Comunicação de Dados (2011/2012)

Ficha 2 - Digitalização

1.

a)

Teorema da Amostragem (página 104 da sebenta):

$$f_a \geq 2B$$
$$f_a \geq 2 \cdot 20$$
$$f_a \geq 40 \quad Hz$$

b)

Neste caso como $f_a < 2B$ o sinal original e o sinal amostrado vão se sobrepor.

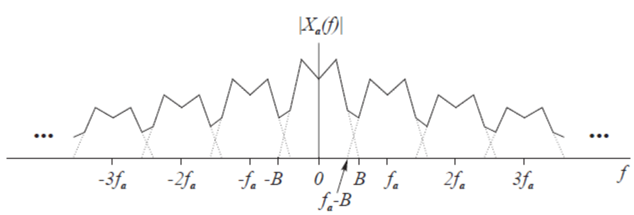

Figura 1: Fenómeno de *aliasing* espectral quando $f_a < 2B$ (página 105 da sebenta)

2.

a)

$$f_a \geq 2B$$
$$44.1 \geq 2B$$
$$22.05 \geq B$$

b)

$f_a = 44.1KHz \implies$ são retiradas 44100 amostras por segundo

Uma vez que temos 16 bits por amostra e queremos gravar $10min = 600s$ de áudio ficamos com:

$$\boxed{44100 \cdot 600 \cdot 16 = 423360000 \quad bits}$$

Como temos 2 canais temos de multiplicar este valor por 2:

$$\boxed{423360000 \cdot 2 = 846720000 \quad bits}$$

Falta agora converter este valor para $MBites$:

$$\boxed{\frac{846720000}{8} \quad bits = 105840000 \quad bytes}$$

$$\boxed{\frac{105840000}{1024 \cdot 1024} \quad bits = 100.9 \quad MBytes}$$

3.

A1)

Se $n = 1$ então $\boxed{M = 2^n = 2}$

$$\boxed{f_a \geq 2 \cdot 15 \equiv f_a \geq 30 \quad KHz} \checkmark$$

$$\boxed{k \geq \log_2 200 \equiv k \geq 7.6} \checkmark$$

Falta verificar se não excedemos o ritmo máximo teórico de sinais digitais que se pode transmitir(página 10 da sebenta), dado por:

$$\boxed{rs \leq 2 \cdot B_t \equiv rs \leq 2 \cdot 50000 \equiv rs \leq 100000}$$

$$\boxed{7.6 \cdot 30000 \leq 100000 \equiv 228000 \leq 100000} X$$

Logo esta alínea é falsa.

B2)

Se $n = 2$ então $\boxed{M = 2^n = 4}$

$$\boxed{f_a \geq 2 \cdot 15 \equiv f_a \geq 30 \quad KHz} \checkmark$$

$$\boxed{k \geq \log_4 200 \equiv k \geq 3.8} \checkmark$$

$$\boxed{3.8 \cdot 30000 \leq 100000 \equiv 114000 \leq 100000} X$$

Esta alínea também é falsa.

C3)

Se $n = 3$ então $\boxed{M = 2^n = 8}$

$$\boxed{f_a \geq 2 \cdot 15 \equiv f_a \geq 30 \quad KHz}$$

$$\boxed{k \geq \log_8 200 \equiv k \geq 2.54}$$

$$\boxed{2.54 \cdot 30000 \leq 100000 \equiv 76200 \leq 100000} \checkmark$$

Com $n = 3$, $f_a = 30KHz$ e $k = 2.54$ é possível a transmissão deste sinal, portanto esta alínea também é falsa.

D4)

O erro de quantização poderá ser compensado ao aumentarmos o número de níveis de quantização, já a frequência de amostragem é irrelevante para o caso, por isso esta alínea é falsa e a resposta correcta à questão 3 seria *Z9*

4.

Determinar a frequência de amostragem:

$$\begin{aligned}
&f_a \geq 2B \\
&f_a \geq 2 \cdot 3000 \\
&f_a \geq 6000 \quad Hz
\end{aligned}$$

Determinar o número de dígitos k:

$$\begin{aligned}
&rs \leq 2Bt \\
&f_a \cdot k \leq 2 \cdot 16000 \\
&6000 \cdot k \leq 32000 \\
&k \leq 5.33 \quad digitos/amostra \\
&k = 5 \quad digitos/amostra
\end{aligned}$$

Determinar os valores para a base de numeração M :

$$\left(\frac{S}{N_q}\right)db \geq 40 \;\; dB$$
$$\left(\frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{3q^2}}\right)db \geq 40 \;\; dB$$
$$10\log_{10}\left(\frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{3q^2}}\right) \geq 40 \;\; dB$$
$$q \geq 116$$

Sabendo então que $q \geq 116$ e $k = 5$ podemos por tentativas encontrar M:

Se M = 2:

$$q = 2^5$$
$$q = 32 \quad X$$

Se M = 3:

$$q = 3^5$$
$$q = 243 \quad \surd$$

5.

A1)

$$\left(\frac{1}{\frac{1}{3q^2}}\right) < 14x10^{-4}$$
$$q < 15.4$$
$$\boxed{q < 16}$$

Se M = 2:

$$q = 2^k$$
$$16 = 2^k$$
$$\boxed{k = 4} \quad \surd$$

B2)

$$\boxed{f_a \cdot k \leq 2B_T}$$

$$\boxed{2000 \cdot 4 \leq 2B_T}$$

$$\boxed{4000 \leq B_T} \surd$$

C3)

Falso, depende das características do sinal.

D4)

Falso, é dependente da probabilidade de erro.

6.)

a)

$$\boxed{\frac{1}{3q^2} < 100 \cdot 10^{-12}}$$

$$\boxed{q = 57736}$$

Como a codificação é realizada em binário:

$$\boxed{k = \log_2 57736 = 15.81 = 16}$$

Agora resta verificar se o canal aguenta o débito:

$$\boxed{f_a \cdot k \leq 2B_T}$$

$$\boxed{\frac{2B \cdot k}{2} \leq B_T}$$

$$\boxed{192000 \leq 200000} \surd$$

b)

Em *kbytes*:

$$\boxed{f_a \cdot k \cdot 32 = 12288000}$$

Passando para bytes:

$$\boxed{\frac{12288000}{8} = 1536000}$$

Passando para *k's:*

$$\boxed{\frac{1536000}{1024} = 1500} \quad kbytes$$