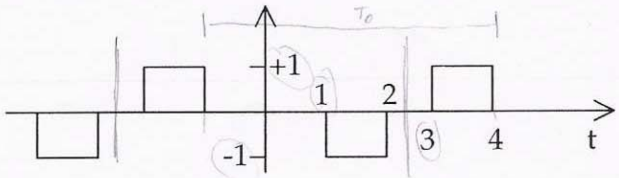
1º - 2005

COMUNICAÇÕES 1 - PROF. EMÍLIO C. G. WILLE – 1ª PROVA
ALUNO(A): DATA :

Obs 1 : Esta folha de questões deve ser devolvida junto com a prova.
Obs 2 : Não serão consideradas respostas sem os respectivos cálculos e/ou justificativa.

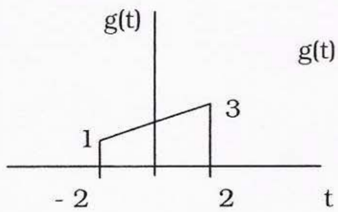
2,0 1) Responda :
a) Quais as limitações fundamentais da comunicação elétrica? Descreva detalhadamente cada uma delas.
1,0
b) Quais as características que um canal de comunicação deve possuir para que se tenha uma transmissão sem distorções? Descreva detalhadamente cada uma delas.

2,5 2) Determine a potência média para o sinal periódico mostrado abaixo usando:
a) A integral para cálculo da potência.
0,5 b) O Teorema de Parceval, com $n \leq 4$.



Dados: $$c_n = \frac{\text{sen}\left(\frac{4\pi n}{5}\right) - \text{sen}\left(\frac{2\pi n}{5}\right)}{\pi n} \qquad \lim_{n \to 0} \frac{\text{sen}(k\pi n)}{\pi n} = k$$

3) Determine a auto-correlação $R_g(\lambda)$ para o sinal abaixo.
a) Apresente a equação matemática de $R_g(\lambda)$.
b) Faça um esboço de $R_g(\lambda)$.



$g(t) = t/2 + 2, \quad -2 \leq t \leq 2$

3,0 4) Um sinal FSK é transmitido à taxa de 500 bps por um canal cuja fase é dada pela equação abaixo :
3,4

$$\beta(f) = -2\pi.(1333{,}3 + f^2/375).10^{-3}$$

Empregou-se a frequência f1 = 1000 Hz para representar o bit 1 e f0 = 2000 Hz para o bit 0. Supondo que a informação transmitida é : 0101, pede-se :
a) Determine o atraso de fase para as frequências f0 e f1.
b) Faça um esboço do sinal modulado que chega ao receptor indicando valores no tempo.
c) Qual é o grau de ISI neste caso ?
d) Determine o máximo valor de f0 de modo a que se tenha comunicação viável.

1ª Parcial – Com. 1 | Anderson Sonehara

(A)

(2)

a) $P = \frac{1}{T_0}\int_{-T_0/2}^{T_0/2} |g_p(t)|^2 . dt \quad \Rightarrow T_0 = 5$

$$P = \frac{1}{5}\left[\int_1^2 1.dt + \int_3^4 1.dt\right] = \frac{1}{5}\left[t\Big|_1^2 + t\Big|_3^4\right] = \frac{1}{5}\left(\overset{1}{(2-1)} + \overset{1}{(4-3)}\right) = \frac{2}{5} = \boxed{0{,}4\ W}$$

*em radianos!

b) $P = |C_0|^2 + 2\sum_{n=1}^{4} |C_n|^2 \quad \therefore \quad C_n = \dfrac{sen\left(\frac{4\pi n}{5}\right) - sen\left(\frac{2\pi n}{5}\right)}{\underset{\underset{3{,}14}{\shortparallel}}{\pi n}}$

$C_0 = \frac{4}{5} - \frac{2}{5} = \boxed{0{,}4}$

$C_1 = -0{,}115 \qquad C_2 = -0{,}245 \qquad C_3 = 0{,}163 \qquad C_4 = 0{,}029$

$P = 0{,}4^2 + 2\left(C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + C_4^2\right)$

$\boxed{P = 0{,}361\ W}$

---

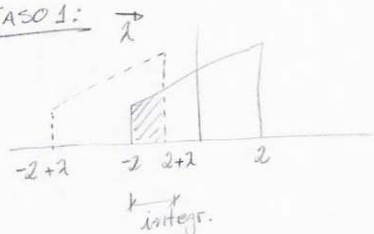
(3) $R(\lambda) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t).g^*(t-\lambda).dt$

$\Rightarrow g_p(t-\lambda) = \frac{t-\lambda}{2} + 2 = \frac{t-\lambda+4}{2}$

$\therefore \frac{(t-\lambda+4)}{2}.\frac{(t+4)}{2} = \frac{t^2 + 4t - \lambda t - 4\lambda + 4t + 16}{4}$

$\frac{t^2 + 8t - \lambda t - 4\lambda + 16}{4}$

CASO 1: $\vec{\lambda}$



$-2 = 2+\alpha \qquad 2+\alpha = 2$

$\boxed{\alpha = -4} \qquad \boxed{\alpha = 0}$

$\underline{-4 \leqslant \lambda \leqslant 0}$

$R_g(\lambda) = \int_{-2}^{2+\lambda} (t/2 + 2).\left(\frac{t-\lambda}{2} + 2\right).dt$

$R_g(\lambda) = \int_{-2}^{2+\lambda} \frac{1}{4}.(t^2 + 8t - \lambda t - 4\lambda + 16).dt$

$R_g(\lambda) = \frac{1}{4}\left[\frac{t^3}{3} + \underbrace{\frac{8t^2}{2} - \frac{\lambda t^2}{2}}_{\frac{t^2(8-\lambda)}{2}} - 4\lambda t + 16t\right]_{-2}^{2+\lambda}$

$R_g(\lambda) = \frac{1}{4}\left[\frac{1}{3}(4+\lambda)^3 + (4+\lambda)^2(8-\lambda).\frac{1}{2} - 4\lambda(4+\lambda) + 16(4+\lambda)\right]$

$R_g(\lambda) = \frac{1}{4}\left[\frac{1}{3}\left(64 + 3.16.\lambda + 3.4.\lambda^2 + \lambda^3\right) + (16 + 8\lambda + \lambda^2)(8-\lambda).\frac{1}{2} - 16\lambda - 4\lambda^2 + 64 + 16\lambda\right]$

$R_g(\lambda) = \frac{1}{4}\left[\frac{64}{3} + \boxed{16\lambda} + \cancel{4\lambda^2} + \frac{\lambda^3}{3} + 64 - \boxed{8\lambda} + \boxed{32\lambda} - \cancel{4\lambda^2} + \cancel{4\lambda^2} - \frac{\lambda^3}{2} - \cancel{16\lambda} - \cancel{4\lambda^2} + 64 + \cancel{16\lambda}\right]$

$R_g(\lambda) = \frac{1}{4}\left[\frac{\lambda^3}{3} - \frac{\lambda^3}{2} - 40\lambda + 128 + \frac{64}{3}\right]$

$R_g(\lambda) = \frac{1}{4}\left[\frac{2\lambda^3 - 3\lambda^3}{6} - 40\lambda + \frac{448}{3}\right]$

$R_g(\lambda) = \frac{1}{4}\left[\frac{-\lambda^3}{4} - 40\lambda + \frac{448}{3}\right]$

$R_g(\lambda) = \frac{-\lambda^3}{16} - 10\lambda + \frac{112}{3}$

(4) 500 bps

$\beta(f) = -2\pi(1333{,}3 + f^2/375) \cdot 10^{-3}$

$\begin{cases} f_1 = 1000\,Hz \rightarrow \text{bit } 1 \\ f_0 = 2.000\,Hz \rightarrow \text{bit } \emptyset \end{cases}$

$r_b = 500$

$T_b = \frac{1}{r_b} = 2ms$

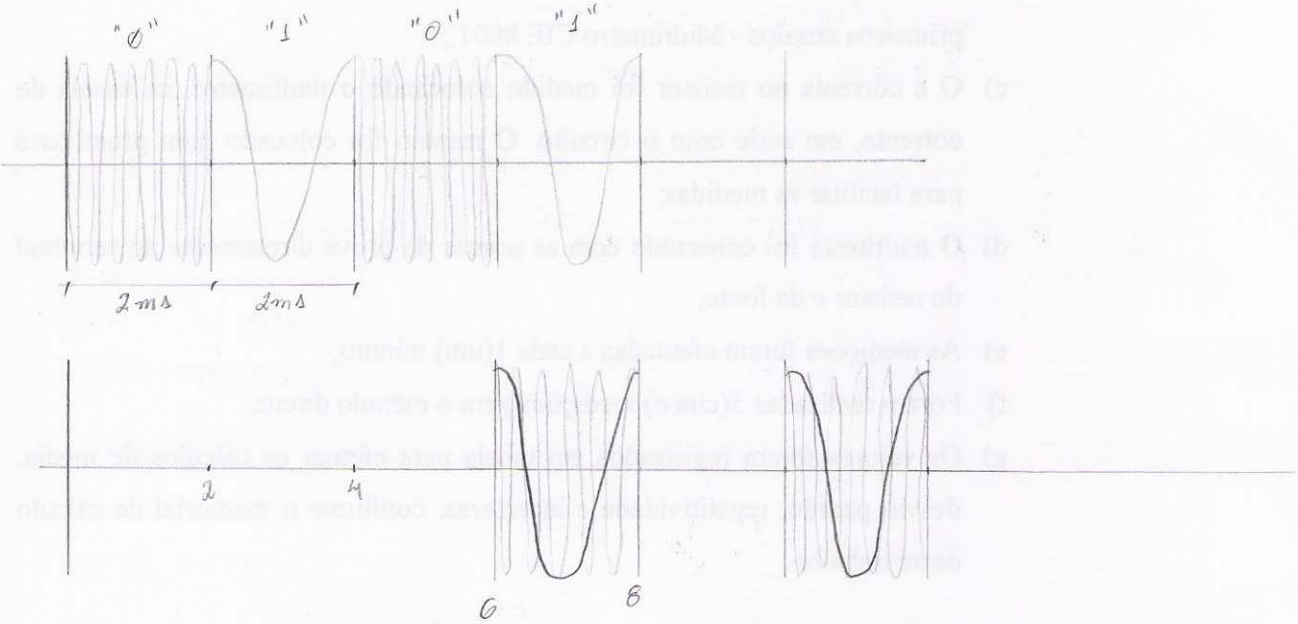
$$\tau_p = \frac{-\beta(f)}{2\pi f} = \frac{(1.333{,}3 + f^2/375) \cdot 10^{-3}}{f}$$

a) $P/\ f_1 = 1000Hz \rightarrow \boxed{\tau_{P1} = 4\,ms}$

$P/\ f_0 = 2.000Hz \rightarrow \boxed{\tau_{P0} = 6\,ms}$

} Atraso de fase

b)



"0" $\cos(2\pi \cdot 2000 \cdot t) \rightarrow \boxed{\text{CANAL}} \rightarrow \cos[2\pi \cdot 2000(t - 6m)]$

"1" $\cos(2\pi \cdot 1000 t) \rightarrow \boxed{\text{CANAL}} \rightarrow \cos[2\pi \cdot 1000 \cdot (t - 2m - 4m)]$

c) $$ISI = \frac{|\tau_{P1} - \tau_{P0}|}{T_b}$$

$$ISI = \frac{|4m - 6m|}{2m} \times 100\% = \boxed{100\%}$$

C

d) $\dfrac{|4m - \tau_{po}|}{2m} \times 100\% = 10\%$

$|4m - \tau_{po}| = 0{,}2m \rightsquigarrow \begin{cases} \tau_{po} = 4{,}2\,ms \\ \tau_{po} = 3{,}8\,ms \end{cases}$

• $4{,}2m = \dfrac{(1.333{,}3 + f^2/375)\,10^{-3}}{f}$

$4{,}2\cancel{m}f = (1.333{,}3 + f^2/375)\,\cancel{10^{-3}}$

$\dfrac{f^2}{375} - 4{,}2f + 1.333{,}3 = 0 \rightsquigarrow \begin{cases} f' = 440{,}85\,Hz \\ f'' = 1134{,}15\,Hz \end{cases}$

$f^2 - 1.575 + 499.987{,}5 = 0$

• $3{,}8\cancel{m} = \dfrac{(1.333{,}3 + f^2/375)\,\cancel{10^{-3}}}{f}$

$3{,}8f = 1.333{,}3 + f^2/375$

$f^2 - 1425f + 499.987{,}5 = 0 \rightsquigarrow \begin{cases} f''' = 624{,}93\,Hz \\ f'''' = 800{,}07\,Hz \end{cases}$

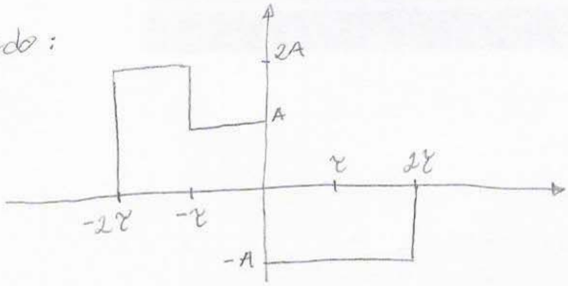
$\boxed{f_{máx} = 1134{,}15\,Hz}$

$1^{\underline{a}}$ Parcial - Com 1 - 2005b : 03/11/05 Anderson Sonehara

(2)

Usando Derivações Sucessivas e T.F. :

Dado :



Forma de :

$$G(f) = \frac{A}{j2\pi f} \times \left[a_1 . e^{jb_1} + a_2 e^{jb_2} + a_3 . e^{jb_3} + a_4 . e^{jb_4} \right]$$

Determine a_i , b_i $(i = 1,2,3,4)$?

COMUNICAÇÕES 1 - PROF. EMÍLIO C. G. WILLE – 2ª PROVA
ALUNO(A): Anderson Sonehara **DATA :**

Obs 1 : Esta folha de questões deve ser devolvida junto com a prova.
Obs 2 : Não serão consideradas respostas sem os respectivos cálculos e/ou justificativa.

2,0 1) Responda :

a) Conceitue Modulação. Cite 3 (três) razões para o uso da modulação. Descreva detalhadamente cada uma delas.

b) Considerando a modulação FM tonal, conceitue Desvio de Freqüência e Índice de Modulação. Quais as unidades associadas a estas quantidades?

3,0 2) Um sinal modulado AM-DSB é aplicado a um demodulador tipo Detetor de Envoltória. Sabe-se que a potência da portadora é de 8 W, e a potência de uma das bandas laterais é de 0,5 W. Sabe-se, também, que portadora e modulante são cossenoidais com f_c = 100KHz e f_m= 5KHz.

Pede-se:

a) A expressão do sinal modulado AM_DSB (no tempo).

b) Um esboço do sinal modulado (no tempo) com valores máximo e mínimo da amplitude da envoltória.

c) Um esboço do espectro do sinal modulado (com valores de amplitude e freqüência).

d) A potência média do sinal modulante. ($K_a = 10$)

e) O valor do capacitor no FPB para reduzir a distorção de corte diagonal (R_L = 10k ohm).

2,0 3) A potência média de ruído por unidade de faixa (N_0) medida na entrada de um receptor FM é 10^{-8} W/Hz. A modulação é tonal com $\beta = 2$, f_m = 20KHz. A potência do sinal modulado é igual a 20 W. O sistema <u>não</u> usa circuitos de pré(de)-ênfase. Pede-se :

a) Determine a relação sinal-ruído de saída SNR_0 (em dB).

b) De quantos decibéis pode-se reduzir a relação sinal-ruído de canal SNR_C de modo a que o sistema opere pouco acima da relação sinal-ruído de limiar?

3,0 4) Pretende-se usar o oscilador Hartley abaixo para produzir um sinal modulado FM. O sinal modulante é $m(t) = 1.\cos(2\pi.15k.t)$. Uma medida revelou que os indutores apresentam $L_1 = L_2$ = 89,43 nH. Na ausência do sinal modulante o oscilador produz um sinal cossenoidal com $\boxed{10V} = A_m$ de pico. O diodo Varicap usado na montagem tem uma capacitância, C_v, que varia com a tensão de polarização reversa, V_r, de acordo com a expressão:

$$C_v = 107{,}25/(1 + 0{,}021.V_r)^{1/2}, \quad V_r \text{ em Volts e } C_v \text{ em pF}$$

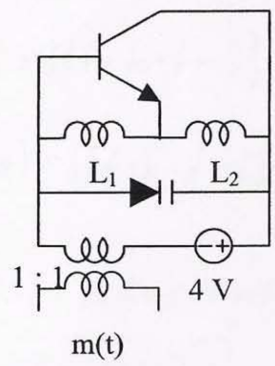
Determine:

a) Os valores de f_c, k_f e β (com unidades).

b) A potência media do sinal modulado (em Watt), e a equação para $f_i(t)$.

c) A largura de espectro do sinal modulado (Carson e Curva Universal).

d) Supondo β = 8 determine o número de componentes espectrais que devem ser selecionados p/ se obter 60% da potência media do sinal modulado. Qual é a largura de espectro neste caso?



Anderson Somehara

1

2ª Parcial - Com. 1

$$s(t) = A_c \cdot \cos(2\pi f_c t) + \frac{\mu \cdot A_c}{2} \cdot \cos(2\pi \cdot (f_c + f_m) \cdot t) + \frac{\mu \cdot A_c}{2} \cdot \cos(2\pi \cdot (f_c - f_m) \cdot t)$$

2) $\begin{cases} P = 8W \\ P_{BL} = 0{,}5W \end{cases}$ $\begin{cases} f_c = 100KHz \\ f_m = 5KHz \end{cases}$ AM-DSB

a) $Pot = \frac{A_c^2}{2}$

$A_c = \sqrt{8 \cdot 2} \Rightarrow \boxed{A_c = 4V}$

$Pot_{BL} = \frac{\mu^2 \cdot A_c^2}{8}$

$0{,}5 = \frac{\mu^2 \cdot 4^2}{8} \Rightarrow \boxed{\mu = 0{,}5}$

$s(t) = 4 \cdot \cos(2\pi \cdot 100K \cdot t) + \cos(2\pi(100K - 5K) \cdot t) + \cos(2\pi(100K + 5K) \cdot t)$

$s(t) = 4 \cdot \cos(2\pi \cdot 100K \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 95K \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 105K \cdot t)$

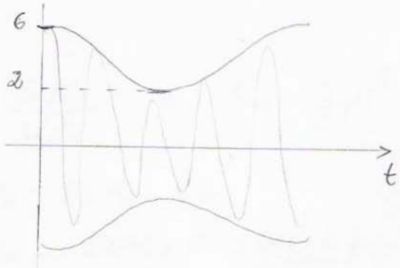
---

b) $A_{máx} = 4 \cdot 1 + 1 + 1 = \boxed{6}$

$\mu = \frac{A_{máx} - A_{mín}}{A_{máx} + A_{mín}}$

$0{,}5 = \frac{6 - A_{mín}}{6 + A_{mín}} \Rightarrow 3 + 0{,}5 \cdot A_{mín} = 6 - A_{mín}$

$A_{mín} = 2$

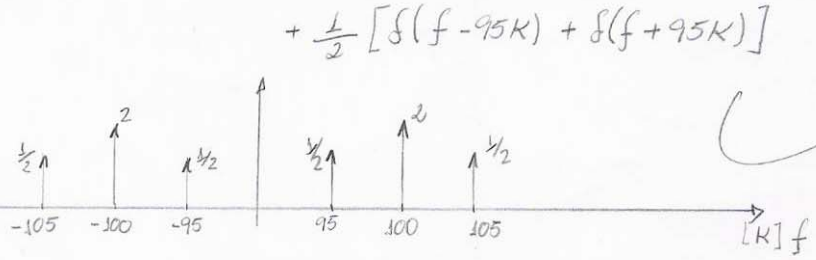


---

c) $$S(f) = \frac{A_c}{2}\left[\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)\right] + \frac{\mu A_c}{4}\left[\delta(f - f_c - f_m) + \delta(f + f_c + f_m)\right] + \frac{\mu A_c}{4}\left[\delta(f - f_c + f_m) + \delta(f + f_c - f_m)\right]$$

$$S(f) = 2 \cdot \left[\delta(f - 100K) + \delta(f + 100K)\right] + \frac{1}{2}\left[\delta(f - 100K - 5K) + \delta(f + 100K + 5K)\right] + \frac{1}{2}\left[\delta(f - 100K + 5K) + \delta(f + 100K - 5K)\right]$$

$$S(f) = 2 \cdot \left[\delta(f - 100K) + \delta(f + 100K)\right] + \frac{1}{2}\left[\delta(f - 105K) + \delta(f + 105K)\right] + \frac{1}{2}\left[\delta(f - 95K) + \delta(f + 95K)\right]$$



Dado $K_a = 10$

(2.)

$\mu = K_a \cdot A_m$

$0{,}5 = K_a$.

d) $Pot_m = \frac{A_m^2}{2} = \frac{1}{2}\left(\frac{\mu}{K_a}\right)^2$

$Pot_m = \frac{1}{2}\left(\frac{0{,}5}{10}\right)^2 = \boxed{1{,}25\ mW}$

e) $R_L \cdot C \leqslant \frac{\sqrt{1+\mu^2}}{2\pi f_m \mu}$

$R_L \cdot C \leqslant \frac{\sqrt{1+0{,}5^2}}{2\pi\, 5K \cdot 0{,}5} \Rightarrow R_L \cdot C \leqslant 71{,}18\,\mu \Rightarrow \boxed{C \leqslant 7{,}12\,\eta F}$ ($R_L = 10K$)

---

(3) $\begin{cases} N_0 = 10^{-8}\ W/Hz \\ \beta = 2\ \text{(tonal)} \end{cases}$ $\begin{cases} f_m = 20\,KHz \\ P_m = 20\,W \end{cases}$

a) $SNR_c = \frac{P_R}{W N_0} = \frac{20}{20K \cdot 10^{-8}} \Rightarrow SNR_c = \underline{100K}$

$SNR_c(dB) = 10 \cdot \log_{10}(SNR_c)$

$SNR_c(dB) = 10 \cdot \log_{10}(100K)$

$\boxed{SNR_c(dB) = 50dB}$

$f_m = \frac{SNR_o}{SNR_c}$ e $f_m = \frac{3}{2}\beta^2 = \frac{3}{2} \cdot 2^2 = \boxed{6}$

$SNR_o = SNR_c \times f_m$

$SNR_o = 100K \times 6 = \underline{600K}$

$SNR_o(dB) = 10 \cdot \log_{10}(SNR_o)$

$SNR_o(dB) = 10 \cdot \log_{10}(600K) = \boxed{57{,}78dB}$

b) $SNR_{cL} = 20(\beta+1)$

$SNR_{cL} = 20(2+1) = 60 \Rightarrow SNR_{cL}(dB) = \boxed{17{,}78\,dB}$

LIMIAR

$\Rightarrow$ Pode-se reduzir de 50 dB p/ 17,78 dB, ou seja, diminui-se $\boxed{32{,}22\,dB}$

(4)

$$\begin{cases} m(t) = \overset{\Rightarrow A_m = 1}{1} \cdot \cos(2\pi \cdot \overset{\rightsquigarrow f_m = 15K}{15K} \cdot t) \\ L_1 = L_2 = 89{,}43 \ nH \\ C_V = 107{,}25/(1 + 0{,}021 \cdot V_R)^{1/2} \end{cases}$$

• 10Vpp cos. s/ m(t)

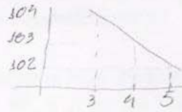
$V_R \to [V]$ e $C_V \to [pF]$

p/ 4V : $C_0 = 103pF$

a) $$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1+L_2) \cdot C_0}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \cdot 89{,}43n \cdot 103p}} \Rightarrow \boxed{f_c = 37{,}08 \ MHz}$$

p/ V = 3V ⇒ $C_{3V} = 104pF$

p/ V = 5V ⇒ $C_{5V} = 102pF$



$$K_c = \frac{\Delta C}{\Delta V} = \frac{(104-102)}{3-5} = 1pF/V$$

$$K_f = \frac{-K_c \cdot f_0}{2 \cdot C_0} = \frac{1\overset{p}{\cancel{0}} \cdot 37{,}08M}{2 \cdot 103p} \Rightarrow \boxed{K_f = 180 \ KHz/V}$$

$$\beta = \frac{K_f \cdot A_m}{f_m} = \frac{180K \cdot 1}{15K} \Rightarrow \boxed{\beta = 12 \ rad}$$

b) $$Pot = \frac{A_c^2}{2} = \frac{10^2}{2} = \boxed{50W}$$

$$f_i(t) = f_c + K_f \cdot m(t) \Rightarrow \boxed{f_i = 37{,}08M + 180K \cdot \cos(2\pi \cdot 15K \cdot t)}$$

c) $$B_T = 2(\beta+1) \cdot f_m = 2(12+1) \cdot 15K \Rightarrow \boxed{B_T = 390 \ KHz}$$

$$\frac{B_T}{\Delta f} \cong 2{,}8 \rightsquigarrow B_T = 2{,}8 \cdot (\Delta f) = 2{,}8 (K_f \cdot A_m) = 2{,}8 \cdot 180K \cdot 1$$

$$\boxed{B_T = 504 \ KHz}$$

d) $$Pot = \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n^2(8) = J_0^2(8) + 2\sum_{n=1}^{\infty} J_n^2(8) = \dots$$

$$\therefore J_0^2(8) + 2 \cdot \left(J_1^2(8) + J_2^2(8) + J_3^2(8) + J_4^2(8) + J_5^2(8) + J_6^2(8) \right) = 0{,}653$$

p/ n = 6

$(6 \times 2) + 1 \Rightarrow \boxed{13 \text{ componentes}}$

$B_T = 2 \cdot n_o \cdot f_m$

$B_T = 2 \cdot 6 \cdot 15K \rightsquigarrow \boxed{B_T = 180 KHz}$

Anderson

2ª Parcial (2005 b) Anderson Sonehara

2,0 1) a) programa FM estereofônico 1,0

b) AWGN

3,0 2) AM-DSB PtoA) $A_c = 2V$

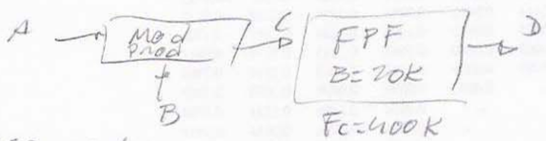
$A_m = 1V$

$f_c = 100K$ $\mu = ?$ $K_a = ?$ 3,0

$f_m = 3K$

$P_m = 2{,}49\,W$

PtoB $\rightarrow c(t) = 1.\cos(2\pi . 300K . t)$



a) Esboço no tempo pto A $\rightarrow$ máx e mín.

b) sinal em C (tempo)

c) $P_{m\acute{e}dia}$ em D $\rightarrow$ fazer pelo espectro, depois do FPF de 20K em 400K

2,5 3) SNR_o e SNR_c em AM-DSB 2,5

2,5 4) Hartley 2,5

/ • 3ª PARCIAL 2005-A - COM. 1 Anderson S. Sonehara (1)

Peso 2,5 (1) Nos sistemas de multiplexação TDM e PCM qual a finalidade do bloco
a) Quantizador? Descreva o problema que é minimizado pelo uso do bloco compressor.

b) Apresente o diagrama em blocos de sistema de deteção para um sinal modulado em FSK.
Explique a razão de cada bloco tomando p/ base um exemplo, demonstre o funcionamento do sistema apresentando os sinais nos seus diversos pontos.

3,0 (2) $g(t) = 2.\cos(60\pi t).\cos(800\pi t)$ é amostrado à taxa de 1000 amostras/seg.

a) Determine a expressão $G(f)$ e esboce (freq. e amplitude)

b) Expressão do sinal amostrado $G_\delta(f)$

c) Esboce o espectro de $G_\delta(f)$ p/ $n = -1; \emptyset; +1$

d) É possível recuperar $g(t)$ usando FPB? Em qual frequência?

$f_s = 1000\,Hz \Rightarrow T_s = \frac{1}{f_s}$

$g(t) = 2.\cos(60\pi t).\cos(800\pi t) = \cos(740\pi t) + \cos(860\pi t) = \cos(2\pi.370t) + \cos(2\pi.430.t)$

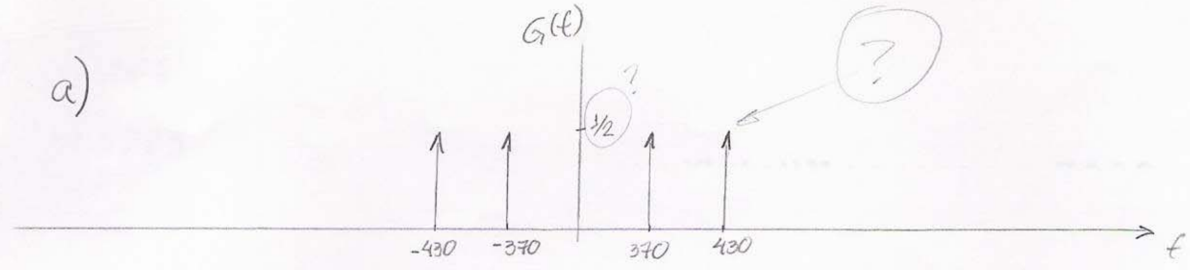
$G_\delta(f) = \frac{1}{T_s}\sum G\left(f - \frac{n}{T_s}\right)$

a) $G(f) = \frac{1}{2}\left[\delta(f-370) + \delta(f+370) + \delta(f-430) + \delta(f+430)\right]$

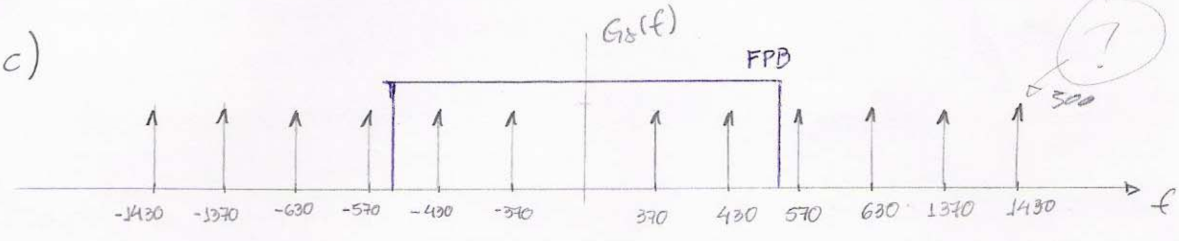
b) $G_\delta(f) = \frac{1000}{2}\sum_n \left\{\delta(f-370-1Kn) + \delta(f+370-1Kn) + \delta(f-430-1Kn) + \delta(f+430-1Kn)\right\}$

$$\begin{cases} n=1 \Rightarrow \delta(f-1370) + \delta(f-630) + \delta(f-1430) + \delta(f-570) \\ n=0 \Rightarrow \delta(f-370) + \delta(f+370) + \delta(f-430) + \delta(f+430) \\ n=-1 \Rightarrow \delta(f+630) + \delta(f-1370) + \delta(f+570) + \delta(f+1430) \end{cases}$$

a)



c)



d) Sim! filtro PASSA BAIXA em : $\boxed{430 < f < 570}$

3,0 ③ 4 sinais : num sistema TDM - PCM sem compressor:

$\cos(2\pi . 1000t)$, $\cos(2\pi 500t)$, $\cos(2\pi 5000t)$, $sen(2\pi 500t)$

a) Determine a menor freq. de amostragem possível p/ o sistema.

b) Qual a largura de espectro após o multiplexador? Considere a freq. de a)

c) Qual a tx. de transmissão em bps, do sistema se o sinal multiplexado é quantizado em 32 níveis e codificado?

a) Critério de Nyquist : $f_s \geq 2.W \rightarrow f = 2 \times 5000 = \boxed{10KHz}$

b) $T_s = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{10K} = 0,1\,ms$

$T_s = N.\tau \rightarrow 0,1m = 4.\tau \rightarrow \tau = 0,025\,ms$

$B_{mux} = \frac{1}{\tau} = \boxed{40KHz}$

c) $Q = 2^{\nu}$

$32 = 2^{\nu}$

$\boxed{\nu = 5}$

$\rightarrow B_{cod} = \nu . B_{mux} = 5 \times 40K = 200K$

$R_b = \frac{1}{T_b} \rightarrow \boxed{200K\,bps}$

(3)

(4) a) AMI

b) HDB3

Final - COM.1 - 05/09/05 - 2005A

Anderson Sonehara

1) Transformada de Fourier, (no espectro)

a) senos e cossenos

b) derivações sucessivas $s(f) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\left(e^{ia} + e^{ib} \ldots\right)$

↳ Quais os valores dos coeficientes?

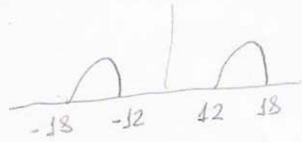
---

2) Oscilador Hartley

d) curva $J_x(\beta)$ onde é nulo (??)

---

3) Tx. de amostragem igual à 20Hz:



espectro

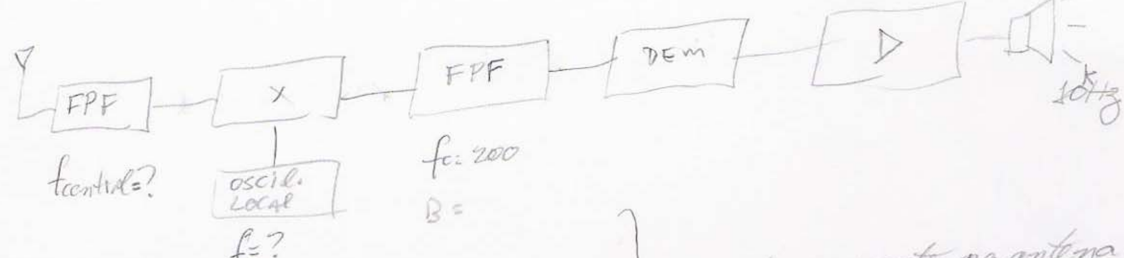
a) Representar o sinal em $|f| \leq 40Hz$.

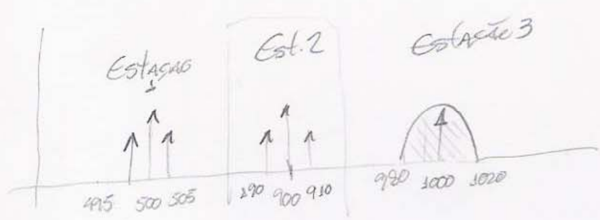
b) Pode ser recuperado? Como? Caso contrário, como?

c) Refazer p/ uma taxa de amostragem igual à 30Hz.

---

4) Um sistema de rádio c/ saída do sinal igual a 10kHz:





Espectro presente na antena.

a) Qual estação está sintonizada?

b) Qual a freq. central do 1º FPF?

c) Qual freq. do oscilador local?

d) Qual freq central após a 2ª FPF?

Good Luck!