
Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular INTRODUÇÃO AO PROCESSAMENTO DE BIOSINAIS

Cursos BIOENGENHARIA (1.º ciclo)
Tronco comum

Unidade Orgânica Faculdade de Ciências e Tecnologia

Código da Unidade Curricular 19071006

Área Científica

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português

Modalidade de ensino Presencial

Docente Responsável Maria da Graça Cristo dos Santos Lopes Ruano

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Maria da Graça Cristo dos Santos Lopes Ruano	PL; T	T1; PL1	30T; 30PL

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
1º	S2	30T; 30PL	168	6

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

--

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

No final desta UC pretende-se que o aluno tenha adquirido conhecimentos teóricos e desenvolva capacidade de implementação prática das seguintes aptidões:

- Caracterizar sinais;
- Analisar sistemas nos domínios temporal e da frequência;
- Saber transformar sinais temporais na frequência e vice-versa, tendo em conta as características do sinal;
- Saber identificar tipos de ruído e as correspondentes metodologias de remoção de ruído

Pretende-se ainda que o aluno adquira as seguintes competências:

- a) Identificação e caracterização dos diferentes tipos de sinais encontrados em bioengenharia;
- b) Domínio da representação da relação entrada-saída de sistemas contínuos e discretos no tempo em termos temporais;
- c) Domínio da análise de sistemas contínuos e discretos no tempo recorrendo a transformadas de Laplace, série e transformada de Fourier, transformada de Z, FFT, e, *Short Time Fourier Transform*;
- d) Capacidade prática de remoção de ruído, tanto no domínio temporal como na frequência.

Conteúdos programáticos

1. Caracterização de sinais e sistemas: Sinais discretos e contínuos no tempo, Propriedades e transformações;
2. Caracterização de sistemas no domínio temporal: Propriedades dos sistemas; Sistemas lineares e invariantes no tempo (SLIT); Representação de sistemas contínuos e discretos sob a forma de equações diferenciais e à diferença respetivamente; Resposta de SLIT a entradas do tipo complexo;
3. Caracterização na frequência de sistemas contínuos no tempo: Séries e transformadas de Fourier; transformada de Laplace;
4. Amostragem de sinais e transformada discreta de Fourier: Amostragem e reconstrução de sinais analógicos nos domínios do tempo e da frequência; amostragem e reconstrução de sinais discretos no domínio da frequência; Definição de transformada discreta de Fourier e seu relacionamento com outras transformadas; FFT;
5. Espectrograma e *Short Time Fourier Transform*;
6. Ruído: características e metodologias de remoção de ruído nos domínios temporal e da frequência.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Tendo já formação básica em matemática sobre equações diferenciais e integrações, começa por se formalizar matematicamente os sinais, seguindo-se a caracterização no tempo da relação entrada-saída de sistemas (contínuos e discretos), enfatizando-se os sistemas lineares e invariantes no tempo. Em sequência, descrevem-se os sistemas contínuos no tempo no domínio da frequência, recordando as definições de séries e transformadas de Fourier (lecionadas em UCs de matemática) e introduz-se a transformada de Laplace.

A análise na frequência de sistemas discretos no tempo é introduzida após terem sido fornecidas as regras de amostragem e reconstrução de sinais (nos domínios temporal e da frequência). A transformada rápida de Fourier surge e é relacionada a transformadas anteriormente lecionadas. Segue-se a representação de sinais em espectrogramas, com recurso à *Short Time Fourier Transform*. Descrevem-se alguns tipos de ruído e metodologias de remoção do mesmo.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Os conceitos teóricos são transmitidos com o apoio de apontamentos fornecidos e exemplificados nas aulas práticas através da resolução de fichas práticas (analiticamente e com recurso a implementações computacionais). A articulação entre as duas tipologias de aulas é vital, não devendo o aluno faltar às aulas práticas. A avaliação da aprendizagem faz-se mediante a realização de teste escrito (T) e realização de relatório de um trabalho prático de avaliação (PL). A classificação da UC é calculada pela fórmula $0.75 \cdot T + 0.25 \cdot PL$. Só poderão candidatar-se a exame os alunos que tenham realizado o trabalho prático de avaliação.

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

Esta UC é a única obrigatória do curso que permite aos alunos estabelecer a relação entre os sinais encontrados em aplicações de bioengenharia e quais as metodologias a aplicar para analisar esses mesmos sinais e os sistemas nos quais se enquadram.

A sequência de conteúdos de complexidade crescente conforme estabelecido no conteúdo programático da UC, permitirá ao aluno ir construindo os seus conhecimentos em processamento de sinais, e fazendo a solidificação desses conhecimentos através dos exercícios práticos das aulas de práticas laboratoriais.

Reforçando a coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem desta UC, a metodologia de avaliação da UC induz o aluno à participação ativa nas aulas práticas.

Bibliografia principal

Além das cópias dos diapositivos apresentados nas aulas e de apontamentos fornecidos pelo docente, sugere-se a consulta de:

- Introduction to digital signal processing; John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis; Macmillan Publishing Company, 1992 (2ª ed.)
- Digital signal processing. Theory, applications and hardware; Richard A. Haddad, Thomas W. Parsons; Computer Science Press, 1991
- Discrete-time Signal Processing; A. Oppenheim, R. Schaffer; Prentice Hall, Signal Processing Series, 1989

Academic Year 2019-20

Course unit INTRODUCTION TO BIOSIGNAL PROCESSING

Courses BIOENGENHARIA (1.º ciclo)
Tronco comum

Faculty / School FACULTY OF SCIENCES AND TECHNOLOGY

Main Scientific Area

Acronym

Language of instruction Portuguese

Teaching/Learning modality In presence

Coordinating teacher Maria da Graça Cristo dos Santos Lopes Ruano

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Maria da Graça Cristo dos Santos Lopes Ruano	PL; T	T1; PL1	30T; 30PL

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	0	30	0	0	0	0	0	168

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

--

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

At the end of this course is intended that the student has acquired theoretical knowledge and develop capacity for practical implementation of the following skills:

- Characterize signals;
- Analyze systems in the temporal and frequency domains;
- Know how to transform time signals into frequency and vice versa, taking into account the characteristics of the signal;
- Know how to identify noise types and corresponding noise removal methodologies

It is also intended that the student acquire the following competencies:

- a) Identification and characterization of the different types of signals found in bioengineering;
- b) Mastery of the representation of the input-output relationship of continuous and discrete time systems in time terms;
- c) Mastery of the analysis of continuous and discrete systems in time using Laplace transforms, series and Fourier transform, Z transform, FFT, and Short Time Fourier Transform;
- d) Practical ability to remove noise, both in time domain and frequency.

Syllabus

1. Characterization of signals and systems: discrete and continuous signals in time, properties and transformations;
 2. Characterization of systems in the temporal domain: System properties; Linear and time invariant systems (SLIT); Representation of continuous and discrete systems in the form of differential and difference equations, respectively; SLIT's response to complex type inputs;
 3. Characterization in the frequency of continuous systems in time: Series and Fourier transform; Laplace transform;
 4. Sampling and discrete Fourier transform: Sampling and reconstruction of analog signals in time and frequency domains; sampling and reconstruction of discrete frequency domain signals; Definition of discrete Fourier transform and its relationship with other transforms; FFT;
 5. Spectrogram and Short Time Fourier Transform;
 6. Noise: characteristics and methodologies of noise removal in the temporal and frequency domains.
-

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

Having already a basic training in mathematics about differential equations and integrations, we start by mathematically formalizing the signals, followed by the characterization in time of the input-output relation of systems (continuous and discrete), emphasizing linear time invariant systems. Then, we describe continuous-time systems in the frequency domain, recalling the definitions of Fourier series and transforms (taught in mathematics courses) and introducing the Laplace transform.

Frequency analysis of discrete time systems is introduced after the rules of sampling and reconstruction of signals have been provided (time and frequency domains). The fast Fourier transform arises and is related to the previously taught transforms. Then signals are represented by spectrograms using Short Time Fourier Transform. Finally noise and noise removal methods are addressed.

Teaching methodologies (including evaluation)

The theoretical concepts are transmitted with the support of notes provided and exemplified in the practical classes through the resolution of practical sheets (analytical problems and others for computational implementation). The articulation between the two typologies of classes is vital, and the student should not miss practical classes. The evaluation of learning is done by performing a written test (T) and performing a practical assessment (PL) report. The course rating is calculated by the formula $0.75 * T + 0.25 * PL$. Only those students who have completed the practical evaluation work may apply for the exam.

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

This course is the only compulsory one that allows students to establish the relationship between the signals found in bioengineering applications and what methodologies to apply to analyze the same signals and the systems in which they fit.

The sequence of contents of increasing complexity as established in the programmatic content of this course will enable the student to build his knowledge in signal processing and solidify this knowledge through the practical exercises of the laboratory practice classes.

Reinforcing the coherence of the programmatic contents with the learning objectives of this course, the evaluation methodology induces the student to participate actively in the practical classes.

Main Bibliography

In addition to the copies of the slides presented in class and notes provided by the teacher, it is suggested to consult:

- Introduction to digital signal processing; John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis; Macmillan Publishing Company, 1992 (2^a ed.)
- Digital signal processing. Theory, applications and hardware; Richard A. Haddad, Thomas W. Parsons; Computer Science Press, 1991
- Discrete-time Signal Processing; A. Oppenheim, R. Schafer; Prentice Hall, Signal Processing Series, 1989