AVALIAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÕES – APNP (S12)

ALUNO: Raphael Henrique Bravo Brandão

MATRÍCULA: 1438506

INSTRUÇÕES:

- Esta avaliação consta de três questões.
- As questões valem: 3,4 pontos (1), 3,3 pontos (2), e 3,3 pontos (3).
- Cada questão depende de um valor numérico atribuído ao estudante (Tabela-S12.pdf).
- Avaliações com uso de valores numéricos incorretos serão anuladas.
- Resolva cada questão de forma manuscrita legível e organizada. Não serão consideradas respostas sem o desenvolvimento completo da solução.
- Utilize sempre múltiplos e submúltiplos da unidade-padrão (μ, n, p, k, M, etc).
- Não faça arredondamentos, utilize sempre três (3) casas decimais de precisão. Exemplo: f = 12345,0 Hz deve ser grafado f = 12,345 kHz (não 13 kHz).
- As soluções podem ser incluídas como imagem neste documento que então deve ser salvo em um único arquivo formato pdf.
- O arquivo deve ser nomeado "Prova2_Nome_Completo.pdf" e não pode exceder a 15 MB de dimensão.
- A entrega deve ser feita via e-mail até às 23h00 da data da prova.
- Dúvidas podem ser sanadas on-line nos primeiros 20 minutos de aula.

IMPORTANTE:

- Primeiro passo: Obtenha os valores necessários a cada questão na Tabela-S12.pdf disponível na pasta dropbox. As unidades constam no enunciado das questões.
- Segundo passo: O Valor 1 será usado na Questão 1, o Valor 2 na Questão 2, e o Valor 3 na Questão 3. Exemplo: Valor 1 = 1,5 corresponde à P = 1,5 Watts.
- Terceiro passo: resolva as questões.

BOA PROVA !!

1) Um sinal modulado recebido (tipo AM-DSB tonal) é demodulado com uso de um detector de envoltória. Sabe-se que o sinal modulado apresenta potência média de P = _____ Watts. Sabe-se ainda que: A_m = 3 V, f_c = 400 kHz, f_m = 4 kHz e k_a = 0,2 V^{-1}. A potência média de ruído por unidade de faixa, medida na entrada do demodulador, é $N_0 = 5.10^{-6}$ Watt/Hz. Pede-se:

a) Determine a relação sinal-ruído de canal SNR_C (em dB).
b) Determine a relação sinal-ruído de saída SNR_0 (em dB).
c) Ao reduzir em 50% a amplitude de portadora o sistema se mantém em funcionamento? Justifique.

① $P = 0{,}3\,W$ $A_m = 3V$ $f_c = 400\,kHz$ $f_m = 4\,kHz$ $k_a = 0{,}2\,V^{-1}$

$N_o = 5 \cdot 10^{-6}\,W/Hz$

a) SNR_c (dB)

$\mu = k_a \cdot A_m$

$\mu = 0{,}6$

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

$$A_c^2 = \frac{2 \cdot 0{,}3}{\left(1 + \frac{0{,}6^2}{2}\right)} \rightarrow A_c^2 = 0{,}508$$

$$P_m = \frac{A_m^2}{2} \rightarrow P_m = \frac{3^2}{2} \rightarrow P_m = 4{,}5$$

$$SNR_c = \frac{A_c^2\left[1 + k_a^2 \cdot P_m\right]}{2WN_o} \rightarrow SNR_c = \frac{0{,}508\left[1 + 0{,}2^2 \cdot 4{,}5\right]}{2 \cdot 4000 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}$$

$SNR_c = 14{,}986$

$SNR_c\,(dB) = 10 \log_{10}(SNR_c) = 11{,}756\,dB$

b) $$SNR_o = \frac{A_c^2 k_a^2 P_m}{2WN_o} \rightarrow SNR_o = \frac{0{,}508 \cdot 0{,}2^2 \cdot 0{,}3}{2 \cdot 4000 \cdot 5 \cdot 10^{-6}} \rightarrow SNR_o = 2{,}286$$

$SNR_o\,(dB) = 10 \log_{10}(SNR_o) \rightarrow SNR_o(dB) = 3{,}591\,dB$

c) efeito limiar

$SNR_c \geq SNR = 6{,}6\,dB$

$$A_c^2 = \frac{A_c}{4} \qquad SNR_c = \frac{(A_c)^2\left[1 + k_a^2 \cdot P_m\right]}{2WN_o} \rightarrow SNR_c = \frac{A_c^2}{4} \cdot \frac{\left[1 + k_a^2 \cdot P_m\right]}{2WN_o}$$

$SNR_c = 3{,}746$ $\quad SNR_c\,(dB) = 5{,}736\,dB$

Já que $SNR_{c\,(dB)} = 5{,}736\,dB \leq 6{,}6\,dB$ logo o sistema não se mantem em funcionamento.

2) O sinal g(t) = 2.{1 + cos(2π.f_1.t)}.cos(2π.f_1.t), é amostrado de forma ideal, onde f_1 = _____ Hz.

a) Determine a expressão de G(f) e faça um esboço (mostrando valores de frequência e amplitude).
b) Determine a expressão do espectro do sinal amostrado $G_\delta(f)$, sabendo que fs = 400 Hz;
c) Esboce o espectro de $G_\delta(f)$ considerando a faixa de frequências $|f| \leq 900$ Hz (mostrando valores de frequência e amplitude).
d) 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 (fs) de modo a atenuar as componentes indesejadas em 24 dB (no mínimo)?

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

Obs: $f_{3dB} = 2.f_1$ Hz

② $f_1 = 45{,}0\ Hz$

a)

$$g(t) = 2\{1 + \cos(2\pi f_1 t)\}\cos(2\pi f_1 t)$$

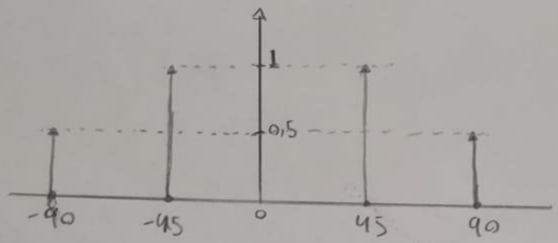
$$\cos a . \cos b = \frac{1}{2}\left(\cos(a+b) + \cos(a-b)\right)$$

$$2\left\{ \cos(2\pi f_1 t) + \cos(2\pi f_1 t).\cos(2\pi f_1 t) \right\}$$

$$2\left[\cos(2\pi 45 t) + \frac{1}{2}\left[\cos(4\pi 90 t) + \cos(0)\right]\right]$$

$$2\cos(2\pi 45 t) + 1\left[\cos(4\pi 90 t + \cos(0)\right]$$

$$G(f) = 1\left[\delta(f-45) + \delta(f+45)\right] + 0{,}5\left\{\delta(f-90) + \delta(f+90)\right) + 0{,}5\left\{\delta(f) + \delta(f)\right\}$$

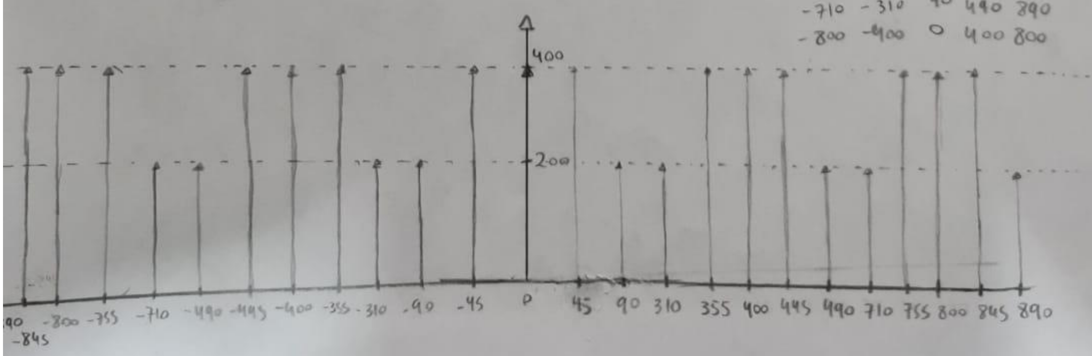


b) $f_s = 400\ Hz$

$$T_s = \frac{1}{F_s} = 400\ Hz, \quad G_\delta(f) = 400 \sum\left[0{,}5\left[\delta(f-90-400n) + \delta(f+90-400n)\right]\right] + $$
$$+ \delta(f-45-400n) + \delta(f+45-400n) + 0{,}5\,\delta(f-400n) + \delta(f-400n)$$

c) $|f| \leq 900\ Hz$

-890	-490	-90	310	710
-845	-445	-45	355	755
-755	-355	45	445	845
-710	-310	90	490	890
-800	-400	0	400	800



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

$-24 = 20 \log(G) \rightarrow \frac{-24}{20} = \log(G) \rightarrow 10^{\frac{-24}{20}} = \underline{G = 0{,}063}$

$|H(f)| = G = 0{,}063$

$$\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4}} = 0{,}063 \rightarrow 1+\left(\frac{f}{90}\right)^4 = \frac{1}{0{,}063^2} \rightarrow \underline{f = 358{,}212\ Hz}$$

$f_s = f + 45 \rightarrow \underline{f_s = 403{,}212\ Hz}$

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

$$5.\cos(2\pi.1k.t),\ \ 3.\cos(2\pi.1{,}5k.t),\ \ 4.\cos(2\pi.2k.t),\ \ 1.\cos(2\pi.f_2.t),\ \ 3.\cos(2\pi.1{,}8k.t)$$

a) Determine a menor frequência de amostragem possível para o sistema.
b) Qual a taxa de transmissão do multiplexador (com unidade)? Considere a frequência de amostragem obtida no item anterior.
c) Qual a largura de espectro do sinal digital (com unidade) se a quantização é em 16 níveis?
d) Sabendo que a largura de faixa do canal é B = 80 kHz, determine o fator de roll-off utilizado no sistema.

③ $f_z = 3{,}2\,KHz$

$5.\cos(2\pi 1Kt);\ 3\cos(2\pi 1{,}5Kt);\ 4\cos(2\pi 2Kt);\ 1\cos(2\pi 3{,}2t);\ 3\cos(2\pi 1{,}8Kt)$

a) $f_s \geqslant 2W \rightarrow f_s \geqslant 2.3{,}2K = 6{,}4\,KHz$

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

$T_s = 156{,}250\,\mu s \quad \tau = \frac{T_s}{N} \rightarrow \tau = \frac{T_s}{5} \rightarrow \tau = 31{,}250\,\mu s$

c) $Q = 2^{w} \therefore w = 4$

$B_{mux} = \frac{1}{\tau} \rightarrow B_{mux} = 32\,KHz$

$B_{cod} = 4.32\,kHz \rightarrow B_{cod} = 128\,Kbps$

d) $\beta = \left(\frac{1+\rho}{2}\right) r_b \rightarrow \left(\frac{1+\rho}{2}\right).128K = 80K \rightarrow \frac{1+\rho}{2} = 0{,}625 \rightarrow \rho = 0{,}25$

$r_b = \frac{1}{T_b} \rightarrow r_b = \frac{1}{\frac{\tau}{w}} \rightarrow r_b = \frac{4}{31{,}250} \rightarrow r_b = 128\,Kbps$