

1º. Enunciar e demonstrar o teorema da amostragem.

2º. Um sinal senoidal com $f_m = 1.0\text{kHz}$ é amostrado com $f_s = 4f_m$. A amplitude máxima é 1.0V e $\tau = 0.01T_s$.

(a) Desenhe a forma de onda amostrada.

(b) Desenhe o seu espectro de amplitudes.

3º. Um sinal analógico é limitado em banda correspondente a um canal telefônico.

(a) Qual é a maior frequência da banda base?

(b) Qual é a frequência de Nyquist?

(c) Qual é a frequência de amostragem normalmente utilizada? (Explique)

4º. Um sinal senoidal com amplitude 1V e $f_m = 4\text{Hz}$ é amostrado (amostrador-segurador) tal que:

- Taxa de amostragem: 10 amostras/seg.

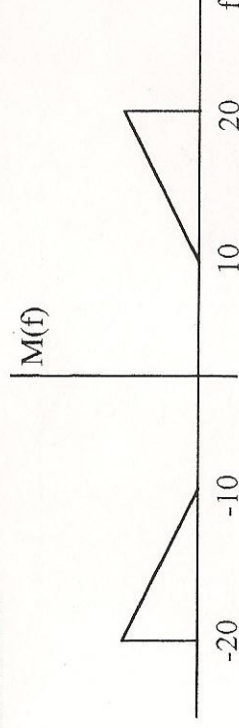
- Duração do pulso: 25ms .

Desenhe dois períodos completos do sinal na saída do amostrador-segurador.

5º. Determine a frequência mínima de amostragem para os seguintes sinais:

(a) $\text{sinc}(10t)$ (b) $\text{sinc}(20t)$ (c) $\text{sinc}(10t) + \text{sinc}(20t)$ (d) $\cos(10\pi t)$ (e) $\cos^2(10\pi t)$

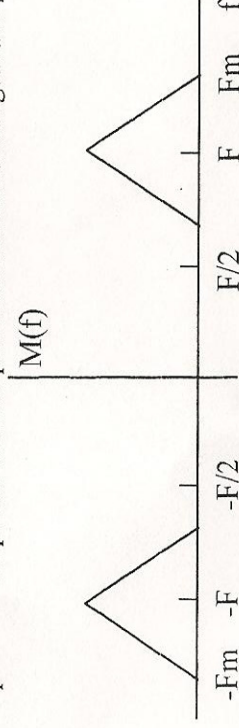
6º. Um sinal com o espectro abaixo é amostrado idealmente. Desenhe o espectro do sinal, considerando as seguintes frequências de amostragem: 20 , 30 e 40Hz . Indique se o sinal amostrado pode ser recuperado e como.



7º. Um sinal com o espectro mostrado abaixo é amostrado idealmente:

(a) Mostre que ele pode ser recuperado sem distorção a partir de suas amostras tomadas a uma taxa igual a F_m .

(b) Mostre que ele pode ser recuperado também para uma taxa maior ou igual a $2F_m$.



8º. Mostre que:
$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} x^2(kT_s) = f_s \sum_{m=-\infty}^{\infty} |X(mf_s)|^2$$
, onde: $x(t)$ é limitado em $f_d/2$.

9º. Considere o sinal $m(t) = \exp(-\alpha t) \cdot \mu(t)$. Determine a taxa mínima de amostragem em função da frequência de corte do sinal (-3dB), de modo que o valor da frequência em que começa a haver superposição de espectros (aliasing) seja 20dB abaixo da amplitude máxima do espectro de $m(t)$.

10°. O espectro de um sinal $m(t)$ é dado por: $M(f) = \frac{1}{(1+f^2)^{1/2}}$

(a) Desenhe o espectro do sinal amostrado com $f_a=3.0\text{Hz}$.

(b) Antes da amostragem passa-se o sinal por um filtro de Butterworth de ordem 4 cuja resposta de amplitude é:

$$H(f) = \frac{1}{(1+f^8)^{1/2}}$$

Desenhe o espectro do sinal amostrado resultante.

11°. Um pulso retangular foi amostrado a cada T_a seg., e é reconstruído através de um filtro passa baixas ideal com $f_c=f_d/2$. Desenhe a forma de onda reconstruída para $T_a=1/6$ e $T_a=1/12$.

12°. 32 sinais limitados em 3.4kHz e amostrados em intervalos de 125 μs são multiplexados no tempo.

(a) Determine a duração máxima do pulso.

(b) Determine a largura de faixa mínima do canal.

(c) Se este sinal PAM/TDM modula a amplitude de uma portadora senoidal, qual a largura de faixa mínima para a transmissão do sinal resultante?

13°. 25 sinais de voz, limitados em 3.4kHz, são multiplexados no tempo e transmitidos via PAM/AM.

Calcule a largura de faixa mínima de transmissão requerida, permitindo uma banda de guarda de 1.2kHz para a reconstrução dos sinais. Desenhe o diagrama em blocos do transmissor e do receptor.

14°. 24 sinais de voz são amostrados e multiplexados. A operação de multiplexagem inclui um pulso extra de duração 1 μs para a sincronização. A componente de frequência mais alta de cada sinal é 3.4kHz.

(a) Admitindo uma taxa de amostragem de 8kHz, calcule o espaçamento entre pulsos sucessivos do sinal multiplexado.

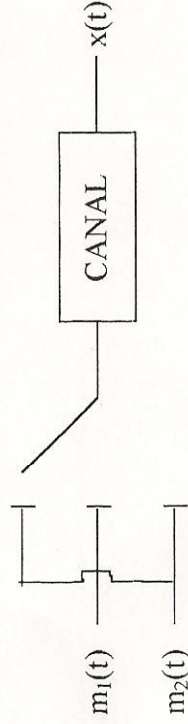
(b) Repita os cálculos admitindo o uso da taxa de Nyquist.

15°. Mostre que a largura de faixa mínima para a transmissão de N sinais PAM, multiplexados no tempo é NF Hz, onde F é a largura de faixa de cada um dos sinais.

16°. Dois sinais $m_1(t)$ e $m_2(t)$ são transmitidos por um canal de acordo com o esquema abaixo. A frequência mais alta de $m_1(t)$ é 1.0kHz e de $m_2(t)$ é 1.5kHz. Pede-se:

(a) Qual o valor mínimo permissível da taxa do comutador.

(b) Qual o valor máximo desta taxa, sabendo-se que o canal é ideal, com frequência de corte de 10kHz.



17°. Seis sinais independentes com faixas F, F, 2F, 2F, 3F e 3F Hz são transmitidos via MDT utilizando um canal comum.

(a) Faça um esquema de multiplexação para transmitir cada canal com sua respectiva taxa de Nyquist.

(b) Determine a largura de faixa mínima do canal.

- 1°. Faça uma comparação entre as principais características de um sistema digital (PCM) e um analógico.
- 2°. Um sinal com componentes desprezíveis acima de 3.4kHz é transmitido via PCM através de um canal cuja taxa máxima de bits é 40kbps. Desenhe o diagrama em blocos do transmissor, especificando os valores dos parâmetros de projeto: frequência de amostragem, número de bits da palavra código, número de níveis de quantização...
- 3°. Um sinal com componentes desprezíveis acima de 20kHz é transmitido via PCM através de um canal que apresenta uma banda de 70kHz. Sendo o número de níveis de quantização $Q \geq 60$, especifique os parâmetros de projeto. OBS: $B_N \geq Nf_c/2$.
- 4°. Determine as durações do quadro, da palavra código e a taxa de bits de um sistema PCM com palavra código de 8 bits, 10 canais, cada um limitado em 4kHz, e que são amostrados na taxa de Nyquist.
- 5°. Um sistema de comunicação PCM multiplexa no tempo 30 canais de voz e 2 canais de controle. A taxa de informação é 64kbps para cada canal. O quantizador tem 256 níveis e uma amostra de cada canal por quadro, é enviada.
 - (a) Calcule a taxa de bits total e a duração do bit.
 - (b) Calcule o No. de bits por quadro.
 - (c) Desenhe a estrutura do quadro indicando as posições dos canais de controle.
 - (d) Desenhe a sequência de bits para duas amostras com 40% e 70% da máxima amplitude do canal.
 - (e) Desenhe o diagrama em blocos do sistema utilizado para produzir este sinal multiplexado. Explique todos os passos das respostas.
- 6°. Um quantizador PCM aceita em sua entrada sinais entre $\pm 5V$.
 - (a) Calcule o intervalo de quantização para digitalização com 6 e 8 bits.
 - (b) Que tensões representam as seguintes amostras digitais: 10000000, 01000000, 00000001, 00011010, 01111110, 11100111.
 - (c) Repita o item (b) considerando a lei A de compressão.
 - (d) Determine o sinal digital para as seguintes tensões: 4.5V, -4.5V, 2.5V e 1V. Considere um quantizador linear e um com lei A de compressão.
- 7°. Determine o valor RMS do ruído de quantização de um sistema PCM binário com palavra código de 8 bits, sabendo que o quantizador é linear e suporta uma excursão entre $\pm 5V$.
- 8°. O erro de quantização de um sistema PCM deve ser no máximo 5% do valor pico a pico do sinal. Calcule o número de bits da palavra código.
- 9°. Um Modulador PCM codifica tensões entre $\pm V_M$ em 64 níveis de quantização. Sabendo que a função densidade de probabilidade do sinal é:

$$p(v) = \begin{cases} (V_M - |x|) / V_M^2, & |x| \leq V_M \\ 0, & |x| > V_M \end{cases}$$
 Determine:
 - (a) O valor quadrático médio do ruído de quantização,
 - (b) A relação sinal/ruído em dB.
- 10°. Um sistema PCM utiliza um quantizador linear e um codificador binário de 7 bits. Sendo a taxa de bits do sistema 50Mbps, determine:

- (a) A largura de faixa máxima da mensagem para o qual o sistema opera satisfatoriamente.
 (b) A relação sinal/ruído em dB, quando a mensagem é uma onda senoidal com amplitude igual à máxima admitida pelo quantizador.

11°. Um sinal $m(t)$ é tal que a sua distribuição de amplitude é uniformemente distribuída entre $\pm V$.

(a) Mostre que: $\langle m^2(t) \rangle = V^2/3$

(b) O sinal é amostrado, quantizado em Q níveis uniformes e codificado. Mostre que a relação sinal/ruído é dada por: $S/N_q = Q^2$

12°. Para um sistema PCM M-ário, com palavra código de n bits, mostre que:

$$\frac{S}{N} = 3 \cdot \frac{\langle m^2(t) \rangle}{V^2} \cdot M^{2n}$$

13°. Considere um quantizador linear com passo δ .

(a) Determine o erro de quantização $\epsilon(v_i) = v_i - \hat{v}_i$, em função de v_i .

(b) Determine a valor do erro quadrático médio.

14°. Desenhe o diagrama em blocos de um demodulador Delta, e o sinal em sua saída quando o sinal em sua entrada é:

101011110110111001000010111000100001000010101111

15°. Repita o exercício anterior considerando modulação delta adaptativa e $N=3$.

16°. Considere um sinal de voz limitado em 3.4kHz e amplitude máxima 1V. Este sinal é aplicado a um modulador Delta cuja taxa de bits é 20Kbps. Discuta a escolha de um passo (Δ) apropriado para o modulador.

17°. Um sinal senoidal com frequência f_m e amplitude A_m é aplicado a um modulador Delta com passo Δ e período de amostragem T_a . Mostre que para não ocorrer distorção por sobrecarga de inclinação a seguinte relação deve ser satisfeita:

$$A_m \leq \frac{\Delta}{2\pi f_m T_a}$$

Qual é a potência máxima que pode ser transmitida sem distorção?

18°. Porque na modulação Delta a taxa de amostragem deve ser muito maior do que a taxa de Nyquist?