

TE903 – Comunicação Digital

Introdução

Evelio M. G. Fernández

12 de agosto de 2019

Informação sobre a Disciplina

- Segundas e Quartas feiras das 09:30 às 11:20 horas
- Professor: Evelio Martín García Fernández
- Gabinete 9, Tel: 3361-3221, 99194-3363
- e-mail: evelio@eletrica.ufpr.br
- Página da Disciplina na Internet:

www.eletrica.ufpr.br/evelio/TE111/index.htm

Notes

Notes

Comunicação Digital – Conteúdo

- Introdução;
- Transmissão Digital em Banda Passante;
- Revisão sobre Propagação em Larga e Pequena Escala;
- Comunicação sem Fio em Canais com Desvanecimento;
- Introdução à Teoria de Informação;
- Introdução à Codificação de Canal.

Comunicação Digital – Bibliografia

- Simon Haykin, *Sistemas de Comunicação*, 4ª Edição, Bookman, 2004.
- Bernard Sklar, *Digital Communications*, 2nd Edition, Prentice Hall 2004.
- Andrea Goldsmith, *Wireless Communications*, Cambridge University Press, 2005.
- Theodore S. Rappaport, *Comunicações sem Fio*, 2ª Edição, Pearson Education do Brasil, 2009.
- Leon W. Couch, *Digital and Analog Communication Systems*, 7th Edition, Prentice Hall, 2007.

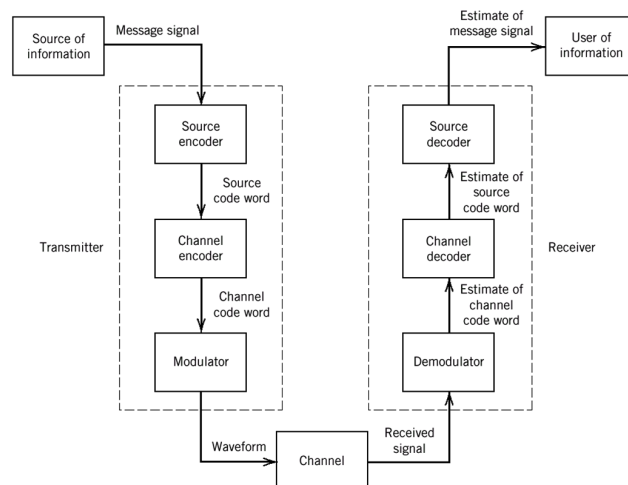
Notes

Notes

- Listas e Exercícios de Simulação – 60% da nota final
- Trabalho Final de Simulação – 40% da nota final
- Exame Final 09/12/2019 09:30 Horas

Notes

Sistema de Comunicação Digital

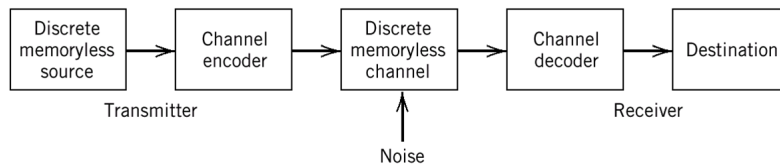


Notes

Símbolo	Prob.	I	II	III	IV
A	1/2	00	0	0	0
B	1/4	01	11	10	01
C	1/8	10	00	110	011
D	1/8	11	01	1110	0111

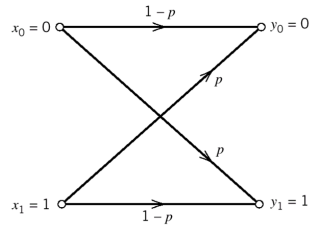
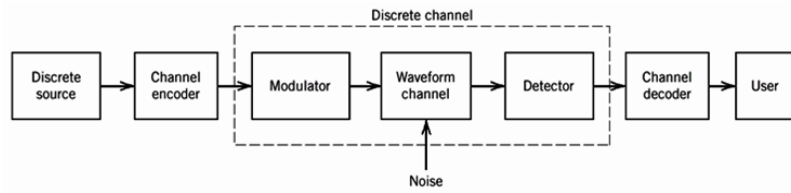
Notes

Sistema com Codificação de Canal

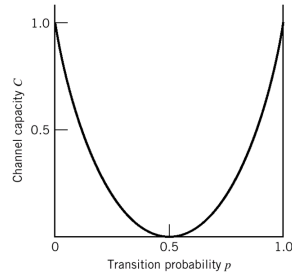


Notes

Canal Discreto sem Memória – Canal Binário Simétrico



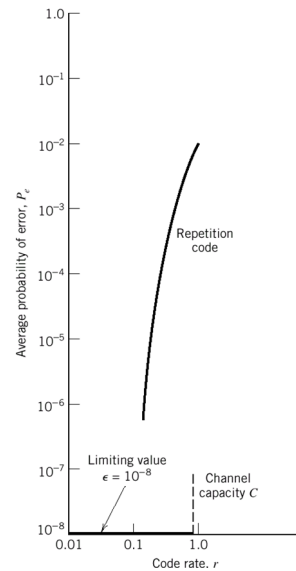
Canal Binário Simétrico



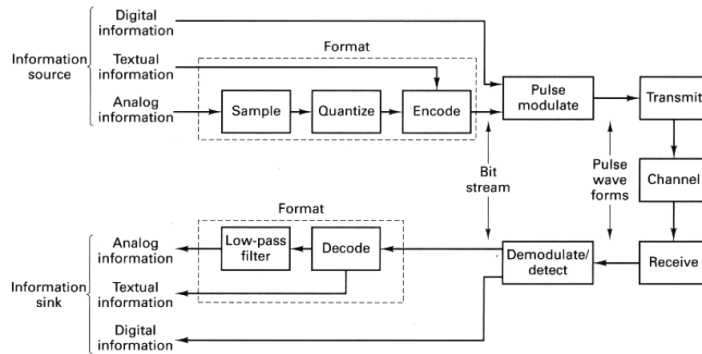
Capacidade do Canal BSC

Notes

Desempenho de Erro – Código de Repetição no BSC



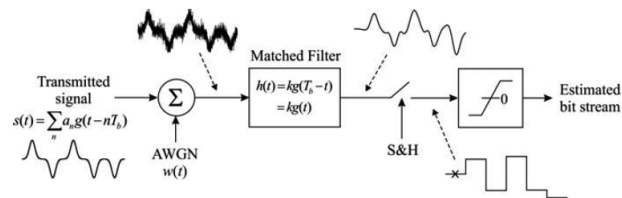
Notes



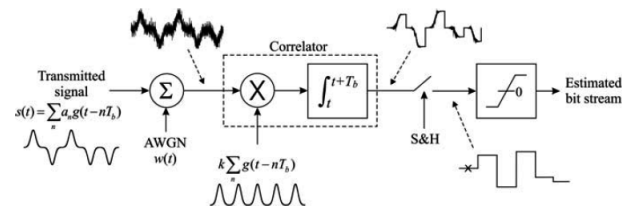
Notes

Receptor Ótimo na Presença de Ruído

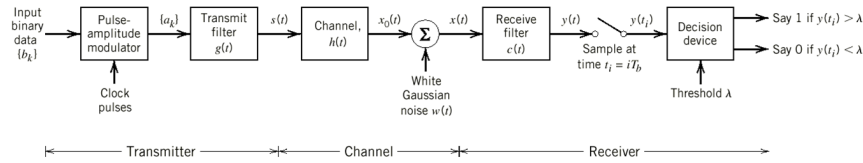
Receptor baseado em filtro casado:



Receptor de correlação:

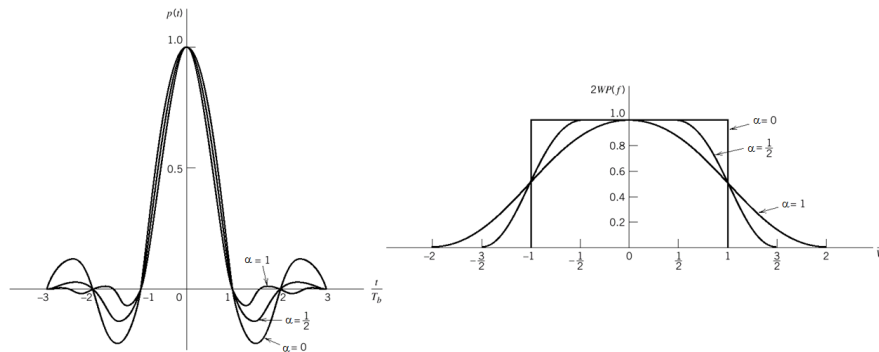


Notes



Notes

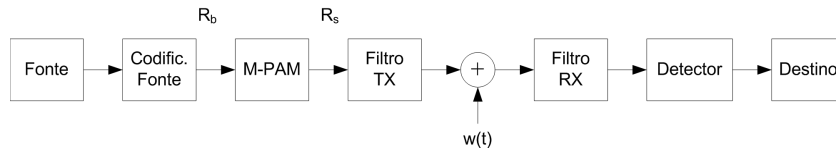
Formatação de Pulsos: Pulso Cosseno Levantado



$$W = \frac{R_s}{2}, \quad B = \frac{R_s}{2}(1 + \alpha)$$

Notes

Modulação M -PAM em Banda Base



Saída do codificador de fonte:

- Sequência de bits PCM com taxa R_b bits/seg;

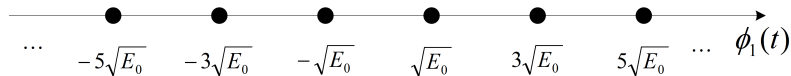
Saída do modulador M-PAM:

- Sequência de símbolos M-PAM com taxa $R_s = \frac{R_b}{\log_2 M}$ símbolos/seg;

Largura de banda do sistema M-PAM:

- $B_T = \frac{R_s}{2}(1 + \alpha)$.

Modulação M -PAM em Banda Base



$\phi_1(t) \rightarrow$ pulso de Nyquist normalizado para ter energia unitária.

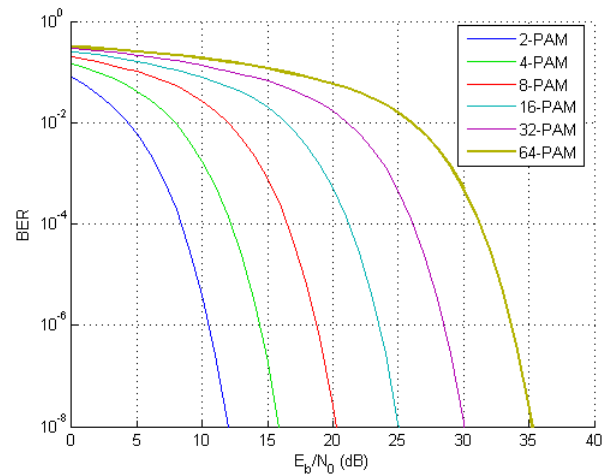
$$\bar{E}_s = \frac{1}{M} E_0 \left[\sum_{i=1}^{M/2} (2i-1)^2 \right] = \frac{E_0(M^2-1)}{3}$$

$$P_e = \left(1 - \frac{1}{M}\right) \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{3\bar{E}_s}{(M^2-1)N_0}} \right) = \left(1 - \frac{1}{M}\right) \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_0}{N_0}} \right)$$

$$BER \approx \frac{P_e}{\log_2 M} \quad (\text{mapeamento Gray})$$

Notes

Notes



Exercício

Um sinal de áudio será digitalizado utilizando um quantizador uniforme e transmitido através de um sistema de transmissão digital em banda base que utiliza modulação 4-PAM. Antes de ser digitalizado, o sinal analógico é passado através de um filtro *anti-aliasing* para limitar sua largura de banda. O sistema de transmissão digital tem resposta de frequência do tipo cosseno levantado com fator de *rolloff* $\alpha = 0,3$ para eliminar a interferência intersimbólica.

- Supondo que a potência média do sinal na saída do transmissor 4-PAM é de 1W e que o canal de comunicação é Gaussiano com densidade espectral de potência de ruído $\frac{N_0}{2} = 10^{-10}$ W/Hz e 20dB de atenuação, determine a largura de banda que o sinal 4-PAM deverá ter para se obter uma taxa de erro de bits na recepção de pelo menos 10^{-5} .
- Sabendo que a relação sinal-ruído de quantização na digitalização do sinal analógico deve ser de pelo menos 70 dB, determine o valor máximo possível de largura de banda do filtro *anti-aliasing*.

Notes

Notes
