AVALIAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÕES – APNP (S12)

ALUNO:

MATRÍCULA:

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 = 0,25 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.

2) O sinal $g(t) = 2.\{1 + \cos(2\pi.f_1.t)\}.\cos(2\pi.f_1.t)$, é amostrado de forma ideal, onde $f_1 = 20$ 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

3) Um sistema TDM-PCM, sem compressor, apresenta em sua entrada os sinais mostrados abaixo, onde f_2 = 2,8 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.

___/___/___

PROVA 2 - JOÃO PAULO ISTCHUK

1) $P = 0{,}25\,W$ $A_m = 3V$ $f_c = 400kHz$ $f_m = 4kHz$ $K_a = 0{,}2\,V^{-1}$
$N_0 = 5.10^{-6}\,W/Hz$

a) SNR_c $\mu = K_a . A_m = 0{,}2 . 3 = 0{,}6$

$$P = \frac{A_c^2}{2}\left(1 + \frac{\mu^2}{2}\right) \qquad A_c^2 = \frac{2P}{\left(1 + \frac{\mu^2}{2}\right)} = \frac{2.0{,}25}{\left(1 + \frac{0{,}6^2}{2}\right)} = 0{,}4237$$

$$P_m = \frac{A_m^2}{2} = \frac{3^2}{2} = 4{,}5 \qquad SNR_c = \frac{A_c^2(1 + K_a^2 . P_m)}{2WN_0} \qquad W = f_m$$

$$SNR_c = \frac{0{,}4237(1 + 0{,}2^2 . 4{,}5)}{2.4K . 5.10^{-6}} = 12{,}499$$

EM DB → $SNR_c(DB) = 10 \log(12{,}499) = \boxed{10{,}968\,dB}$

b) $$SNR_0 = \frac{A_c^2 . K_a^2 . P_m}{2WN_0} = \frac{0{,}4237 . 0{,}2^2 . 4{,}5}{2.4k . 5.10^{-6}} = 1{,}906$$

$SNR_0(dB) = 10 \log(1{,}906) = \boxed{2{,}802\,dB}$

c) $A_c' = \frac{A_c}{2}$ $A_c = \sqrt{0{,}4237} = 0{,}6509$ $A_c' = 0{,}3254$

$$SNR_c = \frac{A_c'^2(1 + K_a^2 . P_m)}{2WN_0} = \frac{0{,}3254^2(1 + 0{,}2^2 . 4{,}5)}{2.4k . 5.10^{-6}} = 3{,}123$$

$SNR_c(dB) = 10 \log(3{,}123) = 4{,}946\,dB$

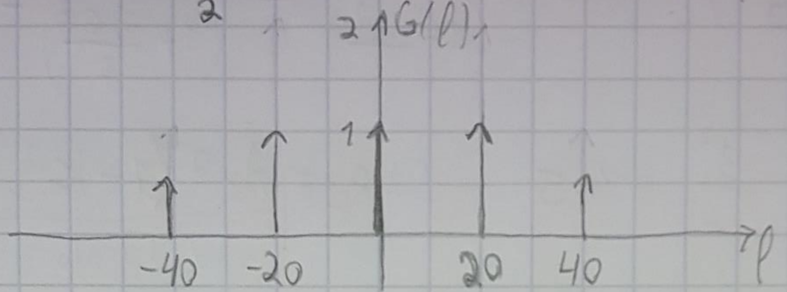
EFEITO LIMIAR → $SNR_c \geq 6{,}6\,dB$ $4{,}946 < 6{,}6$
ENTÃO O SISTEMA NÃO SE MANTÉM EM FUNCIONAMENTO

2) $g(t) = 2.[1+\cos(2\pi f_1 t)].\cos(2\pi f_1 t) \qquad f_1 = 20\,Hz$

a) $[2 + 2\cos(2\pi f_1 t)]\cos(2\pi f_1 t) = 2\cos(2\pi f_1 t) + 2\cos^2(2\pi f_1 t)$

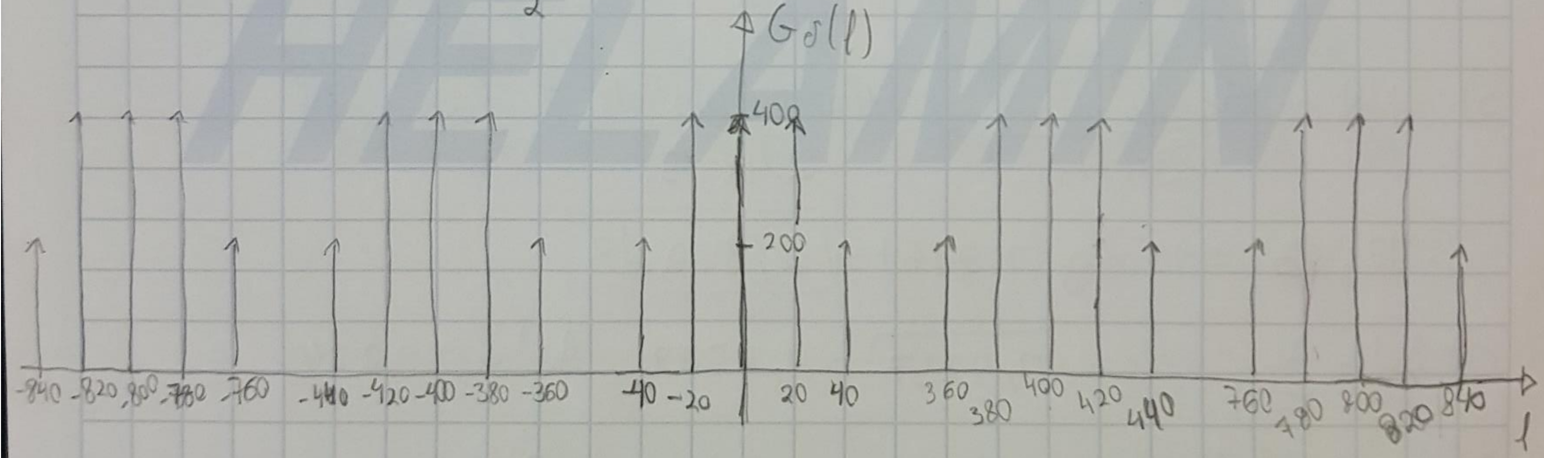
$g(t) = 2\cos(2\pi f_1 t) + \cos(2\pi 2 f_1 t) + \cos(0)$

$G(f) = \delta(f \pm f_1) + \frac{\delta(f \pm 2f_1)}{2} + \delta(f) = \delta(f \pm 20) + \frac{\delta(f \pm 40)}{2} + \delta(f)$



b) $T_s = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{400} = 2,5\,ms \qquad G_\delta(f) = \frac{1}{T_s}\sum_{m=-\infty}^{\infty} G\left(f - \frac{m}{T_s}\right)$

$G_\delta(f) = 400\cdot\left[\frac{\delta(f \pm 40 - 400m)}{2} + \delta(f \pm 20 - 400m) + \delta(f - 400m)\right]$



$m = 0 \rightarrow 200\,\delta(f \pm 40) + 400\,\delta(f \pm 20) + 400\,\delta(f)$

$m = 1 \rightarrow 200\,\delta(f \pm 40 - 400) + 400\,\delta(f \pm 20 - 400) + 400\,\delta(f - 400)$

$m = 2 \rightarrow 200\,\delta(f \pm 40 - 800) + 400\,\delta(f \pm 20 - 800) + 400\,\delta(f - 800)$

___/___/___

d) $|H(f)| = \dfrac{1}{\sqrt{1+\left(\dfrac{f}{f_{3dB}}\right)^4}}$ $f_{3dB} = 2 \cdot f_1 = 40\,Hz$

$24dB \Rightarrow 10^{\frac{-24}{20}} = 0{,}063$ $\dfrac{1}{0{,}063} = \sqrt{1+\left(\dfrac{f}{f_{3dB}}\right)^4}$ $15{,}848^2 = 1+\left(\dfrac{f}{f_{3dB}}\right)^4$

$250{,}188 = \left(\dfrac{f}{f_{3dB}}\right)^4$ $\sqrt[4]{250{,}188} = \dfrac{f}{f_{3dB}}$ $3{,}981 \cdot f_{3dB} = f$

$f = 40 \cdot 3{,}981 = \boxed{159{,}242\,Hz}$

3) $f_2 = 2{,}8\,KHz$ $5\cos(2\pi 1kt)$ $3\cos(2\pi 1{,}5kt)$ $4\cos(2\pi 2kt)$
$3\cos(2\pi 1{,}8kt)$ $1\cos(2\pi 2{,}8kt)$

PELO CRITÉRIO DE NYQUIST $f_s \geq 2W$ $W = 2{,}8\,KHz$

$f_s \geq 2 \cdot 2{,}8k$ $\boxed{f_s \geq 5{,}6\,KHz}$

b) $r_s = \dfrac{N}{T_s} = N \cdot f_s$ $N = 5$ $r_s = 5 \cdot 5{,}6k = 28k$ AMOSTRAS/SEGUNDO

c) $B_{COD} = \dfrac{1}{T_b} = \nu \cdot N \cdot f_s$ $Q = 2^\nu$ $16 = 2^\nu$ $\nu = 4$

$B_{COD} = 4 \cdot 5 \cdot 5{,}6k = \boxed{112\,KHz}$

d) $B = 80\,KHz$ $B = \left(\dfrac{1+\rho}{2}\right) r_b$ $\dfrac{B}{r_b} = \dfrac{1+\rho}{2}$ $\dfrac{2B}{r_b} - 1 = \rho$

$\rho = \dfrac{2 \cdot 80k}{112k} - 1 = \boxed{0{,}428}$