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

ALUNO: Gabriel Vieira Ganzert

MATRÍCULA: 1794540

INSTRUÇÕES:

- Esta avaliação consta de três questões.
- As questões valem: 3,3 pontos (1), 3,3 pontos (2), e 3,4 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: kHz, MHz, μF, pF, 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 "Prova1_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.

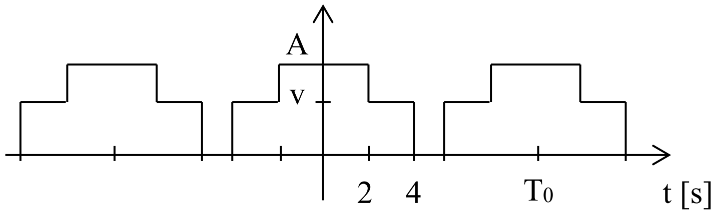
IMPORTANTE:

- 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 = 3,5 corresponde à v = 3,5 V.
- Terceiro passo: Resolva as questões.
- Quarto passo: Devolva o arquivo pdf com a prova resolvida.

BOA PROVA !!

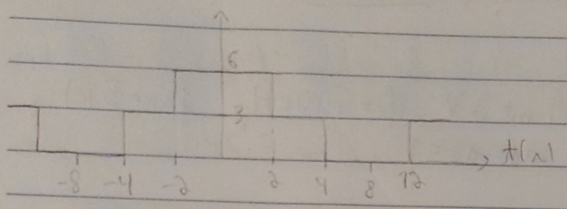
1) Dado o sinal periódico mostrado abaixo (considere v = 3,00 V, A = 6V, T_0 = 16s):

a) Calcule a potência média usando a integral para cálculo da potência.
b) Calcule a potência média, contida no intervalo de frequências $|n.f_o| \leq 1/8$, utilizando o Teorema de Parceval (use 3 casas decimais de precisão).



$$c_n = \frac{8v}{T_0}.\mathrm{sinc}\left(\frac{8n}{T_0}\right) + 4.\left(\frac{A-v}{T_0}\right).\mathrm{sinc}\left(\frac{4n}{T_0}\right)$$

1. $v = 3{,}00\,V \quad A = 6\,V \quad T_0 = 16\,s$



a) $P = \frac{1}{T_0}\int_{-\frac{T_0}{2}}^{T_0/2} |g_p(t)|^2\,dt = \frac{1}{16}\int_{-8}^{8} |g_p(t)|^2\,dt = \frac{1}{16}\left[\int_{-4}^{-2} 3^2\,dt + \int_{-2}^{2} 6^2\,dt + \int_{2}^{4} 3^2\,dt\right]$

$P = \frac{1}{16}\left[9(-2+4) + 36(2+2) + 9(4-2)\right] = \frac{1}{16}\left[18 + 144 + 18\right] = \frac{180}{16}$

$P = 11{,}25\,W$

b) $|n \cdot f_0| \leq \frac{1}{8} \qquad n \cdot \frac{1}{T_0} = \frac{1}{8} \qquad n = \frac{16}{8} = 2$

$c_n = \frac{8v}{T_0}\,\text{sinc}\left(\frac{8n}{T_0}\right) + 4\left(\frac{A-v}{T_0}\right)\cdot\text{sinc}\left(\frac{4n}{T_0}\right)$

$c_0 = \frac{8 \cdot 3}{16}\,\text{sinc}(0) + 4\left(\frac{6-3}{16}\right)\cdot\text{sinc}(0) = 0$

$c_1 = \frac{3}{2}\,\text{sinc}\left(\frac{8 \cdot 1}{16}\right) + \frac{3}{4}\,\text{sinc}\left(\frac{4 \cdot 1}{16}\right) = \frac{3}{2}\,\text{sinc}\left(\frac{1}{2}\right) + \frac{3}{4}\,\text{sinc}\left(\frac{1}{4}\right) = \frac{3}{2} \cdot 2 + \frac{3}{4} \cdot 2{,}828$

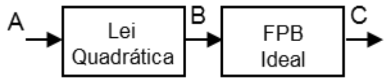
$c_1 = 3 + 2{,}121 = 5{,}121$

$c_2 = \frac{3}{2}\,\text{sinc}\left(\frac{8 \cdot 2}{16}\right) + \frac{3}{4}\,\text{sinc}\left(\frac{4 \cdot 2}{16}\right) = \frac{3}{2}\,\overset{0}{\text{sinc}(1)} + \frac{3}{4}\,\text{sinc}\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4} \cdot 2 = \frac{3}{2}$

$P = |c_0|^2 + 2\sum_{n=1}^{2} |c_n|^2 = 0^2 + 2\left[5{,}121^2 + 1{,}5^2\right] = 56{,}949\,W$

2) Um sinal modulado AM-DSB tonal é aplicado ao *detector de lei quadrática* mostrado na figura. Sabe-se que: A_c = 50 V, A_m = 2 V, f_c = 600 kHz, f_m = 5 kHz e k_a = 0,104 V^{-1}. O FPB ideal tem frequência de corte f_{3dB} = 12 kHz, os coeficientes da lei quadrática valem $a_1 = a_2 = 1$. Pede-se:

a) Um esboço do sinal modulado (no tempo), com valores de amplitude máximo e mínimo da envoltória (ponto A).
b) A potência média do sinal modulado e a potência média de uma banda lateral (ponto A).
c) Qual deve ser o valor da amplitude da mensagem para que a *razão sinal-interferência* (SIR) no ponto C corresponda a 16 dB?



2. AM-DSB tonal $A_c = 50V$ $A_m = 2V$ $f_c = 600kHz$ $f_m = 5kHz$

$K_a = 0,104\ V^{-1}$ $f_{3dB} = 12kHz$ $a_1 = a_2 = 1$

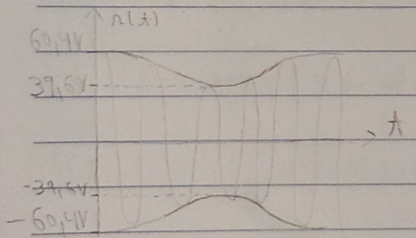
a) $s(t) = A_c[1 + \mu \cos(2\pi f_m t)] \cdot \cos(2\pi f_c t)$ $\mu = K_a \cdot A_m = 0,104 \cdot 2$

$\mu = 0,208$

$s(t) = 50[1 + 0,208 \cos(2\pi \cdot 5 \cdot 10^3 t)] \cdot \cos(2\pi \cdot 600 \cdot 10^3 t)$

$A_{máx} = 50[1 + 0,208 \cdot 1] \cdot 1 = 50 \cdot 1,208 = 60,4V$

$A_{mín} = 50[1 - 0,208 \cdot 1] \cdot 1 = 50 \cdot 0,792 = 39,6V$



b) $P = \frac{A_c^2}{2}\left(1 + \frac{\mu^2}{2}\right) = \frac{50^2}{2}\left(1 + \frac{0,208^2}{2}\right) = 1250(1 + 0,022) = 1,278\,kW$

$\frac{2P_{BL}}{P} = \frac{\mu^2}{2+\mu^2}$ $P_{BL} = \frac{1,278 \cdot 10^3 \cdot 0,208^2}{2 \cdot (2 + 0,208^2)} = \frac{55,291}{4,087} = 13,529W$

c) $SIR(dB) = 16\ dB$ $10 \log_{10}(SIR) = 16$ $SIR = 10^{1,6} = 39,811$

$SIR = \frac{P_s}{P_I} = \frac{(a_2 A_c^2 K_a)^2 \cdot P}{\left(\frac{a_2 A_c^2 K_a^2}{2}\right)^2 \cdot P^2} = \frac{4}{K_a^2 \cdot P}$ $K_a = \frac{\mu}{A_m} = \frac{0,208}{A_m}$

$\frac{4}{\left(\frac{0,208}{A_m}\right)^2 \cdot 1,278 \cdot 10^3} = 39,811$ $78,619 \cdot 10^{-6} = \frac{0,043}{A_m^2}$ $A_m = 23,387V$

3) Um modulador FM, com amplitude de portadora 10 V, tem a característica de frequência instantânea versus tensão de entrada dada pela equação abaixo, onde γ = 0,046 MHz/V. A tensão de entrada é o próprio sinal modulante m(t) = 2.cos(2π.15k.t).

$f_i = \gamma . v_i + 100$, (v_i em Volts, f_i em MHz).

Pede-se:

a) Os valores máximo é mínimo da frequência instantânea do sinal FM?
b) A expressão matemática que representa o sinal FM?
c) A potência media e a largura de espectro do sinal modulado (por Carson).
d) Supondo que se pretende usar um oscilador Hartley para produzir este sinal modulado, especifique C(t), ou seja, determine C_0 e k_c ($L_1 = L_2$ = 0,5 nH).

3. $A_c = 10\,V$ $\quad \gamma = 0{,}046\ MHz/V$ $\quad m(t) = 2\cos(2\pi 15k\, t)$

$f_i = \gamma \cdot V_i + 100$ (V_i em Volts, f_i em MHz)

a) $f_i = 0{,}046 \cdot 2\cos(2\pi 15k \cdot t) + 100$

$f_{i\,máx} = 0{,}046 \cdot 2 \cdot (1) + 100 = 100{,}092\ MHz$

$f_{i\,mín} = 0{,}046 \cdot 2 \cdot (-1) + 100 = 99{,}908\ MHz$

b) $\beta = \frac{\gamma \cdot A_m}{f_m} = \frac{0{,}046 \cdot 10^6 \cdot 2}{15 \cdot 10^3} = 6{,}133 > 0{,}5$ -> banda larga

$s(t) = A_c \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(\beta) \cdot \cos[2\pi (f_c + n \cdot f_m) t]$

$s(t) = 10 \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(6{,}133) \cos[2\pi(100 \cdot 10^6 + n \cdot 15 \cdot 10^3) t]$

c) $P = \frac{A_c^2}{2} = \frac{10^2}{2} = 50\,W$ $\qquad B_T = 2(\beta + 1) f_m = 2(6{,}133 + 1) \cdot 15 \cdot 10^3 = 213{,}99\ kHz$

d) $L_1 = L_2 = 0{,}5\,mH$

$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2) C_0}}$ $\qquad C_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(0{,}5 + 0{,}5) \cdot 10^{-3}} \cdot 100 \cdot 10^6} = 503{,}292\ mF$

$K_f = -\frac{K_c \cdot f_c}{2 C_0}$ $\qquad K_c = -\frac{2 C_0 K_f}{f_c} = -\frac{2 \cdot 503{,}292 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}046 \cdot 10^6}{100 \cdot 10^6} = -0{,}463\ mF/V$

$C(t) = C_0 + K_c \cdot m(t)$ $\qquad C(t) = 503{,}292 \cdot 10^{-3} - 0{,}926 \cdot 10^{-3} \cos(2\pi 15 \cdot 10^3 t)$