

- 2) O sinal $g(t) = 4 \cdot \{1 + \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)\} \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$, é amostrado de forma ideal, onde $f_1 = 40$ Hz.
- Determine a expressão de $G(f)$ e faça um esboço (mostrando valores de frequência e amplitude).
 - Determine a expressão do espectro do sinal amostrado $G_s(f)$, sabendo que $f_s = 300$ Hz;
 - Esboce o espectro de $G_s(f)$ considerando a faixa de frequências $|f| \leq 750$ Hz (mostrando valores de frequência e amplitude).
 - Considere o uso de um filtro real tipo Butterworth de 2ª ordem (dado pela equação abaixo) para recuperar o sinal $g(t)$. Qual deve ser a nova frequência de amostragem (f_s) de modo a atenuar as componentes indesejadas em 22 dB (no mínimo)?

$$|H(f)| = 1 / \sqrt{1 + (f/f_{3dB})^4}$$

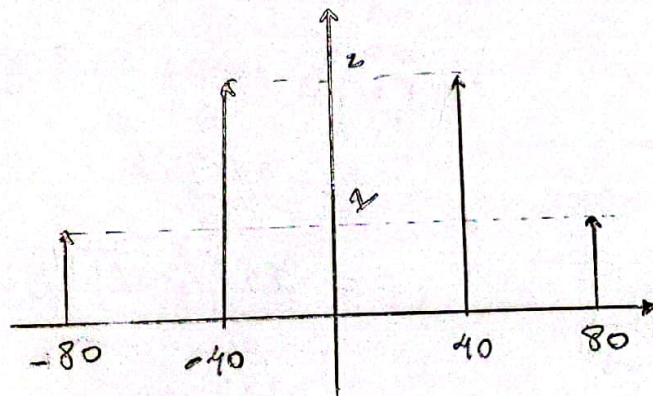
Obs: $f_{3dB} = f_1$ Hz

$$\cos(a) \cos(b) = \frac{1}{2} [\cos(a+b) + \cos(a-b)]$$

$$4 [\cos(2\pi 40t) + \cos(2\pi 40t) \cdot \cos(2\pi 40t)]$$

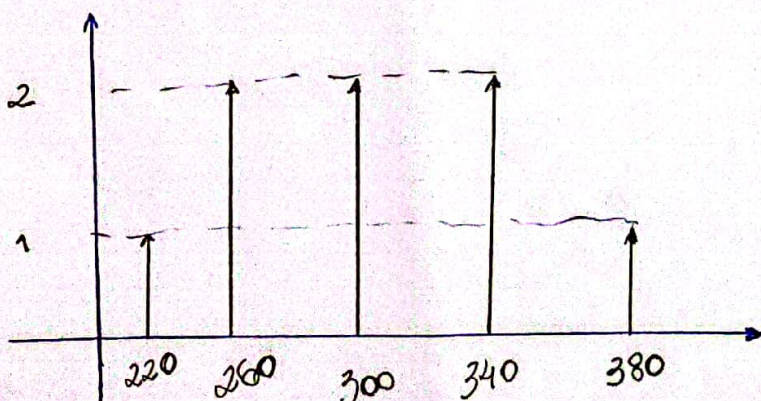
$$4 [\cos(2\pi 40t) + \frac{1}{2} \cos(4\pi 80t) + \cos(0)]$$

$$G(f) \propto \{ \delta(f-40) + \delta(f+40) \} + 1 \{ \delta(f-80) + \delta(f+80) + 1 \{ \delta(f) + \delta(f) \}$$

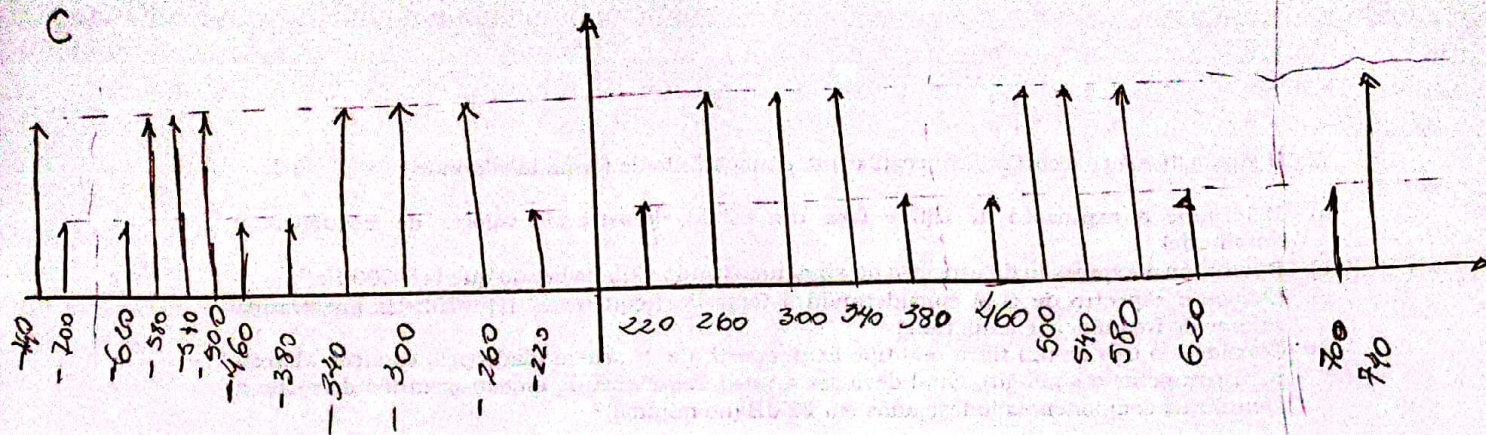


b) $f_s = 300$ Hz

$$G_s(f) = f_s \sum_{m=-\infty}^{\infty} G(f - m f_s)$$



C



$$d) G_{dB} = 20 \log(G)$$

$$-22 = 20 \log(G)$$

$$\log G = \frac{-22}{20}$$

$$G = 0,07943$$

$$f_{3dB} = f_L = 40 \text{ Hz}$$

$$f_H = 141,9278 \text{ Hz}$$

$$f_H = 221,9278 \text{ Hz}$$

$$|H(f)| = 0,07943 = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4}}$$

$$1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4 = \frac{1}{(0,07943)^2}$$

$$1 + \left(\frac{f}{40}\right)^4 = 158,5005$$

$$\left(\frac{f}{40}\right)^4 = 157,5005$$

$$\frac{f}{40} = 3,5481$$

$$f = 141,9278 \text{ Hz}$$

3) Um sistema TDM-PCM, sem compressor, apresenta em sua entrada os sinais mostrados abaixo, onde $f_2 = 4$ kHz.

$$3.\cos(2\pi.2k.t), 2.\cos(2\pi.2,5k.t), 1.\cos(2\pi.f_2.t), 2.\cos(2\pi.1k.t),$$

- Determine a menor frequência de amostragem possível para o sistema.
- Qual a taxa de transmissão (em amostras/seg) do sinal após o multiplexador? Considere a frequência de amostragem obtida no item anterior.
- Qual a taxa de transmissão (em bps) do sistema se o sinal multiplexado é quantizado em 32 níveis e codificado?
- Sabendo que o fator de roll-off utilizado no sistema de transmissão é $\rho = 0,5$ determine a largura de faixa permitida ao canal.

$$\left. \begin{array}{l} 3 \cos(2\pi \cdot 2k.t) \\ 2 \cos(2\pi \cdot 2,5k.t) \\ 1 \cos(2\pi \cdot 4k.t) \\ 2 \cos(2\pi \cdot 1k.t) \end{array} \right\} \rightarrow 1 \cos(2\pi \cdot 4k.t)$$

a) $f_s = 2W$

$$f_s = 2 \cdot (4k)$$

$$f_s = 8 \text{ kHz}$$

menor frequência de amostragem

b) $T_s = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{8k}$

$$T_s = 125 \mu s$$

$$T = \frac{T_s}{N} = \frac{125 \mu}{4}$$

$$B_{mux} = \frac{1}{T} = 32 \text{ kHz}$$

$$T = 31,25 \mu s$$

c) $B_{cod} = V \cdot B_{mux}$

$$Q = 32$$

$$Q = 2^V$$

$$32 = 2^V$$

$$V = 5$$

$$B_{cod} = 5 \cdot 32k$$

$$B_{cod} = 160 \text{ Kbps}$$

c)

$$B = \left(\frac{1 + \rho}{2} \right) n_b$$

$$B = \left(\frac{1 + 0,5}{2} \right) \cdot 160$$

$$B = 120 \text{ kHz}$$