

PLANO DE ENSINO/SEMESTRE 2002/2

DISCIPLINA : EEL7403 Comunicações Móveis

1. **Ementa:** Introdução aos sistemas de comunicação sem fio, o conceito de celular, o modelo de propagação em um ambiente rádio-móvel, os efeitos da propagação por multipercurso.

2. **OFERECIDA PARA O CURSO:** Eng. Elétrica.

3. **PROFESSOR:** Prof. Carlos Aurélio Faria da Rocha

4. **OBJETIVOS:**

Apresentar ao aluno os princípios básicos das comunicações móveis.

Informar o aluno sobre a evolução do sistema de telefonia fixa e dos primeiros sistemas de telefonia móvel para os atuais sistemas de telefonia celular.

Familiarizar o aluno com os diversos tipos de sistemas de telefonia celular adotados no mundo.

Apresentar as estratégias e considerações mais relevantes que tornaram possíveis a concepção e o funcionamento pleno dos sistemas de telefonia celular.

Informar o aluno sobre as possíveis estratégias para se aumentar a capacidade de um sistema celular a medida que cresce o número de usuários.

Informar o aluno sobre os efeitos sofridos pela propagação de ondas eletromagnéticas em ambientes com obstáculos, bem como os modelamentos estatísticos existentes para estes efeitos.

Demonstrar através de experiências práticas, desenvolvidas com equipamento disponível no MagLab-Laboratório de Eletromagnetismo para Engenharia, estrutura básica de sistemas de comunicação sem fio; propagação, atenuação e reflexão de ondas planas; efeitos de antenas, tais como diretividade, que é relacionada com a setorização de células em sistemas de telefonia celular.

5. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1 – Introdução aos Sistemas de Comunicação sem Fio

1.1 – Fatos Histórico

1.2 – A Evolução para o Sistema Celular

1.3 – O Sistemas AMPS

1.4 – O Sistema Celular Digital USDC

1.5 – O Sistema Celular Digital Baseado em CDMA – (IS-95)

1.6 – Outros Sistemas Celulares no Mundo

1.7 – Terminologia dos Sistemas de Comunicação sem Fio

- 1.8 – Exemplos de Sistemas Rádio-Móvel
 - 1.8.1 – Sistemas de Paging (Busca)
 - 1.8.2 – Telefone sem Fio
 - 1.8.3 – Sistema de Telefone Celular
 - 1.8.3.1 – As Etapas de uma Ligação de/para um Telefone Celular
- 1.9 – Comparação entre Sistemas de Comunicação Móvel, com Relação a Área de Cobertura, Complexidade e Custo

2 – O Conceito de Celular

- 2.1 – Reutilização de Frequências
- 2.2 – Estratégias de Alocação de Canais para as Células
- 3.3 – Estratégias de *Handoff*
- 2.4 – Interferência e Capacidade de Sistema
 - 2.4.1 – Interferência Cocanal
 - 2.4.2 – Interferência de Canal Adjacente
- 2.5 – *Trunking* e Grau de Serviços
 - 2.5.1 – O Sistema sem Fila (Erlang B)
 - 2.5.2 – O Sistema com Fila (Erlang C)
- 2.6 – Aumentando a Capacidade de Sistemas Celulares
 - 2.6.1 – Divisão de Células
 - 2.6.2 – Setorização
 - 2.6.3 – Conceito de Zonas (Microcélulas)

3 – Propagação em Ambiente Rádio-Móvel – Modelos de Perdas de Larga-Escala

- 3.1 – O Modelo de Propagação em Espaço Livre
- 3.2 – Os Mecanismos Básicos da Propagação
- 3.3 – Reflexão
 - 3.3.1 – Reflexão em Dielétricos
 - 3.3.2 – Ângulo de Brewster
 - 3.3.3 – Reflexão em Condutores Perfeitos
- 3.4 – O Modelo de 2 Raios para a Reflexão na Superfície da Terra
- 3.5 - Difração
 - 3.5.1 – Geometria das Zonas de Fresnel
 - 3.5.2 – O Modelo *Knife-Edge* de Difração
 - 3.5.3 – O Modelo *Knife-Edge* de Difração Múltipla
- 3.6 – Espalhamento
- 3.7 – *Link Budget* (Orçamento) usando os Modelos de Perdas
 - 3.7.1 – O Modelo Logarítmico de Perdas (*Log-Distance*)
 - 3.7.2 – Sombreamento Log-Normal
 - 3.7.3 – Determinação do Percentual da Área de Cobertura
- 3.8 – Modelos de Propagação em Ambientes Externos (*Outdoor*)
 - 3.8.1 – O Modelo de Longley-Rice
 - 3.8.2 – O Modelo de Durkin
 - 3.8.3 – O Modelo de Okumura
 - 3.8.4 – O Modelo de Hata

- 3.8.5 – O Modelo de Walfish-Bertoni
- 3.8.6 – O Modelo de Microcélulas em PCS de Banda-Larga
- 3.9 – Modelos de Propagação em Ambientes Internos (*Indoor*)
 - 3.9.1 – Perdas Devidas a Divisórias (em um mesmo pavimento)
 - 3.9.2 – Perdas Entre Dois ou Mais Pavimentos
 - 3.9.3 – O Modelo Logarítmico de Perdas (*Log-Distance*)
 - 3.9.4 – O Modelo do Fator de Atenuação
 - 3.9.5 – Penetração de Sinais em Prédios

4 – Propagação em Ambiente Rádio-Móvel – Desvanecimento (*Fading*) e Multipercurso

- 4.1 – Propagação por Multipercurso
 - 4.1.1 – Fatores que Contribuem para o Desvanecimento
 - 4.1.2 – Deslocamento Doppler
- 4.2 – O Modelo da Resposta ao Impulso de um Canal Multipercurso
 - 4.2.1 – Relação entre Largura de Faixa e Potência Recebida
- 4.3 – Medições de Multipercurso
 - 4.3.1 – Medição por Pulso RF Direto
 - 4.3.2 – Medição Baseada em Espalhamento Espectral
 - 4.3.3 – Medição no Domínio da Frequência
- 4.4 – Os Parâmetros de um Canal com Multipercurso
 - 4.4.1 – Dispersão Temporal
 - 4.4.2 – Largura de Faixa de Coerência
 - 4.4.3 – Espalhamento Doppler e Tempo de Coerência
- 4.5 – Tipos de Desvanecimento
 - 4.5.1 – Efeitos sobre o Desvanecimento Devidos ao Espalhamento de Atraso Temporal por Multipercurso
 - 4.5.1.1 – Desvanecimento Plano (*Flat*)
 - 4.5.1.2 – Desvanecimento Seletivo
 - 4.5.2 – Efeitos sobre o Desvanecimento Devidos ao Espalhamento Doppler
 - 4.5.1.1 – Desvanecimento Rápido
 - 4.5.1.2 – Desvanecimento Lento
- 4.6 – As Distribuições de Rayleigh e de Rice
 - 4.6.1 – A Distribuição de Rayleigh para o Desvanecimento
 - 4.6.2 – A Distribuição de Rice para o Desvanecimento
- 4.7 – Modelos Estatísticos para os Canais com Desvanecimento
 - 4.7.1 – O Modelo de Clarke para Desvanecimento Plano
 - 4.7.2 – O Modelo de 2 Raios para o Desvanecimento de Rayleigh

6 - AVALIAÇÃO: Duas provas, cada uma com peso de 0.4 e Trabalhos que serão definidos no decorrer do curso com peso total de 0.2. O aluno com média total menor do que 3.0 estará reprovado, sem direito a fazer a prova de recuperação. Ao aluno com frequência insuficiente será atribuída a nota ZERO.

7 - **Provas:** 1^a Prova - 06/10/2002

2^a Prova - 18/12/2002

Recuperação: 05/02/2003

6. **BIBLIOGRAFIA:**

- Wireless Communications – Principles and Practice, Theodore S. Rappaport, Prentice Hall PTR, Upper Saddles River, NJ, 1996.
- Foundations of Mobile Radio Engineering, Michel D. Yacoub, CRC Press, 1993.