



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS						
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA						
Código:	FEELT36511	Período/Série:	5º PERIODO		Turma:	U	
Carga Horária:				Natureza:			
Teórica:	45	Prática:	15	Total:	60	Obrigatória()	Optativa()
Professor(A):	KARINE BARBOSA CARBONARO				Ano/Semestre:	2026/2	
Observações:							

2. EMENTA

Sistemas e sinais discretos, Amostragem, Sistemas lineares invariantes no tempo, Transformada discreta de Fourier, Transformada z e Projeto de filtros digitais.

3. JUSTIFICATIVA

O conteúdo da referida componente curricular alarga o conhecimento profissional do estudante no que diz respeito ao processamento da informação, contribui para o melhoramento de sua metodologia científica, uma vez que o conteúdo abordado é essencialmente de cunho científico mas também enriquece seu conhecimento prático uma vez que inúmeros exemplos práticos, contextualizados na área de Telecomunicações, são apresentados no decorrer deste componente curricular.

4. OBJETIVO

Ao final da disciplina o estudante será capaz de:

- 1) analisar os processos de digitalização de sinais analógicos;
- 2) interpretar espectros e os efeitos da digitalização no seu cálculo;
- 3) desenvolver projetos de filtros digitais recursivos e não-recursivos;
- 4) utilizar ferramentas matemáticas e computacionais na análise de sinais e sistemas discretos;
- 5) interpretar sinais e sistemas a partir de sua resposta em frequência ou conteúdo espectral;
- 6) projetar filtros digitais recursivos e não-recursivos e sistemas discretos.

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

- 1) Formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de

técnicas adequadas;

- 2) Ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras;
- 3) Prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
- 4) Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo;
- 5) Verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;
- 6) Ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;
- 7) Projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;
- 8) 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;
- 9) Ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;
- 10) Gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;
- 11) Ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias;
- 12) Aprender a aprender.

5. PROGRAMA

1. Sistemas e sinais discretos

- 1.1. Notações de sequências discretas
- 1.2. Representações de sinais
- 1.3. Introdução aos sistemas lineares invariantes no tempo e discretos
- 1.4. Propriedades de sistemas LTI discretos
- 1.5. Aplicações da área de processamento digital de sinais

2. Amostragem

- 2.1. Aliasing
- 2.2. Reconstrução de sinal limitado em frequência
- 2.3. Quantização e conversão A/D e D/A
- 2.4. Aspectos práticos da amostragem em banda de passagem
- 2.5. Reconstrução de sinais

3. Sistemas lineares invariantes no tempo

- 3.1. Resposta em frequência
- 3.2. Resposta ao impulso
- 3.3. Equação de diferenças
- 3.4. Magnitude e fase

- 3.5. Estruturas de implementação: diagramas em bloco
- 3.6. Estruturas IIR, FIR e rede
- 3.7. Correlação entre sinais

4. Transformada discreta de Fourier

- 4.1. Autocorrelação
- 4.2. Entendendo a equação da transformada discreta
- 4.3. Propriedades da transformada discreta de Fourier
- 4.4. Transformada inversa
- 4.5. Leakage
- 4.6. Janelamento
- 4.7. Resolução e preenchimento com zeros
- 4.8. Análise e interpretação de espectros
- 4.9. Cálculo da transformada rápida de Fourier

5. Transformada z

- 5.1. Plano z e associação com a equação de diferenças
- 5.2. Visualização da transformada z no espaço z
- 5.3. Propriedades
- 5.4. Transformada inversa

6. Projeto de filtros digitais

- 6.1. Projeto de filtros FIR por janelamento
- 6.2. Filtros FIR passa baixa, passa banda, passa alta e rejeita banda
- 6.3. Método de Parks-McClellan
- 6.4. Projeto de filtros IIR a partir de sistemas contínuos
- 6.5. Transformação bilinear
- 6.6. Filtros IIR passa baixa, passa banda, passa alta e rejeita banda
- 6.7. Associação de filtros série e paralelo
- 6.8. Análise de estabilidade
- 6.9. Quantização e arredondamento para aritmética de ponto fixo e ponto flutuante finito.

6. METODOLOGIA

Essa disciplina é composta por aulas teóricas e práticas:

- As aulas teóricas serão dialogadas e expositivas, utilizando quadro branco e projeção de conteúdo digital.
- Nas aulas práticas, os(as) estudantes realizarão experimentos envolvendo métodos de processamento digital de sinais utilizando o software Matlab.

• Conteúdo Programático para Atividades Teóricas Presenciais

As aulas teóricas serão realizadas às terças-feiras das 08h50min às 10h40min e às

quintas-feiras das 10h40 às 11h30 no Bloco G da UNIPAM, sala 205.

Aula	Data	Conteúdo Teórico
01-02	01/09	Apresentação do plano de ensino, metodologia e critérios de avaliação. Módulo 1 - Sistemas e sinais discretos 1.1. Notações de sequências discretas 1.2. Representações de sinais
03	03/09	Módulo 1 - Sistemas e sinais discretos 1.3. Introdução aos sistemas lineares invariantes no tempo e discretos 1.4. Propriedades de sistemas LTI discretos 1.5. Aplicações da área de processamento digital de sinais
04-05	08/09	Módulo 1 - Sistemas e sinais discretos: Exercícios
06	10/09	Módulo 1 - Sistemas e sinais discretos 1.6. <i>Aliasing</i> 1.7. Reconstrução de sinal limitado em frequência
07-08	15/09	Módulo 1 - Sistemas e sinais discretos 1.8. Quantização e conversão A/D e D/A 1.9. Aspectos práticos da amostragem em banda de passagem 1.10. Reconstrução de sinais
09	17/09	Módulo 1 - Sistemas e sinais discretos: Exercícios
10	24/09	Módulo 2 - Sistemas lineares invariantes no tempo 3.1. Resposta em frequência 3.2. Resposta ao impulso
11-12	29/09	Módulo 2 - Sistemas lineares invariantes no tempo 3.3. Equação de diferenças 3.4. Magnitude e fase
13	01/10	Módulo 2 - Sistemas lineares invariantes no tempo: Exercícios

14 - 15	06/10	Módulo 2 - Sistemas lineares invariantes no tempo 3.5. Estruturas de implementação: diagramas em bloco 3.6. Estruturas IIR, FIR e rede 3.7. Correlação entre sinais
16	08/10	Módulo 2 - Sistemas lineares invariantes no tempo Exercícios
17 - 18	13/10	AAE referente ao Módulo 2.
19 - 20	13/10	PROVA SEMESTRAL 1: 30 pontos individual, sem consulta, com questões dissertativas e/ou objetivas)
21 - 22	20/10	Módulo 3 - Transformada discreta de Fourier 3.1. Autocorrelação 3.2. Propriedades da transformada discreta de Fourier
23	22/10	Módulo 3 - Transformada discreta de Fourier 3.3. Transformada inversa 3.4. Leakage 3.5. Janelamento
24 - 25	27/10	Módulo 3 - Transformada discreta de Fourier: Exercícios
26	29/10	Módulo 3 - Transformada discreta de Fourier 3.6. Análise e interpretação de espectros
27 - 28	03/11	Módulo 3 - Transformada discreta de Fourier 3.7 Densidade Espectral de Energia
29	05/11	Módulo 3 - Transformada discreta de Fourier: Exercícios
30 - 31	05/11	AAE referente ao Módulo 3.
32 - 33	10/11	Módulo 4 - Transformada z 4.1. Plano z e associação com a equação de diferenças 4.2. Visualização da transformada z no espaço z
34	12/11	Módulo 4 - Transformada z: Exercícios

35 - 36	17/11	Módulo 4 - Transformada z 4.3. Propriedades 4.4. Transformada inversa
37	19/11	Módulo 4 - Transformada z: Exercícios
38 - 39	19/11	AAE referente ao Módulo 4.
40 - 41	24/11	Módulo 5 - Projeto de filtros digitais 5.1. Projeto de filtros FIR por janelamento
42	26/11	Módulo 5 - Projeto de filtros digitais 5.2. Método de Parks-McClellan
43 - 44	01/12	Módulo 5 - Projeto de filtros digitais 5.3. Transformação bilinear
45	03/12	Módulo 5 - Projeto de filtros digitais 5.4. Associação de filtros série e paralelo 5.5. Análise de estabilidade 5.6. Quantização e arredondamento para aritmética de ponto fixo e ponto flutuante finito.
46 - 47	08/12	Módulo 5 - Projeto de filtros digitais: Exercícios
48 - 49	08/12	AAE referente ao Módulo 5.
50	10/12	PROVA SEMESTRAL 2: 30 pontos individual, sem consulta, com questões dissertativas e/ou objetivas)
51 - 52	15/12	PROVA DE RECUPERAÇÃO: Conteúdo total apresentado no cinco módulos.
53 - 54	17/12	Vista de prova e atividades e fechamento do semestre.

• Conteúdo Programático para Atividades Práticas Presenciais

As aulas práticas serão realizadas às quintas-feiras das 11h30 às 12h20min no Laboratório do Bloco Alfa.

Aula	Data	Conteúdo Teórico
-------------	-------------	-------------------------

01	03/09	Prática do Módulo 1: Sistemas e sinais discretos (A) Sinais
02	10/09	Prática do Módulo 1: Sistemas e sinais discretos (B) Sistemas
03	17/09	Prática do Módulo 1: Amostragem (A) Amostragem
04	24/09	Prática do Módulo 1: Amostragem (B) Efeito de aliasing
05	01/10	Prática do Módulo 2: Sistemas lineares invariantes no tempo (A) Convolução
06	08/10	Prática do Módulo 2: Sistemas lineares invariantes no tempo (B) Equação de diferenças
07	22/10	Prática do Módulo 4: Transformada discreta de Fourier (A) DFT
08	29/10	Prática do Módulo 4: Transformada discreta de Fourier (B) DFT
09	05/11	Prática do Módulo 5: Transformada z (A) Transformada Z
10	12/11	Prática do Módulo 5: Transformada z (B) Transformada Z
11	19/11	Prática do Módulo 6: Projeto de filtros digitais
12	26/11	Prática do Módulo 6: Projeto de filtros digitais
13 - 15	26/11	AAE relacionada ao assunto de Filtros digitais
16	03/12	PROVA PRÁTICA: 10 pontos (implementação no MATLAB das questões referentes aos seis módulos desenvolvidos nas aulas práticas)
17	10/12	PROVA 2: 30 pontos (individual, sem consulta, com questões dissertativas e/ou objetivas)
18	17/12	Vista de prova e atividades e fechamento do semestre.

• Atividades Acadêmicas Extras (AAE)

Aula	Data	Atividade Acadêmica Extra
17 - 18	13/10	AAE (teórica) referente ao Módulo 2.
30 - 31	05/11	AAE (teórica) referente ao Módulo 3.

38 - 39	19/11	AAE (teórica) referente ao Módulo 4.
48 - 49	08/12	AAE (teórica) referente ao Módulo 5.
14 - 15	26/11	AAE (prática) relacionada ao assunto de Filtros digitais

A carga horária em hora aula é apresentada:

Carga Horária	Teórica	Prática
Presencial Total	45	15
AAE Total	10	3
Total da disciplina	55	18

• **Atendimento**

O atendimento aos alunos da disciplina será realizado de forma presencial no Bloco Alfa, sala 324, de acordo com o seguinte planejamento: quintas-feiras das 13:30 às 15:30.

7. **AVALIAÇÃO**

• **Aproveitamento**

A avaliação de desempenho dos discentes será feita por entrega de **relatórios, AAEs e provas**.

- É vedada a utilização de celulares, relógios inteligentes, fones de ouvido ou quaisquer outros dispositivos eletrônicos durante a realização das provas. Todos os aparelhos deverão permanecer **desligados** e ser depositados na mesa da professora antes do início da avaliação, onde deverão permanecer até o seu término.
- A **prova** é uma **atividade de avaliação individual** e, portanto, espera-se que todas as respostas sejam elaboradas pelo próprio estudante, respeitando os princípios de autoria e integridade acadêmica.
- As atividades, como **AAEs e relatórios de aulas práticas**, são elaboradas com o objetivo de avaliar o raciocínio, a compreensão e a autoria do estudante. O uso de ferramentas de Inteligência Artificial como apoio ao desenvolvimento dessas atividades deverá ser informado pelo estudante, que deverá indicar qual ferramenta foi utilizada e explicar de que forma ela contribuiu para a realização da atividade. Entretanto, o envio das questões dessas atividades a sistemas de IA com o objetivo de obter respostas integrais, sem a elaboração, análise e desenvolvimento pelo próprio estudante, configura uma prática incompatível com as normas e os

critérios de avaliação desta disciplina.

- O cronograma de atividades avaliativas e a distribuição da pontuação é apresentada.

DATA	ATIVIDADE AVALIATIVA	PONTUAÇÃO
13/10/2026	Prova 01 - Teórica	30 pontos
10/12/2026	Prova 02 - Teórica	30 pontos
03/12/2026	Prova 03 - Prática	10 pontos
15/12/2026	Prova de Recuperação	100 pontos*
-	5 AAE's	10 pontos
-	Relatórios das aulas práticas	20 pontos
TOTAL		100 pontos

Os resultados das avaliações serão divulgados no TEAMS, sendo as notas apresentadas pelos números de matrícula dos alunos.

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).

• Frequência

A frequência para aulas presenciais será aferida por chamada oral durante as aulas, já para a horas vinculadas a parte assíncrona estas serão aferidas com a entrega das Atividades Acadêmicas Extras (AEs).

• 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, sendo limitado em 60 o valor máximo de MF obtido pelo aluno em recuperação.

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

- 1 - HAYES, M. H. **Teoria e problemas de processamento digital de sinais**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- 2 - NALON, J. A. **Introdução ao processamento digital de sinais**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- 3 - OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. **Processamento em tempo discreto de sinais**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

Complementar

- 1 - LATHI, B. P.; GREEN, R. A. **Essentials of digital signal processing**. 1. ed. Cambridge University Press, 2014.
- 2 - LYONS, Richard. G. **Understanding digital signal processing**. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall PIR, 2004.
- 3 - PROAKIS, J. G. e MANOLAKIS, D. K. **Digital signal processing**. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007.
- 4 - WALDMAN, Helio. **Processamento digital de sinais: conceitos fundamentais**. Buenos Aires: Kapelusz, 1987.
- 5 - LEIS, John. **Digital signal processing using MATLAB for students and researchers**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

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 **Karine Barbosa Carbonaro, Professor(a) do Magistério Superior**, em 05/10/2026, às 10:23, 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 07/10/2026, às 07:57, 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 **7550412** e o código CRC **19051465**.