



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

| | | |
|---|--|------------------------------|
| CÓDIGO: | COMPONENTE CURRICULAR: PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS | |
| UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE: FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA | | SIGLA: FEELT |
| CH TOTAL TEÓRICA: 45 horas | CH TOTAL PRÁTICA: 15 horas | CH TOTAL: 60 horas |

1. OBJETIVOS

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.

2. **EMENTA**

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

3. **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.

4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. HAYES, M. H. **Teoria e problemas de processamento digital de sinais**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
2. LYONS, R. G. **Understanding digital signal processing**. 3ed. Upper Saddle River: Prentice Hall PIR, 2011.
3. OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. **Processamento em tempo discreto de sinais**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. LATHI, B. P.; GREEN, R. A. **Essentials of digital signal processing**. 1ed Cambridge University Press, 2014.
2. NALON, J. A. **Introdução ao Processamento Digital de Sinais**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
3. PROAKIS, J. G. e MANOLAKIS, D. K. **Digital signal processing**. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007.
4. WEEKS, M. **Processamento digital de sinais**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
5. LEIS, John. **Digital signal processing using MATLAB for students and researchers**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

6. APROVAÇÃO

Pedro Luiz Lima Bertarini

Sérgio Ferreira de Paula Silva

Coordenador(a) do Curso de Engenharia
Eletrônica e de Telecomunicações
Campus Patos de Minas

Diretor(a) da Faculdade de Engenharia
Elétrica



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Ferreira de Paula Silva, Diretor(a)**, em 22/02/2022, às 10:28, 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 **Pedro Luiz Lima Bertarini, Coordenador(a)**, em 22/02/2022, às 15:29, 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 **2955740** e o código CRC **5BC80EC5**.