

Ficha da unidade curricular (versão A3ES)

6.2.1.1. Unidade curricular

Processamento Digital de Sinais Biomédicos / Biomedical Digital Signal Processing

6.2.1.2. Docente responsável e respetivas horas de contacto na unidade curricular (preencher o nome completo)

André Ribeiro Lourenço

6.2.1.3. Outros docentes e respetivas horas de contacto na unidade curricular

Other academic staff and lecturing load in the curricular unit

6.2.1.4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

Os estudantes que terminam com sucesso esta unidade curricular serão capazes de:

1. Conhecer conceitos relacionados com os sinais e as suas múltiplas representações, aplicando-os à síntese de sinais reais;
2. Analisar um espectro, interpretando as suas características fundamentais (largura de banda, frequências dominantes, etc...), prevendo a representação temporal do sinal em análise;
3. Compreender o processo de amostragem, frequência de Nyquist e os passos necessários à conversão analógico-digitais;
4. Conhecer os conceitos relacionados SLITs, a convolução, resposta impulsional e em frequência;
5. Implementar filtros FIR e IIR e estabelecer critérios para avaliação do seu desempenho.
6. Analisar filtros FIR e IIR usando a transformada Z;
7. Aplicar algoritmos para síntese de filtros FIR (método da janela);
8. Compreender o regime estacionário e transitório de um filtro;
9. Conhecer e compreender as ferramentas usadas na análise espectral, tais como DFT/FFT e STFT.

Learning outcomes of the curricular unit

On successful completion of this course, students will be able to:

1. Understand concepts related to signals and their multiple representations, applying them to the synthesis of real signals;
2. Analyze a spectrum, interpreting its fundamental characteristics (bandwidth, dominant frequencies, etc ...), correlating it with the temporal representation of the signal under analysis;
3. Understand the process of sampling, the Nyquist frequency and the necessary steps to convert analog and digital signals;
- 4 Know the basic SLIT related concepts, convolution, impulse response and frequency;
- 5 Implement FIR and IIR filters, and establish criteria for evaluating their performance.
- 6 Analyze FIR and IIR filters using the Z transform;
- 7 Apply algorithms for synthesis of FIR (window method) filters;
- 8 Understand the stationary and transient regime of a filter;
- 9 Know and understand the tools used in the spectral analysis, such as DFT / FFT and STFT.

6.2.1.5. Conteúdos programáticos

- I. Revisões sobre sinais e série de Fourier de Sinais contínuos. Exemplos com sinais reais (análise de sinais de electrocardiografia – síntese e reconstrução).
- II. Descrição do processo de amostragem e conversão A/D e D/A.
- III. Aquisição de sinais biomédicos. Espectro de interesse (ECG, EMG, Acelerometria)
- IV. Processamento digital de sinais - SLITs Discretos. Diagramas de Blocos.
- V. Filtros FIR. Convolução e resposta impulsional.
- VI. Transformada de Fourier de Sinais discretos. Resposta em frequência. Análise de sistemas – conceito de filtragem.
- VII. Filtragem ideal – passa baixo, alto, banda. Remoção de ruído típico.

- VIII. Análise sistemática de filtros usando a transformada Z. Relação com Resposta em frequência. Pólos e Zeros.
- IX. Filtros IIR. Formas directa I e II.
- X. Análise espectral - Discrete Fourier Transform (DFT) e a sua implementação usando a Fast Fourier Transform (FFT); espectrograma e relação com a transformada de Fourier de curta duração (STFT).

Syllabus

- I. Revisions about continuous time signals and Fourier representation. Examples with real signals (analysis of electrocardiographic signals - synthesis and reconstruction).
- II. Description of the sampling and A/D and D/A conversion process.
- III. Acquisition of biomedical signals. Spectrum of interest (ECG, EMG, accelerometry)
- IV. Digital Signal processing - Discrete LTIs. Block Diagrams.
- V. FIR filters. Convolution and impulse response.
- VI. Fourier transform of discrete signals. Frequency response. Systems analysis - filtering concept.
- VII. Ideal Filtering - low pass, high band. Typical noise removal.
- VIII. Systematic analysis of filters using the transformed Z. Relationship with frequency response. Poles and Zeros.
- IX. IIR filters. Direct Forms I and II.
- X. Spectral analysis - Discrete Fourier Transform (DFT) and its implementation using Fast Fourier Transform (FFT); spectrogram and relation with the short time Fourier transform (STFT).

6.2.1.6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular

Esta unidade curricular introduz a análise e representação de sinais discretos, nos domínios do tempo e da frequência, o estudo de filtros e a sua aplicação a sinais biomédicos.

O processo de ensino/aprendizagem dos tópicos abordados é suportado na realização de um conjunto de trabalhos de laboratório recorrendo ao Python (usando as bibliotecas numpy, matplotlib e scipy) e recorrendo a exemplos práticos de sinais fisiológicos recolhidos in loco com o auxílio de sensores e plataformas open-source (Arduino e BITalino)

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives

This course covers fundamentals of digital signals, filters and their application on biomedical signals. The teaching / learning process is supported by the realization of a set of laboratory work using the Python (using numpy libraries, matplotlib and scipy) and using practical examples of physiological signals collected in situ with the help of sensors and open-source platforms (Arduino and BITalino)

6.2.1.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A metodologia de ensino desenvolve-se em várias componentes:

T – 21 horas de contacto teóricas - Exposição e discussão dos conceitos teóricos, incentivando à interatividade e colocação de questões;

PL – 42 horas de contacto de prática laboratorial: Os conceitos teóricos são aprofundados através da implementação de exemplos práticos, realizados em grupo.

Os resultados de aprendizagem são avaliados individualmente através de teste escrito realizado no final do semestre e de trabalhos práticos realizados ao longo do semestre.

Teaching methodologies (including evaluation)

The teaching methodology is developed in several components:

T – 21 theoretical teaching contact hours - Presentation and discussion of theoretical concepts, interactivity and asking questions are encouraged;

PL - 42 laboratory practice contact hours: Theoretical concepts are further developed through the implementation of practical examples, performed in groups.

The individual final results are assessed with a final examination given at the end of the semester, with Python-based assignments during the semester.

6.2.1.8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Nas aulas teóricas são expostos os conteúdos programáticos a que correspondem os objetivos de aprendizagem 1 a 10;

Nas aulas de prática laboratorial são abordadas as técnicas associadas a estes objetivos de aprendizagem usando o Python como ferramenta.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

In theoretical classes, syllabus content is presented, which match the learning outcomes 1 to 10.

In laboratorial classes students practice in the Python the techniques associated with these learning outcomes.

6.2.1.9. Bibliografia principal

McClellan, Schafer and Yoder, DSP FIRST: A Multimedia Approach. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1998. Prentice Hall

Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer, Discrete-Time Signal Processing, Pearson, 3rd Ed., 2013

Steven W. Smith, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, California Tech. Pub., 1st Ed., 1997 - Download gratuito e legal em <http://www.dspguide.com>