

**Departamento de Engenharia Elétrica
Centro Tecnológico
Universidade Federal de Santa Catarina**

Disciplina: EEL7405 — Comunicação Digital

Horário: segundas-feiras, 15:10 — 16:50 h
sextas-feiras, 15:10 — 16:50 h

Turma: 1041 **Semestre:** 2008 2

Professor: Bartolomeu F. Uchôa Filho

Salas: CTC112 / CTC113

Contato: LabCom, GPqCom — Fone: 3721-7540 — Homepage: <http://eel.ufsc.br/~uchoa>

EMENTA

1. Sinais e Espectros
2. Transmissão em Banda-Base
3. Transmissão em Banda-Passante: Modulação e Demodulação
4. Modulação Digital à Luz da Teoria de Informação

Conteúdo Programático:

1 – Sinais e Espectros

- 1.1 – Classificação de Sinais
- 1.2 – Densidade Espectral
- 1.3 – Autocorrelação
- 1.4 – Sinais Aleatórios
 - 1.4.1 – Variáveis Aleatórias
 - 1.4.2 – Processos Estocásticos
 - 1.4.3 – Médias Temporais e Ergodicidade
 - 1.4.4 – Densidade Espectral de Potência de um Processo Estocástico
 - 1.4.5 – Ruído em Sistemas de Comunicação
- 1.5 – Transmissão de Sinais Através de Sistemas Lineares
 - 1.5.1 – Resposta ao Impulso
 - 1.5.2 – Função de Transferência
 - 1.5.2.1 – Processos Estocásticos e Sistemas Lineares
 - 1.5.3. – Transmissão sem Distorção – Filtro Ideal
- 1.6 – Largura de Faixa

2 – Transmissão em Banda-Base

- 2.1 – Introdução
- 2.2 – Detecção de Sinais Binários na Presença de Ruído Gaussiano
 - 2.2.1 – Receptor de Máxima Verossimilhança
 - 2.2.1.1 – Probabilidade de Erro
 - 2.2.2 – O Filtro Casado
 - 2.2.3 – O Correlator
 - 2.2.3.1 – Equivalência Entre Filtro Casado e Correlator
 - 2.3.4 – Aplicação do Filtro Casado
 - 2.3.5 – Probabilidade de Erro com Filtro Casado (ou Correlator)
 - 2.3.5.1 – Caso Unipolar
 - 2.3.5.2 – Caso Bipolar
- 2.3 – Transmissão Multinível
- 2.4 – Interferência Intersimbólica (ISI)
 - 2.4.1 – Formação de Pulso para Redução de ISI (Cosseno Levantado)
 - 2.4.2 – Equalização
- 2.5 Sistemas de Resposta Parcial
 - 2.5.1 – Sistema Duobinário
 - 2.5.1 – Decodificação do Duobonário

- 2.5.3 – Precodificação
- 2.5.4 – A Função de Transferência Equivalente do Dobinário
- 2.5.5 – Comparação Entre os Sistemas Binário e Duobinário

3 – Transmissão em Banda-Passante: Modulação e Demodulação

- 3.1 – Introdução
- 3.2 – Sinais e Ruído
 - 3.2.1 – Ruído em Sistemas de Comunicação
 - 3.2.2 – Representação Geométrica de Sinais e Ruído
 - 3.2.2.1 – Exemplo de Representação Ortogonal
 - 3.2.2.1 – A Energia da Forma de Onda
 - 3.2.2.3 – Representação do Ruído Branco com Formas de Ondas Ortogonais
 - 3.2.2.4 – A Variância do Ruído Branco
- 3.3 – Técnicas de Modulação Digital
 - 3.3.1 – Modulação por Deslocamento em Fase (PSK)
 - 3.3.2 – Modulação por Deslocamento em Frequência (FSK)
 - 3.3.3 – Modulação por Deslocamento em Amplitude (ASK)
 - 3.3.4 – Modulação por Deslocamento Combinado Fase e Amplitude (APK)
 - 3.3.4.1 – Modulação QAM
 - 3.3.5 – O Coeficiente de Amplitude da Forma de Onda
- 3.4 – Detecção de Sinais Modulados na Presença de Ruído Gaussiano
 - 3.4.1 – Regiões de Decisão (ou Regiões de Voronoi)
 - 3.4.2 – Receptor com Correlator
 - 3.4.2.1 – Limiar de Decisão Binária
- 3.5 – Detecção Coerente
 - 3.5.1 - Detecção Coerente do PSK
 - 3.5.2 – O Filtro Casado Amostrado (Implementação Digital)
 - 3.5.3 – Detecção Coerente do MPSK (Múltiplas Fases)
- 3.6 – Detecção Não Coerente
 - 3.6.1 – Detecção do PSK Diferencial (DPSK)
 - 3.6.2 – Exemplo do DPSK Binário
 - 3.6.3 – Detecção Não Coerente do FSK
 - 3.6.4 – Espaçamento Mínimo Entre Portadoras no FSK Não Coerente
- 3.7 – Desempenho de Erro Para Sistemas Binários
 - 3.7.1 – Probabilidade de Erro de Bit para Detecção Coerente do BPSK
 - 3.7.1.1 – Relação Sinal-Ruído (SNR)
 - 3.7.2 – Probabilidade de Erro de Bit para Detecção Coerente do DPSK
 - 3.7.3 – Probabilidade de Erro de Bit para Detecção Coerente do FSK
 - 3.7.4 – Probabilidade de Erro de Bit para Detecção Não Coerente do FSK
 - 3.7.5 – Probabilidade de Erro de Bit para o DPSK
 - 3.7.6 – Comparações
- 3.8 – Desempenho de Modulação Digital M -ária
 - 3.8.1 – Desempenho Ideal
 - 3.8.2 – Modulação M -ária
 - 3.8.3 – Representação Vetorial do MPSK
 - 3.8.4 – BPSK e QPSK: Mesma Probabilidade de Erro de Bit
 - 3.8.5 – Representação Vetorial do MFSK
- 3.9 – Probabilidade de Erro de Símbolo para Modulações M -árias
 - 3.9.1 – Probabilidade de Erro de Símbolo para MPSK
 - 3.9.2 – Probabilidade de Erro de Símbolo para MFSK
 - 3.9.3 – Probabilidade de Erro de Bit Versus Probabilidade de Erro de Símbolo para Sinais Ortogonais
 - 3.9.4 – Probabilidade de Erro de Bit Versus Probabilidade de Erro de Símbolo para MPSK

4 – Modulação Digital à Luz da Teoria de Informação

- 4.1 – O Teorema da Capacidade de Canal de Shannon-Hartley
- 4.2 – O Limite de Shannon
- 4.3 – Plano de Eficiência em Largura de Faixa
- 4.4 – Sistemas Limitados em Potência
- 4.4 – Sistemas Limitados em Largura de Faixa

Aulas:

Agosto: 4,8,11,15,18,22,25,29
Setembro: 1,8,12,15,19,22,26,29 ← Não haverá aula no dia 5
Outubro: 3,6,10,13,17,20,24,27,31
Novembro: 3,7,10,14,17,21,24,28
Dezembro: 1,5

Avaliação: Prova 1 (dia 06/10/08), Prova 2 (dia 28/11/2008), Recuperação (dia 05/12/2008)

$$\text{Média Final} = (P1 + P2) / 2$$

- Bibliografia:**
- [Digital Communications: Fundamentals and Applications](#)
Bernard Sklar, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
 - [Digital Communications: Fundamentals and Applications 2nd Edition](#)
Bernard Sklar, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.