

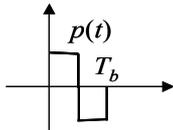
# Teoria das Comunicações

## Lista de Exercícios 3.2 Comunicações Digitais

Prof. André Noll Barreto

### Exercício 1 (7.2-2, Lathi, 3a Ed)

a) Uma seqüência de dados binária **100110...** é transmitida usando um código de Manchester com o pulso  $p(t)$  abaixo. Esboce o sinal transmitido  $y(t)$ .



b) Determine e esboce a densidade espectral de potência  $S_y(f)$  do sinal do item (a)

### Exercício 2 (7.3-1)

Um sinal binário com taxa de 6 kbits/s é transmitido em um canal com largura de banda 4kHz usando pulsos que satisfazem o critério de Nyquist. Determine o fator de roll-off  $r$  máximo que pode ser utilizado.

### Exercício 3 (7.3-2)

Um sistema de telemetria fornece 8 medidas analógicas, cada uma com largura de banda de 4kHz. Amostras deste sinal são multiplexadas no tempo, quantizadas e codificadas binariamente. O erro de quantização não pode ser maior que 1% da amplitude de pico.

- Determine  $L$ , o número de níveis de quantização
- Qual a largura de banda de transmissão, se pulsos com o critério de Nyquist com fator de roll-off  $r = 0,2$  são utilizados? A taxa de amostragem deve ser ao menos 25% acima da taxa de Nyquist.

### Exercício 4 (7.3-3)

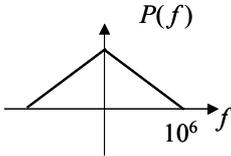
Uma linha telefônica com largura de banda 3kHz é utilizada para transmitir dados binários. Calcule a taxa de dados (em bits/s) que pode ser transmitida se for utilizada:

- sinalização polar com pulsos retangulares de largura  $T_b/2$
- sinalização polar com pulsos retangulares de largura  $T_b$
- sinalização polar usando pulsos de Nyquist com  $r = 0,25$
- sinalização bipolar com pulsos retangulares de largura  $T_b/2$
- sinalização bipolar com pulsos retangulares de largura  $T_b$

# Teoria das Comunicações

## Exercício 5 (7.3-4)

A transformada de Fourier  $P(f)$  do pulso  $p(t)$  utilizado em um sistema de comunicações binário é mostrado abaixo.



- pelos dados de  $P(f)$ , explique se este pulso satisfaz o critério de Nyquist.
- encontre  $p(t)$  e verifique se este pulso satisfaz o critério de Nyquist.
- Se o pulso satisfaz o critério de Nyquist, qual a taxa de transmissão e qual o fator de roll-off.

## Exercício 6 (7.3-10)

Em um sinal binário utilizando pulsos duobinários, os valores de amostra são:

1 2 0 -2 -2 0 0 -2 0 2 0 0 2 0 0 0 -2

- Ocorreu algum erro de detecção? Por quê?
- Se não ocorreu nenhum erro, qual a sequência de bits recebida?

## Exercício 7 (7.3-11)

Em um sinal binário utilizando pulsos duobinários, os valores de amostra são:

1 2 0 0 0 -2 0 0 -2 0 2 0 0 -2 0 2 2 0 -2

- Ocorreu algum erro de detecção? Por quê?
- Supondo que ocorreu apenas um erro, ache uma possível sequência transmitida (existem várias soluções)

# Teoria das Comunicações

## Exercício 8 (7.5-1)

Em um sistema de comunicações binário utilizando pulsos que satisfazem o critério de Nyquist, um pulso recebido  $p_r(t)$  tem os seguintes valores nos instantes de amostragem

$$p_r(0) = 1$$

$$p_r(T_b) = 0,1$$

$$p_r(-T_b) = 0,3$$

$$p_r(2T_b) = -0,02$$

$$p_r(-2T_b) = -0,07$$

Determine os coeficientes de um equalizador de 3 taps.

## Exercício 9 (7.6-1)

Um sinal binário é recebido com amplitude  $A_p = 0,0015$ . Determine a probabilidade de erro de detecção se o ruído do canal é Gaussiano com média nula e desvio padrão 0,0003.

- Supondo nenhuma interferência intersimbólica, qual a probabilidade de erro para sinalização polar?
- Repita o item (a) para sinalização on-off.
- Repita o item (c) para sinalização bipolar.
- Determine a potência recebida nos três casos, supondo pulsos retangulares com largura igual a  $T_b/2$ .
- Para que a probabilidade de erro seja igual nos três casos, e tomando a sinalização polar como referência, qual deve ser a potência recebida para sinalização on-off e bipolar?

## Exercício 10 (7.7-1)

Em um sistema de sinalização  $M$ -ário com  $M = 16$ ,

- determine a largura de banda de transmissão mínima exigida para transmitirmos dados a 12kbps/s sem interferência entre símbolos.
- determine a largura de banda de transmissão se pulsos de Nyquist com roll-off  $r = 0,2$  forem utilizados.

# Teoria das Comunicações

## Exercício 11 (7.7-3)

Dados binários são transmitidos a uma taxa de  $R_b$  bps. A fim de se reduzir a largura de banda do sinal decidiu-se usar sinalização com 8 níveis de amplitude. Qual a redução na largura de banda? O quanto devemos aumentar a potência, se quisermos manter a mesma separação entre as amplitudes do pulso em ambos os casos?

## Exercício 12 (7.7-5)

Um sinal analógico com largura de banda 10kHz é amostrado a uma taxa de 24kHz, quantizado em 256 níveis e codificado utilizando pulsos  $M$ -ários satisfazendo o critério de Nyquist com fator de roll-off  $r = 0,2$ . Um canal com largura de banda 30kHz está disponível para a transmissão de dados. Determine o menor valor aceitável de  $M$ .

## Exercício 13 (7.8-1 a 7.8-3)

Em um esquema de transmissão binário transmite bits a uma taxa de 1 Mbps. É gerado inicialmente um sinal em banda base com codificação polar com pulsos de largura  $T_b$ . Posteriormente, este sinal é modulado em banda passante por um esquema de modulação digital.

- Se o modulador for PSK, qual a largura de banda do sinal modulado?
- E se o modulador for FSK, com diferença entre frequências  $f_{c_1} - f_{c_0} = 100 \text{ kHz}$ , qual a largura de banda?
- Repita os itens anteriores se forem utilizados pulsos satisfazendo o critério de Nyquist, com  $r=0,2$ .
- Repita os itens (a) e (b) considerando modulação com  $M=4$  níveis.