

DISCIPLINA: SISTEMAS DE RÁDIO ENLACE	
Código:	
Carga Horária Total: 80	CH Teórica: 80h CH Prática: 0h
Número de Créditos:	4
Pré-Requisito:	INTRODUÇÃO AO ELETROMAGNETISMO
Semestre:	5
Nível:	Tecnologia
EMENTA	
<p>Unidades de medida. Mecanismos de propagação de uma onda de rádio. Fenômenos envolvidos na propagação de ondas: refração, difração e reflexão. Zonas de Fresnel. Atenuação, multitrajeto, desvanecimento. Cálculo de enlace: dimensionamento e projeto de sistemas de rádio enlace. Legislação.</p>	
OBJETIVO	
<p>Conhecer os conceitos básicos sobre o projeto de um sistema de rádio enlace. Usar os conceitos que permitam cálculos de perdas em enlaces de rádio. Conhecer todos os procedimentos envolvidos no projeto de enlace de rádio. Introduzir métodos de análise de enlaces de rádio através de gráficos dos elipsóides de Fresnel. Calcular a potência de sistemas de rádio enlace. Conhecer as normas que permitam a realização de cálculos de altura de antenas, azimute, inclinação e distância entre estações através das respectivas coordenadas geográficas.</p>	
PROGRAMA	
<p>Unidade 1: Topografia Básica (Site Survey) - Revisão unidades de medidas em Telecomunicações: dB, dBi, dBd, dBm, dBW e conversões entre unidades dBm-Watt, dBW-Watt e dBm-dBW. Mapas, escala de mapas, curvas de nível, altitude de pontos em um mapa, latitude e longitude, cálculo da distância entre dois pontos. Azimute de antenas, anti-azimute, azimute magnético, azimute geográfico, declinação magnética, utilização da bússola e cálculo da declinação magnética. Cálculo de azimutes através da utilização de coordenadas geográficas e ângulo de elevação. Determinação de localidades (survey) nos mapas para levantamento do perfil do relevo. Unidade 2: Princípios básicos de propagação da onda eletromagnética - Propagação. Frente de onda e meios de transmissão. Polarização. Mecanismos de propagação e faixas de frequências. Unidade 3: Conceitos de Refratividade e Obstrução - Refração Atmosférica. Análise da refratividade e do fator K. Raio terrestre equivalente. Zonas/Elipsóides de Fresnel. Unidade 4: Efeitos do terreno na propagação - Efeitos de obstáculos nas ligações via rádio. Critérios de desobstrução. Aplicação dos critérios de desobstrução no dimensionamento da altura mínima aplicável para as antenas. Cálculos de altura de antenas, azimute e inclinação. Obstáculo Gume de Faca. Difração média e obstáculo isolado. Estimativa de perda por difração. Obstáculo irregular e maciço e perdas adicionais. Unidade 5: Reflexões no solo - Coeficientes de reflexão. Parâmetros que influem na reflexão do feixe de microondas. Cálculo do ponto de reflexão. Cálculo da área de reflexão. Cálculo do coeficiente de rugosidade do terreno. Unidade 6: Atenuações (Espaço Livre e suplementares): Atenuação de espaço livre. Perdas de percurso. Dutos: Superficial e elevado. Regiões de atenuação e interferência devido a dutos. Análise da atenuação pluviométrica. Caracterização da estrutura da chuva. Métodos para estimativa do efeito da chuva: Método UIT-R 838 e 530-7. Cálculo de indisponibilidade total. Unidade 7: Cálculo do desempenho do sistema de rádio digital - Objetivos de desempenho. Desvanecimentos: metodologias de cálculo, desvanecimento plano, desvanecimento seletivo. Modelo para canal de RF. Distribuições estatísticas: Amplitude relativa de Eco, Diferença de Retardo, Deslocamento de frequência de NOTCH. Influência da curva de assinatura na probabilidade de desvanecimento seletivo. Diversidade: Espaço, frequência, híbrida e quádrupla. Cálculo da altura da antena de diversidade. Fatores de melhoria: Devido a inclinação da trajetória, devido a diversidade de espaço e devido a diversidade de frequência. Planejamento de frequências. Metodologia de cálculo de desempenho e disponibilidade. Cálculo de interferências. Dimensionamento de sobressalentes. Unidade 8: Sistema aéreo - Antenas, guias de onda, cabo coaxial, torres (autoportante e estaiada), componentes adicionais do sistema aéreo. VSWR do sistema aéreo. Tipos de rádio ponto a ponto, topologia de rede, composição do sistema de rádio, configurações e parâmetros sistêmicos dos equipamentos de rádio e introdução a gerência de rede. Unidade 9: Legislações Vigentes -</p>	

Principais organismos nacionais e internacionais, principais normas vigentes da Anatel: definições dos tipos de serviço; normas para instalação e alteração de características técnicas de estação de telecomunicações; formulários de projeto.

METODOLOGIA DE ENSINO

Através de aulas teórico/práticas será apresentado, passo a passo, todo o procedimento necessário para o cálculo de enlaces de rádio digitais. À medida que o conteúdo for ministrado, os educandos farão o projeto de um enlace de rádio seguindo normas e procedimentos técnicos apresentados. Para complementar as aulas teóricas, os educandos farão simulações computacionais utilizando planilhas de cálculo, visitas técnica e trabalhos em grupo, além da montagem de enlaces de rádio nas faixas de 2,4 GHz, 5 GHz, 7 GHz e 23 GHz.

RECURSOS

- Quadro branco;
- Pincéis;
- Projetor;
- Computadores com softwares de simulação de sistemas de telecomunicações.

AVALIAÇÃO

A avaliação é realizada de forma processual e cumulativa. A saber: avaliações escritas, trabalhos extra-sala de aula e dinâmicas em sala. A frequência é obrigatória, respeitando os limites de ausência previstos em lei. A sistemática de avaliação no ensino ocorrerá por todo o semestre letivo.. O semestre é dividido em duas etapas. Para cada uma delas, pelo menos uma avaliação deverá ser feita. A nota preliminar do semestre será calculada através da média ponderada das notas das duas etapas, sendo que a primeira etapa terá peso 2 e a segunda etapa terá peso 3. Se a nota preliminar do semestre for igual ou superior a 7, o aluno é considerado aprovado. Se o aluno obtiver nota maior ou igual a 3 e menor do que 7, ele terá direito a fazer uma avaliação final. A nota final do aluno será a média aritmética entre a nota preliminar do semestre e a nota da avaliação final. Se a nota final for maior ou igual a 5, o aluno é considerado aprovado.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

GOMES, G. G. R. **Sistemas de Rádio Enlaces Digitais: Terrestres e por Satélites**. 1ª Ed. São Paulo. Editora Érica, 2013.

MIYOSHI, E., M., SANCHES, C., A. **Projetos de Sistemas de Rádio**. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2002.

SOARES, V., N., PETRUCCI, L., A., TEIXEIRA P., S. **Telecomunicações Sistemas de Propagação e Rádio Enlace**. Editora Érica Ltda. São Paulo, 1999.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

RIBEIRO, J. A. J. **Engenharia de Antenas**, 2a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

SADIKU, MATTHEW N. O. **Elementos de Eletromagnetismo**, 3ª ed. Porto Alegre, 2004

BARRADAS, O., SILVA, G. **Sistemas Radio visibilidade**. Livros Técnicos e Científicos S.A., 2ª Edição, Rio de Janeiro, 1978;

BERTONI, HENRY L. **Radio Propagation for Modern Wireless Systems**, Prentice-Hall, 1999.

B. PATTAN – **SATELLITE-BASED CELLULAR COMMUNICATIONS** – McGraw Hill -1998.

R. E. COLLIN, **Foundations for Microwave Engineering**, 2nd.ed., McGraw-Hill, 1992.

I. A. GLOVER, et al., **Microwave Devices, Circuits and Subsystems**, J. Wiley, 2005.

M. GOLIO, (Ed.), **The RF and Microwave Handbook**, CRC Press, 2001.

Coordenador do Curso

Setor Pedagógico

