AVALIAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÕES – APNP (S-11)

ALUNO: Gabriel Vieira Ganzert

MATRÍCULA: 1794540

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-S11.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.
- Não faça arredondamentos, utilize sempre três (3) casas decimais de precisão.
- Faça sempre uso das unidades: Hz, kHz, MHz, Volt e Watt. 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 21h00 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-S11.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 = 10,0 corresponde à f_m = 10,0 kHz.
- Terceiro passo: Resolva as questões.

BOA PROVA !!

1) Um sinal modulado FM tonal é aplicado a um demodulador. Sabe-se que a potência média do sinal modulado é igual a 2 Watts, k_f = 10 kHz/V, A_m = 3,8 V, e f_m = 13 kHz. A potência média de ruído por unidade de faixa (N_0) na entrada do demodulador é $4{,}7.10^{-7}$ Watt/Hz. Pede-se:

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

1. FM tonal $P = 2W$ $K_f = 10\,kHz/V$ $A_m = 3,8V$ $f_m = 13\,kHz$
$N_0 = 4,7 \cdot 10^{-7}\,W/Hz$

a) $SNR_c = \frac{P}{W \cdot N_0} = \frac{2}{13 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-7}} = 327,332$

$10 \log(327,332) = SNR_{c\,dB}$ $\boxed{SNR_{c\,dB} = 25,150\ dB}$

b) $\beta = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{K_f \cdot A_m}{f_m} = \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 3,8}{13 \cdot 10^3} = 2,923\ rad$

$SNR_o = \frac{3}{2} \cdot \beta^2 \cdot SNR_c = \frac{3}{2} \cdot (2,923)^2 \cdot 327,332 = 4195,052$

$SNR_{o\,dB} = 10 \log(4195,052)$ $\boxed{SNR_{o\,dB} = 36,227\ dB}$

c) $A_c' = \frac{A_c}{2}$ $P' = \frac{A_c'^2}{2} = \left(\frac{A_c}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{A_c^2}{8}$ $A_c = \sqrt{2 \cdot P} = \sqrt{2 \cdot 2}$,
$A_c = 2V$

$P' = \frac{2^2}{8} = 0,5\,W$ $SNR_c' = \frac{P'}{W \cdot N_0} = \frac{0,5}{13 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-7}} = 81,833$

$SNR_{c\ limiar} = 20(\beta + 1) = 20(2,923 + 1) = 78,460$

Como $81,833 > 78,460$, o sistema se mantém em funcionamento.

2) O sinal $g(t) = 4.\{1 + \cos(2\pi.f_1.t)\}.\cos(2\pi.f_1.t)$, é amostrado de forma ideal, onde $f_1 = 25$ 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 = 300 Hz;
c) Esboce o espectro de $G_\delta(f)$ considerando a faixa de frequências $|f| \leq 750$ 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 22 dB (no mínimo)?

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

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

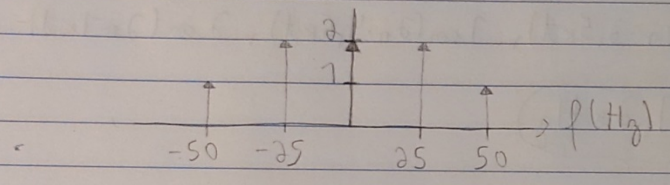
2. $g(t) = 4 \cdot \{1 + \cos(2\pi \cdot 25t)\} \cos(2\pi \cdot 25t)$ $\qquad f_1 = 25\,Hz$

a) $g(t) = 4[\cos(50\pi t) + \cos(50\pi t) \cdot \cos(50\pi t)]$

$g(t) = 4[\cos(50\pi t) + \frac{1}{2}[\cos(50\pi t + 50\pi t) + \cos(50\pi t - 50\pi t)]]$

$g(t) = 4\cos(50\pi t) + 2\cos(100\pi t) + 2\cos(0)$

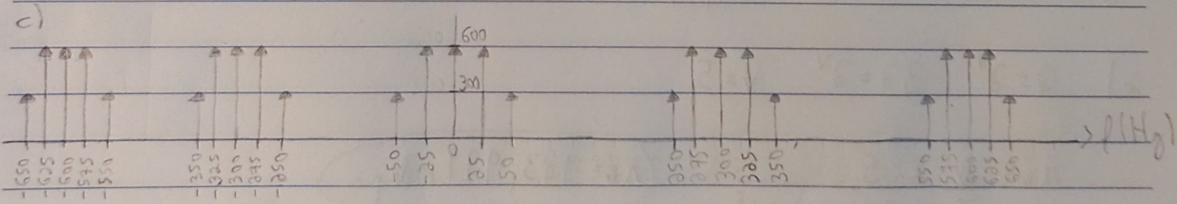
$G(f) = 2[\delta(f-25) + \delta(f+25)] + \delta(f-50) + \delta(f+50) + 2 \cdot \delta(f)$



b) $f_s = 300\,Hz$

$G_s(f) = f_s \sum_{m=-\infty}^{\infty} G(f - m f_s) = 300 \cdot \sum_{m=-\infty}^{\infty} G(f - m \cdot 300)$

c)



d) $|H(f)| = \dfrac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4}}$ $\qquad f_{3dB} = f_1 = 25\,Hz$ $\qquad G_{dB} = -22\,dB$

$-22 = 20\log(G)$ $\qquad G = 10^{-1,1} = 0,079$ $\qquad \dfrac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{25}\right)^4}} = 0,079$

$1 + \dfrac{f^4}{390625} = 160,231$ $\qquad f^4 = 159,231 \cdot 390625 = 62,200 \cdot 10^6$

$f = 88,807\,Hz$

$f_s = f + 25$ $\qquad f_s = 113,807\,Hz$

3) Um sistema TDM-PCM, sem compressor, apresenta em sua entrada os sinais mostrados abaixo, onde f_2 = 4,6 kHz.

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

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

3. TDM-PCM $f_2 = 4{,}6\,kHz$

$3\cos(2\pi \cdot 2k\,t)$, $2\cos(2\pi \cdot 2{,}5k\,t)$, $1\cos(2\pi \cdot 4{,}6k\,t)$, $2\cos(2\pi 1k\,t)$

a) $f_s \geq 2 \cdot W$ $\quad f_s \geq 9{,}2\,kHz$

$f_s \geq 2 \cdot 4{,}6k$

b) $T_s = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{9{,}2k} = 108{,}696\,\mu s$ $\quad \tau = \frac{T_s}{N} = \frac{108{,}696 \cdot 10^{-6}}{4} = 27{,}174\,\mu s$

$B_{max} = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{27{,}174 \cdot 10^{-6}}$ $\quad B_{max} = 36{,}800\,kHz$

c) $Q = 2^v$ $\quad 32 = 2^v$ $\quad v = 5$

$r_b = \frac{v}{\tau} = \frac{5}{27{,}174 \cdot 10^{-6}}$ $\quad r_b = 183{,}999\,kbps$

d) $B = \left(\frac{1+\rho}{2}\right) \cdot r_b = \left(\frac{1+0{,}5}{2}\right) \cdot 183{,}999 \cdot 10^3$ $\quad B = 137{,}999\,kHz$