AVALIAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÕES – APNP (S12)

ALUNO: Raphael Henrique Bravo Brandão

MATRÍCULA: 1438506

INSTRUÇÕES:

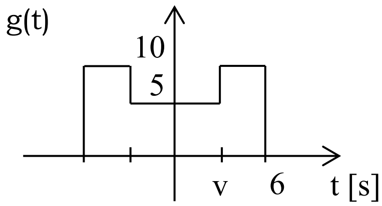
- Esta avaliação consta de três questões.
- As questões valem: 3,3 pontos (1), 3,3 pontos (2), e 3,4 pontos (3).
- Cada questão depende de um valor numérico atribuído ao estudante (Tabela-S12.pdf).
- Avaliações com uso de valores numéricos incorretos serão anuladas.
- Resolva cada questão de forma manuscrita 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 “Prova1_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 = 4,0 corresponde à v = 4,0 s.
- Terceiro passo: resolva as questões.
- Quarto passo: Devolva o arquivo pdf com a prova resolvida.

BOA PROVA !!

1) Para o pulso g(t) da figura, onde v = ____ s, cuja Transformada de Fourier G(f) pode ser expressa pela equação abaixo, considerando o *método das diferenciações sucessivas* apresente:

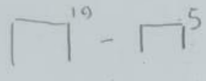


$$G(f) = \frac{1}{(j2\pi f)^n} \sum_{i=1}^{m} (a_i . e^{j2\pi f . b_i})$$

a) A expressão matemática para a derivada *n*-ésima de g(t).
b) Os valores das quantidades *n* e *m*.
c) Os pares de coeficientes (a_i , b_i).
d) A expressão para a transformada G(f) em função de sinc().

PRÓXIMA PÁGINA

① $\tau = 1{,}5s$

$g(t)$ 

$(f(t) - g(t) = \varphi(t) \to (f'(t) - g'(t) = \varphi'(t)$

$\varphi^{n)}(t) = (j2\pi f)^n \cdot \varphi(t)$

a) $g(t) = 10\,(u(t+6) - u(t-6))$
$- 5\,(u(t+1{,}5) - u(t-1{,}5))$

$g'(t) = 10(\delta(t+6) - \delta(t-6)) - 5(\delta(t+1{,}5) - \delta(t-1{,}5))$

$F(g'(t)) = G(f) = \frac{1}{j2\pi f}\left(\left(10\left(e^{j2\pi f} - e^{-j2\pi 6}\right)\right.\right.$
$\left.\left. - 5\left(e^{j2\pi \cdot 1{,}5} - e^{-j2\pi 1{,}5}\right)\right)\right)$

$m = 4 \to b = \{1{,}5, -1{,}5, 6, -6\}$, $a\,\{-5, -5, 10, 10\}$

b) $n = 1$
$m = 4$

c) $a = \{-5, -5, 10, 10\}$ $\quad b = \{1{,}5, -1{,}5, 6, 6\}$

2) O sinal modulante m(t) = A.cos(2π.2k.t) + 4.cos(2π.4k.t), onde A = _____ V, é multiplicado pela portadora c(t) = 10.cos(2π.50k.t), gerando um sinal modulado s(t) do tipo DSB/SC.

a) Determine a expressão do espectro do sinal modulado e apresente seu esboço (com valores de amplitude e frequência).
b) O sinal modulado s(t) é aplicado a um filtro passa-faixa ideal de frequência central = 50 kHz e largura de faixa = 5 kHz, determine a potência média do sinal de saída.
c) O mesmo sinal modulado s(t) é aplicado a um *detector coerente* com portadora local c'(t) = 1.cos(2π.50k.t) e filtro passa-baixa real tipo Butterworth (equação abaixo). Determine a frequência de corte (f_{3dB}) deste filtro considerando que as componentes indesejadas mais críticas devem ser atenuadas em pelo menos 28 dB.

$$|H(f)| = 1/\sqrt{1+\left(f/f_{3dB}\right)^2}$$

PRÓXIMA PÁGINA

(2) $m(t) = A.\cos(2\pi 2Kt) + 4.\cos(2\pi.4Kt)$

$A = 8V$

$c(t) = 10\cos(2\pi\, 50Kt)$

a) $s(t) = c(t) \cdot m(t)$

$s(t) = 10(\cos 2\pi\, 50Kt)[8\cos(2\pi.2Kt) + 4\cos(2\pi.4Kt)]$

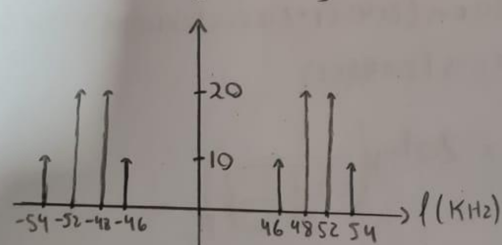
$s(t) = 80\cos(2\pi 50Kt).\cos(2\pi 2Kt) + 40\cos(2\pi 50Kt).\cos(2\pi 4Kt)$

$s(t) = 40[\cos(2\pi.52Kt) + \cos(2\pi 48Kt)] + 20[\cos(2\pi 54Kt) + \cos(2\pi 46Kt)]$

$s(t) = 40\cos(2\pi 52Kt) + 40\cos(2\pi 48Kt) + 20\cos(2\pi 54Kt) + 20\cos(2\pi 46Kt)$

transformada $\cos(2\pi.f_c t) \leftrightarrow \frac{1}{2}[\delta(f-f_c) + \delta(f+f_c)]$

$S(f) = 20[\delta(f-52K) + \delta(f+52K)] + 20[\delta(f-48K) + \delta(f+48K)] + 10[\delta(f-54K) +$
$+ \delta(f+54K)]\ + 10[\delta(f-46K) + \delta(f+46K)]$



(b) 50KHz Bw = 5 KHz

min = 47,5 KHz max = 52,5 KHz

Após filtro

$S_{fil}(t) = 40[\cos(2\pi 52Kt) + \cos(2\pi 48Kt)]$

logo → $P = 40^2/2$ → $\underline{P = 800\,W}$

(c) $c'(t) = 1 \cdot \cos(2\pi 50kt)$

$$|H(f)| = \frac{1}{\sqrt{1+(f/f_{3dB})^2}}$$

$v(t) = s(t) \cdot c'(t)$

$$v(t) = [40 \cdot \cos(2\pi 52kt) + 40\cos(2\pi 48kt) + 20\cos(2\pi 54kt) + 20\cos(2\pi 46kt)] \cdot$$
$$\cdot [1\cos(2\pi 50kt)]$$

$$V(t) = 40\cos(2\pi 52kt) \cdot \cos(2\pi 50kt) + 40\cos(2\pi 48kt)\cos(2\pi 50kt) + 20\cos(2\pi 54kt) \cdot$$
$$\cdot \cos(2\pi 50kt) + 20\cos(2\pi 46kt) \cdot \cos(2\pi 50kt)$$

$$\cos(x)\cos(y) = \frac{1}{2}[\cos(x+y) + \cos(x-y)]$$

$$V(t) = 20[\cos(2\pi 102kt) + \cos(2\pi \cdot 2kt)] + 20[\cos(2\pi \cdot 98kt) + \cos(2\pi 2kt)] +$$
$$10[\cos(2\pi 104kt) + \cos(2\pi 4kt)] + 10[\cos(2\pi 96kt) + \cos(2\pi 4kt)]$$

$$V(t) = 40\cos(2\pi 2kt) + 20\cos(2\pi 4kt) + 20\cos(2\pi 102kt) + 20\cos(2\pi 98kt)$$
$$+ 10\cos(2\pi 104kt) + 10\cos(2\pi 96kt).$$

$$|H(f)| = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^2}} = 20\log\left(\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^2}}\right)$$

$$-28 = 20\log_{10}\left(\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^2}}\right) \rightarrow -1,4 = \log_{10}\left(1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow 1,4 = \frac{\log\left(1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^2\right)}{2}$$

$$2,8 = \log_{10}\left(1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^2\right) \rightarrow 10^{2,8} = 1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^2 \rightarrow 629,957 = \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^2$$

$$f_{3dB} = \frac{f}{\sqrt{629,957}} \rightarrow f_{3dB} = \frac{f}{25,098}$$

$f_s = 2kHz, 4kHz, 96kHz, 98kHz, 102kHz, 104kHz$

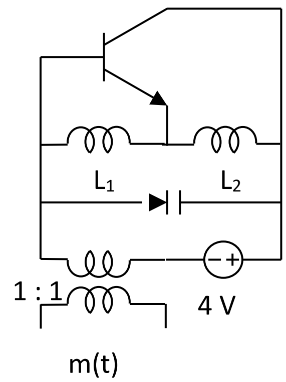
$$f_{3dB} = \frac{96K}{25,098} \rightarrow \underline{f_{3dB} = 3824,861\ Hz}$$

3) O circuito abaixo representa um modulador em frequência pelo método direto, onde $L_1 = L_2 = 5{,}0\ \mu H$. O sinal $m(t) = 1.\cos(2\pi.20k.t)$ é aplicado à entrada do circuito. Sabe-se que o sinal modulado apresenta amplitude de 10 V de pico. O varicap tem uma capacitância de junção, C_V (em pF), que varia com a tensão de polarização inversa, v_r (em Volts), de acordo com a expressão dada abaixo, onde α = ______.

$$C_V = 200/(1 + \alpha.v_r)^{½}$$

Pede-se:

a) A expressão matemática (no tempo) que representa o sinal FM tonal.
b) Os valores máximo e mínimo da frequência instantânea do sinal FM.
c) A potência media do sinal modulado, e a largura de espectro do sinal modulado (por Carson).



3

$m(t) = 1.\cos(2\pi.20kt)$ $\alpha = 0{,}44$

$L_1 = L_2 = 5{,}0\,\mu H$ $V_P = 10\,V$ $V_r = 4\,V$

$$C_V = \frac{200}{\sqrt{1+0{,}44 V_r}} \rightarrow C_V = 85{,}749\,pF$$

a)

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}} = \frac{1}{1{,}839.10^{-7}} \rightarrow f_c = 5435075{,}729\,Hz = 5{,}435\,MHz$$

$$K_f = \frac{-K_c.f_c}{2C_0} \quad V=3 \rightarrow C_3 = \frac{200}{\sqrt{1+0{,}44.3}} \rightarrow C_3 = 131{,}306\,pF$$

$$V=5 \rightarrow C_5 = \frac{200}{\sqrt{1+0{,}44.5}} \rightarrow C_5 = 111{,}803\,pF$$

$$K_c = \frac{\Delta C}{\Delta V} = -9{,}751.10^{-12}\,F/V$$

$$K_f = \frac{-(-9{,}751.10^{-12}).5{,}435.10^{6}}{2.85{,}749.10^{-12}} = 309022{,}175\,Hz \rightarrow K_f = 309{,}022\,KHz$$

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{309022{,}175}{20.10^3} = 15{,}451\,rad$$

$$s(t) = 10.\cos[2\pi 5{,}435.10^6 t + 15{,}451\,\mathrm{sen}(2\pi 20.10^3 t)]\,V$$

b) $f_i(t) = f_c + K_f\,m(t) \rightarrow f_i(t) = f_c + K_f.A_m\cos(2\pi f_m t)$

max para $\cos(\theta) = 1 \rightarrow f_{imax} = 5{,}435.10^6 + 309{,}022.10^3 \rightarrow f_{imax} = 5{,}744\,MHz$

min para $\cos(\theta) = -1 \rightarrow f_{imin} = 5{,}435.10^6 - 309{,}022.10^3 \rightarrow f_{imin} = 5{,}125\,MHz$

c) $P = \frac{A_c^2}{2} = 50\,W$

$B_T = 2(\beta+1)f_m = 2(\Delta f + f_m) = 0{,}329\,MHz$