte afirmação: “*É possível atingir uma potência do ruído de quantização inferior a 100 picowatts*”. (nota:  $1 \text{ picowatt} = 10^{-12} \text{ watts}$ )
- Qual seria a capacidade máxima de armazenamento necessária para gravar no destino 32 segundos do sinal áudio transmitido?

7. Em que consistem e quais os objectivos da utilização de *técnicas de compressão não-linear de sinal*, tal como seja o exemplo da aplicação da *lei-A* a determinados sinais analógicos.

<sup>1</sup> Considerando quantização uniforme.