



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	COMUNICAÇÕES DIGITAIS II						
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA						
Código:	FEELT36704	Período/Série:	7º PERÍODO	Turma:	U		
Carga Horária:				Natureza:			
Teórica:	60	Prática:	00	Total:	60	Obrigatória():	Optativa()
Professor(A):	Pedro Luiz Lima Bertarini				Ano/Semestre:	2023/2	
Observações:							

2. EMENTA

Processos Aleatórios, Sistema de comunicação digital na presença de ruído, Teoria da informação e Códigos corretores de erros.

3. JUSTIFICATIVA

Essa componente curricular é importante para o aluno do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações, pois permite a compreensão do desempenho de sistemas de comunicações digitais na presença de ruído. Além disso, mostra quais os limites fundamentais de um sistema de comunicação digital e como os processos de codificação melhoram o desempenho do sistema. Todos esses conceitos são conceitos genéricos utilizados em diversas aplicações de comunicação digital, como por exemplo, redes de computadores e comunicações ópticas ou de radiofrequência.

4. OBJETIVO

Ao final do curso o estudante deverá ser capaz de:

1. Analisar o comportamento de sistemas de comunicações digitais em presença de ruídos;
2. Utilizar técnicas de correção de erros na comunicação digital de dados.

Entre as competências a serem desenvolvidas no estudante destacam-se:

1. Ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras;
2. Prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
3. Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo;
4. Verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;

5. Ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;
6. Projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;
7. Ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;
8. Ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias;
9. Aprender a aprender.

5. **PROGRAMA**

1 Processos Aleatórios

- 1.1 Definição
- 1.2 Processo de Poisson
- 1.3 Processo Estacionário

2 Sistema de comunicação digital na presença de ruído

- 2.1 Modelo de um sistema de comunicação
- 2.2 Procedimento de ortogonalização de Gram-Schmidt
- 2.3 Interpretação geométrica dos sinais
- 2.4 Resposta de um banco de “correladores” a entrada ruidosa
- 2.5 Receptor por correlação
- 2.6 Receptor por filtro casado
- 2.7 Probabilidade de erro em sistemas ASK,FSK e PSK

3 Teoria da informação

- 3.1 Medida de informação
- 3.2 Entropia de uma fonte
- 3.3 Teorema da codificação de fonte
- 3.4 Teorema da codificação de canal
- 3.5 Teorema da capacidade do canal

4 Códigos corretores de erros

- 4.1 Códigos em blocos lineares
- 4.2 Códigos cíclicos
- 4.3 Códigos convolucionais

6. **METODOLOGIA**

- **Conteúdo Programático para Atividades Teóricas Presenciais**

A disciplina utiliza o Moodle (www.moodle.ufu.br) para envio de atividades e disponibilização de materiais. A inscrição no Moodle é obrigatória, poderá ser efetuada a partir do dia 08/01. Dados para inscrição:

Nome da Disciplina: GEE536 - Comunicações Digitais 2

Link da disciplina: <https://www.moodle.ufu.br/course/view.php?id=6056>

chave de inscrição: gee536_2023_2

A disciplina usará a metodologia ativa de ensino, ou seja, o aluno participará ativamente do processo de aprendizagem. O aluno será o responsável pela própria aprendizagem. Espera-se que, estimulado pela autonomia, o aluno fique mais comprometido e participativo. O aluno aprenderá a aprender.

Em seus estudos, os alunos poderão utilizar as videoaulas da disciplina disponibilizadas no Moodle, assim como as referências bibliográficas e o material de apoio da disciplina.

Durante as aulas presencias será empregada a metodologia ativa de aprendizado baseado em projetos (PBL - *project based learning*) para desenvolvimento dos conteúdos da disciplina, assim como as atividades avaliativas.

As aulas teóricas serão realizadas às segundas-feiras das 07h10min às 08h50min e às terças-feiras das 08h50min às 10h30min, no Bloco G da UNIPAM, sala 401.

Aula	Data	Conteúdo Teórico
01-02	08/01/2024	Módulo 1: 1) Apresentação do plano de ensino, metodologia e critérios de avaliação
03-04	09/01/2024	Módulo 1: 1) Apresentação do plano de ensino, metodologia e critérios de avaliação
05-06	15/01/2024	Módulo 2: 1) Revisão de teoria das probabilidades
07-08	16/01/2024	Módulo 2: 1) Revisão de teoria das probabilidades
09-10	22/01/2024	Módulo 3: 1) Processos aleatórios
11-12	23/01/2024	Módulo 3: 1) Processos aleatórios
13-14	29/01/2024	Módulo 4: 1) Modelagem de ruído 2) Receptor por filtro casado
15-16	30/01/2024	Módulo 4: 1) Modelagem de ruído 2) Receptor por filtro casado
17-18	05/02/2024	Módulo 5: 1) Representação geométrica de sinais
19-20	06/02/2024	Módulo 5: 1) Representação geométrica de sinais
	12/02/2024	Recesso - Carnaval
	13/02/2024	Carnaval
21-22	19/02/2024	Módulo 6: 1) Procedimento de ortogonalização de Gram-Schmidt 2) Receptor de Correlação
23-24	20/02/2024	Módulo 6: 1) Procedimento de ortogonalização de Gram-Schmidt 2) Receptor de Correlação
25-26	26/02/2024	Módulo 7: 1) Conceitos fundamentais de teoria da informação
27-28	27/02/2024	Módulo 7: 1) Conceitos fundamentais de teoria da informação
29-30	04/03/2024	Módulo 8: 1) Codificação da fonte - Huffman
31-32	05/03/2024	Módulo 8: 1) Codificação da fonte - Huffman

33-34	11/03/2024	Módulo 9: 1) Codificação da fonte - Lempel-Ziv
35-36	12/03/2024	Módulo 9: 1) Codificação da fonte - Lempel-Ziv
37-38	18/03/2024	Módulo 10: 1) Informação Mútua e Teorema da Codificação do Canal 2) Teorema da Capacidade do Canal
39-40	19/03/2024	Módulo 10: 1) Informação Mútua e Teorema da Codificação do Canal 2) Teorema da Capacidade do Canal
41-42	25/03/2024	Módulo 11: 1) Códigos de Bloco Lineares (parte 1)
43-44	26/03/2024	Módulo 11: 1) Códigos de Bloco Lineares (parte 1)
45-46	01/04/2024	Módulo 12: 1) Códigos de Bloco Lineares (parte 2)
47-48	02/04/2024	Módulo 12: 1) Códigos de Bloco Lineares (parte 2)
49-50	08/04/2024	Módulo 13: 1) Códigos Cíclicos
51-52	09/04/2024	Módulo 13: 1) Códigos Cíclicos
53-54	15/04/2024	Módulo 14: 1) Códigos Convolucionais
55-56	16/04/2024	Módulo 14: 1) Códigos Convolucionais
57-58	22/04/2024	Módulo 15: 1) Atividade de Recuperação de Aprendizagem
59-60	23/04/2024	Módulo 16: 1) Vista de atividades avaliativas e notas

• Conteúdo Programático para Atividades Acadêmicas Extras (AAE)

Aula	Data	Conteúdo - Atividades Acadêmicas Extras (AAE)
1-4	até 20/02/2024	Simulações sobre ruído, filtro casado, receptor por correlação e representação geométrica de sinais
5-8	até 19/03/2024	Simulações sobre codificação da fonte - Huffman e Lempel-Ziv
9-12	até 16/04/2024	Simulações sobre códigos de bloco lineares, códigos cíclicos e códigos convolucionais

	Teórica (h-a)	Prática (h-a)
C.H Presencial Total	60	0
C.H. Atividades Acadêmicas Extras Total	12	0
C.H. Total da disciplina	72	0

• Atendimento

O atendimento aos alunos da disciplina será realizado de forma presencial no Bloco Alfa, no LATUR (Laboratório de Tecnologias Urbanas e Rurais), de acordo com o seguinte planejamento: terças-feiras entre 14h e 15h, ou outro dia desde que

agendado com o professor previamente.

7. AVALIAÇÃO

• Aproveitamento

A avaliação de desempenho dos discentes será feita por entrega de atividades avaliativas semanais (resumo, atividade em sala e interações no fórum) e por seminários. O cronograma de atividades avaliativas e a distribuição da pontuação é apresentada.

Os resultados das avaliações serão divulgadas no Moodle em até 15 dias úteis após a sua realização e a vista de nota será marcada com os alunos, a partir da data de divulgação das notas, respeitando-se o prazo de no máximo 5 dias úteis, como previsto na Resolução do CONGRAD (Nº46/2022).

DATA	ATIVIDADE AVALIATIVA	PONTUAÇÃO
15 e 16/01/24	Resumo - Módulo 2 Atividades em sala - Módulo 2 Fórum - Módulo 2	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
22 e 23/01/24	Resumo - Módulo 3 Atividades em sala - Módulo 3 Fórum - Módulo 3	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
29 e 30/01/24	Resumo - Módulo 4 Atividades em sala - Módulo 4 Fórum - Módulo 4	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
05 e 06/02/24	Resumo - Módulo 5 Atividades em sala - Módulo 5 Fórum - Módulo 5	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
19 e 20/02/24	Resumo - Módulo 6 Atividades em sala - Módulo 6 Fórum - Módulo 6 Seminário 1	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto 9,5 pontos
26 e 27/02/24	Resumo - Módulo 7 Atividades em sala - Módulo 7 Fórum - Módulo 7	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
04 e 05/03/24	Resumo - Módulo 8 Atividades em sala - Módulo 8 Fórum - Módulo 8	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
11 e 12/03/24	Resumo - Módulo 9 Atividades em sala - Módulo 9 Fórum - Módulo 9	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
18 e 19/03/24	Resumo - Módulo 10 Atividades em sala - Módulo 10 Fórum - Módulo 10 Seminário 2	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto 9,5 pontos
25 e 26/03/24	Resumo - Módulo 11 Atividades em sala - Módulo 11 Fórum - Módulo 11	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
01 e 02/04/24	Resumo - Módulo 12 Atividades em sala - Módulo 12 Fórum - Módulo 12	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto

08 e 09/04/24	Resumo - Módulo 13 Atividades em sala - Módulo 13 Fórum - Módulo 13	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto
15 e 16/04/24	Resumo - Módulo 14 Atividades em sala - Módulo 14 Fórum - Módulo 14 Seminário 3	1,5 pontos 3 pontos 1 ponto 9,5 pontos
TOTAL		100 pontos

Resumo dos temas da semana (1,5 pts)

O aluno deverá pesquisar, estudar e elaborar um resumo sobre o conteúdo da semana e entregar para a avaliação do professor.

O resumo deverá ser feito a mão e entregue digitalizado.

O aluno deverá indicar quais foram as bibliografias utilizadas. O aluno poderá se basear nas notas de aulas (e videoaulas) do curso, mas não poderá ficar restrito a elas.

Não serão aceitos plágios, qualquer que seja o trecho (parágrafo ou frase). Trechos plagiados serão desconsiderados.

Serão avaliados os seguintes itens:

- Norma culta da língua portuguesa (15%)
- Organização e apresentação visual do resumo (15%)
- Clareza (20%)
- Conteúdo (50%)

O prazo de entrega será às 23:59 dos domingos antes das aulas presenciais. Não serão permitidos atrasos.

Atividades em sala (3,0 pts)

Durante as aulas presenciais, o professor apresentará desafios (problemas) relativos aos conteúdos já vistos anteriormente (videoaulas, resumo e fórum).

As atividades poderão ser realizadas individualmente ou em grupos, a critério do professor.

O aluno que não estiver presente na aula presencial perderá os pontos dessa atividade.

Interações no Fórum (1,0 pt)

Durante a semana os alunos deverão interagir entre si nos fóruns de cada tema.

Cada aluno deverá postar (no mínimo) uma vez em cada semana e interagir em (no mínimo) uma postagem de outro aluno.

Considera-se como interação postagens ou respostas à postagens.

Para o cálculo temporal das interações, considera-se que a semana se inicia às 00:00 da quarta-feira e se encerra às 23:59 do domingo

Os seguintes itens serão avaliados nas interações:

- Coerência com o assunto abordado (50%)
- As normas cultas da língua portuguesa (25%)
- Qualidade da interação (25%)

Unicidade da postagem - postagens repetidas serão desconsideradas.

Postagens não coerentes com o assunto ou sem qualidade serão desconsideradas.

Seminários (9,5 pts)

Serão propostas 3 atividades práticas, de acordo com roteiro fornecido pelo professor.

Os seminários poderão ser realizadas individualmente ou em grupos, a critério do professor.

Em cada seminário, o(s) aluno(s) deverá(ão) apresentar uma simulação relacionada ao tema fornecido pelo professor e explicar os aspectos da simulação que julgar relevante.

Os arquivos da simulação deverão ser postados em ambiente apropriado no Moodle.

Os seminários deverão ser apresentados nos encerramentos dos módulos 6, 10 e 14.

Critérios de avaliação dos seminários:

- Simulação (4,5 pontos) - Atendimento dos requisitos do roteiro fornecido pelo professor (100%)
- Apresentação (5 pontos)
 - Comunicação oral (30%)
 - Coerência e encadeamento de ideias (15%)
 - Uso das normas cultas da língua portuguesa (15%)
 - Conteúdo (40%)

• Frequência

A frequência será aferida pela presença na aula presencial (chamada). E em relação à parte assíncrona, pela entrega das atividades avaliativas relativa às atividades assíncronas.

• Recuperação*

É necessário ter 75% de presença para ter direito a realizar a prova de recuperação e a mesma somente será aplicada para o aluno que não atingiu 60 pontos.

A recuperação consistirá de uma avaliação no valor de 100 pontos, presencial e individual. Não será permitido consulta. Será permitido o uso de calculadoras. Celulares deverão ser desligados durante a avaliação. A recuperação não terá nenhuma questão que utilize simulação.

Considerando a Média Final Parcial (MP) a nota obtida no semestre ante da

recuperação e a Recuperação (REC) como acima descrita, a Nota Final da disciplina(MF) será dada pela seguinte fórmula:

$$MF = (MP)*0,6 + (REC)*0,4, \text{ sendo limitado em 60 o valor máximo de MF obtido pelo aluno em recuperação.}$$

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

1. HAYKIN, S. **Digital communications systems**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.
2. HAYKIN, S. **Sistemas de comunicação**: analógicos e digitais. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
3. LATHI, B. P.; DING, Z. **Sistemas de comunicações analógicos e digitais modernos**. 4ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

Complementar

1. ABRANTES, S. A. **Códigos correctores de erros em comunicações digitais**. Porto: FEUP, 2010.
2. CARLSON, A. B. **Communication systems**: an introduction to signals and noise in electrical communication. 5. ed. Boston: McGraw-Hill, 2012.
3. COUCH, L. W. **Digital and analog communication systems**. 7th ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2006.
4. HAYKIN, S. **Sistemas de comunicação analógicos e digitais**. 5ª ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2010.
5. HEFEZ, A.; VILLELA, M.L. T. **Códigos corretores de erros**. Rio de Janeiro: IMPA, 2008.
6. SKLAR, B. **Digital communications**: fundamentals and applications. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2017.
7. WILSON, S. G. **Digital modulation and coding**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.

9. APROVAÇÃO

Aprovado em reunião do Colegiado conforme Decisão Administrativa do Colegiado anexada ao processo referenciado.

Coordenação do Curso de Graduação: _____



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Luiz Lima Bertarini**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 05/02/2024, às 15:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Costa Ramos**, **Coordenador(a)**, em 15/02/2024, às 08:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4943171** e o código CRC **CF3067F2**.

Referência: Processo nº 23117.078172/2023-81

SEI nº 4943171