



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	COMUNICAÇÕES DIGITAIS I						
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA						
Código:	FEELT36608	Período/Série:	6º PERÍODO	Turma:	U		
Carga Horária:				Natureza:			
Teórica:	45	Prática:	15	Total:	60	Obrigatória():	Optativa()
Professor(A):	André Antônio dos Anjos				Ano/Semestre:	2026/1	
Observações:							

2. EMENTA

Amostragem e modulação digital em banda base, Modulação digital em banda passante binária, Modulação digital em banda passante multinível e Espalhamento Espectral.

3. JUSTIFICATIVA

Os sistemas de comunicações mais modernos utilizam comunicação digital para transmissão de informações. Neste sentido, torna-se indispensável que um engenheiro da área de comunicações/telecomunicações compreenda os princípios básicos de como se dá essa transmissão digital, bem como tenha a capacidade de projetar, analisar e interpretar parâmetros de funcionamento e de desempenho desses sistemas, temas que serão abordados ao longo deste curso e que são empregados nos mais diversos sistemas digitais, tais como: TV digital, comunicações móveis celulares, redes de computadores, dentre outros.

4. OBJETIVO

Ao final do curso o estudante deverá ser capaz de:

- 1) Analisar e especificar sistemas de comunicação digitais;
- 2) Utilizar técnicas de codificação, detecção e modulação empregadas 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 interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;
- 9) Gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;
- 10) Ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias;
- 11) Aprender a aprender.

5. PROGRAMA

1. Amostragem e modulação digital em banda base

- 1.1 Teorema da amostragem
- 1.2 Modulação por Código de Pulsos (PCM)
- 1.3 Codificação de linha
- 1.4 Repetidores regenerativos
- 1.5 Interferência Intersimbólica (ISI)

2. Modulação digital em banda passante binária

- 2.1 Representação geométrica de sinais
- 2.2 Representação em envelope complexo de sinais digitais
- 2.3 Teorema da amostragem em banda passante
- 2.4 ASK coerente e não-coerente
- 2.5 BPSK coerente
- 2.6 DPSK
- 2.7 FSK coerente e não-coerente

3. Modulação digital em banda passante multinível

- 3.1 QPSK e MPSK
- 3.2 QAM
- 3.3 MSK e GMSK
- 3.4 Comparação de esquemas de modulação digital com a utilização de uma única portadora
- 3.5 OFDM

4. Espalhamento Espectral

4.1 Sequência direta (DS)

4.2 Frequency Hopping (FH)

6. METODOLOGIA

• Disponibilização de Materiais, Avisos e Dinâmica da Disciplina

- Todas as informações referentes à disciplina, tais como: acesso ao material de apoio, referências bibliográficas, plano de aulas, slides, lista de exercícios, apostilas, vídeos e avisos, serão disponibilizadas por meio do ambiente virtual do Microsoft Teams.

- O (A) discente interessado(a) em cursar a disciplina deve se inscrever pelo link abaixo.

Link Teams: <https://teams.microsoft.com/l/team/19%3AQmBKY5YCDpz0xTBS-w7kC5hHZHEc177CU9xazx9HSxY1%40thread.tacv2/conversations?groupId=b07e7e47-3453-4338-82cc-6dd3b0135182&tenantId=cd5e6d23-cb99-4189-88ab-1a9021a0c451>

- É obrigatória a participação na equipe da disciplina no Microsoft Teams.

- Os resultados das atividades avaliativas também serão disponibilizados por meio da plataforma.

• Conteúdo Programático para Atividades Teóricas Presenciais

As aulas teóricas serão realizadas às quintas-feiras, de 9h50min até 12h20min, no Bloco G da UNIPAM, na sala 206. Na tabela a seguir é apresentado o conteúdo programado para as atividades teóricas da disciplina.

Aula	Data	Conteúdo Teórico
1-2-3	23/04/2026	Apresentação do Plano de Ensino e início do conteúdo da disciplina: Parte 1 - Transmissão em Banda Base <ul style="list-style-type: none">• Introdução aos sistemas de comunicação digital, tipos de informação para transmissão, teorema da amostragem, PCM e códigos de linha.
4-5-6	30/04/2026	<ul style="list-style-type: none">• PAM e noções sobre recepção binária ótima (filtro casado e correlator).
7-8-9	07/05/2026	<ul style="list-style-type: none">• Modelo de comunicação digital binária em BB, noções sobre variável de decisão e probabilidade de erro.
10-11-12	14/05/2026	<ul style="list-style-type: none">• Transmissão sem distorção. Interferência Intersimbólica e pulso de Nyquist para IIS nula. Diagrama de olho.

13-14-15	21/05/2026	Parte 2 - Representação geométrica de sinais <ul style="list-style-type: none"> Síntese de símbolos de uma modulação M-ária genérica, funções base, coeficientes, energia, distância euclidiana e representação dos M símbolos de uma modulação no espaço euclidiano (constelação).
16-17-18	28/05/2026	<ul style="list-style-type: none"> Transmissor generalizado, Receptor generalizado ótimo (Máxima verossimilhança) e regiões de decisão.
19-20-21	11/06/2026	<ul style="list-style-type: none"> Prova 1
22-23-24	18/06/2026	<ul style="list-style-type: none"> Noções sobre a probabilidade de erro de símbolo e bit em um sistema genérico com M símbolos e N funções base (Limitante da União).
25-26-27	25/06/2026	Parte 3 - Transmissão em banda passante <ul style="list-style-type: none"> Modulações com detecção coerente: ASK, BPSK, M-PSK.
28-29-30	02/07/2026	<ul style="list-style-type: none"> Modulações com detecção coerente: M-QAM, BFSK, M-FSK.
31-32-33	09/07/2026	<ul style="list-style-type: none"> Modulações com detecção não coerente: DBPSK e FSK não coerente.
34-35-36	16/07/2026	<ul style="list-style-type: none"> OFDM: transmissor, receptor, operação em cenários com multipercurso e equalização por meio de portadoras pilotos.
37-38-39	23/07/2026	Parte 4 - Espalhamento espectral <ul style="list-style-type: none"> <i>Direct Sequence Spread Spectrum</i> (DSSS): transmissor, receptor, margem contra interferência, ganho de processamento e probabilidade de erro. Noções de <i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i> (FHSS)
40-41-42	30/07/2026	<ul style="list-style-type: none"> Prova 2
43-44-45	06/08/2026	<ul style="list-style-type: none"> Prova 3 - Recuperação

• Conteúdo Programático para Atividades Práticas Presenciais

As aulas práticas serão realizadas às quartas-feiras das 8h50min às 9h40min no Laboratório de Informática no Bloco Alpha da UNIPAM. O cronograma das aulas práticas está apresentado na tabela abaixo.

Aula	Data	Conteúdo
1	22/04/2026	Apresentação da parte prática.
2	29/04/2026	Simulação 1a: Primeiro contato com o software VisSim/Comm e motivação.
3	06/05/2026	Simulação 1b: MPAM.
4	13/05/2026	Simulação 1c: Filtro casado e correlator.
5	20/05/2026	Simulação 1d: BER de um sistema antipodal (Revisão geral).
6	27/05/2026	Simulação 2a: Diagrama de Olho.
7	03/06/2026	Simulação 2b: Análise do espaço de sinais.
8	10/06/2026	Simulação 2c: Receptor generalizado de máxima verossimilhança e Revisão para avaliação.
9	17/06/2026	Correção e vista da prova 1.
10	24/06/2026	Simulação 3a: Probabilidade de erro de símbolo e Bit (Limitante da União).
11	01/07/2026	Simulação 3b: Geração BPSK e detecção coerente.
12	08/07/2026	Simulação 3c: Geração MQAM e detecção coerente.
13	15/07/2026	Simulação 4a: DSSS.
14	22/07/2026	Apresentação de arquiteturas modernas de sistemas de transmissão digital operando em um ambiente sem fio real.
15	29/07/2026	Simulações FHSS e OFDM.
16	05/08/2026	Finalização da parte prática.

• **Conteúdo Programático para Atividades Acadêmicas Extras (AAE)**

Aula	T/P	Data	Conteúdo - Atividades Acadêmicas Extras (AAE)
01-02-03-04	T	10/06/2026	Lista de exercícios das partes 1 e 2.
05-06-07-08-09	T	29/07/2026	Trabalhos sobre sistemas modernos de telecomunicações.
01-02	P	29/07/2026	Simulações FHSS e OFDM

• **Resumo da Carga Horária**

	Teórica	Prática
C.H Presencial Total	45 h/a	16 h/a
C.H. AAE	9 h/a	2 h/a
C.H. Total da disciplina	54 h/a = 45 horas	18 h/a = 15 horas
TOTAL	72 h/a = 60 horas	

- **Atendimento**

O atendimento aos discentes se dará tanto de forma assíncrona (via fóruns de dúvidas no Teams/e-mail (andre.anjos@ufu.br)), quanto de forma presencial, na sala dos professores 1, 3º andar do Bloco Alpha, de acordo com o seguinte planejamento: quarta-feira entre 14h00min e 15h30min, ou em outro dia, desde que agendado previamente com o professor.

7. AVALIAÇÃO

- **Aproveitamento**

As atividades avaliativas serão realizadas ao longo de todo o semestre. A tabela a seguir apresenta a data de entrega e a pontuação de cada atividade avaliativa a ser realizada pelo discente.

ATIVIDADES AVALIATIVAS	DATA DE ENTREGA	PONTUAÇÃO
Relatório prático 1	10/05/2026	7,5
Relatório prático 2	10/06/2026	7,5
Prova 1	11/06/2026	30
Relatório prático 3	08/07/2026	7,5
Relatório prático 4	29/07/2026	7,5
Prova 2	30/07/2026	30
Participação e exercícios nas aulas	-	10
Nota Parcial (NP)		Total = 100 pontos

Os resultados das avaliações serão divulgados na equipe da disciplina no Microsoft Teams. A divulgação das notas deve acontecer em até 15 dias úteis após a sua realização e a vista de prova 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).

O(a) discente necessita obter no mínimo 60 pontos de 100 para aprovação na disciplina sem recuperação. Caso ele seja aprovado, a nota lançada no registro de resultados será a NP (obtida ao longo do semestre).

- **Frequência**

A frequência será aferida por meio de chamada oral durante as aulas presenciais. Já a frequência da parte AAE, será contabilizada por meio das entregas das atividades de AAE solicitadas. A carga horária das aulas se encontra discriminada na coluna "Aula" das tabelas de Conteúdo Programático, apresentadas no item 6 desse plano de ensino.

- **Recuperação**

Caso algum discente não alcance o rendimento mínimo para aprovação (NP < 60 pontos) e possua frequência maior ou igual a 75% no componente curricular, ele terá o direito de realizar uma nova avaliação de recuperação. A avaliação, contemplando todo o conteúdo ministrado ao longo do semestre, valerá 100 pontos e será aplicada no 06/08/2026 às 9h50min. A Nota Final de Recuperação (NFR) será calculada como sendo a média ponderada entre a NP e a nota obtida na avaliação de recuperação (NR), conforme apresentado abaixo.

$$\text{NFR} = \text{NP} \cdot 0,5 + \text{NR} \cdot 0,5$$

O discente em recuperação será aprovado na disciplina caso obtenha uma Nota Final de Recuperação maior ou igual a 60 (NFR ≥ 60 pontos).

Observação: A média final de aproveitamento do aluno em recuperação para lançamento no registro de resultados ficará limitada a 60 pontos, mesmo que a sua NFR supere este valor.

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

- 1 - COUCH, Leon W. **Digital and analog communication systems**. 4th ed. New York: Macmillan, 1993.
- 2 - HAYKIN, Simon S. **Digital communication systems**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.
- 3 - LATHI, B. P. **Modern digital and analog communication systems**. 4th ed. New York: Oxford University Press, 2009.

Complementar

- 1 - BARRY, John R.; LEE, Edward. A. **Digital communication**: volume 2. 3rd ed. [S.l]: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- 2 - GALLAGER, R. G. **Principles of digital communication**. Cambridge University Press, 2008.
- 3 - SKLAR, B. **Digital communications: fundamentals and applications**. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2017.
- 4 - WILSON, S. G. **Digital modulation and coding**. 1. ed. Upper Saddle River, Prentice Hall, 1996.
- 5 - XIONG, F. **Digital modulation technique**. 2. ed. Boston: Artech House, 2006.

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 **Andre Antonio Dos Anjos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 20/05/2026, às 09:45, 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 29/05/2026, às 07:32, 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 **7022137** e o código CRC **F1395A69**.

Referência: Processo nº 23117.004794/2026-16

SEI nº 7022137