COMUNICAÇÕES 1 - PROF. EMÍLIO C. G. WILLE – 1ª PROVA
ALUNO(A): Guilherme M. F. Pereira **DATA :** 15/04/05

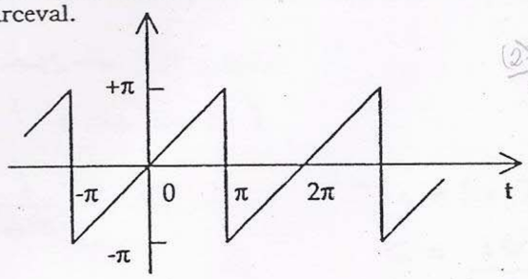
Obs 1 : Esta folha de questões deve ser devolvida junto com a prova.
Obs 2 : **Não serão consideradas respostas sem os respectivos cálculos e/ou justificativa.**

1) Responda :

a) Quais as limitações fundamentais da comunicação elétrica? Descreva detalhadamente cada uma delas.
b) Conceitue Modulação. Cite 3 (três) razões para o uso da Modulação. Descreva detalhadamente cada uma delas.

2) Dado o sinal periódico mostrado abaixo:

a) Calcule a potência média usando a integral para cálculo da potência.
b) Calcule a potência média contida no intervalo de frequências $|n.f_0| \leq 3/\pi$, utilizando o Teorema de Parceval.



$\frac{(2\pi t)}{2\pi} - \pi$

$t - \pi$

$\frac{1}{2\pi}\int \pi^2 . dt$

$t.\pi$

Dados:

$c_n = (j/n).\cos(n\pi)$;
$\lim_{n \to 0} c_n = 0$

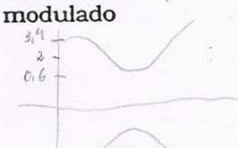
3) Um sinal FSK é transmitido à taxa de 1000 bps por um canal cuja fase é dada pela equação abaixo :

$$\beta(f) = -(f^2/159 + 24{,}5.f).10^{-3}$$

Empregou-se a frequência f_1 = 1200 Hz para representar o bit 1 e f_0 = 2200 Hz para o bit 0. Supondo que a informação transmitida é : 0101, pede-se :
a) Faça um esboço do sinal modulado que chega ao receptor indicando valores no tempo. A comunicação é viável neste caso? Porquê?
b) O máximo valor de f_0 se a taxa de transmissão passa a ser 500 bps? Obs : a Interferência Intersimbólica admitida é de 5%.

2ª P.

4) Um sinal modulado AM-DSB é aplicado ao ponto A do sistema mostrado na figura. Este sinal tem as seguintes características : A_{max} = 3.4V, A_{min}= 0.6V, f_c = 100KHz e f_m= 3KHz. No ponto B é aplicada uma portadora de amplitude unitária e freqüência f_1. O bloco "Produto" simplismente realiza o produto entre os sinais presentes nos pontas A e B. O FPF ideal tem largura de faixa B = 10 KHz, freqüência central = 400KHz e ganho unitário. Em D obtém-se um segundo sinal modulado AM-DSB. Pede-se:
a) O valor da potência média do sinal no ponto D.
b) Os possíveis valores para a freqüência f_1 da portadora no ponto B.



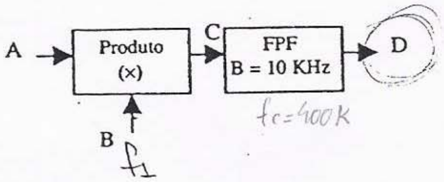
$\mu = \frac{3{,}4 - 0{,}6}{3{,}4 + 0{,}6} = 0{,}7$

$A_m = 1{,}4$

$\mu = K_a . A_m$

$K_a = \frac{0{,}7}{1{,}4} = 0{,}5$

$P_m = \frac{A_m^2}{2} = \frac{1{,}4^2}{2} = \boxed{980 mW}$



Sonehara

COMUNICAÇÕES 1 - PROF. EMÍLIO C. G. WILLE – 2ª 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.

1) Responda :

a) Considerando a modulação FM tonal, conceitue Desvio de Frequência e Índice de Modulação.
b) Como é realizado o controle da Interferência Intersimbólica nos sistemas de transmissão em banda base ? Qual é o Critério de Nyquist associado a este problema ?

2ª P.

2) Pretende-se usar um oscilador Hartley para produzir um sinal modulado FM. Este sinal deve apresentar as seguintes características : $f_i(t)_{max}$ = 1125 KHz quando m(t) = 3V e $f_i(t)_{min}$ = 875 KHz quando m(t) = -3V. Sua potência média deve ser de 50 W. Pede-se :

$\hookrightarrow Am=3$

a) Os valores de A_c, f_c e Δf.
b) Especifique C(t), ou seja, determine C_0 e k_c. ($L_1 = L_2$ = 317 μH).
c) A largura de espectro do sinal modulado (Carson e Curva) considerando o maior valor de f_m que ocasiona amplitude nula na componente espectral em f_c. [Obs: Utilize a curva de $J_n(\beta)$].

3ª P.

3) O sinal $g(t) = 10.\cos(2\pi 30t).\cos^2(2\pi 100t)$ é amostrado por um trem de impulsos periódicos.

a) Determine e esboce o espectro de G(f);
b) Determine o espectro do sinal amostrado $G_\delta(f)$, sabendo que fs = 430 Hz;
c) Esboce o espectro de $G_\delta(f)$ para n = -1,0,+1;
d) É possível recuperar g(t) a partir de $g_\delta(t)$ usando um FPB ideal? Em caso afirmativo, qual a frequência de corte do filtro ? Em caso negativo, por que ?

N=4

4) Quatro sinais, discriminados abaixo, são aplicados a um sistema TDM-PCM sem compressor. O sinal PCM obtido é transformado em HDB3 antes de ser transmitido. Os sinais de entrada são :

$$\cos(2\pi 1000t),\ \cos(2\pi 500t),\ \cos(2\pi 5000t),\ \text{sen}(2\pi 500t)$$

a) Determine a menor frequência de amostragem possível para o sistema.
b) Qual a Taxa de Transmissão, em bps, do sistema se o sinal multiplexado é quantizado em 64 níveis e codificado ?
c) Qual a largura de espectro do sinal após o multiplexador ?
d) Admitindo que os primeiros bits do sinal PCM sejam: 100001010000001, esboce o sinal HDB3 correspondente.

$\cos(a)\cdot\cos$

$$10\cos(2\pi 30t)\cdot\left(\frac{1+\cos(2\pi 200t)}{2}\right)$$

$G(f)\quad \delta(f - \quad) + \delta(\quad)$

Anderson S. Sonehara

COMUNICAÇÕES 1 - PROF. EMÍLIO C. G. WILLE – 3ª 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.

1. Responda :

a) O que é Aliasing? Porque ocorre tal fenômeno?
b) Cite 3 (três) fatores que normalmente são considerados na escolha/projeto de um Código de Linha. Faça uma breve descrisão/justificativa de cada um deles.

2. O sinal $g(t) = 5.[\cos(2\pi 70t)+\cos(2\pi 90t)].\cos(2\pi 10t)$ é amostrado por um trem de impulsos periódicos.

a) Determine a expressão de G(f) e faça um esboço (mostrando valores de frequência e amplitude).
b) Determine o espectro do sinal amostrado $G_\delta(f)$, sabendo que fs = 190 Hz;
c) Esboce o espectro de $G_\delta(t)$ para n = -1,0,+1;
d) É possível recuperar g(t) a partir de $g_\delta(t)$ usando um FPB ideal? Em caso afirmativo, qual a frequência de corte do filtro? Em caso negativo, por que?
e) Considerando g(t) como um sinal de Espectro Estreito, determine a menor frequência de amostragem permitida.

$\frac{1}{\delta}$ $\quad \frac{1}{2} + \frac{\cos(2\pi 600}{2}$

3. Cinco sinais, discriminados abaixo, são aplicados a um sistema $\boxed{\text{TDM}}$-PCM sem compressor.

$\cos(2\pi 1000t)$, $\cos(2\pi 500t)$, $\cos(2\pi 4000t)$, $\text{sen}(2\pi 500t)$, $\boxed{\cos^2(2\pi 300t)}$ $\quad \cos^2 a = \frac{1 + \cos 2a}{2}$

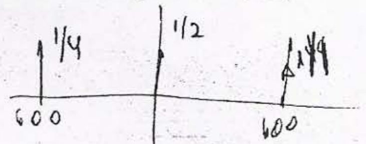
1500 Hz

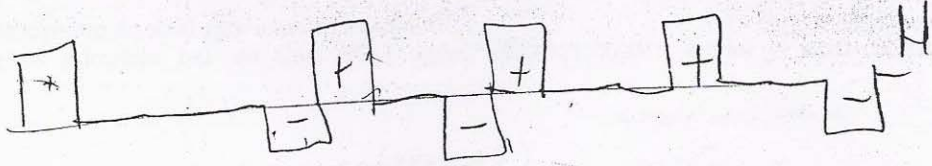
a) Determine a menor frequência de amostragem possível para o sistema.
b) Qual a largura de espectro do sinal após o multiplexador?
c) Qual a Taxa de Transmissão, em bps, do sistema se o sinal multiplexado é quantizado em 32 níveis e codificado?

$2^v = 32 \therefore v = 5$

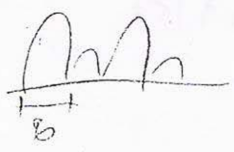
4. Dada a sequência binária 100001010000001, represente o sinal elétrico correspondente, no domínio do tempo, no formato:

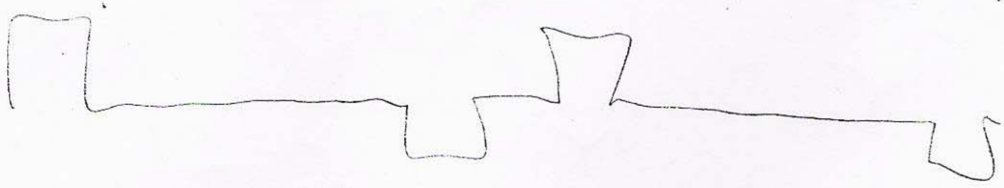
a) NRZI
b) Manchester
c) HDB3





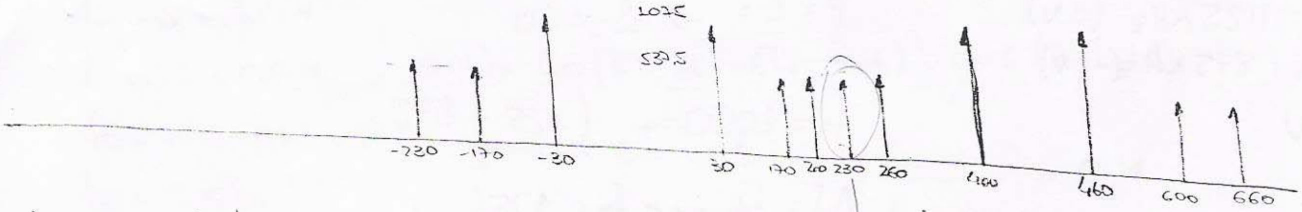
1 0000 10 1 0000 0001





$T_s = N \cdot \delta$

Anderson S. Sonehara



d) Não é possível recuperar → Sobreposição.

④ a) $f_{máx} = 5000\ Hz$

$f_s \geq 2 f_m \rightarrow f_s = 2.5000 = 10000\ Hz.$

SUEHARA

Sonehara

b) $r_b = ?$

64 níveis → $Q = 64$

$N = 4$ (4 canais)

$T_s = \frac{1}{10^4} = 10^{-4}$

$T_s = N.\tau$

$\tau = \frac{10^{-4}}{4} = 0{,}25.10^{-4} = 25\mu s$

$Q = 2^n$

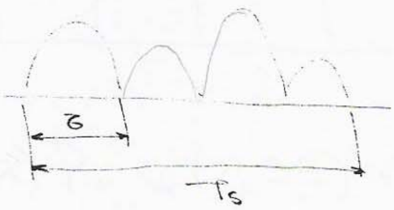
$64 = 2^n$

$n = 6$

$T_b = \frac{\tau}{n} = \frac{25\mu}{6} = 4{,}167\ \mu s$

$\boxed{r_b = 240\ kbps}$

c) $B = \frac{1}{\tau} = 40\ kHz$



② Oscilador Hartley

$f_i(t)_{max} = 1125\ KHz$ (3V)

$f_i(t)_{min} = 875\ KHz$ (−3V)

$P = 50W$

Δ_c, f_c, Δf

$P = \frac{\Delta_c^2}{2} \rightarrow \Delta_c = 10$

$f_o = 1000Hz$ $\left(\frac{1125 + 875}{2}\right)$

$\Delta f = f_{máx} - f_o = 125Hz$

$f_c = f_o = 1000Hz$

$L_1 = L_2 = 317\mu H$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C_o}} = 1000 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(634\mu)C_o}} \rightarrow C_o = 25{,}33\ nF$$

errado!

AM-DSB

$A_{max} = 3,4V$

$A_{min} = 0,6V$

$f_c = 100kHz$

$f_m = 3kHz$

FPF → $B = 10kHz$

$f_{central} = 400kHz$

$$s(t) = A_c[1 + k_a m(t)]\cos(2\pi f_c t)$$

$$s(t) = A_c[1 + \mu\cos(2\pi f_m t)]\cdot\cos(2\pi f_c t)$$

$$\mu = k_a \cdot A_m = \frac{A_{max} - A_{min}}{A_{max} + A_{min}} = 0,7$$

$$3,4 = A_c(1 + 0,7) \to \boxed{A_c = 2}$$

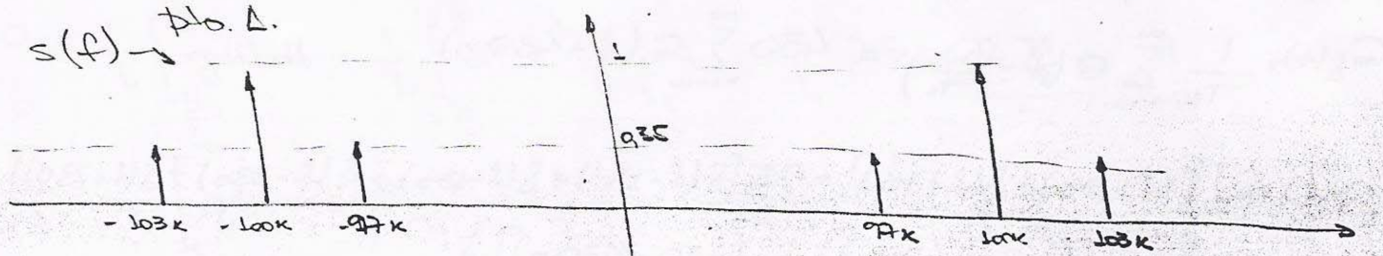
$$s(t) = 2[1 + 0,7\cos(2\pi 3000t)]\cdot\cos(2\pi 100000t)$$

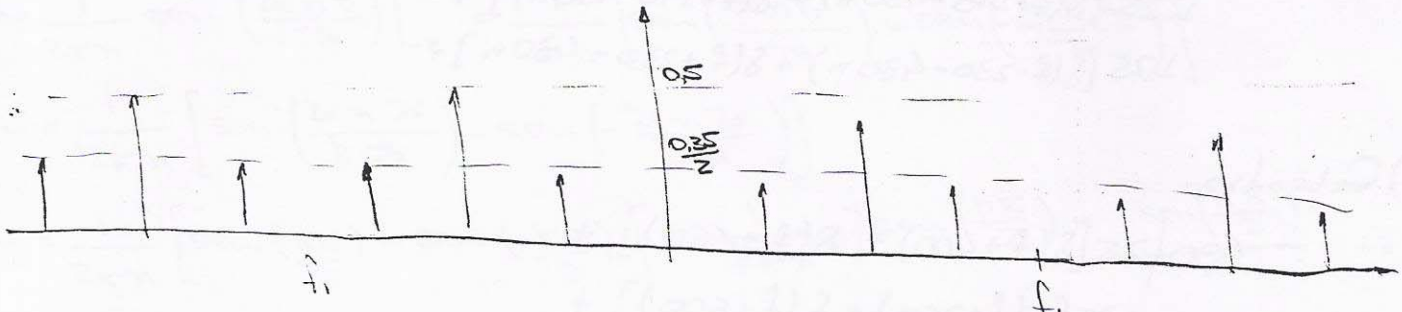
$$s(t) = [2 + 1,4\cos(2\pi 3000t)]\cos(2\pi 100000t)$$

$$s(t) = 2\cos(2\pi 100000t) + 1,4\cos(2\pi 3000t)\cos(2\pi 100000t)$$

$$= 2\cos(2\pi 100000t) + 1,4\cdot\frac{1}{2}[\cos(2\pi 97000t) + \cos(2\pi 103000t)]$$

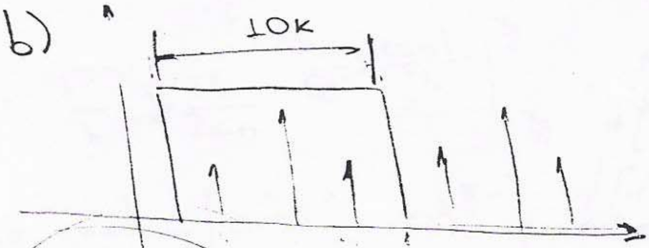
$$= 2\cos(2\pi 100000t) + 0,7\cos(2\pi 97000t) + 0,7\cos(2\pi 103000t)$$





a) $P = 2\cdot\left(2\left(\frac{0,35}{2}\right)^2 + (0,5)^2\right) = 622,5\cdot10^{-3}\ W$

b)



2ª prova

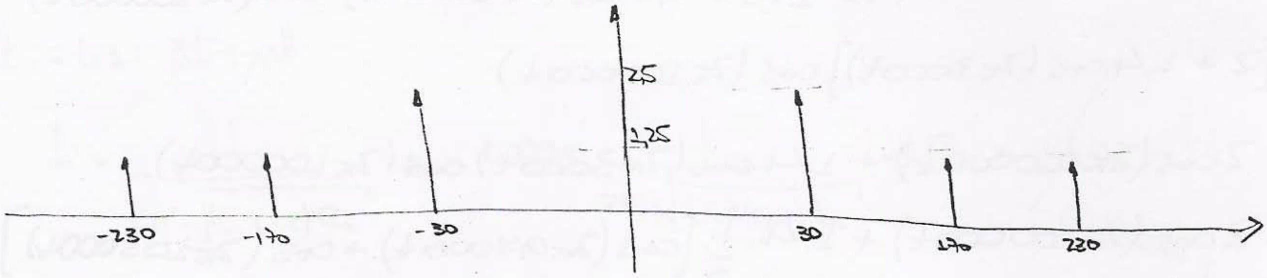
(3) $g(t) = 10\cos(2\pi 30t).\cos^2(2\pi 100t)$

$= 10\cos(2\pi 30t).\left[\dfrac{1+\cos(2\pi 200t)}{2}\right]$

$= 5\cos(2\pi 30t) + 5\cos(2\pi 30t).\cos(2\pi 200t)$

$= 5\cos(2\pi 30t) + \dfrac{5}{2}\left[\cos(2\pi 170t) + \cos(2\pi 230t)\right]$

$= 5\cos(2\pi 30t) + 2{,}5\cos(2\pi 170t) + 2{,}5\cos(2\pi 230t)$



b) $G_\delta(f) = ?$ $\quad f_s = 430\ Hz$

$$G_\delta(t) = \frac{1}{T_s}\sum_{n=\infty}^{\infty} G\left(f - \frac{n}{T_s}\right) = 430\sum_{n=-\infty}^{\infty} G(f-430n)$$

$$G(f) = \frac{5}{2}\left[\delta(f-30)+\delta(f+30)\right] + \frac{2{,}5}{2}\left[\delta(f-170)+\delta(f+170)+\delta(f-230)+\delta(f+230)\right]$$

$$G_\delta(t) = 430\sum_{n=-\infty}^{\infty} 2{,}5\left[\delta(f-30-430n)+\delta(f+30-430n)\right] +$$
$$1{,}25\left[\delta(f-170-430n)+\delta(f+170-430n)\right] +$$
$$1{,}25\left[\delta(f-230-430n)+\delta(f+230-430n\right].$$

c) Espectro.

$$n=-1 \rightarrow 430\left\{2{,}5\left[\delta(f+400)+\delta(f+460)\right] + 1{,}25\left[\delta(f+260)+\delta(f+600)\right] + 1{,}25\left[\delta(f+200)+\delta(f+660)\right]\right\}$$

$$n=0 \rightarrow 430\left\{2{,}5\left[\delta(f-30)+\delta(f+30)\right] + 1{,}25\left[\delta(f-170)+\delta(f+170)\right] + 1{,}25\left[\delta(f-230)+\delta(f+230)\right]\right\}$$

$$n=1 \rightarrow 430\left\{2{,}5\left[\delta(f-400)+\delta(f-460)\right] + 1{,}25\left[\delta(f-260)+\delta(f-600)\right] + 1{,}25\left[\delta(f-200)+\delta(f-230)\right]\right\}$$

3ª P.

3) a) $f_m = 4000\,Hz$

$f_s = 2 \cdot 4000 = 8\,kHz$

b) $B = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{\frac{T_s}{N}} = \frac{N}{T_s} = 5 \cdot 8k = 40\,kHz$

c) $Q = 2^{n}$

$32 = 2^{n}$

$n = 5$

$R_b = \frac{1}{T_b} = \frac{1}{\frac{\tau}{n}} = \frac{n}{\tau} = \frac{n}{\frac{T_s}{N}} = \frac{Nn}{T_s} = 5 \cdot 5 \cdot 8k$

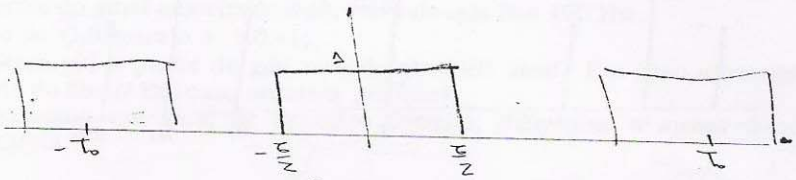
$\boxed{R_b = 200\,kbps}$

Apostila

① Periódico

$\Delta = 1$

$\tau = \frac{T_0}{2}$



$$a_0 = \frac{1}{T_0}\int_{-\frac{T_0}{2}}^{\frac{T_0}{2}} g(t)\,dt = \frac{1}{T_0}\int_{-\frac{T_0}{2}}^{\frac{T_0}{2}} dt = \frac{1}{T_0}\int_{-\tau}^{\tau} dt = \frac{1}{T_0}\,2\tau = \frac{2\frac{T_0}{2}}{T_0} = \frac{1}{2}$$

$$a_n = \frac{1}{T_0}\int_{-\frac{T_0}{2}}^{T_0/2} g(t)\cos\left(\frac{2\pi n t}{T_0}\right) = \frac{1}{T_0}\int_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}}\cos\left(\frac{2\pi n t}{T_0}\right)dt = \frac{1}{T_0}\cdot\frac{T_0}{2\pi n}\int_{-\tau}^{\tau}\cos\left(\frac{2\pi n t}{T_0}\right)\frac{2\pi n\,dt}{T}$$

$$a_n = \frac{1}{2\pi n}\,\mathrm{sen}\left(\frac{2\pi n t}{T_0}\right)\Big|_{-\tau}^{\tau} = \frac{1}{2\pi n}\left[\mathrm{sen}\left(\frac{2\pi n\tau}{T_0}\right) - \mathrm{sen}\left(-\frac{2\pi n\tau}{T_0}\right)\right]$$

$$a_n = \frac{1}{2\pi n}\left[\mathrm{sen}\left(\frac{\cancel{2}\pi n \cancel{T_0}}{\cancel{2}\,\cancel{T_0}}\right) - \mathrm{sen}\left(-\frac{2\pi n T_0}{2 T_0}\right)\right]$$

$$a_n = \frac{1}{2\pi n}\left[\mathrm{sen}\left(\frac{n\pi}{2}\right) - \mathrm{sen}\left(-\frac{\pi n}{2}\right)\right] = \frac{1}{\cancel{2}\pi n}\cdot\cancel{2}\,\mathrm{sen}\left(\frac{n\pi}{2}\right) = \frac{\mathrm{sen}\left(\frac{n\pi}{2}\right)}{\pi n}$$

② $$C_n = \frac{1}{T_0}\int_{-\frac{T_0}{2}}^{\frac{T_0}{2}} g_p(t)\,e^{-j\frac{2\pi n t}{T_0}}\,dt = \frac{1}{T_0}\int_{-\frac{T_0}{4}}^{\frac{T_0}{4}} e^{-j\frac{2\pi n t}{T_0}}\,dt$$

$$C_n = \frac{1}{T_0}\cdot j\frac{T_0}{2\pi n}\,e^{-j\frac{2\pi n t}{T_0}}\Big|_{-\frac{T_0}{4}}^{\frac{T_0}{4}} = j\frac{1}{2\pi n}\left[e^{-j\frac{2\pi n\cdot\frac{T_0}{4\,2}}{T_0}} - e^{+j\frac{2\pi n\frac{T_0}{4\,2}}{T_0}}\right]$$

$$C_n = j\frac{1}{2\pi n}\left[e^{-j\frac{\pi}{2}n} - e^{j\frac{\pi}{2}n}\right]$$

* 3ª prova *

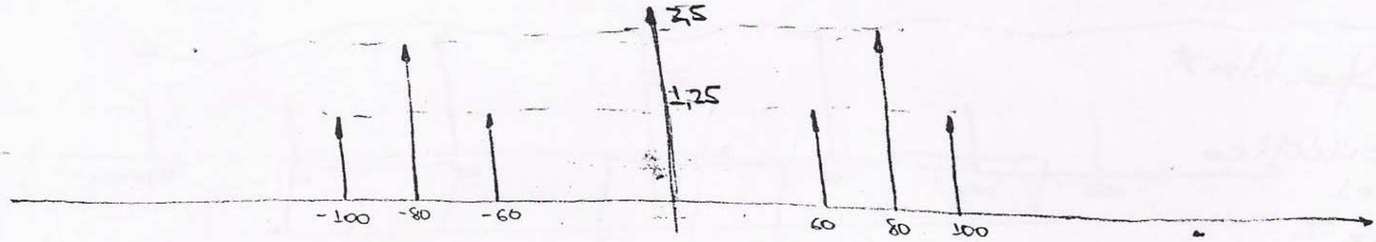
(2) $g(t) = 5[\cos(2\pi 70t) + \cos(2\pi 90t)] \cdot \cos(2\pi 10t)$

$= 5[\cos(2\pi 70t)\cos(2\pi 10t) + \cos(2\pi 90t)\cos(2\pi 10t)]$

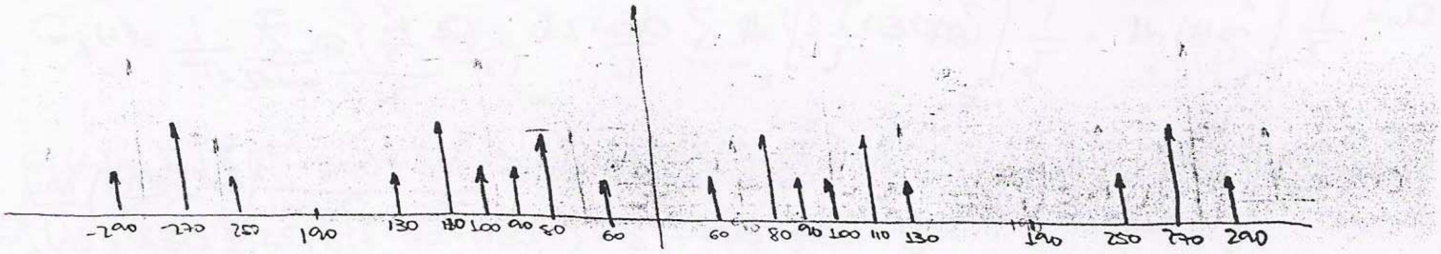
$= 5[\cos(2\pi 60t) + \cos(2\pi 80t) + \cos(2\pi 100t) + \cos(2\pi 80t)]$

$= \frac{5}{2}[\cos(2\pi 60t) + 2\cos(2\pi 80t) + \cos(2\pi 100t)]$

$G(f) = \frac{2{,}5}{2}\{\delta(f-60) + \delta(f+60) + 2[\delta(f-80) + \delta(f+80)] + \delta(f-100) + \delta(f+100)\}$



b) $f_s = 190\ Hz$



c) $G_\delta(f) \rightarrow$ Já foi.

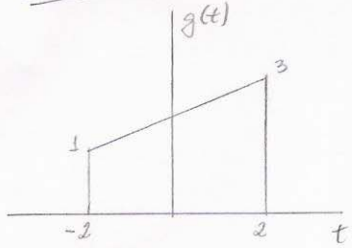
d) Nem. Sobreposição.

e) $f_s = \dfrac{2 f_m}{INT\left\{\frac{f_m}{B}\right\}} = \dfrac{2.100}{INT\left\{\frac{100}{40}\right\}} = 100\ Hz.$

$\int u\,dv = uv - \int v.du$ **1ª P.**

(Anderson Sanchara
1ª Parcial
COM1)

- Autocorrelação:

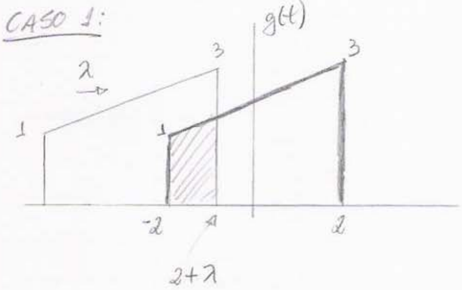


$$g(t) = \frac{t}{2} + 2 \quad , \quad -2 \leq t \leq 2$$

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

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

- CASO 1:



$$\left.\begin{array}{l} 2+\lambda = -2 \Rightarrow \lambda = -4 \\ 2+\lambda = 2 \Rightarrow \lambda = 0 \end{array}\right\} \boxed{-4 \leq \lambda \leq 0}$$

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

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

$$Rg(\lambda) = \int_{-2}^{2+\lambda} \left(\frac{t+4}{2}\right) \cdot \left(\frac{t-\lambda+4}{2}\right).dt = \frac{1}{4}\int_{-2}^{2+\lambda} (t^2 - t\lambda + 4t + 4t - 4\lambda + 16).dt$$

$$Rg(\lambda) = \frac{1}{4} \cdot \int_{-2}^{2+\lambda} (t^2 + 8t - t\lambda - 4\lambda + 16).dt = \frac{1}{4}\left[\frac{t^3}{3} + \frac{8t^2}{2} - \frac{\lambda t^2}{2} - 4\lambda t + 16t\right]_{-2}^{2+\lambda}$$

$$= \frac{1}{4}\left[\frac{8 + 3.2^2\lambda + 3.2\lambda^2 + \lambda^3}{3} + 4(4 + 4.\lambda + \lambda^2) - \frac{\lambda}{2}(4 + 4\lambda + \lambda^2) - 8\lambda - 4\lambda^2 + 32 + 16\lambda \right.$$

$$\left. + \frac{8}{3} - 16 + \lambda 2 - 8\lambda + 32\right]$$

$$= \frac{1}{4}\left[\frac{8 + 12\lambda + 6\lambda^2 + \lambda^3}{3} + 16 + 16\lambda + 4\lambda^2 - 2\lambda - 2\lambda^2 - \frac{\lambda^3}{2} - 8\lambda - 4\lambda^2 + 32 + 16\lambda \ldots\right.$$

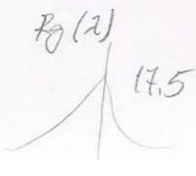
....

$$Rg(\lambda) = \int_{-2}^{2+\lambda} \left(\frac{t}{2} + 2\right) \cdot \left(\frac{t-\lambda}{2} + 2\right).dt = \left(\frac{t-\lambda}{2} + 2\right) \cdot \left(\frac{t^2}{4} + 2t\right)$$

$$-\frac{+\lambda^3 - 120\lambda - 416}{24}$$

Resp. do professor

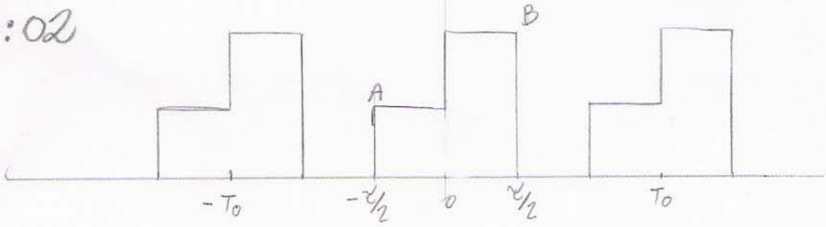
$$\frac{\lambda^3 - 120\lambda + 416}{24}$$



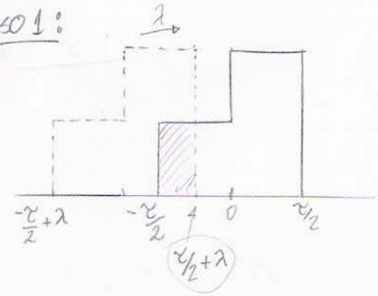
Ex: 02

• Autocorrelação: 1ª P.

Anderson Sonehara
26.10.05



• CASO 1:

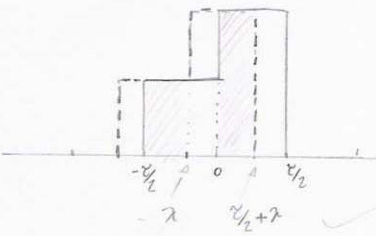


$\frac{\tau}{2}+\lambda=-\frac{\tau}{2} \rightarrow \lambda=-\tau$ | $\frac{\tau}{2}+\lambda=0 \rightarrow \lambda=-\frac{\tau}{2}$

• $R_{gp}(\lambda)=\frac{1}{T_0}\int_{-\tau/2}^{\tau/2+\lambda} A.B.dt = \boxed{\frac{A.B}{T_0}(\tau+\lambda)}$

$\boxed{-\tau \leq \lambda \leq -\frac{\tau}{2}}$

• CASO 2:



• $R_{gp}(\lambda)=\frac{1}{T_0}\left[\int_{-\tau/2}^{\lambda} A.A.dt+\int_{\lambda}^{0} A.B.dt+\int_{0}^{\tau/2+\lambda} B.B.dt\right]$

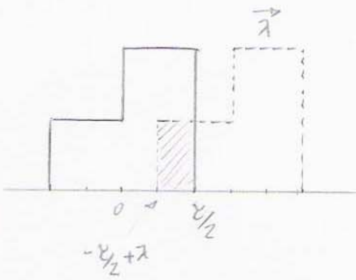
$\boxed{• R_{gp}(\lambda)=\frac{1}{T_0}\left[A^2\left(\lambda+\frac{\tau}{2}\right)+A.B(-\lambda)+B^2\left(\frac{\tau}{2}+\lambda\right)\right]}$

$\boxed{-\frac{\tau}{2} \leq \lambda \leq 0}$

$\frac{\tau}{2}+\lambda=0 \therefore \lambda=-\frac{\tau}{2}$ | $\frac{\tau}{2}+\lambda=\frac{\tau}{2} \therefore \lambda=0$

$-\frac{\tau}{2}+\lambda=0 \therefore \lambda=\frac{\tau}{2}$ | $-\frac{\tau}{2}+\lambda=\frac{\tau}{2} \therefore \lambda=\tau$

• CASO 3:

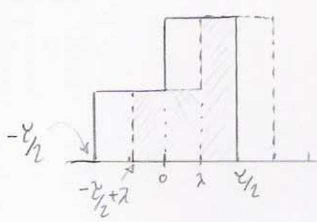


• $R_{gp}(\lambda)=\frac{1}{T_0}\int_{-\frac{\tau}{2}+\lambda}^{\tau/2} A.B.dt = \boxed{\frac{A.B}{T_0}(\tau-\lambda)}$

$\boxed{\tau \leq \lambda \leq \tau/2}$

$-\frac{\tau}{2}+\lambda=-\frac{\tau}{2} \therefore \lambda=0$ | $-\frac{\tau}{2}+\lambda=0 \therefore \lambda=\frac{\tau}{2}$

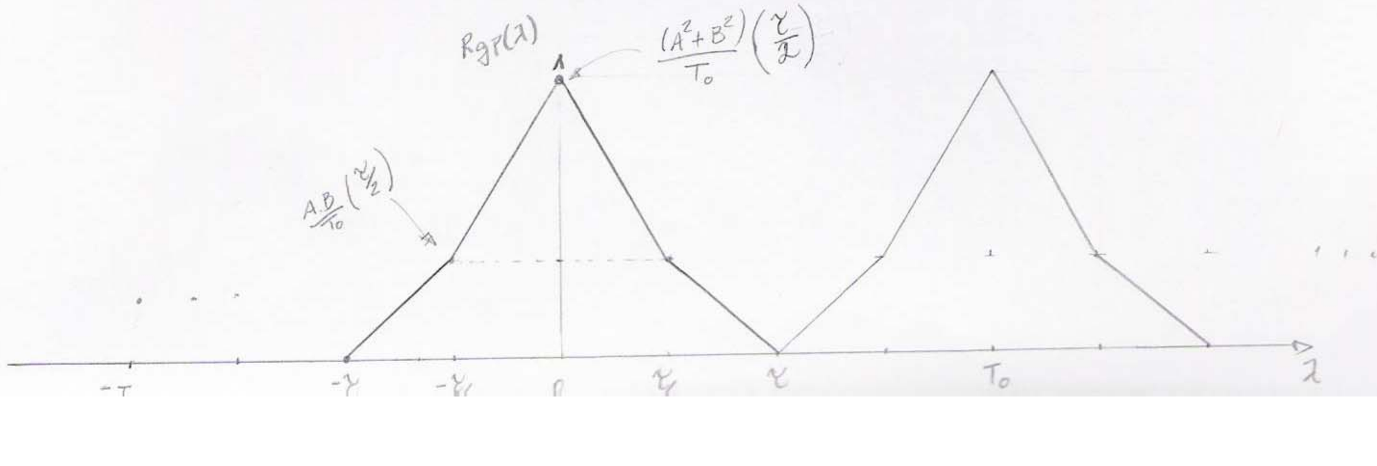
• CASO 4:

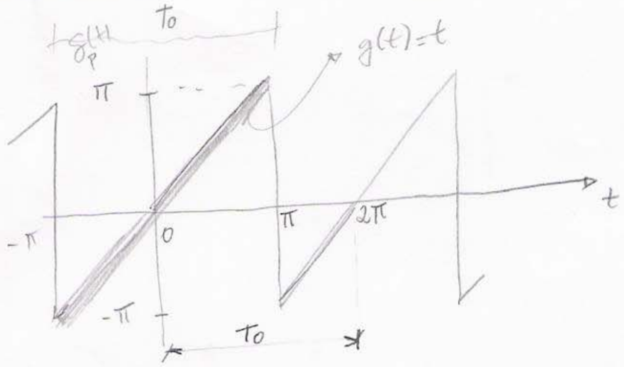


• $R_{gp}(\lambda)=\frac{1}{T_0}\left[\int_{-\tau/2+\lambda}^{0} A.A.dt+\int_{0}^{\lambda} A.B.dt+\int_{\lambda}^{\tau/2} B.B.dt\right]$

$\boxed{• R_{gp}(\lambda)=\frac{1}{T_0}\left[A^2\left(\frac{\tau}{2}-\lambda\right)+A.B(\lambda)+B^2\left(\frac{\tau}{2}-\lambda\right)\right]}$

$\boxed{0 \leq \lambda \leq \frac{\tau}{2}}$





• Pot média? (integral)

1ª P.

$\int_{T_0}$

$$P = \frac{1}{T_0}\int_{-T_0/2}^{T_0/2} |g_p(t)|^2 . dt$$ (Pot. Integral)

$$P = \frac{1}{2\pi}\left[\int_{-\pi}^{\pi} t^2 . dt\right] = \frac{1}{2\pi}\left[\frac{t^3}{3}\right]_{-\pi}^{\pi} = \frac{1}{2\pi}\left[\frac{\pi^3}{3} + \frac{\pi^3}{3}\right] = \frac{1}{2\pi}\cdot\frac{2\pi^3}{3} = \frac{\pi^2}{3} = \boxed{3,29\ W}$$

$|n . f_0| \leq \frac{2}{\pi}$ ← intervalo de frequências

• Pot. M. (Parceval)

$$\begin{cases} -\frac{2}{\pi} \leq n . f_0 \leq \frac{2}{\pi} \\ -\frac{4}{T_0} \leq \frac{n}{T_0} \leq \frac{4}{T_0} \\ -4 \leq n \leq 4 \end{cases}$$

, como: $\begin{cases} 2\pi = T_0 \\ \frac{1}{\pi} = \frac{2}{T_0} \end{cases}$ $\pi = \frac{T_0}{2}$

Cn é dado!

$$\Rightarrow P = |C_0| + 2\sum_{n=1}^{4} |C_n|^2$$ (Parceval)

$C_{-4} + C_{-4} \dots \quad C_0 \quad C_4 \quad C_4$ x2

$$P = 0 + 2\left[\left(\frac{1}{1}\cdot\cos\pi\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\cos 2\pi\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\cdot\cos 3\pi\right)^2 + \left(\frac{1}{4}\cdot\cos 4\pi\right) + \left(\frac{1}{5}\ \dots\dots\right)\right.$$

$$P = 2\left[1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{9} + \frac{1}{16} + \frac{1}{25} + \frac{1}{36}\right] = \boxed{2,98}\ W$$

$$\frac{1}{49} + \frac{1}{64} + \frac{1}{81} + \frac{1}{100} + \frac{1}{121} + \frac{1}{144} + \frac{1}{169} + \frac{1}{196} + \frac{1}{225} + \frac{1}{256} + \frac{1}{289} + \frac{1}{324} + \frac{1}{361} + \frac{1}{400}$$