

SEL0360 Princípios de Comunicação

Programa



- ❖ **Análise de sinais,**
- ❖ **Modulação em amplitude,**
 - Moduladores - detectores – receptores.
 - AMDSC-SC - SSB – VSB.
 - FDM.
- ❖ **Modulação em frequência e fase,**
 - Moduladores - detectores - receptores - Fm estéreo.
- ❖ **Outros tópicos.**

introdução

marcelo bj



Bibliografia recomendada

- ❖ Joaquim M. B., Et. all, “notas de aula: Fundamentos de Comunicações”, 2014.
- ❖ Joaquim, M. B. e Sartori, J. C., “Análise de Fourier”, CD-ROM – EESC-USP, 2003.
- ❖ Haykin, S. & Moher, M. “Sistemas de Comunicação” 5ª. ed., Bookman, 2011.
- ❖ Carlson, A. B. “Sistemas de Comunicação”, McGraw-Hill, 1981
- ❖ Haykin, S. “Communication Systems”, 3ª. ed. John Wiley & Sons, 1994.
- ❖ Pearson, J. “Basic Communication Theory”, Prentice Hall, 1992
- ❖ Roden, M. S. “Analog and Digital Communication Systems”, Prentice Hall, 1996.
- ❖ Roddy, C. & Coolen J. “Electronic Communications” 4ª. ed., Prentice Hall, 1995.

introdução

marcelo bj



- ❖ Young, P. H. “Técnicas de Comunicação Eletrônica”, 5ª. ed. Pearson-Prentice-Hall, 2006.

Outros

- ❖ Disciplina on-line: [login: sel360](#) – Senha:
 - Transparências, listas de exercícios, etc...

Critério de aprovação

- ❖ **Provas:** duas provas sem consulta

➢ **Datas:** 1a. __/__/____
2a. __/__/____

- ❖ **Media final:** média das provas

introdução

marcelo bj



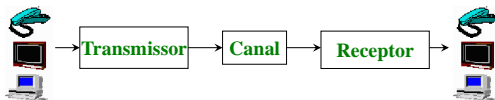
introdução

marcelo bj



Sistema de Comunicações

- ❖ **Definição:** Comunicação significa: **Transferência de Informação**



- ❖ **Fonte:** Voz, áudio, imagem, vídeo, dados...
- ❖ **Transmissor:** Processa a informação para a transmissão através do canal (modulação)
- ❖ **Canal:** É o meio de Transmissão entre localidades (Introdução de ruído)
- ❖ **Receptor:** Recupera a informação (operações inversas transmissor)
- ❖ **Transmissão Analógica:** Transmite sinais contínuos no tempo, na sua forma natural.
- ❖ **Transmissão Digital:** A informação está colocada na forma digital.

introdução

marcelo bj



Conceito de sinais

- ❖ **Sinal:** Quantidade física que transporta informação (a variável independente é o tempo).
- ❖ Sinais Fisicamente realizáveis.
 - Duração finita,
 - Ocupam um espectro de frequência finito,
 - Valor de pico finito; são reais e contínuos,
 - Os modelos matemáticos violam estas condições .
- ❖ Tipos:
 - **Determinísticos:** são em geral descritos por uma função.
 - Utilizados para Propósitos de Teste: senoíde, pulsos, onda quadrada, ...
 - **Aleatórios:** são sinais de informação: voz, vídeo, dados...
 - Ruído

introdução

marcelo bj



Algumas medidas ou definições em sinais:

❖ valor médio em um intervalo Δt :

$$x_m = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_1}^{t_1 + \Delta t} x(t) dt$$

➤ para sinais periódicos:

$$x_m = \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_1 + T_0} x(t) dt$$

➤ extrair o valor médio de um sinal tem-se a componente alternada:

$$x_{ac}(t) = x(t) - x_m$$

❖ valor rms:

$$x_{rms} = \sqrt{P}$$

introdução

marcelo bj

7

Definições

❖ **Energia:** $E_x = \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) x^*(t) dt$

Sinal de Energia ou de energia finita: $E_x < \infty$

❖ **Potência:** $P_x = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x^2(t) dt$

Sinal de Potência: $P_x < \infty$

❖ Decibel: A potência e energia variam de várias ordens de magnitude

$$dB = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \quad \begin{cases} dBW = 10 \log \left(\frac{P_1}{1W} \right) \\ dBm = 10 \log \left(\frac{P_1}{1mW} \right) \end{cases}$$

introdução

marcelo bj

8

❖ Sinais periódicos:

➤ Um sinal é chamado **periódico** se existir um valor positivo **T** tal que:

$$x(t) = x(t + T) \quad \text{para todo } t$$

➤ esta condição é válida para: $\pm T, \pm 2T, \pm 3T, \dots$

➤ período fundamental:

T_0 : menor T que satisfaz a condição acima

➤ frequência fundamental:

$$f_0 = \frac{1}{T_0} \quad \text{ciclos por segundo ou hertz [Hz]}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi f_0 \quad \text{radianos por segundo [rad/s]}$$

introdução

marcelo bj

9

Sinais Básicos

1. Função Degrau Unitário:

$$u(t) = \begin{cases} 1, & t > 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

- Para $t = 0$ utiliza-se $u(0) = 0, 1/2$ ou 1 dependendo da conveniência.
- Utilizada para definir sinais causais

2. Função Impulso Unitário:

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & t \neq 0 \\ \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1 \end{cases}$$

3. Sinais exponenciais

$$x(t) = C e^{at} \quad \text{C e a são em geral números complexos}$$

⇒ admitindo **C** e **a** valores reais tem-se uma **exponencial real**:

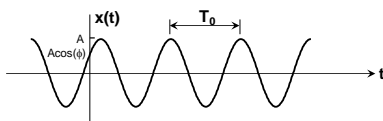
introdução

marcelo bj

10

4. Sinais senoidais

$$x(t) = A \cos(\omega_0 t + \phi) \quad A \sin(\omega_0 t) = A \cos\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right)$$



➤ Relações de Euler

$$\cos(\omega_0 t) = \frac{1}{2} [e^{j\omega_0 t} + e^{-j\omega_0 t}] \quad \sin(\omega_0 t) = \frac{1}{2j} [e^{j\omega_0 t} - e^{-j\omega_0 t}]$$

$$e^{j\omega_0 t} = \cos(\omega_0 t) + j \sin(\omega_0 t)$$

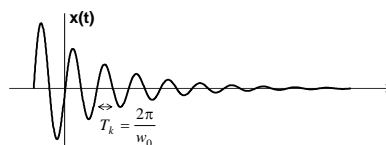
introdução

marcelo bj

11

5. Sinais senoidais exponencialmente amortecidos

$$x(t) = A e^{-at} \sin(\omega_0 t + \phi) \quad \text{em que } a > 0$$



introdução

marcelo bj

12