

Introdução aos Sistemas de Comunicação

Edmar José do Nascimento
(Princípios de Comunicação)

<http://www.univasf.edu.br/~edmar.nascimento>

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Colegiado de Engenharia Elétrica

Roteiro

- 1 Introdução
- 2 Sistemas de Comunicações
 - Definições
- 3 Princípios de Comunicação
 - Plano de Curso

Conceitos Básicos

- Comunicação
 - Processo de transferência de informação gerada em um ponto no tempo e espaço por uma **fonte** para um outro ponto no tempo e espaço do **destino**
- Tele -
 - Do grego **têle** - longe, a distância
- O termo **telecomunicações** se refere à transmissão, emissão ou recepção de sinais elétricos através do uso de guias de ondas ou do espaço livre como meio físico de comunicação
- Outros meios de comunicação são possíveis, mas não são de interesse para o engenheiro eletricista.

História das Telecomunicações no Brasil

- As telecomunicações no Brasil possuem mais de um século e meio de história divididos em três fases:
 - Fase 1 - Império e suas concessões (Meados do século XIX aos do século XX)
 - Fase 2 - Estatização e nacionalização (Dos meados ao final do século XX)
 - Fase 3 - Privatização e Globalização (Do final do século XX até os dias atuais)
- Fase 1
 - 1852 - Primeira ligação telegráfica da América Latina ligando a cidade do Rio de Janeiro a Petrópolis
 - 1874 - Primeiros cabos submarinos ligando Rio-Salvador-Recife-Belém
 - 1877 - D. Pedro II inaugura o telefone no Brasil, apenas um ano após a sua invenção por Alexander G. Bell

História das Telecomunicações no Brasil

● Fase 2

- 1965 - Nasce a Embratel como empresa pública
- 1967 - Compete à união explorar diretamente ou mediante terceiros
- 1972 - Criação da TELEBRAS e das empresas pólos (28 em todo o país)
- Embratel implanta enlaces de microondas ligando diversos pontos do território nacional
- Políticos substituem técnicos na direção das estatais
- Fundo Nacional de Telecomunicações (FNT) tem recursos desvirtuados a partir de 1979
- Há limites de investimentos; cria-se o autofinanciamento

História das Telecomunicações no Brasil

● Fase 3

- 1995 - Emenda nº8 (Fim do monopólio estatal)
- 1997 - Criada a Anatel
- 1998 - Telebrás repartida em 4 regiões econômicas (uma de longa distância)
- Privatização - a universalização da telefonia funcionou
- Privatização - a competição foi freada pela concentração
- Em 25 anos a TELEBRAS investiu cerca de US\$ 50 bilhões
- O Programa PASTE de Sérgio Motta previu US\$ 75 bilhões em oito anos para elevar acessos de 14 para 40 milhões
- Em oito anos o investimento foi de R\$ 174 milhões (R\$19 milhões/ano)

Cenário em 2007

- 150 milhões de assinantes
 - 40 milhões com telefone fixo
 - 100 milhões com celulares (80% pré-pago)
 - 4 milhões com TV por assinatura
 - 6 milhões com internet banda larga
- 300 mil empregos diretos
- O que falta?
 - 16% da população não tem acesso à telefonia fixa ou sequer a um telefone público
 - 41% dos municípios brasileiros - mais de 10% da população do País - não tem nenhum equipamento de telefonia móvel
 - O Brasil com 44% de carga tributária nas suas telecomunicações é um campeão no ranking mundial (nos EUA é 3%)
 - E ainda há o FUST, o FUNTTEL e o FISTEL (financia a Anatel)

Cenário em 2007

- 150 milhões de assinantes
 - 40 milhões com telefone fixo
 - 100 milhões com celulares (80% pré-pago)
 - 4 milhões com TV por assinatura
 - 6 milhões com internet banda larga
- 300 mil empregos diretos
- O que falta?
 - 16% da população não tem acesso à telefonia fixa ou sequer a um telefone público
 - 41% dos municípios brasileiros - mais de 10% da população do País - não tem nenhum equipamento de telefonia móvel
 - O Brasil com 44% de carga tributária nas suas telecomunicações é um campeão no ranking mundial (nos EUA é 3%)
 - E ainda há o FUST, o FUNTTEL e o FISTEL (financia a Anatel)

Roteiro

- 1 Introdução
- 2 **Sistemas de Comunicações**
 - Definições
- 3 Princípios de Comunicação
 - Plano de Curso

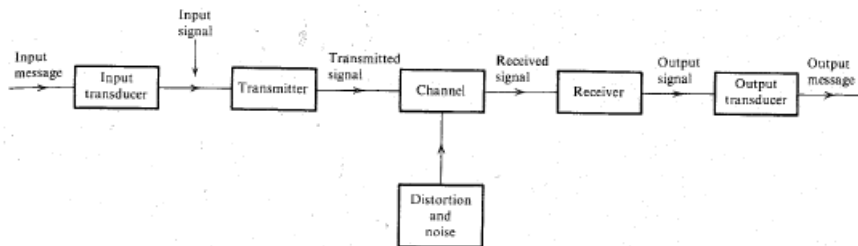
Sistemas de Comunicações



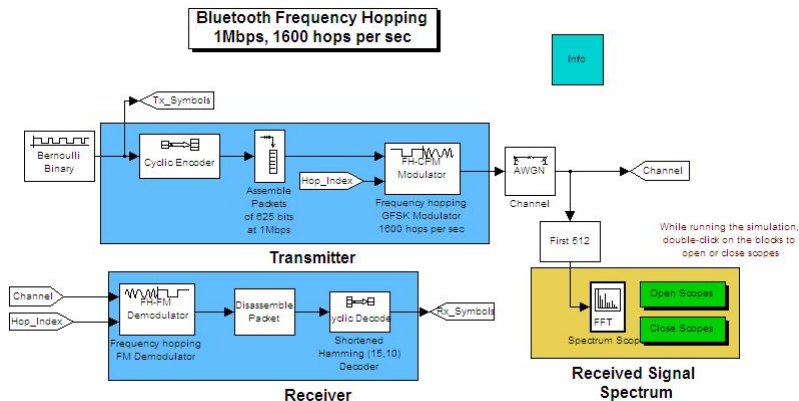
Modelo de um Sistema de Comunicação

- Um **sistema de comunicação** simples é formado pelos seguintes blocos:
 - Fonte
 - Transmissor
 - Canal
 - Receptor
 - Destino
- O transmissor e o receptor podem ser bastante complexo, como é o caso das comunicações digitais

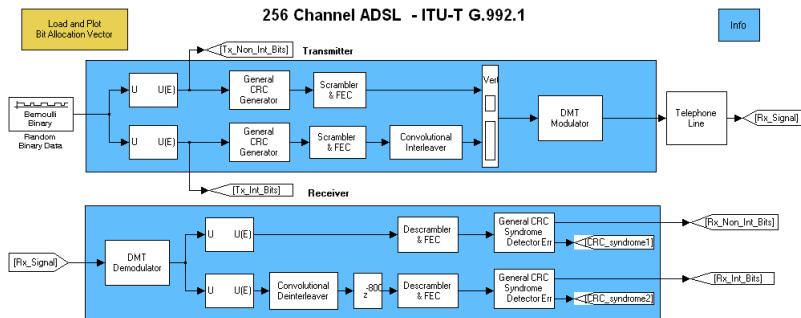
Modelo de um Sistema de Comunicação



Modelo de um Sistema de Comunicação



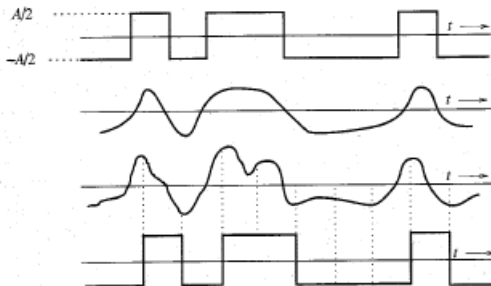
Modelo de um Sistema de Comunicação



Analógico versus Digital

- Os sistemas de comunicação podem ser classificados como analógicos ou digitais
 - Relativo à natureza da mensagem transmitida
 - As formas de onda transmitidas são em geral analógicas para ambos os casos
- Sistemas digitais apresentam diversas vantagens
 - Utilização de repetidores regenerativos
 - Possibilidade de usar criptografia e códigos para a correção de erros
 - Hardware digital teve uma redução de custo considerável

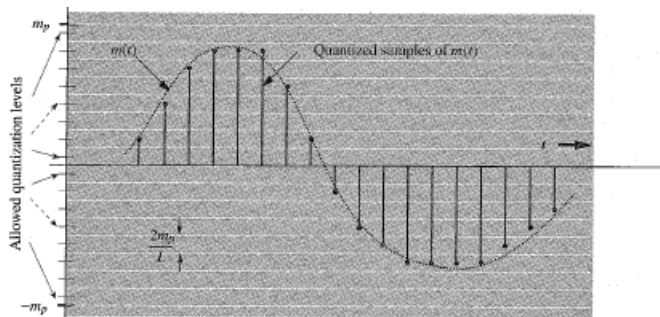
Analógico versus Digital



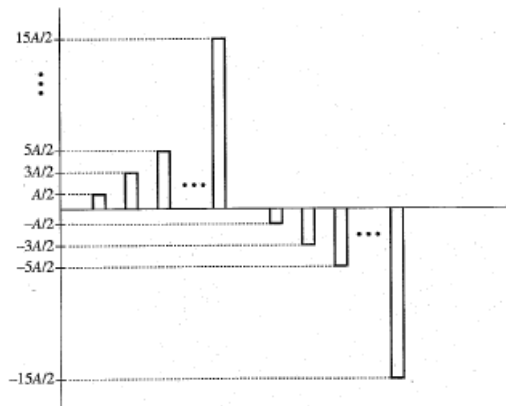
Analógico versus Digital

- Uma fonte de informação analógica pode ser convertida para o formato digital
 - Amostragem (Teorema de Nyquist)
 - Quantização
- Os símbolos discretos resultantes da quantização podem ser mapeados para um outro conjunto de símbolos
 - Símbolos binários são freqüentemente utilizados
- Símbolos discretos são finalmente mapeados para formas de ondas físicas
 - Onda quadrada por exemplo

Analógico versus Digital



Analógico versus Digital



Analógico versus Digital

Digit	Binary equivalent	Pulse code waveform
0	0000	
1	0001	
2	0010	
3	0011	
4	0100	
5	0101	
6	0110	
7	0111	
8	1000	
9	1001	
10	1010	
11	1011	
12	1100	
13	1101	
14	1110	
15	1111	

Análise de Sistemas de Comunicações

- Largura de Banda ou largura de faixa
 - Faixa de freqüências que podem ser transmitidas com uma fidelidade razoável
 - Propriedades dos canais de comunicação
 - Quanto maior, mais rápido os símbolos podem ser transmitidos
 - Geralmente é limitada artificialmente
- Potência
 - Relacionada com a energia utilizada para transmitir um símbolo de informação
 - Quanto maior a potência, menos o ruído do canal irá influenciar o símbolo transmitido
 - Relação Sinal-Ruído (SNR) é uma medida da qualidade do sinal

Análise de Sistemas de Comunicações

● Modulação

- Adequação das frequências do sinal ao meio de transmissão
- Uma portadora (sinal de alta frequência) tem alguma de suas propriedades modificadas (amplitude, frequência ou fase) pelo sinal em banda básica a ser transmitido
- A modulação é essencial para que seja possível a utilização de determinados meios físicos
- Quanto maior a frequência, menor é o comprimento de onda e conseqüentemente, menor o tamanho da antena ($\sim 1/10\lambda$)

Estudo das Telecomunicações

- O estudo de telecomunicações abrange uma infinidade de tópicos
 - Modulação
 - Teoria da Informação
 - Codificação de fonte e canal
 - Redes de telefonia e de transmissão de dados
 - Técnicas de múltiplo acesso
 - Criptografia
 - Comunicações móveis
 - Antenas e propagação
 - Guias de ondas

Estudo das Telecomunicações

- Na engenharia elétrica, a área de telecomunicações possui forte conexão com
 - Dispositivos eletrônicos
 - Processamento digital de sinais
 - Eletromagnetismo
 - Sistemas embarcados (embutidos)
 - Teoria de controle

Funções na Área de Telecomunicações

- São relacionadas à área de telecomunicações as seguintes funções:
 - Desenvolvimento e operação de sistemas de comunicação
 - Atuação em empresas de telemática
 - Atuação em empresas de telefonia fixa, móvel e de satélites
 - Implantação de sistemas de cabeamento,
 - Atuação em empresas de radiodifusão
 - Atuação na área de defesa
 - Desenvolver pesquisas na área de telecomunicações

Roteiro

1 Introdução

2 Sistemas de Comunicações

- Definições

3 Princípios de Comunicação

- Plano de Curso

Ementa da Disciplina

Ementa

Correlação e densidade espectral de potência. Princípio da amostragem. Transmissão de sinais. Modulação de canal. Modulação em amplitude, em fase e em frequência. Transmissores e receptores. Análise de circuitos de rádio e de TV. Modulação digital de sinais. Ruídos.

Pré-requisitos

Séries e transformadas de Fourier. Resposta em frequência de sistemas lineares. Teoria das probabilidades.

Ementa da Disciplina

Ementa

Correlação e densidade espectral de potência. Princípio da amostragem. Transmissão de sinais. Modulação de canal. Modulação em amplitude, em fase e em frequência. Transmissores e receptores. Análise de circuitos de rádio e de TV. Modulação digital de sinais. Ruídos.

Pré-requisitos

Séries e transformadas de Fourier. Resposta em frequência de sistemas lineares. Teoria das probabilidades.

Bibliografia

- Lathi, B. P. *Modern Digital and Analog Communication Systems*, 3ª edição. Oxford.
- Haykin, S. *Introdução aos Sistemas de Comunicação*, 2ª edição, Bookman.
- Proakis, John G. & Salehi, Masoud. *Communication Systems Engineering*, 2ª edição, Prentice Hall.

Avaliação

- Provas escritas
 - 1ª avaliação - 26/04/2010 (Segunda-feira)
 - 2ª avaliação - 24/05/2010 (Segunda-feira)
 - 3ª avaliação - 21/06/2010 (Segunda-feira)
- Reposição (2ª Chamada)
 - 28/06/2010 (Segunda-feira)
 - Todo o conteúdo visto ao longo do semestre
 - Somente o aluno que faltou uma das provas tem o direito de fazê-la
- Prova final - 30/06/2010 (Quarta-feira)

Conteúdo das Avaliações

- 1ª avaliação
 - Introdução (Cap. 1 - Lathi)
 - Sinais e sistemas lineares; Densidade espectral de energia e de potência (Cap. 3 - Lathi)
 - Modulação em amplitude (Cap. 4 - Lathi)
 - Modulação em frequência e em fase (Cap. 5 - Lathi)
- 2ª avaliação
 - Amostragem e PCM (Cap. 6 - Lathi)
 - Princípios de transmissão digital (Cap. 7 - Lathi)
- 3ª avaliação
 - Distribuições de probabilidade (Cap. 10 - Lathi)
 - Processos estocásticos (Cap. 11 - Lathi)
 - Sistemas analógicos na presença de ruído (Cap. 12 - Lathi)

Considerações Finais

- Assiduidade e pontualidade
 - 25% de faltas são toleradas (7,5 encontros = 15 faltas)
 - Evitar chegar após transcorridos 15 minutos do início da aula
 - Evitar ficar saindo durante a aula
 - Evitar estudar para outra matéria durante a aula
- Nível de dificuldade
 - Não é uma matéria para se estudar de véspera
 - A segunda chamada deve ser evitada, pois os assuntos apresentam uma certa dependência
 - Se você tem dúvidas a respeito das transformadas e das séries de Fourier, então é bom resolver esse problema logo!

Considerações Finais

- Assiduidade e pontualidade
 - 25% de faltas são toleradas (7,5 encontros = 15 faltas)
 - Evitar chegar após transcorridos 15 minutos do início da aula
 - Evitar ficar saindo durante a aula
 - Evitar estudar para outra matéria durante a aula
- Nível de dificuldade
 - Não é uma matéria para se estudar de véspera
 - A segunda chamada deve ser evitada, pois os assuntos apresentam uma certa dependência
 - Se você tem dúvidas a respeito das transformadas e das séries de Fourier, então é bom resolver esse problema logo!