



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Elétrica

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4701/4702 - www.feelt.ufu.br - feelt@ufu.br



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS						
Unidade Ofertante:	FEELT						
Código:	FEELT49080	Período/Série:	8	Turma:	V		
Carga Horária:			Natureza:				
Teórica:	60	Prática:	0	Total:	60	Obrigatória (x)	Optativa ()
Professor(A):	Milena Bueno Pereira Carneiro			Ano/Semestre:	2022/2		
Observações:							

2. EMENTA

Análise do tratamento numérico de sinais e das implicações tecnológicas em sistemas de filtros digitais.

3. JUSTIFICATIVA

Preparar os estudantes de Engenharia Eletrônica e Telecomunicações e de Engenharia Mecatrônica para o desenvolvimento de temas pertencentes ao núcleo específico de conhecimento, necessário aos profissionais destas e praticamente todas as áreas da Engenharia. Inúmeros desafios surgem à medida que os engenheiros são confrontados com a análise de processos complexos. Neste contexto, os métodos de análise de sinais e sistemas de tempo discreto são elementos chaves com um número cada vez maior de aplicações. Ressalta-se que as técnicas aprendidas nesta disciplina, além de estimular o raciocínio lógico para solução de problemas sobre o tema, concentram-se sobre os princípios básicos importantes para o processamento digital de sinais.

4. OBJETIVO

Objetivo Geral:

Ao final da disciplina o estudante será capaz de analisar os processos de digitalização de sinais analógicos e desenvolver projetos de filtros digitais recursivos e não-recursivos.

Objetivos Específicos:

1. Apresentar conceitos, objetivos e vantagens do processamento digital de sinais;
2. Utilizar ferramentas matemáticas e computacionais na análise de sistemas discretos.
3. Avaliar e classificar sistemas e sinais discretos;
4. Compreender e realizar análise no domínio da frequência;
5. Proporcionar um embasamento sobre amostragem e reconstrução de sinal;
6. Desenvolver a extração de informações de sinais utilizando a transformada discreta de Fourier e transformada Z;
7. Projetar filtros digitais.

5. PROGRAMA

1 – Introdução ao Processamento Digital de Sinais

1.1 – Introdução aos Sinais e ao Processamento Digital de Sinais.

1.2 – Exemplos de Sinais.

1.3 – Aplicações de Processamento Digital de Sinais.

1.4 – Vantagens e Desvantagens do Processamento Digital de Sinais.

1.5 – A área de Processamento Digital de Sinais.

2 – Sinais e Sistemas

2.1 – Sinais Discretos no Tempo.

2.1.1 – Sequências complexas.

2.1.2 – Algumas sequências fundamentais.

2.1.3 – Duração de sinal.

2.1.4 – Sequências periódicas e aperiódicas.

2.1.5 – Sequências simétricas.

2.1.6 – Manipulação de sinal.

2.1.7 – Decomposição de sinal.

2.2 – Sistemas Discretos no Tempo.

2.2.1 – Propriedades dos sistemas.

2.3 – Convolução.

2.3.1 – Propriedades da convolução.

2.3.2 – Realizando convoluções.

2.4 – Equações Diferenças.

3 – Análise de Fourier

3.1 – Introdução

3.2 – Resposta em Frequência.

3.3 – Filtros.

3.4 – Interconexão de Sistemas.

3.5 – A Transformada de Fourier de Tempo Discreto.

3.6 – Propriedades da Transformada de Fourier de Tempo Discreto.

3.7 – Aplicações

3.7.1 – Sistemas lineares e invariantes ao deslocamento e equações diferenças com coeficientes constantes.

3.7.2 – Realizando convoluções.

3.7.3 – Resolvendo equações diferenças.

3.7.4 – Sistemas inversos.

4 – Teorema da Amostragem.

5 – Transformada z

5.1 – Introdução.

5.2 – Definição da Transformada z.

5.3 – Propriedades da Transformada z.

5.4 – Transformada z Inversa.

5.4.1 – Expansão em frações parciais.

5.4.2 – Série de potência.

5.4.3 – Integração do contorno.

5.5 – Transformada z Unilateral.

5.6 – Estabilidade e Casualidade.

5.7 – Realização de Sistemas.

6 – Transformada Discreta de Fourier

6.1 – Introdução.

6.2 – Série Discreta de Fourier.

6.3 – Transformada Discreta de Fourier.

6.4 – Propriedades da Transformada Discreta de Fourier.

6.5 – Amostrando a Transformada Discreta de Fourier.

7 – Transformada Rápida de Fourier

7.1 – Algoritmos da Transformada Rápida de Fourier Raiz 2.

7.1.1 - Transformada Rápida de Fourier com Decimação no tempo.

7.1.2 - Transformada Rápida de Fourier com Decimação na frequência.

8 – Projetos de Filtros

8.1 – Introdução.

8.2 – Especificações de Filtros.

8.3 – Projeto de Filtro de Resposta Impulsiva Finita.

8.3.1 – Projeto de Filtro de Resposta Impulsiva Finita com Fase Linear Usando Janela.

8.4 – Projeto de Filtros de Resposta Impulsiva Infinita.

8.4.1 – Protótipos Analógicos de Filtros Passa-baixa.

8.4.2 – Projeto de Filtros de Resposta Impulsiva Infinita a partir de Filtros Analógicos.

8.4.3 – Transformações de Frequências.

6. METODOLOGIA

Cronograma previsto para desenvolvimento do conteúdo:

Aula	Conteúdo
01-02	Apresentação e discussão sobre o plano de curso, metodologia de avaliação e referências bibliográficas. Introdução aos sinais e ao processamento digital de sinais.
03-04	Sinais e Sistemas: sinais, sinais de tempo discreto, sequências fundamentais.
05-06	Sinais e Sistemas: operações com sequências, manipulação com sinais.
07-08	Sinais e Sistemas: decomposição do sinal, sistemas de tempo discreto, sistemas lineares invariantes no tempo.
09-10	Sinais e Sistemas: causalidade, estabilidade, convolução.
11-12	Sinais e Sistemas: convolução.
13-14	Sinais e Sistemas: equação de diferenças.

15-16	Análise de Fourier: resposta em frequência, filtros.
17-18	Análise de Fourier: interconexão de sistemas, transformada de Fourier de tempo discreto (TFTD).
19-20	Análise de Fourier: propriedades da TFTD.
21-22	Análise de Fourier: aplicações da TFTD.
23-24	Amostragem: introdução, amostragem periódica.
25-26	1ª Prova
27-28	Amostragem: conversão digital/analógica, quantização e codificação.
29-30	Transformada Discreta de Fourier: introdução, série discreta de Fourier.
31-32	Transformada Discreta de Fourier: propriedades da série de Fourier discreta, transformada discreta de Fourier (DFT).
33-34	Transformada Discreta de Fourier: propriedades da DFT.
35-36	Transformada z: introdução e propriedades da região de convergência.
37-38	Transformada z: propriedades da transformada Z.
39-40	Transformada z: transformada Z inversa.
41-42	Transformada z: transformada Z inversa.
43-44	2ª Prova
45-46	Transformada z: transformada z unilateral, equação de diferenças.
47-48	Transformada Rápida de Fourier: introdução, algoritmos FFT de raiz 2, decimação no tempo, algoritmos FFT de raiz 2, decimação na frequência.
49-50	Projeto de Filtros: introdução, especificações do filtro, especificações

49-50	de projeto de filtro digital
51-52	Projeto de Filtros: projeto de filtro de reposta impulsiva finita
53-54	Projeto de Filtros: projeto de filtro de resposta impulsiva infinita, filtro de Butterworth,
55-56	Projeto de Filtros: filtro de Chebychev, filtro elíptico, invariância do impulso,
57-58	Exercícios
59-60	Projeto de Filtros: transformação bilinear. transformações de frequências.
61-62	Exercícios
63-64	3ª Prova
65-66	Entrega de trabalho e vista de prova

Principais recursos didáticos utilizados:

Quadro, giz e data-show.

Técnicas de ensino utilizadas:

Aulas expositivas com realização de exercícios, listas de exercícios, trabalhos com implementações no computador para complementação do conteúdo. As técnicas citadas serão aplicadas durante o desenvolvimento do conteúdo.

7. AVALIAÇÃO

A avaliação da disciplina será realizada da seguinte forma:

1 - Provas

1ª Prova teórica individual sem consulta – valor: 25,00 pontos.

2ª Prova teórica individual sem consulta – valor: 25,00 pontos.

3ª Prova teórica individual sem consulta – valor: 25,00 pontos.

2 – Trabalhos

Serão propostos trabalhos envolvendo a escrita de rotinas no MatLab visando a implementação prática de técnicas estudadas em sala de aula. Valor: 25 pontos.

A quantidade e a data de entrega dos trabalhos serão definidas no decorrer do semestre.

3 – Atividade de recuperação de aprendizagem

Será oferecida uma avaliação de recuperação para os discentes que não obtiverem o rendimento mínimo para aprovação e com frequência mínima de 75% na disciplina. A avaliação de recuperação será composta por uma prova escrita, individual e sem consulta que irá substituir apenas a prova de menor nota entre as três previstas regularmente na disciplina. A matéria da prova de recuperação será todo conteúdo ministrado na disciplina ao longo do semestre. O estudante que realizar a atividade de recuperação terá limitada a sua nota final em 60 pontos em caso de aprovação. A atividade de recuperação não se aplica aos trabalhos.

Total de pontos distribuídos: 100 pontos

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

1 HAYES, M. H. **Digital Signal Processing**, Schaum's Outlines, Mc Graw Hill

2 ERCEGOVAC, M. **Introdução aos Sistemas Digitais**, Bookmam, Porto Alegre, RS, 2000.

2 PELED, A.; LIU, B. **Digital Signal Processing Theory, Design and Implementation**, John Wiley & Sons, New York, 1976.

3 SCHWARTZ, M.; SHAW, L. **Signal Processing Discrete Spectral Analysis, Detection and Estimation**, McGraw-Hill, New York, EUA, 1975.

Complementar

4. TRETTER, S. A. **Introduction to Discrete Time Signal Processing**, John Willey& Sons, New York, EUA, 1976.

5. OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. **Discrete-Time Signal Processing**, Prentice Hall, Boston, New Jersey , EUA, 1999.

9. APROVAÇÃO

Aprovado em reunião do Colegiado realizada em: ____/____/____

Coordenação do Curso de Graduação: _____



Documento assinado eletronicamente por **Milena Bueno Pereira Carneiro, Professor(a) do Magistério Superior**, em 06/02/2023, às 16:54, 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 **4245571** e o código CRC **434BE206**.

Referência: Processo nº 23117.005106/2023-92

SEI nº 4245571