

PLANO DE ENSINO

Identificação da disciplina e dos dados da oferta
Código e nome da disciplina: ELC1120 TELECOMUNICAÇÕES II
Curso: Engenharia de Telecomunicações
Turma:
Docente responsável: Fernando Cesar Comparsi De Castro
Ano/período: 2022/II
Objetivos da disciplina (de acordo com o projeto pedagógico do curso):
Compreender a constituição e funcionamento de redes de comunicação de dados. Conhecer os tipos de modulação, protocolos, como é realizada a transmissão em banda-base e banda-passante, como realizar o cálculo da capacidade de um canal de comunicação digital, conhecer métodos de correção de dados e comutação empregados em redes de comunicação de dados.
Carga horária: 60 horas - aula
Conteúdo programático (de acordo com o projeto pedagógico do curso):
<p>UNIDADE 1 - VISÃO GERAL</p> <p>1.1 - Modelo genérico de um sistema de comunicação digital.</p> <p>1.2 - Digitalização e compressão da informação para mínima ocupação espectral.</p> <p>1.3 - <i>Forward error correction</i> para mínima taxa de erro de bit (BER – <i>Bit Error Rate</i>).</p> <p>1.4 - Heterodinação, <i>up-conversão</i> e <i>down-conversão</i> - canais <i>baseband</i> e <i>bandpass</i>.</p> <p>1.5 - Canal AWGN , Capacidade de canal - Teorema de Shannon.</p> <p>1.6 - Canal com degradação da curva de resposta em frequência.</p> <p>1.7 - Transmissão de informação binária através de símbolos IQ (<i>InPhase-Quadrature</i>).</p> <p>UNIDADE 2 – CODIFICAÇÃO DE FONTE</p> <p>2.1 - Digitalização - conversão A/D e D/A.</p> <p>2.2 - Compressão por codificação PCM diferencial.</p> <p>2.3 - Codificação por entropia - Códigos de Huffman.</p> <p>UNIDADE 3 – CODIFICAÇÃO DE CANAL</p> <p>3.1 - Correção de erro por codificação em bloco.</p> <p>3.2 - Correção de erro por codificação convolucional.</p> <p>UNIDADE 4 - MODULAÇÃO E DEMODULAÇÃO DIGITAL</p> <p>4.1 - Formatação de pulsos IQ - <i>shaping filter</i> e contenção espectral.</p> <p>4.2 - Modulação QAM (<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>).</p> <p>4.3 - PAM (<i>Pulse Amplitude Modulation</i>).</p> <p>4.4 - PSK (<i>Phase Shift Keying</i>).</p> <p>4.5 - FSK (<i>Frequency shift keying</i>).</p> <p>4.6 - Detecção por correlator e filtro casado (<i>matched filter</i>)</p> <p>4.7 - <i>Shaping filter</i> tipo <i>raised-cosine</i> e <i>root-raised-cosine</i></p> <p>4.8 - Sincronismo de símbolo (<i>clock recovery</i>) e de portadora (<i>carrier recovery</i>).</p> <p>4.9 - O efeito do multipercorso sobre a resposta do canal no domínio tempo e no domínio frequência.</p> <p>4.10 - Desconvolução de canal - equalizadores ZF (<i>Zero Forcing</i>), LMS (<i>Least Mean Square</i>), CMA (<i>Constant Modulus Algorithm</i>) e DFE (<i>Decision Feedback Equalizer</i>). Equalizadores fracionários.</p>

UNIDADE 5 - TÉCNICAS DE MÚLTIPLO ACESSO

5.1 - Multiplexação por divisão de frequência, tempo, espaço e código.

5.2 - Sistemas multiportadoras OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

5.3 - Estimação, compensação de canal e *time-frequency interleaving* em sistemas OFDM.

5.4 - Sincronismo de *frame* e portadora em sistemas OFDM.

5.5 - Sistema SC-FDMA (*Single Carrier - Frequency Division Multiple Access*).

5.6 - Sistemas *Spread Spectrum* DS-CDMA (*Direct Sequence - Code Division Multiple Access*) e FH-CDMA (*Frequency Hopping - Code Division Multiple Access*).

5.7 - Sistemas MC-CDMA (*Multicarrier CDMA*) e MC-DS-CDMA (*Multicarrier - Direct Sequence - CDMA*).

5.8 - Multiplexação espacial e diversidade espacial - sistemas MIMO-OFDM (*Multiple Input Multiple Output*). Alamouti 2x2, 1x2 e 2x1. *Eigenbeamforming*.

Bibliografia básica (de acordo com o projeto pedagógico do curso):

- B. P. Lathi, Modern digital and analog communication systems, 3rd Edition, Oxford University Press, 1998.
- STALLINGS, William. Data and Computer Communications. Prentice Hall, 6th ed, 2000.
- TANENBAUM, Andrew S. Computer Networks. Prentice Hall, 3rd ed, 1996.

Bibliografia complementar (de acordo com o projeto pedagógico do curso):

SILVEIRA, Jorge Luis da. Comunicação de Dados e Sistemas de Teleprocessamento. Makron, McGraw-Hill, 2002.

Bibliografia auxiliar:

- J.G. PROAKIS & M. SALEHI, Communication Systems Engineering – 2nd ed – Prentice Hall
- SIMON HAYKIN - Communication Systems - 4th ed – John Wiley & Sons
- PROAKIS, J.G. Digital communications. 2. ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1989. ZIEMER, R.E. Principles of communications: systems, modulation and noise. 5. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, c2002. 637 p.
- HAYKIN, S. MOHER, M. Sistemas de comunicação. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011

Descrição do plano

Metodologia:

Aulas expositivas com conteúdo ministrado através de texto didático em formato pdf e videoaulas disponibilizadas em <http://www.fccdecastro.com.br/download.html>. São apresentados conceitos teóricos e aplicações. Ao final de cada módulo relevante do conteúdo um conjunto de exemplos e exercícios é resolvido. Um conjunto adicional de exercícios e problemas é sugerido ao aluno como *homework* para serem resolvidos no âmbito do paradigma *computer-assisted problem solving*. Dúvidas serão dirimidas por e-mail e/ou via google meet nos horários alocados para a disciplina. Para cada uma das três provas P1, P2 e P3 haverá um conjunto de exercícios e problemas a ser resolvido a título de *homework*. A solução dos referidos problemas e exercícios pelo aluno corresponderá à 10% do grau final. A disciplina é oferecida integralmente na modalidade ENSINO REMOTO, dentro do semestre letivo 2022/II.

Cronograma estimado de atividades:

	Atividade
13/09	Apresentação da disciplina.
16/09	Modelo genérico de um sistema de comunicação digital. Digitalização e compressão da informação para mínima ocupação espectral. <i>Forward error correction</i> para mínima taxa de erro de bit.
20/09	Heterodinação, <i>up-conversão</i> e <i>down-conversão</i> - canais <i>baseband</i> e <i>bandpass</i> . Canal AWGN, Capacidade de canal - Teorema de Shannon. Canal com degradação da curva de resposta em frequência. Transmissão de informação binária através de símbolos IQ (<i>InPhase-Quadrature</i>).
23/09	Codificação de Fonte: Digitalização - conversão A/D e D/A. Compressão por codificação PCM diferencial.
27/09	Codificação por entropia - Códigos de Huffman.
30/09	Exercícios sobre Codificação de Fonte.
04/10	Codificação de Canal: Correção de erro por codificação em bloco.

07/10	Codificação de Canal: Correção de erro por codificação convolucional.
11/10	Modulação PAM (<i>Pulse Amplitude Modulation</i>). Formatação de pulsos IQ – contenção espectral através de <i>shaping filter</i> gaussiano.
14/10	Modulação QAM (<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>). Modulação PSK (<i>Phase Shift Keying</i>).
18/10	Detecção por correlator e filtro casado (<i>matched filter</i>).
21/10	<i>Shaping filter</i> tipo <i>raised-cosine</i> e <i>root-raised-cosine</i> .
25/10	Sincronismo de símbolo e de portadora.
28/10	FERIADO
01/11	FSK (<i>Frequency shift keying</i>).
04/11	O efeito do multipercurso sobre a resposta do canal no domínio tempo e no domínio frequência.
08/11	Desconvolução de canal - equalizador ZF (<i>Zero Forcing</i>).
11/11	Equalizador adaptativo LMS (<i>Least Mean Square</i>). Equalizadores fracionários. Equalizador adaptativo CMA (<i>Constant Modulus Algorithm</i>) e equalizador DFE (<i>Decision Feedback Equalizer</i>).
15/11	FERIADO
18/11	P1 e entrega solução dos exercícios e problemas dos <i>homeworks</i> p/ a P1.
22/11	Multiplexação por divisão de frequência, tempo, espaço e código.
25/11	Sistemas <i>Spread Spectrum</i> DS-CDMA (<i>Direct Sequence - Code Division Multiple Access</i>) e FH-CDMA (<i>Frequency Hopping - Code Division Multiple Access</i>).
29/11	Sistemas <i>Spread Spectrum</i> DS-CDMA (<i>Direct Sequence - Code Division Multiple Access</i>) e FH-CDMA (<i>Frequency Hopping - Code Division Multiple Access</i>).
02/12	Sistemas multiportadoras OFDM (<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>)
06/12	Sistemas multiportadoras OFDM (<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>)
09/12	FERIADO
13/12	Estimação, compensação de canal e <i>time-frequency interleaving</i> em sistemas OFDM.
16/12	Estimação, compensação de canal e <i>time-frequency interleaving</i> em sistemas OFDM.
03/01	Sincronismo de <i>frame</i> e portadora em sistemas OFDM. PAPR (<i>peak to average power ratio</i>).
06/01	Sistema SC-FDMA (<i>Single Carrier - Frequency Division Multiple Access</i>). Sistemas MC-CDMA (<i>Multicarrier CDMA</i>) e MC-DS-CDMA (<i>Multicarrier - Direct Sequence - CDMA</i>).
10/01	P2 e entrega da solução dos exercícios e problemas dos <i>homeworks</i> p/ a P2.
13/01	Multiplexação espacial e diversidade espacial - sistemas MIMO-OFDM (<i>Multiple Input Multiple Output</i>). <i>Eigenbeamforming</i> .
17/01	Multiplexação espacial e diversidade espacial - sistemas MIMO-OFDM (<i>Multiple Input Multiple Output</i>). <i>Eigenbeamforming</i> .
20/01	Alamouti 1x2.
24/01	Alamouti 2x1.
27/01	Alamouti 2x2.
31/01	P3 e entrega da solução dos exercícios e problemas dos <i>homeworks</i> p/ a P3.
03/02	Dúvidas sobre a matéria do EXAME.
07/02	EXAME

Atividades práticas:

Simulação e análise de blocos funcionais de sistemas de comunicações através de software para simulação (Matlab e/ou MathCad). Estas atividades referem-se aos *homeworks* a serem resolvidos no âmbito do paradigma *computer-assisted problem solving* – vide seção “Metodologia”. A totalidade das atividades práticas ocorre na modalidade ENSINO REMOTO, e dentro do semestre letivo 2022/II.

Critérios de avaliação:

$$\text{GrauFinal} = \frac{3P1 + 3P2 + 3P3 + H}{10}$$

onde

O valor do GrauFinal será atribuído ao valor do grau da “Primeira Avaliação” e simultaneamente ao valor do grau da “Segunda Avaliação” no sistema de registro de notas da UFSM.

Graus P1, P2 e P3: Graus respectivamente referentes à solução das provas P1, P2 e P3, provas que serão resolvidas de forma **individual** no domicílio do aluno.

Diretrizes p/ as provas P1, P2 e P3: O enunciado da prova será enviado ao e-mail do aluno registrado no sistema da UFSM, a partir do e-mail fccdecastro@outlook.com. A data da entrega da solução da prova estará especificada no enunciado da mesma e a solução deverá ser enviada para o e-mail fccdecastro@outlook.com a partir do e-mail do aluno registrado no sistema da UFSM.

A solução das questões deve ser feita de forma **manuscrita**, exceto os gráficos. Cada gráfico (se houver), deve ser **plotado** (não serão aceitos gráficos desenhados à mão).

A solução da prova deve ser enviada em arquivo formato .pdf, .jpg, .png ou .tif. Atentar para a iluminação, contraste e resolução da solução, para efeito de ser garantida a legibilidade da mesma. Em sendo recebido o e-mail do aluno referente à solução da prova, um *reply* de confirmação do recebimento será enviado ao e-mail do aluno a partir do e-mail fccdecastro@outlook.com.

Ordenar sequencialmente os procedimentos/resultados parciais de forma coerente, mantendo a relação causa-consequência no encadeamento sequencial das ideias expressas na escrita da solução da prova.

Cada resultado/valor numérico deve ser acompanhado da respectiva unidade dimensional (se houver), e deve ser precedido da equação analítica/algébrica que deu origem ao resultado. Cada equação analítica/algébrica deve ser precedida da identificação dos valores numéricos que foram utilizados na equação. **Não serão pontuadas as soluções parciais e/ou globais que apresentarem somente o resultado sem o devido desenvolvimento analítico/algébrico.** Cada gráfico (se houver) deve ser apresentado com uma legenda descrevendo o seu significado e a sua interpretação no contexto da solução do item da questão.

Deve ser entregue juntamente com a solução de cada questão o **arquivo original** do *script*, *workspace*, código fonte, etc. do software utilizado para solucionar a questão. Não será pontuada a solução de questão em que for entregue somente o *script*, *workspace*, código fonte, etc., sem incluir o devido desenvolvimento referido nas diretrizes acima.

Atentar para a individualidade da solução da prova: Itens da solução da prova que forem absolutamente idênticos em duas provas não serão pontuados em ambas.

A correção/avaliação das provas será enviada em formato pdf ao e-mail do aluno registrado no sistema da UFSM.

Grau H - Homeworks: Grau referente à média aritmética obtida na solução do conjunto de todos os exercícios e problemas propostos em aula como *homeworks*, exercícios e problemas que são pertinentes e respectivos à matéria ministrada para as provas P1, P2 e P3.

O enunciado de cada *homework* será enviado por e-mail aos alunos em momentos oportunos ao longo do semestre letivo. A solução do *homework* deverá ser entregue na data indicada no enunciado do mesmo e deve seguir as mesmas diretrizes para a solução e entrega das provas P1, P2 e P3 explicitadas em “**Diretrizes p/ as provas P1, P2 e P3**” acima.

Homework, prova e/ou exercício entregue fora do prazo: Será aplicado o fator 0.8^d à nota final do mesmo, sendo d o número de dias de atraso na entrega, incluindo dias úteis e não-úteis transcorridos até a entrega.

Informações complementares:

O docente responsável está à disposição dos alunos através do e-mail fccdecastro@outlook.com.

Página para download de material didático: <http://www.fccdecastro.com.br/download.html>