① Um sinal modulado recebido (tipo AM-DSB tonal) é demodulado com uso de um detetor de envoltória. Sabe-se que o sinal modulado apresenta potência média de 1,70 Watts. Sabe-se ainda que

$A_m = 7V/f_m \cdot s$ A potência média de ruído por unidade de faixa, medida

$f_c = 500kHz$ na entrada do demodulador é $N_0 = 4,4 \cdot 10^{-5} W/Hz$

$k_a = 0,1 V^{-1}$ Pede-se:

Ⓐ Determine a relação sinal-ruído de canal SNR_c (em dB)

$P = 1,7W$

$\mu = k_a \cdot A_m = 0,1 \cdot 7 = 0,7$

$P = \frac{A_c^2}{2}\left(1 + \frac{\mu^2}{2}\right) \Rightarrow A_c^2 = \frac{P \cdot 2}{\left(1 + \frac{\mu^2}{2}\right)}$

$A_c = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,7}{\left(1 + \frac{0,7^2}{2}\right)}} = \sqrt{\frac{3,4}{1,245}} = \sqrt{2,73}$

$A_c = 1,653V$

$P_m = \frac{A_m^2}{2} = \frac{7^2}{2} = 24,5$

$SNR_C = \frac{A_c^2 \left[1 + k_a^2 P_m\right]}{2W N_0}$

$SNR_C = \frac{1,65^2 \left[1 + 0,1^2 \cdot 24,5\right]}{2 \cdot 5k \cdot 4,4 \cdot 10^{-5}}$

$SNR_C = 7,727$

$SNR_{C\,dB} = 10 \log 7,727$

$SNR_{C\,dB} = 8,880\,dB$

ⓑ $SNR_o = \frac{A_c^2 \cdot k_a^2 \cdot P_m}{2W N_0} = \frac{1,653^2 \cdot 0,1^2 \cdot 24,5}{2 \cdot 5k \cdot 4,4\,10^{-5}} = 1,521$

$SNR_{o\,dB} = 10 \log 1,521 = 1,820\,dB$

(c) $SNRC \geq SNR \Rightarrow SNRC \geq 6,6dB$

$A_c' = A_c \cdot 0,25 \rightarrow A_c' = 0,413$

$$SNRC = \frac{(A_c')^2 [1 + ka^2 \cdot fm]}{2WN_0} = \frac{(0.25A_c)^2 [1 + 0,1^2 \cdot 24,5]}{2 \cdot 5k \cdot 4,4 \cdot 10^{-5}}$$

$SNRC = 0,48295$

$SNRC\ dB = 10 \log SNRC \Rightarrow -3,161\ dB$

$-3,161 < 6,6db$

Logo, não se mantém em funcionamento.

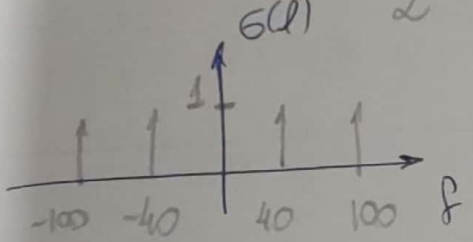
② $g(t) = 4\cos(2\pi 30t).\cos(2\pi f_1 t)$, $f_1 = 70Hz$

④ $g(t) = 4\cos(2\pi 30t)\cos(2\pi . 70 . t)$

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

$g(t) = \frac{4}{2}[\cos(2\pi . 100t)+\cos(2\pi . 40t)]$

$G(f) = \frac{2}{2}[\delta(f-100)+\delta(f+100)] + \frac{2}{2}.[\delta(f-40)+\delta(f+40)]$



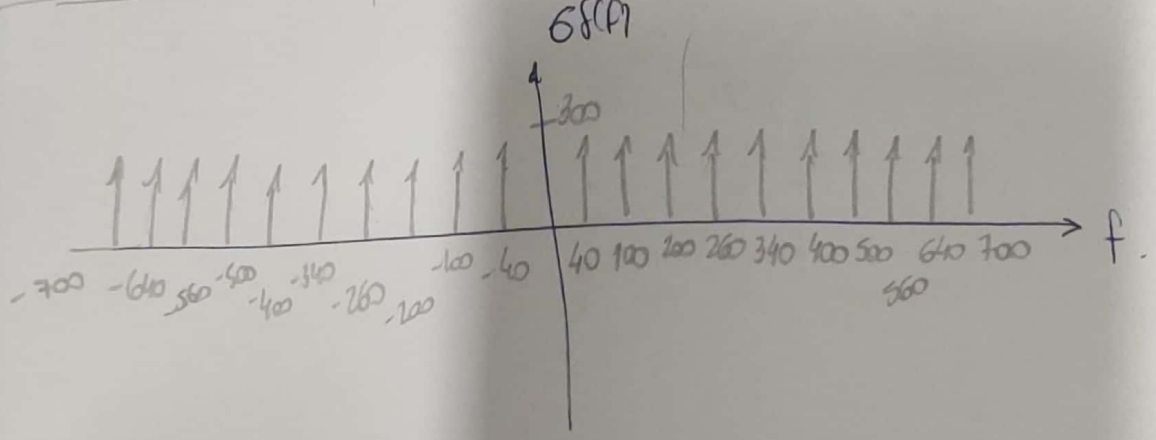
⑤ $G_\delta(f) = \frac{1}{T_S}\sum_{n=\infty}^{\infty} G(f-\frac{n}{T_S})$, $T_S = \frac{1}{F_S} = \frac{1}{300}$

$G_\delta(f) = \frac{1}{1/300}.\sum[\delta(f-100-300N)+\delta(f+100-300N)+\delta(f-40-300N)$
$+\delta(f+40-300N)$

$G_\delta(f) = 300\sum[\delta(f-100-300N)+\delta(f+100-300N)+\delta(f-40-300N)+\delta(f+40-300N)$

(c) $|f| \leq 750 Hz$

f \ N	-2	-1	0	1	2
300m - 100	-700	-400	-100	200	500
300m - 40	-640	-340	-40	260	560
300n + 40	-560	-260	40	340	640
300n + 100	-500	-200	100	400	700



(d) Butterworth 2ª ordem.

$f_{3dB} = ?$ p/ atenuar em 10dB.

$$|H(f)| = \frac{1}{\sqrt{1+(f/f_{3dB})^4}} \quad \rightarrow \quad G_{dB} = 20\log G \quad \rightarrow \quad G = 0{,}3162$$
$$-10 = 20\log G$$

$$|H(f)| = 0{,}3162$$

$$\frac{1}{\sqrt{(1+(f/f_{3dB})^4}} = 0{,}3162 \rightarrow \sqrt{1+(f/f_{3dB})^4} = 3{,}1622 \rightarrow 1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4 = 10$$

$$(f/f_{3dB})^4 = 9$$

$$f/f_{3dB} = 1{,}7320$$

$$f_{3dB} = \frac{f}{1{,}7320} = \frac{140}{1{,}7320} = \boxed{80{,}83 Hz}$$

③ TDM PCM

$f_2 = 2{,}2kHz$

$3\cos(2\pi 1kt),\ 5\cos(2\pi 2{,}2kt),\ 2\cos^2(2\pi \cdot 0{,}5kt),\ 4\cos(2\pi \cdot 1{,}5kt),\ 2\cos(2\pi 1{,}8kt)$

④ $f_s \geq 2w$

$f_s \geq 2 \cdot 2{,}2k$

$f_s \geq 4{,}4kHz$

⑤ $T_s = \frac{1}{f_s} = 1/4{,}4k = 227{,}27\mu s$

$\tau = T_s/N = \frac{227{,}27}{5} = 45{,}454\mu s$

$B_{MUX} = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{45{,}454\mu} = 22kHz$

⑥ $B_{cod} = V \cdot B_{MUX}$

$Q = 16,\ Q = 2^V$

$V = 4$

$B_{cod} = 4 \cdot 22k$

$B_{cod} = 88kbps$

⑦ $\rho = 0{,}7$

$B = \left(\frac{1+\rho}{2}\right) \cdot B_{cod}$

$B = \frac{1+0{,}7}{2} \cdot 88k$

$B = 74800Hz$

$B = 74{,}8kHz$