AVALIAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÕES – APNP (S12)

ALUNO: João Paulo Istchuk

MATRÍCULA: 1561707

INSTRUÇÕES:

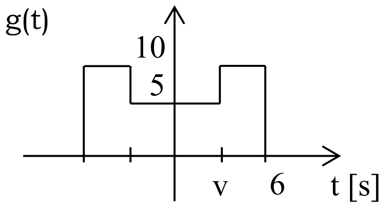
- Esta avaliação consta de três questões.
- As questões valem: 3,3 pontos (1), 3,3 pontos (2), e 3,4 pontos (3).
- Cada questão depende de um valor numérico atribuído ao estudante (Tabela-S12.pdf).
- Avaliações com uso de valores numéricos incorretos serão anuladas.
- Resolva cada questão de forma manuscrita 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 = 1 s, cuja Transformada de Fourier G(f) pode ser expressa pela equação abaixo, considerando o *método das diferenciações sucessivas* apresente:

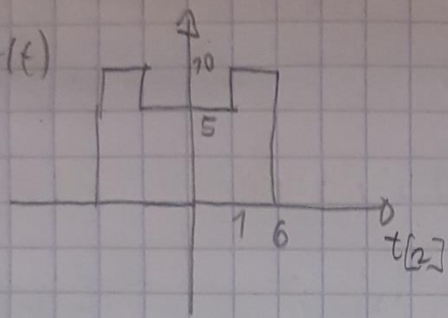


$$G(f) = \frac{1}{(j2\pi f)^n} \sum_{i=1}^{m} (a_i . e^{j2\pi f . b_i})$$

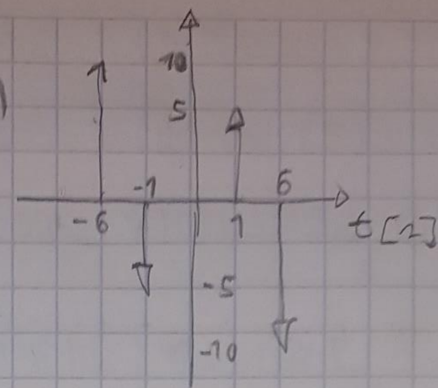
a) A expressão matemática para a derivada n-ésima de g(t).
b) Os valores das quantidades n e m.
c) Os pares de coeficientes (a_i , b_i).
d) A expressão para a transformada G(f) em função de sinc().

1

g(t)



a)



$$\frac{d\,g(t)}{dt} = 10\,\delta(t+6) - 5\,\delta(t+1) + 5\,\delta(t-1) - 10\,\delta(t-6) \quad //$$

TF: $(j2\pi f)\cdot G(f) = 10\,e^{j2\pi f6} - 5\,e^{j2\pi f} + 5\,e^{-j2\pi f} - 10\,e^{-j2\pi f6}$

$$G(f) = \frac{1}{j2\pi f}\cdot\sum_{i=1}^{4}\left(a_i\,e^{j2\pi f b_i}\right)$$

b) $n = 1 \quad m = 4$ //

c) $a_1 = 10 \quad b_1 = 6 \quad a_2 = -5 \quad b_2 = 1 \quad a_3 = 5 \quad b_3 = -1$

$a_4 = -10 \quad b_4 = -6$

d) $$G(f) = \frac{10\left(e^{j2\pi f6} - e^{-j2\pi f6}\right)}{j2\pi f} - \frac{5\left(e^{j2\pi f} - e^{-j2\pi f}\right)}{j2\pi f}$$

$$G(f) = \frac{10\ \mathrm{sen}(2\pi f6)}{\pi f} - \frac{5\ \mathrm{sen}(2\pi f)}{\pi f}$$

$$G(f) = \frac{12\cdot 10\ \mathrm{sen}(12\pi f)}{12\pi f} - \frac{2\cdot 5\ \mathrm{sen}(2\pi f)}{2\pi f}$$

$$G(f) = 120\ \mathrm{sinc}(12f) - 10\ \mathrm{sinc}(2f) \quad //$$

2) O sinal modulante m(t) = *A*.cos(2π.2k.t) + 4.cos(2π.4k.t), onde *A* = 5,5 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.

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

② a) $5{,}5\cos(2\pi.2k.t) + 4\cos(2\pi.4kt)$ $c(t) = 10\cos(2\pi 50kt)$

$$s(t) = c(t)\cdot m(t) = 10\cos(2\pi 50kt)\left[5{,}5\cos(2\pi 2kt) + 4\cos(2\pi 4kt)\right]$$

$$s(t) = \frac{10.5{,}5}{2}\cos(2\pi(50k+2k)t) + \frac{10.5{,}5}{2}\cos(2\pi(50k-2k)t) +$$

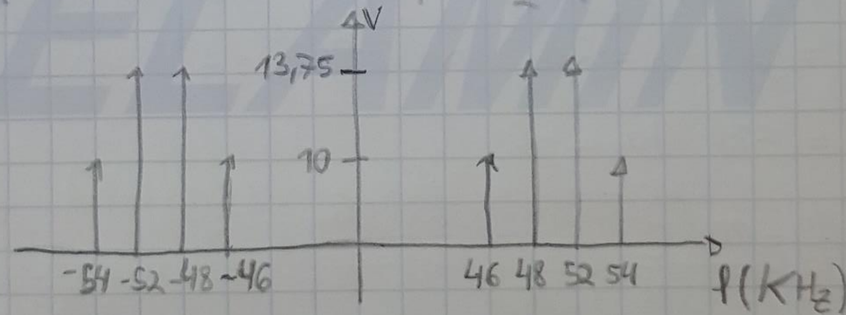
$$+ \frac{10\cdot 4}{2}\cos(2\pi(50k+4k)t) + \frac{10.4}{2}\cos(2\pi(50k-4k)t)$$

$$s(t) = 27{,}5\cos(2\pi 52kt) + 27{,}5\cos(2\pi 48kt) +$$

$$+ 20\cos(2\pi 54kt) + 20\cos(2\pi 46kt)$$

$$S(f) = \frac{27{,}5}{2}\left(\delta(f-52k)+\delta(f+52k)\right) + \frac{27{,}5}{2}\left(\delta(f-48k)+\delta(f+48k)\right)$$

$$+ \frac{20}{2}\left(\delta(f-54k)+\delta(f+54k)\right) + \frac{20}{2}\left(\delta(f-46k)+\delta(f+46k)\right)$$



b) $f_{c1} = 50k - \frac{5k}{2} = 47{,}5kHz$ $f_{c2} = 50k + \frac{5k}{2} = 52{,}5kHz$

COMO É UM FILTRO IDEAL, AS COMPONENTES NAS FREQUÊNCIAS DE 46KHz E 54KHz SERÃO CORTADAS

$$s(t)_{FPF} = 27{,}5\cos(2\pi 52kt) + 27{,}5\cos(2\pi 48kt)$$

$$P = \frac{A_c^2}{2} \quad P = \frac{27{,}5^2}{2} + \frac{27{,}5^2}{2} = 756{,}25\ W$$

c) $v(t) = c'(t)\cdot a(t) \qquad c'(t) = \cos(2\pi 50k t)$

$$v(t) = \cos(2\pi 50kt)\cdot\Big[27{,}5\big(\cos(2\pi 52kt) + \cos(2\pi 48kt)\big) +$$
$$+ 20\big(\cos(2\pi 54kt) + \cos(2\pi 46kt)\big)\Big]$$

$$v(t) = \frac{27{,}5}{2}\Big[\cos(2\pi(50k+52k)t) + \cos(2\pi(50k-52k)t) +$$
$$+ \cos(2\pi(50k+48k)t) + \cos(2\pi(50k-48k)t)\Big] +$$
$$+ \frac{20}{2}\Big[\cos(2\pi(50k+54k)t) + \cos(2\pi(50k-54k)t) +$$
$$+ \cos(2\pi(50k+46k)t) + \cos(2\pi(50k-46k)t)\Big]$$

$$v(t) = \frac{27{,}5}{2}\Big[\cos(2\pi 102kt) + \cos(2\pi 2kt) + \cos(2\pi 98kt) + \cos(2\pi 2kt)\Big]$$
$$+ \frac{20}{2}\Big[\cos(2\pi 104kt) + \cos(2\pi 4kt) + \cos(2\pi 96kt) + \cos(2\pi 4kt)\Big]$$

$$v(t) = 13{,}75\big(\cos(2\pi 102kt) + 2\cos(2\pi 2kt) + \cos(2\pi 98kt)\big) +$$
$$+ 10\big(\cos(2\pi 104kt) + 2\cos(2\pi 4kt) + \cos(2\pi 96kt)\big)$$

$$|H(f)| = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2}}} = 10^{\frac{-28}{20}} \qquad \sqrt{1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2}} = \frac{1}{39{,}810\times 10^{-3}}$$

$$1+\left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2} = 25{,}118^{2} \qquad \frac{f}{f_{3dB}} = \sqrt{630{,}957-1} = 25{,}0989$$

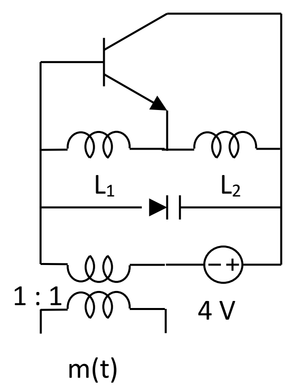
A FREQUÊNCIA CRÍTICA É 96kHz LOGO

$$\frac{96k}{f_{3dB}} = 25{,}0989 = 3{,}824\,kHz$$

//

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 $\alpha = 0{,}36$.

$$C_V = 200/(1 + \alpha.v_r)^{½}$$



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) $C_V = \frac{200}{\sqrt{1+0{,}36V_R}}$ $L_1 = L_2 = 5\mu H$ $C_0 = \frac{200}{\sqrt{1+0{,}36.4}} = 128{,}036\,pF$

a) $s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \beta\, sen(2\pi f_m t)]$

$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{(5\mu+5\mu)C}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10\mu . 128{,}036p}} = 4{,}447\,MHz$

$K_f = -\frac{K_c . f_c}{2C_0}$ $K_c = \frac{\Delta C}{\Delta V} = \frac{\frac{200}{\sqrt{1+0{,}36.5}} - \frac{200}{\sqrt{1+0{,}36.3}}}{5-3} = -9{,}576\,pF/V$

$K_f = -\frac{-9{,}576p . 4{,}447M}{2 . 128{,}036p} = 166{,}3004\,KHz$ $\Delta f = K_f . A_m$

$\Delta f = 166{,}3004K . 1 = 166{,}3004\,kHz$ $\beta = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{166{,}3004k}{20K} = 8{,}315\,rad$

$s(t) = 10 \cos[2\pi 4{,}447M t + 8{,}315\, SEN(2\pi 20k t)]\ V$ //

b) $f_i(t) = f_c + k_f A_m \cos(2\pi f_m t)$

$f_i(t) = 4{,}447M + 166{,}3004K . \cos(2\pi 20k t)$

$f_{max} = 4{,}447M + 166{,}3004k = 4{,}6133\,MHz$

$f_{min} = 4{,}447M - 166{,}3004k = 4{,}2806\,MHz$ //

c) $P = \frac{A_c^2}{2} = \frac{10^2}{2} = 50\,W$ //

$B_T = 2(\beta+1) f_m = 2.(8{,}315+1).20K = 372{,}6\,kHz$