



Comunicação de Dados (2019/2020) Ficha de Exercícios (Digitalização I + II – 2 aulas)

1. Indique e explique quais são as principais fases de um processo de digitalização. Complemente a sua resposta com um exemplo ilustrativo.
2. 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.

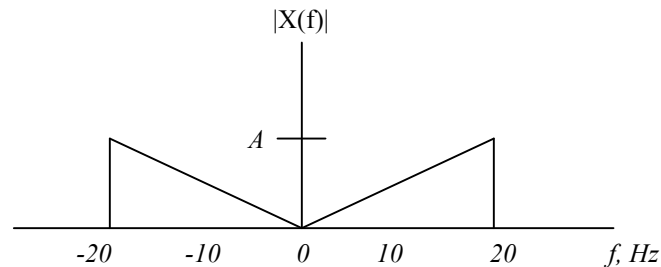


Figura 1

3. 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?
4. 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.

- | | |
|-----------|---|
| A1 | A combinação $f_a=30$ KHz; $n=1$ e $K=8$ permite a transmissão do sinal. |
| B2 | A combinação $f_a=30$ KHz; $n=2$ e $K=4$ permite a transmissão do sinal. |
| C3 | Face aos requisitos apresentados não é possível a transmissão deste sinal. |
| D4 | 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 $2*B$. |

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

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



5. 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 $(S/N_q)_{\text{dB}} \geq 40$ se $B_T = 16 \text{ KHz}$.

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

6. 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 ¹ inferior a $14 \times 10^{-4} \text{ Watt}$. O sinal para transmissão tem uma largura de banda máxima de 1 KHz . A codificação das amostras, depois de quantizadas, é realizada em dígitos binários.
A1	Cada amostra será digitalizada, no mínimo, com quatro bits.
B2	Sem codificação adicional, a largura de banda do canal de transmissão tem que ser, no mínimo, igual a 4 KHz .
C3	A utilização de um mecanismo de quantização não uniforme garantiria sempre uma digitalização de melhor qualidade.
D4	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.

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

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

7. 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 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 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?
8. Comente a seguinte afirmação: “Num processo de digitalização, para diminuir o ruído de quantização teremos que aumentar o numero de níveis quânticos. No entanto isso originará obrigatoriamente um maior débito binário à saída do digitalizador.”
9. 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.

¹ Considerando quantização uniforme.