

Primeira Lista de Exercícios

1 – Caracterize:

- Transmissão em Banda-Base (apresente um exemplo de espectro de transmissão).
- Transmissão em Banda Passante (apresente um exemplo de espectro de transmissão).

2 – Explique a função de cada bloco no diagrama da Figura 1.

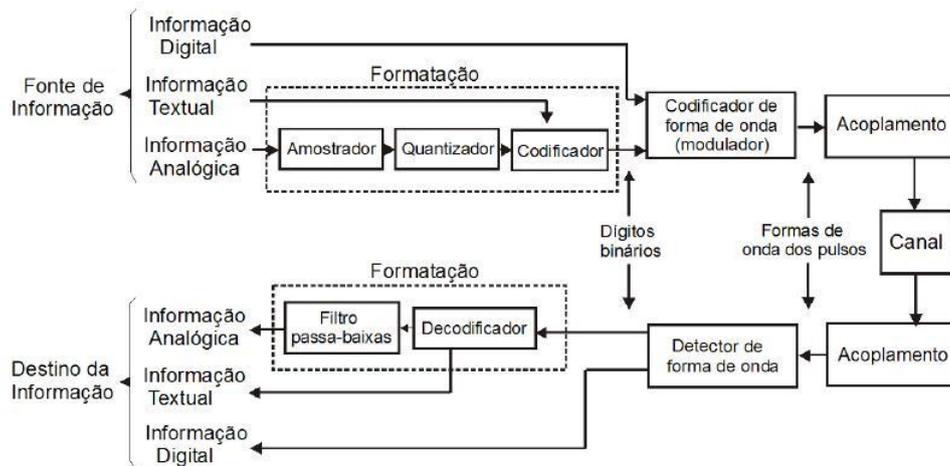


Figura 1 - Sistema de comunicação digital

3 - Qual a importância da codificação de forma de onda?

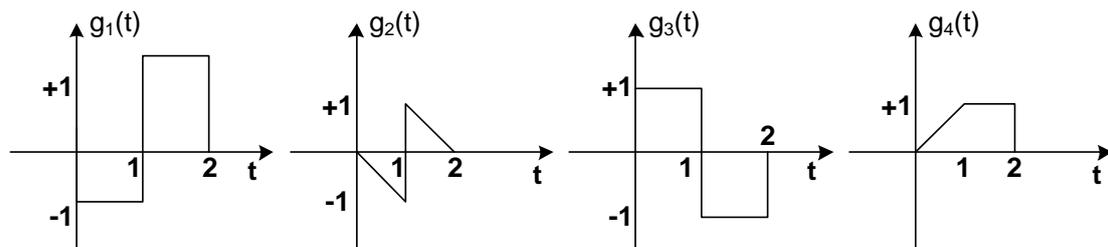
4 – Comente as principais características que têm que ser observadas na relação entre canal e sinal transmitido.

5 – O que é uma sinalização antipodal?

6 – Qual o objetivo do filtro casado?

7 – Considerando que a resposta ao impulso do filtro de transmissão seja $g(t)$ apresente a expressão da resposta ao impulso do filtro casado, $h(t)$.

8 – Desenhe a resposta ao impulso do Filtro Casado considerando os seguintes formatos de pulso de transmissão.

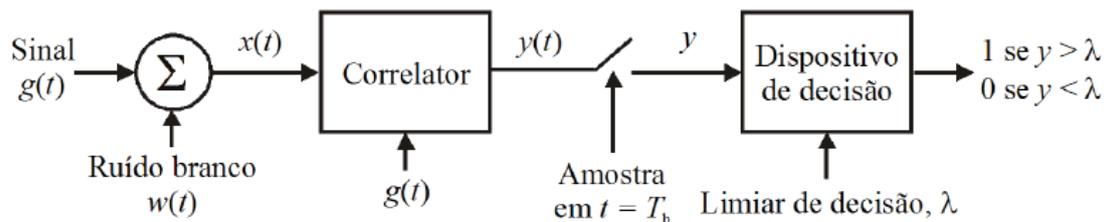


9 – O que é momento de decisão e qual o seu valor?

10 – Desenhe um Correlator e explique como ele funciona?

11 – Em quais condições existe equivalência entre o Filtro Casado e o Correlator?

12 – Descreva os sinais ($g(t)$, $x(t)$, $w(t)$, $y(t)$ e y) presentes no diagrama em blocos de um sistema de comunicação em banda-base abaixo.



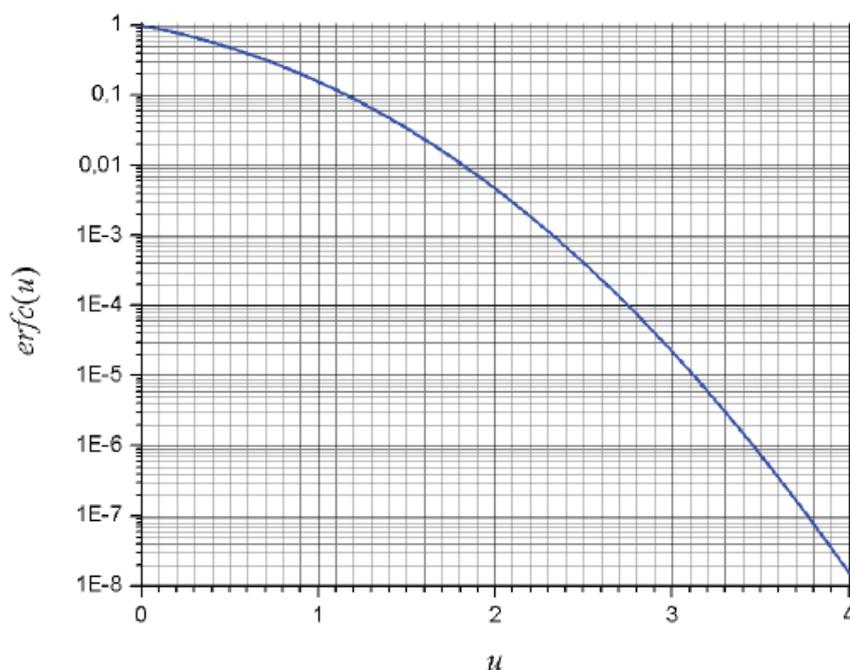
13 – Por que o sinal $y(t)$ é amostrado em instantes de tempo múltiplos do tempo de sinalização?

14 – Como se determina o valor presente na saída do dispositivo de decisão?

15 – Apresente a expressão da variável de decisão, y , e explique o comportamento estatístico desta variável referindo-se as parcelas que a compõe.

16 – Apresente a expressão da probabilidade de erro usando a função $erfc(x)$ e analise seu comportamento considerando os parâmetros do argumento da função.

17 – Interprete o gráfico da função $erfc(x)$ abaixo.



18 – Como é possível gerar uma sinalização com múltiplos níveis (M-PAM)?

19 – Quais são os dois conceitos atribuídos ao termo símbolo, em uma sinalização multinível?

20 – Qual a relação entre tempo de símbolo (T_s) e tempo de bit (T_b)? e qual a relação entre taxa de símbolo (R_s) e taxa de bit (R_b)?

21 – Quais são os objetivos da sinalização M-PAM? Apresente exemplos.

22 – Qual o efeito provocado por um canal com limitação de banda em uma sequência de pulsos retangulares?

23 – Caracterize um canal que permite a transmissão de um sinal sem distorção com relação à resposta em magnitude e resposta em frequência.

24 – Em termos práticos como se pode caracterizar um canal cuja distorção não seja significativa.

25 – Defina: Interferência Inter Simbólica.

26 – Explique como é possível realizar uma transmissão digital sem ocorrência de interferência inter simbólica.

27 – Faça um esboço do pulso e do espectro co-seno elevado para os seguintes valores do fator de *roll-off*: $\alpha = 0$; $\alpha = 0,5$; $\alpha = 1$.

28 – Ao alterar o valor do fator de forma, α , do filtro co-seno elevado provocamos ISI? Por quê?

29 - Por que se utilizam dois filtros raiz de cosseno elevado, sendo um na transmissão e outro na recepção?

30 – Qual a influência da ISI sobre a taxa de erro de bit?

31 – Qual a condição para ausência de ISI, considerando o os filtros de transmissão e recepção e o canal.

32 – Qual a utilidade do diagrama de olho e como ele é construído?

33 – Um serviço de comunicação de dados via cabo pode ser oferecido usando dois modelos de equipamentos. O modelo A utiliza modulação 2-PAM, enquanto o modelo B utiliza modulação 4-PAM. O cabo utilizado para conectar o transmissor ao receptor apresenta uma atenuação de 6 dB/km e nas condições onde é instalado o ruído AWGN possui $N_0 = 10^{-9} [W/Hz]$. Os equipamentos transmitem uma taxa de bits $R_B = 1Mbps$ com uma potência de transmissão igual a 10 [W]. A Figura 2 apresenta a curva de BER pela relação E_b/N_0 para ambas as modulações.

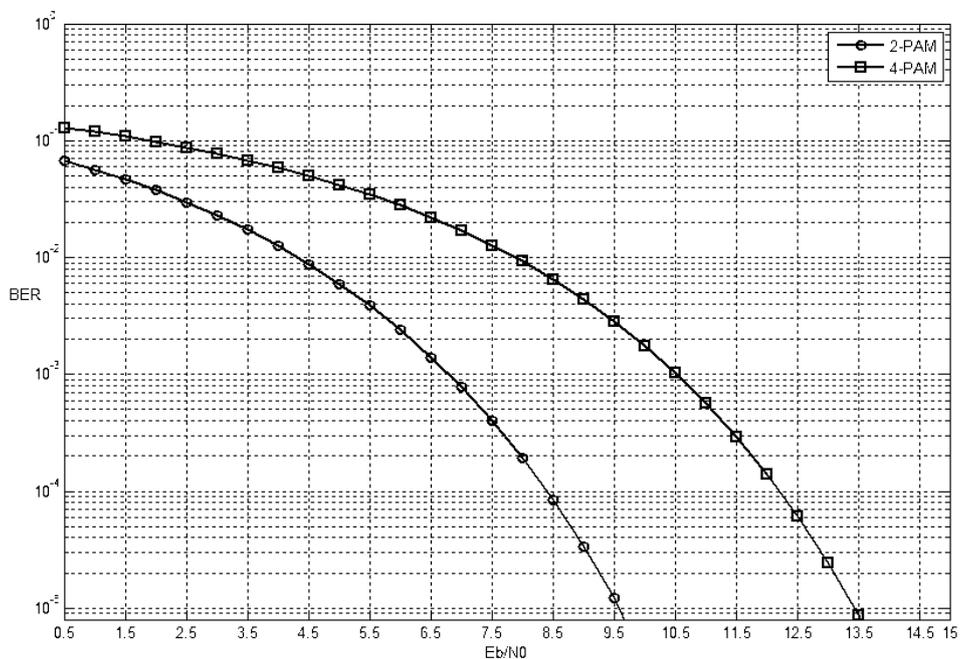


Figura 2 - Curva de BER versus E_b/N_0 para as modulações 2-PAM e 4-PAM

a) Sabemos que o modelo B (4-PAM) gasta mais energia que o modelo A (2-PAM) para ter a mesma BER. Para uma $BER = 2 \cdot 10^{-4}$, quantas vezes deve ser maior a energia gasta pelo modelo B com relação ao modelo A?

b) Determine o comprimento de cabo máximo que pode ser utilizado para cada modelo para garantir uma $BER \leq 2 \cdot 10^{-4}$.

c) Admita que o cabo apresente uma resposta em magnitude plana e uma resposta de fase linear para $|f| \leq 750 \text{ kHz}$. Considere os formatos de pulso e os espectros correspondentes apresentados nas figuras abaixo. Qual formato de pulso é mais adequado para este canal? Justifique.

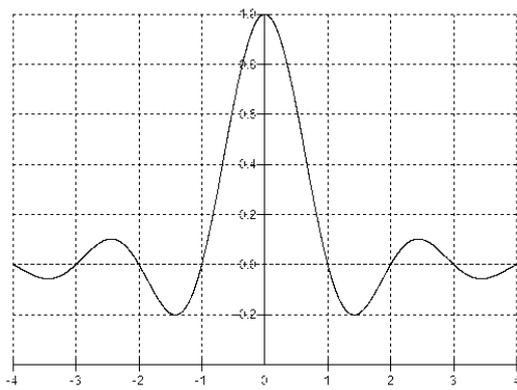


Figura 2 - Pulso raiz de cosseno elevado

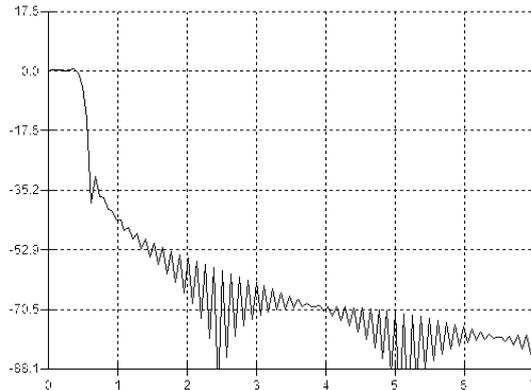


Figura 3 - Espectro raiz de cosseno elevado

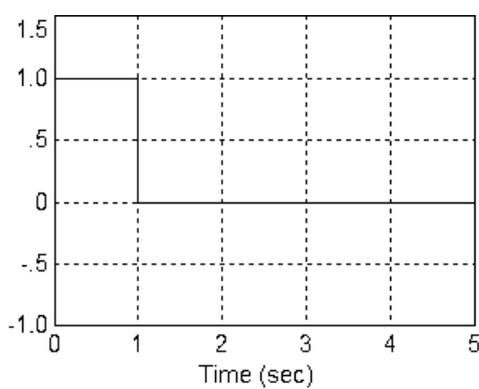


Figura 4 - Pulso NRZ

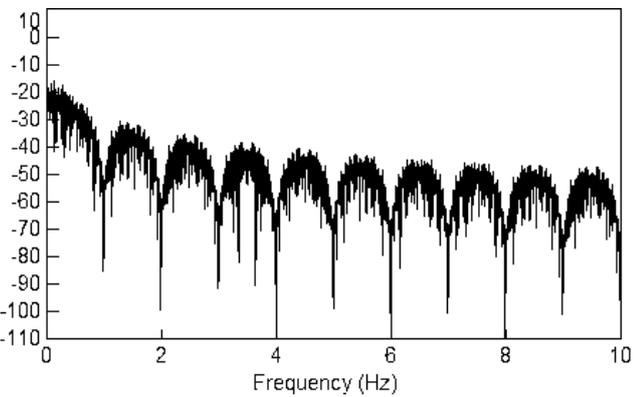


Figura 5 - Espectro pulso NRZ

d) Para qual(is) formato(s) de pulso apresentados nas figuras acima é possível substituir o filtro casado pelo correlador nos circuitos de recepção e manter o mesmo desempenho? Justifique.

34 – Um sistema de transmissão binário utiliza filtros do tipo co-seno elevado na transmissão (Tx) e na recepção (Rx) com fator de forma $\alpha = 0,6$. O canal de comunicação é um par metálico com magnitude da resposta em frequência plana e resposta de fase linear entre os pontos $\pm R_s$ Hz. O ruído AWGN é desprezível.

a) A figura abaixo mostra dois diagramas de olho: um observado na saída do filtro de Tx e outro observado na saída do filtro de Rx. Indique qual diagrama pertence à saída do filtro de Tx e qual pertence à saída do filtro de Rx. Justifique.

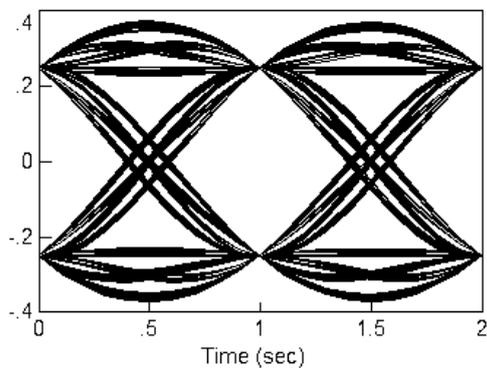


Diagrama A

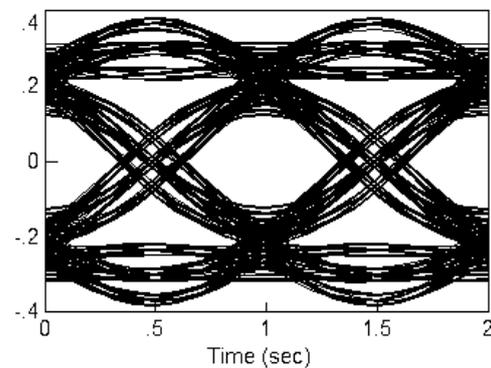


Diagrama B

b) Ocorre interferência inter simbólica no processo de recepção. Justifique.

c) Determine a taxa de bits e a largura de faixa ocupada pelo sinal.

35 – Explique o que é um conjunto de funções ortonormais e como ele é utilizado na geração de sinais.

36 – O que é uma constelação de sinais?

37 – Apresente os diagramas utilizados para síntese e análise de sinais.

38 - A representação geométrica de sinais por meio de vetores faz uso de um conjunto de funções-base ortonormais, tal como mostra a Figura 3.

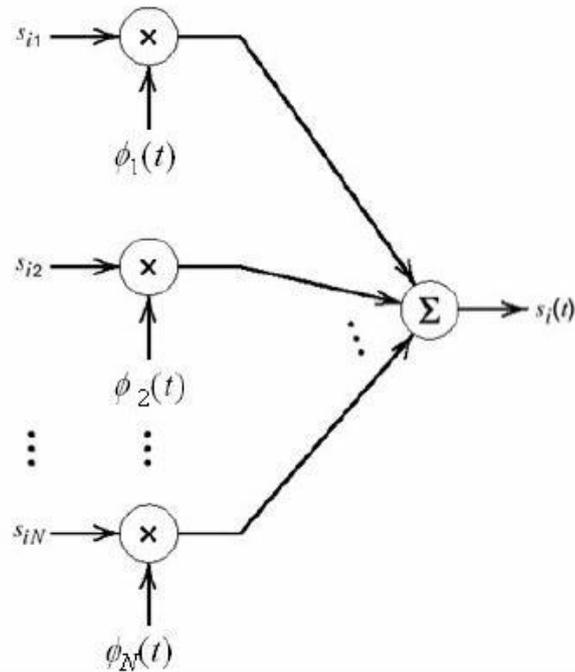


Figura 3 - Diagrama para síntese de sinais

a) Proponha duas formas de onda que atendam ao critério de ortonormalidade para formar um conjunto de funções-base com $N = 2$.

b) Utilizando as formas de onda propostas no item a, desenhe os sinais:

b.1) $S_1(t) = -2 \cdot \phi_1(t) - \phi_2(t)$.

b.2) $S_2(t) = \frac{1}{2} \cdot \phi_1(t) + 2\phi_2(t)$.

b.3) $S_3(t) = \phi_1(t) - \phi_2(t)$.

39 - O conjunto de formas de onda da Figura 4 representa um conjunto de sinais a ser representado por uma combinação linear de um conjunto de funções base ortonormais. Pede-se:

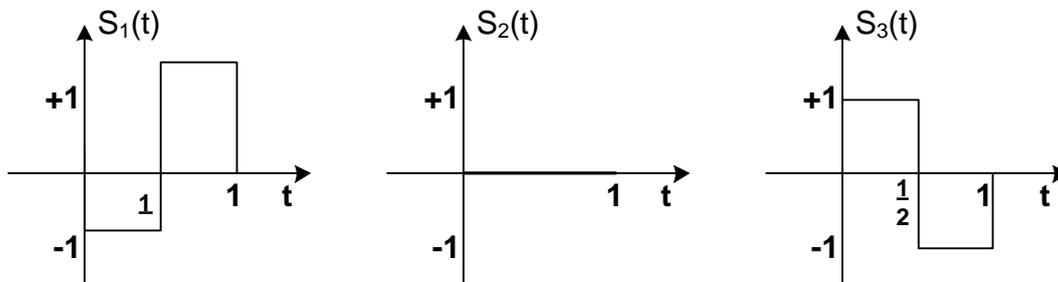


Figura 4- Formas de onda

a) A resposta ao impulso do filtro casado para a forma de onda $S_3(t)$.

b) Determine os sinais vetores $\{S_1, S_2, S_3\}$ e a constelação de sinais que representam o conjunto de formas de onda da Figura 4, supondo as funções base ortonormais apresentadas na Figura 5.

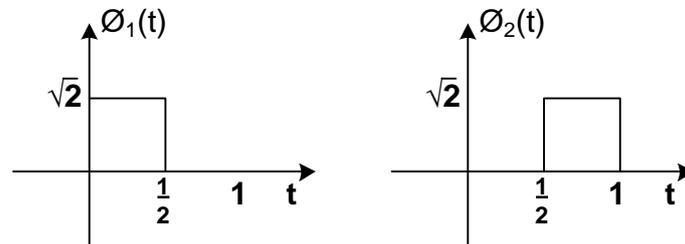


Figura 5 – Funções base ortonormais (item b)

c) Determine os sinais vetores $\{S_1, S_2, S_3\}$ e a constelação de sinais que representam o conjunto de formas de onda da Figura 4, supondo a função base ortonormal mostrada na Figura 6.

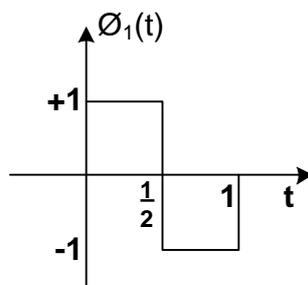


Figura 6 – Função base ortonormal (item c)

d) Comparando as constelações de sinais calculadas no item b e no item c. Qual constelação apresenta menor probabilidade de erro de símbolo? (Dica: Tente relacionar as duas constelações usando as propriedades de translação e rotação).

40 - Considerando as duas constelações binárias equiprováveis da Figura 7.

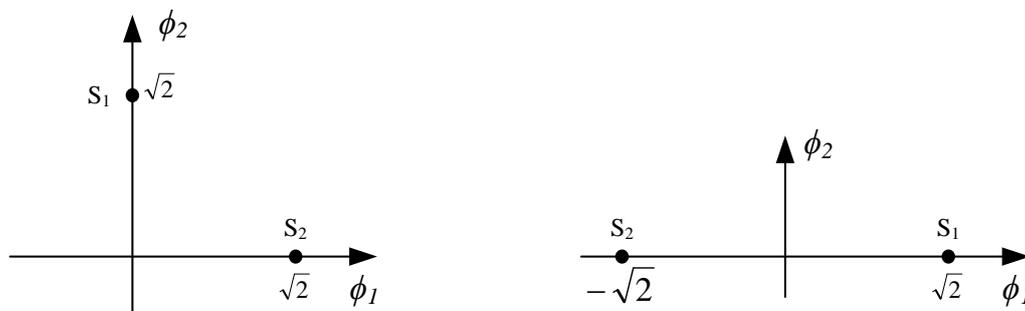


Figura 7 - Constelações binárias equiprováveis

- a) Qual das duas constelações possui maior eficiência espectral?
- b) Qual das duas constelações possui maior eficiência de energia?
- c) Determine a probabilidade de erro de símbolo para as duas constelações, assumindo que $N_0=10^{-1}$ [W/Hz].

41 - Para a modulação QPSK, os símbolos podem ser determinados através da

expressão $s_i(t) = \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos\left[2\pi f_c t - (2i-1) \cdot \frac{\pi}{4}\right]$, $i = 1, 2, 3, 4$ $0 < t < T_b$, pede-se:

- a) Encontre as componentes s_{i1} e s_{i2} para $i = 1, 2, 3$ e 4 .
- b) Desenhe a constelação para esta modulação.
- c) Esboce as formas de onda $S_1(t)$, $S_2(t)$, $S_3(t)$ e $S_4(t)$.

42 - Encontre o número esperado de erros de bit em 24 horas de observação do funcionamento do seguinte sistema de comunicação com modulação BPSK: taxa de transmissão de 5 kbit/s; $s_1(t) = A \cos(2\pi f_c t)$ e $s_2(t) = -A \cos(2\pi f_c t)$, onde $f_c = n(1/T)$ com n inteiro; $A = 1$ mV; o ruído é aditivo gaussiano e branco com densidade espectral de potência $N_0 = 10^{-11}$ W/Hz.

43 – Explique o benefício de se utilizar modulações PSK onde não existe a possibilidade de haver mudanças de fase de 180°.

44- Caracterize uma modulação com detecção coerente e uma modulação com detecção não-coerente.