



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

### FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

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

#### 1. OBJETIVOS

Ao final do curso, o estudante será capaz de:

1. Identificar diferentes tipos de sinais biomédicos;
2. Compreender e utilizar técnicas de processamento de sinais biomédicos por meio de ferramentas computacionais;
3. Aplicar técnicas de processamento de sinais para análise de diferentes tipos de sinais biomédicos.

#### 2. EMENTA

Tipos de sinais biomédicos e formas de aquisição; sinais digitais e analógicos; classificação de sinais e sistemas; análise no domínio do tempo e da frequência; projeto de filtros digitais; extração de características de sinais biomédicos; detecção de eventos; simulação de sinais biomédicos; uso de ferramentas computacionais para o processamento de sinais biomédicos

#### 3. PROGRAMA

##### 1. Introdução ao processamento de sinais biomédicos e ferramentas computacionais

- 1.1. O que é processamento de sinais biomédicos
- 1.2. Processamento de sinais vs. processamento de sinais biomédicos
- 1.3. O processamento de sinais biomédicos no contexto da vida profissional do Engenheiro Biomédico
- 1.4. Questões éticas no âmbito do processamento de sinais biomédicos
- 1.5. Introdução ao uso de ferramentas computacionais

## **2. Sinais biomédicos: conceitos básicos**

- 2.1. Sistemas biológicos
  - 2.1.1. Definição
  - 2.1.2. Exemplos
- 2.2. Sinais biomédicos
  - 2.2.1. Definição
  - 2.2.2. Exemplos
- 2.3. Representação de sinais na forma de séries temporais
- 2.4. Estratégias para armazenamento de sinais biomédicos
  - 2.4.1. Excel
  - 2.4.2. EDF
  - 2.4.3. CSV
  - 2.4.4. Salvando e abrindo arquivos
- 2.5. Visualização de sinais
  - 2.5.1. Representação gráfica de séries temporais

## **3. Conversão analógico-digital de sinais biomédicos**

- 3.1. Sinais analógicos
  - 3.1.1. Visualização de sinais biomédicos por meio de osciloscópio
- 3.2. Sinais discretos
  - 3.2.1. Definição
  - 3.2.2. Eventos discretos
  - 3.2.3. Intervalos entre eventos discretos
  - 3.2.4. Representação gráfica de sinais e eventos discretos
- 3.3. Sinais digitais
  - 3.3.1. Conversão analógica-digital (A/D)
  - 3.3.2. Circuito sample and hold
  - 3.3.3. Resolução do conversor A/D
  - 3.3.4. Quantização

- 3.3.5. Teorema da amostragem
- 3.3.6. Frequência de amostragem
- 3.3.7. Aliasing
- 3.3.8. Filtro antialias
- 3.4. Questões práticas sobre a amostragem de sinais
  - 3.4.1.1. Amostra representativa
  - 3.4.1.2. Reamostragem
  - 3.4.1.3. Uso de polinômios (e.g., polinômio de Bernstein e splines)

#### **4. Sinais biomédicos: estatísticas, probabilidade e ruído**

- 4.1. Estatísticas básicas
  - 4.1.1. Média
  - 4.1.2. Desvio padrão
  - 4.1.3. Variância
- 4.2. Histograma
- 4.3. Função densidade de probabilidade
- 4.4. Precisão e acurácia
- 4.5. Ruídos que podem corromper sinais biomédicos
- 4.6. Relação sinal-ruído
  - 4.6.1. Estimativa por meio do valor RMS

#### **5. Sinais biomédicos: propriedades básicas**

- 5.1. Sinais contínuos
  - 5.1.1. Avaliação da continuidade
- 5.2. Sinais periódicos e aperiódicos
  - 5.2.1. Avaliação da periodicidade
- 5.3. Sinais aleatórios
  - 5.3.1. Avaliação de aleatoriedade

#### **6. Sinais biomédicos e processos**

- 6.1. Definição de processo
- 6.2. Tipos de processos
  - 6.2.1. Processo estacionário

- 6.2.1.1. Avaliação de estacionariedade
- 6.2.2. Processo determinístico e não determinístico
  - 6.2.2.1. Avaliação de previsibilidade (determinismo)
- 6.2.3. Processo estocástico
- 6.2.4. Processo pontual
- 6.2.5. Processo ergódico
  - 6.2.5.1. Avaliação de ergodicidade

## **7. Operações básicas sobre sinais biomédicos no domínio do tempo**

- 7.1. Janelamento de sinais
- 7.2. Estimativa de parâmetros ao longo do tempo
  - 7.2.1. Média
  - 7.2.2. Valor RMS
  - 7.2.3. Desvio padrão
  - 7.2.4. Variância
- 7.3. Detecção e remoção de tendências lineares e não lineares
  - 7.3.1. Teste para detecção de tendências em sinais biomédicos
  - 7.3.2. Remoção de tendências por meio de regressão linear
  - 7.3.3. Remoção de tendências por meio de polinômios
- 7.4. Média coerente
- 7.5. Correlação e covariância
- 7.6. Correlação cruzada
- 7.7. Autocorrelação
- 7.8. Convolução
  - 7.8.1. Função Delta e resposta ao impulso
  - 7.8.2. Estimativa
  - 7.8.3. Propriedades

## **8. Introdução aos filtros digitais**

- 8.1. Definições básicas
- 8.2. Tipos de filtros
- 8.3. Resposta em frequência
- 8.4. Filtragem por meio da convolução
- 8.5. Filtro de média móvel

8.6. Filtro Butterworth

8.7. Filtro Chebyshev

## 9. Análise no domínio da frequência

9.1. Série discreta de Fourier

9.2. Transformada de Fourier de sequências digitais aperiódicas

9.3. Transformada discreta de Fourier

9.4. Transformada Rápida de Fourier

9.5. Espectro de potência

9.5.1. Método de Welch

9.5.2. Modelo autoregressivo

9.6. Correlação cruzada no domínio da frequência

9.7. Autocovariância no domínio da frequência

9.8. Autocorrelação no domínio da frequência

9.9. Convolução no domínio da frequência

## 4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

1. OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. Processamento em tempo discreto de sinais. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
2. DINIZ, P. S. R. Processamento digital de sinais: projeto e análise de sistemas. Porto Alegre: Bookman, 2004.
3. LATHI, B. P. Sinais e sistemas lineares. Porto Alegre: Bookman, 2007.

## 5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

1. RANGAYYAN, R. M. Biomedical signal analysis: a case-study approach. New York: IEEE Press, Wiley-Interscience, c2002.
2. BRUCE, E. N. Biomedical signal processing and signal modeling. New York: Wiley, c2001.
3. SANEI, S.; CHAMBERS, J. A. EEG signal processing. Hoboken, NJ : J. Wiley, c2007.
4. JACKSON, L. B. Digital filters and signal processing: with MATLAB exercises. 3. ed., Boston: Kluwer Academic Publishers, 1996.
5. HAMMING, R. W. Digital filters. Englewood Cliffs: Prentice Hall, c1977. 226 p., il. ISBN 0132125714 (enc.).

## 6. APROVAÇÃO

Adriano de Oliveira Andrade

Sérgio Ferreira de Paula Silva

Coordenador(a) do Curso de Graduação em Engenharia Biomédica Diretor(a) da Faculdade de Engenharia Elétrica



Documento assinado eletronicamente por **Adriano de Oliveira Andrade, Coordenador(a)**, em 09/04/2019, às 12:28, 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 **Sérgio Ferreira de Paula Silva, Diretor(a)**, em 10/04/2019, às 11:00, 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](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1152125** e o código CRC **5AB363FB**.