

## Teoria de Comunicações (FGA - 203815) Segunda Prova 05/novembro/2015

Prova **sem** consulta.

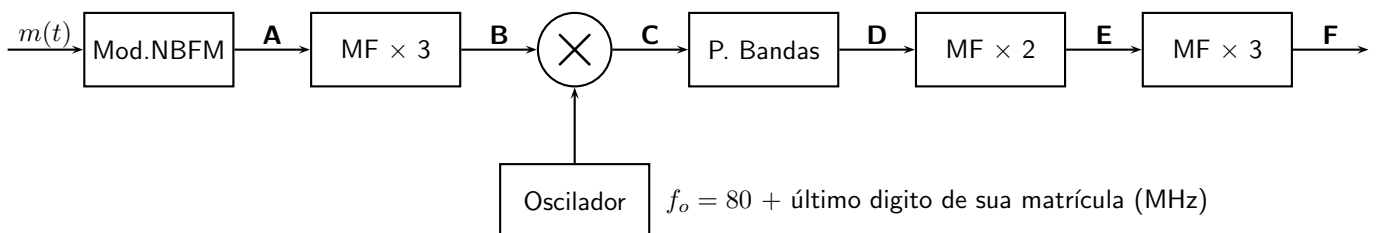
Nome: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_

Questão	1	2	3	4	5	Total
Pontos	25	25	10	20	20	100
Nota						

**Questão 1** ..... 25 Pontos  
(Adaptado, Haykin). Um aluno, em um laboratório, gera um sinal FM com portadora de 200 KHz, amplitude 10V e sinal modulante senoidal, com frequência de 1 KHz. O desvio de frequência usado é desconhecido, e o aluno realiza o seguinte experimento:

- Fixa a amplitude do sinal modulante  $A_m$  em 0 V e observa, em um analisador de espectro, a amplitude da raia correspondente à frequência da portadora. Descreva qualitativamente o que o aluno deveria observar quando aumenta gradualmente  $A_m$ , em termos da largura de banda do sinal modulado.
- Se o aluno observa que a amplitude portadora é nula para  $A_m = 2V$ , determine  $k_f$  em Hz/V;
- Para que amplitude de  $A_m$  o aluno observa pela segunda vez a anulação da frequência da portadora?
- Estime a amplitude necessária para que a raia em 201 KHz se anule.

**Questão 2** ..... 25 Pontos  
Dado o transmissor Armstrong mostrado na figura, preencha a tabela com as características dos sinais FM (frequência e desvio de frequência) nos pontos assinalados. Especifique exatamente qual a frequência central do filtro passa-bandas e sua largura de banda mínima para acomodar o sinal de entrada, sabendo que há uma restrição: os filtros passa-bandas disponíveis para uso têm frequência central acima de 30 MHz.



Ponto	Frequência (MHz)	$\Delta f$ (KHz)	Ponto	Frequência (MHz)	$\Delta f$ (KHz)
<b>A</b>	21	0.7	<b>D</b>		
<b>B</b>			<b>E</b>		
<b>C</b>			<b>F</b>		

**Questão 3** ..... 10 Pontos

Em um sistema de transmissão digital em banda-base, utilizam-se pulsos retangulares RZ com sinalização polar. Para aumentar a robustez da transmissão, os bits são agrupados sequencialmente em blocos de 5 bits, da seguinte forma: os primeiros 4 fazem parte da sequência original de bits e adiciona-se, após o quarto bit, um quinto que é uma réplica do primeiro. Os 5 bits são transmitidos, e o processo se repete para os próximos 4 bits da sequência original. Nestas condições, calcule a DEP do trem de pulsos transmitido.

**Questão 4** ..... 20 Pontos

Um sinal de telemetria analógico deve ser convertido em um sinal PCM com sinalização binária polar, utilizando pulsos cosseno levantado com fator de roll-off de 50%. O sinal deve ser transmitido em banda-base em um canal de faixa estreita, limitado em 4 KHz. Suponha que o quantizador PCM seja linear e tenha 16 níveis.

- (5) (a) Se o sinal puder ser representado por uma senóide que percorra toda a faixa dinâmica do conversor A/D, qual o valor da relação sinal-ruído de quantização?
- (5) (b) Qual a taxa máxima de transmissão permitida pelo sistema, sem introduzir IES?
- (5) (c) Qual a frequência máxima do sinal de telemetria analógico?
- (5) (d) Repita o item anterior, caso a transmissão seja feita usando 4-PAM ao invés de binária.

**Questão 5** ..... 20 Pontos

No esquema *duobinário modificado*, as amostras dos pulsos  $p_{DM}(t)$  satisfazem a seguinte relação:

$$p_{DM}(kT_b) = \begin{cases} 1 & \text{se } k = 0, \\ 0 & \text{se } k = 1, \\ -1 & \text{se } k = 2, \\ 0 & \text{caso contrário.} \end{cases}$$

Considere uma transmissão de pulsos duobinários modificados, usando sinalização polar.

- (10) (a) Quais as amostras do sinal transmitido, correspondente à sequência de bits **0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0**?
- (10) (b) Expresse um pulso  $p_{DM}(t)$  em função de pulsos que satisfazem o primeiro critério de Nyquist  $p_{1C}(t)$  e encontre a fórmula de seu espectro. Faça uma comparação qualitativa do esquema duobinário modificado com o duobinário, com base no módulo da expressão obtida.

# Formulário

## Funções de Bessel

$\beta$	$J_0$	$J_1$	$J_2$	$J_3$	$J_4$	$J_5$	$J_6$	$J_7$	$J_8$	$J_9$	$J_{10}$	$J_{11}$	$J_{12}$
0,25	0,98	0,12	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	0,94	0,24	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,8	0,85	0,37	0,07	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,0	0,77	0,44	0,11	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0,51	0,56	0,23	0,06	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
2,0	0,22	0,58	0,35	0,13	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0
2,40	0	0,52	0,43	0,20	0,065	0,016	0	0	0	0	0	0	0
3,0	-0,26	0,34	0,49	0,31	0,13	0,04	0,01	0	0	0	0	0	0
4,0	-0,4	-0,07	0,36	0,43	0,28	0,13	0,05	0,02	0	0	0	0	0
5,0	-0,18	-0,33	0,05	0,36	0,39	0,26	0,13	0,05	0,02	0,01	0	0	0
5,52	0	-0,34	-0,123	0,25	0,40	0,32	0,19	0,09	0,03	0,01	0	0	0
6,0	0,15	-0,28	-0,24	0,11	0,36	0,36	0,25	0,13	0,06	0,02	0,01	0	0
7,0	0,3	0	-0,3	-0,17	0,16	0,35	0,34	0,23	0,13	0,06	0,02	0,01	0
8,0	0,17	0,23	-0,11	-0,29	-0,11	0,19	0,34	0,32	0,22	0,13	0,06	0,03	0,01
8,65	0	0,27	0,062	-0,243	-0,23	0,03	0,27	0,34	0,29	0,18	0,1	0,05	0,02

## Modulação Analógica PM, FM

$$\varphi_{\text{PM}}(t) = A_c \cos(2\pi f_c t + k_P m(t))$$

$$B_T = 2 B_m(\beta + 1) = 2(\Delta f + B_m)$$

$$\varphi_{\text{FM}}(t) = A_c \cos\left(2\pi f_c t + 2\pi k_F \int_{-\infty}^t m(\alpha) d\alpha\right)$$

$$\beta_{\text{FM}} = \frac{k_F m_P}{B_m}$$

$$e^{j\beta \sin(2\pi f_m t)} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_n(\beta) e^{-j2\pi n f_m t}$$

$$\beta_{\text{PM}} = \frac{k_P \dot{m}_P}{2\pi B_m}$$

## Quantização e Codificação de Linha

$$R_x(\tau) = \frac{1}{T_b} \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} R_n \delta(\tau - nT_b)$$

$$B_t = \frac{R_s}{2} (1 + r) \text{ (banda-base)}$$

$$R_n = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{T_b}{T} \sum_k a_k a_{k+n}$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{QUANT}}^{\text{PCM}} = 3 \cdot 2^{2n} \cdot \frac{P_m}{m_p^2}$$

$$S_y(f) = |P(f)|^2 S_x(f)$$

$$\Delta V = \frac{2m_p}{L}$$

$$S_y(f) = \frac{|P(f)|^2}{T_b} \left[ \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} R_n e^{-j2\pi n f T_b} \right]$$

$$E > \frac{2\pi A f_0}{f_s} \text{ (senóide)}$$