



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:	2026/1		
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

Aulas teóricas, práticas e atividades de Atividades Acadêmicas Extras - AAEs. 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 segundas-feiras das 08h50min às 09h40min

e às terças-feiras das 08h50 às 10h40 no Bloco G da UNIPAM, sala 205.

Aula	Data	Conteúdo Teórico
01	27/04	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
02 - 03	28/04	Módulo 1 - Sistemas e sinais discretos Exercícios
04	04/05	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
05 - 06	05/05	Módulo 1 - Sistemas e sinais discretos Exercícios
07	11/05	Módulo 2 - Sistemas lineares invariantes no tempo 3.1. Resposta em frequência 3.2. Resposta ao impulso
08 - 09	12/05	Módulo 2 - Sistemas lineares invariantes no tempo 3.3. Equação de diferenças 3.4. Magnitude e fase
10	18/05	Módulo 2 - Sistemas lineares invariantes no tempo Exercícios

11 - 12	19/05	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
13	25/05	Módulo 2 - Sistemas lineares invariantes no tempo Exercícios
14 - 15	25/05	SAE referente ao Módulo 2.
16 - 17	26/05	Módulo 3 - Amostragem 2.1. <i>Aliasing</i> 2.2. Reconstrução de sinal limitado em frequência
18	01/06	Módulo 3 - Amostragem 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
19 - 20	02/06	Módulo 3 - Amostragem Exercícios
21 - 22	08/06	SAE referente ao Módulo 3.
23	08/06	PROVA 1: 30 pontos (individual, sem consulta, com questões dissertativas e/ou objetivas)
24 - 25	09/06	Módulo 4 - Transformada discreta de Fourier 4.1. Autocorrelação 4.2. Entendendo a relação da transformada discreta 4.3. Propriedades da transformada discreta de Fourier

26	15/06	Módulo 4 - Transformada discreta de Fourier 4.4. Transformada Inversa 4.5. Leakage 4.6. Janelamento
27 - 28	16/06	Módulo 4 - Transformada Discreta de Fourier Exercícios
29	22/06	Módulo 4 - Transformada discreta de Fourier 4.7. Resolução e preenchimento com zeros 4.8. Análise e interpretação de espectros 4.9. Cálculo da transformada rápida de Fourier
30 - 31	23/06	Módulo 4 - Transformada Discreta de Fourier Exercícios
32 - 33	29/06	AAE referente ao Módulo 4.
34	29/06	Módulo 5 - Transformada z 5.1. Plano z e associação com a equação de diferenças 5.2. Visualização da transformada z no espaço z
35 - 36	30/06	Módulo 5 - Transformada z Exercícios
37	06/07	Módulo 5 - Transformada z 5.3. Propriedades 5.4. Transformada inversa
38 - 39	07/07	Módulo 5 - Transformada z Exercícios
40 - 41	13/07	AAE referente ao Módulo 5.
42	13/07	Módulo 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

43 - 44	14/07	Módulo 6 - Projeto de filtros digitais 6.3. Método de Parks-McClellan 6.4. Projeto de filtros IIR a partir de sistemas contínuos
45	20/07	Módulo 6 - Projeto de filtros digitais 6.5. Transformação linear 6.6. Filtros IIR passa baixa, passa banda, passa alta e rejeita banda
46 - 47	21/07	Módulo 6 - Projeto de filtros digitais 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.
48	27/07	Módulo 6 - Projeto de filtros digitais Exercícios
49 - 50	28/07	AAE referente ao Módulo 6.
51 - 52	28/07	PROVA 1: 30 pontos (individual, sem consulta, com questões dissertativas e/ou objetivas)
53	03/08	PROVA DE RECUPERAÇÃO:
54 - 55	04/08	Vista de prova e atividades e fechamento do semestre.

• Conteúdo Programático para Atividades Práticas Presenciais

As aulas práticas serão realizadas às segundas-feiras das 09h50 às 10h40min no Laboratório do Bloco Alfa.

Aula	Data	Conteúdo Prático
01	27/04	Prática do Módulo 1: Sistemas e sinais discretos (A) Sinais

02	04/05	Prática do Módulo 1: Sistemas e sinais discretos (B) Sistemas
03	11/05	Prática do Módulo 2: Sistemas lineares invariantes no tempo (A) Convolução
04	18/05	Prática do Módulo 2: Sistemas lineares invariantes no tempo (B) Equação de diferenças
05	25/05	Prática do Módulo 3: Amostragem (A) Amostragem
06	01/06	Prática do Módulo 3: Amostragem (B) Efeito de aliasing
07	08/06	PROVA 1: 30 pontos (individual, sem consulta, com questões dissertativas e/ou objetivas)
08	15/06	Prática do Módulo 4: Transformada discreta de Fourier (A) DFT
09	22/06	Prática do Módulo 4: Transformada discreta de Fourier (B) DFT
10	29/06	Prática do Módulo 5: Transformada z (A) Transformada Z
11	06/07	Prática do Módulo 5: Transformada z (B) Transformada Z
12	13/07	Prática do Módulo 6: Projeto de filtros digitais
13	20/07	Prática do Módulo 6: Projeto de filtros digitais
14 - 16	27/07	AAE relacionada ao assunto de Filtros digitais

17	27/07	PROVA PRÁTICA: 10 pontos (implementação no MATLAB das questões referentes aos seis módulos desenvolvidos nas aulas práticas)
18	03/08	PROVA DE RECUPERAÇÃO: 100 pontos (individual, sem consulta, com questões dissertativas e/ou objetivas)

6.1.

• **Conteúdo Programático para Atividades Acadêmicas Extras**

Aula	Data	Atividade Acadêmica Extra
11 - 12	19/05	AAE referente ao Módulo 2.
21 - 22	08/06	AAE referente ao Módulo 3.
32 - 33	29/06	AAE referente ao Módulo 4.
40 - 41	13/07	AAE referente ao Módulo 5.
49 - 50	28/07	AAE referente ao Módulo 6.
14 - 16	27/07	AAE relacionada ao assunto de Filtros digitais

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

Carga horária em hora-aula.

- **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 entre 14:00 às 16:00.

7. AVALIAÇÃO

- **Aproveitamento**

A avaliação de desempenho dos discentes será feita por entrega de relatórios e duas provas. O cronograma de atividades avaliativas e a distribuição da pontuação é apresentada.

Os resultados das avaliações serão divulgados no mural do curso, sendo que as notas serão 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).

DATA	ATIVIDADE AVALIATIVA	PONTUAÇÃO
08/06	Prova 01 - Teórica	30 pontos
28/07	Prova 02 - Teórica	30 pontos
27/07	Prova 03 - Prática	10 pontos
03/08	Prova de Recuperação	100 pontos*
-	5 AAE's	10 pontos

-	10 Relatórios das aulas práticas	20 pontos
TOTAL		100 pontos

• 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 dos trabalhos avaliativos.

• 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 - 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.

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 20/05/2026, às 14:09, 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 **7022132** e o código CRC **4665D3D7**.

Referência: Processo nº 23117.004794/2026-16

SEI nº 7022132