instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Instrumentação Médica, Sensores e Circuitos
Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[3584] Instrumentação Médica, Sensores e Circuitos / Biomedical Instrumentation: Sensors and Circuits

2. Sigla da área científica em que se insere	AE
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	162h 00m
5. Horas de contacto	Total: 60h 00m, 67h 30m das quais T: 15h 00m | TP: 7h 30m, h 00m | P: 45h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	6
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1624] João Pedro Barrigana Ramos da Costa | Horas Previstas: N/D
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

Desenvolver competências de projeto de dispositivos biomédicos através da aplicação de conhecimentos de optoelectrónica, electrónica e computadores.

Compreender aspetos básicos da biofísica, conhecer a origem e características de diversos sinais biomédicos como os electrofisiológicos, de pressão arterial, de pletismografia entre outros.

Reconhecer aspetos fundamentais relacionados com a normalização, certificação e legislação de dispositivos médicos.

Adquirir conhecimentos sobre o funcionamento interno dos dispositivos médicos mais comuns de diagnóstico e monitorização do sistema cardiovascular e nervoso, nomeadamente no que respeita a sensores, electrónica, optoelectrónica e computação.

Ser capaz de descrever avanços recentes e linhas de investigação de desenvolvimento dispositivos médicos, em particular envolvendo sensores, eletrónica, óptica e fotónica.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

Desenvolver competências de projeto de dispositivos biomédicos através da aplicação de conhecimentos de optoelectrónica, electrónica e computadores.

Compreender aspetos básicos da biofísica, conhecer a origem e características de diversos sinais biomédicos como os electrofisiológicos, de pressão arterial, de pletismografia entre outros.

Reconhecer aspetos fundamentais relacionados com a normalização, certificação e legislação de dispositivos médicos.

Adquirir conhecimentos sobre o funcionamento interno dos dispositivos médicos mais comuns de diagnóstico e monitorização do sistema cardiovascular e nervoso, nomeadamente no que respeita a sensores, electrónica, optoelectrónica e computação.

Ser capaz de descrever avanços recentes e linhas de investigação de desenvolvimento dispositivos médicos, em particular envolvendo sensores, eletrónica, óptica e fotónica.

11. Conteúdos programáticos

1. Conceitos básicos de instrumentação médica.

Terminologia. Processo de desenvolvimento de instrumentação médica. Aspetos fundamentais relacionados com a normalização, certificação e legislação. Transdutores básicos.

2. Conceitos fundamentais sobre biofísica e aquisição de sinais electrofisiológicos.

Origem dos biopotenciais e suas características. Tipos de eléctrodos. Amplificação e condicionamento de sinais. Fontes de ruído, técnicas de compensação. Dispositivos de aquisição de ECG, EMG e EEG.

3. Óptica e fotónica na biomedicina.

Sensores de fluorescência, de efeito plasmónico, *microarrays* . Fotodetetores e circuitos. Oximetria.

4. Instrumentação comum e tópicos selecionados.

Instrumentação comum: medição de pressão arterial, medição de glicemia. Monitores multiparamétricos. Tópicos selecionados: implante coclear, próteses mioeléctricas, interfaces Homem-computador.

5. Trabalhos práticos de aquisição de sinais biomédicos envolvendo sensores, circuitos e microcontroladores.

11. Syllabus

1. Fundamentals of medical instrumentation.

Terminology. Medical instrumentation development process. Basic concepts related to normalization, certification and legislation. Basic transducers.

2. Introduction to biophysics and the acquisition of electrophysiological signals.

Biopotentials and their origin. Types of electrodes. Biopotential amplifiers and signal conditioning. Noise and interference sources, compensation techniques. ECG, EMG, and EEG devices.

3. Optics and Photonics in Biomedicine. Sensors based on fluorescence and plasmonics. Microarrays.

Photodetectors and circuits. Oximeters.

4. Common instrumentation and selected topics

Common instrumentation to measure arterial pressure and blood glucose. Multiparameter monitors. Selected topics on cochlear implants, myoelectric prosthetics, Human-machine interfaces.

5. Mini-projects for the acquisition of biomedical signals using sensors, circuits and microcontrollers.

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

Um dos objetivos de aprendizagem é que os alunos conheçam os blocos funcionais que fazem parte dos dispositivos médicos mais comuns e que desenvolvam capacidades de projeto dos mesmos. Este objetivo é alcançado através da realização de trabalhos práticos de aquisição de sinais biomédicos, envolvendo electrónica, optoelectrónica e computadores.

Outro objetivo desta unidade curricular passa por transmitir conhecimentos gerais sobre a origem dos biopotenciais, as suas características bem como alguns aspetos relativos ao sistema de normalização e certificação dos dispositivos médicos, o que é alcançado através dos primeiros dois pontos do programa.

Nos pontos 2, 3 e 4 do programa são abordados os sensores e circuitos comuns usados em dispositivos de medição e monitorização de sinais biomédicos, de acordo com os objetivos da unidade curricular.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

One of the learning aims is to know the functional modules that are part of medical devices and to develop know-how in making projects of such devices. This is achieved by making small practical projects for the acquisition of biomedical signals, using electronics, optoelectronics and computational tools.

Another goal is to know the origin of biopotentials, their characteristics as well as fundamental aspects related to normalization and certification of medical devices which is achieved through the first two items described in the syllabus.

Items 2, 3 and 4 of the syllabus focus on sensors and circuits commonly used in biomedical devices to measure and monitor biomedical signals, in agreement with the goals of the curricular unit.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

O método de ensino baseia-se na apresentação e discussão de conceitos, dos seus fundamentos e interligações, recorrendo, sempre que possível, a exemplos práticos e exercícios relacionados com a temática abordada na aula. Nos laboratórios o docente realiza demonstrações e segue o trabalho experimental dos estudantes ajudando-os a ultrapassar problemas práticos.

Recorre-se a estratégias de aprendizagem baseada em problemas, através das quais o conhecimento é adquirido mediante a análise e resolução de problemas reais relacionados com dispositivos biomédicos. Este processo de aprendizagem fomenta o desenvolvimento do pensamento crítico e das competências de colaboração.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

The teaching methodology is based on the presentation and discussion of concepts in class with applications and exercises related to the topics provided. In laboratory sessions experimental demonstrations take place, and the students' experimental work is closely followed by the lecturer who helps to overcome practical problems.

Problem-based learning strategies are applied in which the knowledge is obtained through the analysis and resolution of real world problems related to biomedical devices. The learning process encourages the development of critical thinking and collaboration.

14. Avaliação

A avaliação é realizada por avaliação distribuída com exame final (EF).
A componente laboratorial (CL) é avaliada através de dois trabalhos laboratoriais (Trab1 e Trab2) que são pedagogicamente fundamentais, sendo calculada através da fórmula: CL=0,5 Trab1 + 0,5 Trab2
Para aprovação é necessário que Trab1 >= 8,00 ; Trab2 >= 8,00; CL>=9,50 e EF>=9,50 Valores.
A unidade curricular tem uma forte componente laboratorial, sendo esta a componente de maior peso na avaliação.
A classificação final é obtida (CF) através da fórmula: CF=0,7 CL+0,3 EF.

14. Assessment

The assessment methodology is based on a distributed evaluation with a final exam (FE). The laboratory component (LC) is evaluated based on two work assignments (W1 and W2) considered fundamental from a pedagogical point of view, calculated from the formula:
LC=0.5 W1 + 0.5 W2
For approval the following minimum grades are required: W1>=8.00; W2>=8.00; LC>=9.50; FE>=9.50
The curricular unit has a strong laboratorial component, hence its larger weight in the assessment.
The final grade (FG) is obtained from the formula:
FG=0.7 LC + 0.3 FE

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

Nas aulas teóricas e teórico-práticas são expostos os conteúdos teóricos e realizados exercícios selecionados para os consolidar, incluindo simulações de circuitos e dimensionamentos. O esclarecimento de dúvidas e a discussão de diferentes abordagens para os problemas geram interatividade durante as aulas. Exemplos de aplicação dos conceitos da aula na área da instrumentação médica são fornecidos para motivar os alunos, contribuindo para alcançar os referidos objetivos de aprendizagem. Durante as aulas são realizadas referências a artigos científicos e linhas de investigação permitindo aos alunos conhecer avanços recentes na área.

Nas aulas de laboratório realizam-se pequenos projetos de dispositivos médicos e demonstrações. Os trabalhos são acompanhados pelo docente permitindo ultrapassar dificuldades práticas dos alunos. Os alunos são motivados a investigar opções técnicas fora das horas de contacto para posterior discussão com o docente e desenvolvimento de competências de projeto. A realização deste tipo de trabalhos é fundamental para alcançar os objetivos da unidade curricular.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

In theoretical and theoretical-practical lectures the theory is presented and selected exercises are done to consolidate knowledge, including circuit simulations and calculations. The discussion of different approaches to problems generate interactivity during classes. Examples of application of classroom concepts in the area of medical instrumentation are provided to motivate students, contributing to achieve the learning outcomes. During lectures references are made to scientific articles and research lines in order to make students aware of new advances in the field.

In laboratory sessions mini-projects of medical devices and demonstrations take place. The work is closely followed by lecturers to help students overcome practical problems. Students are encouraged to investigate technical options for further discussion with the lecturer, in order to gain project competencies.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Medical Instrumentation: Application and Design, John G. Webster (editor) and Amit J. Nimunkar (editor), 5th Ed., Wiley, 2020.

2. Medical Devices and Human Engineering, Bronzino and Peterson (editors), 1st Ed., CRC Press, 2017

3. Introduction to Biophotonics, Paras N. Prasad, A John Wiley & Sons, 2003

4. Ultra Low Power Bioelectronics, Rahul Sarpeshkar, Cambridge University Press, 2010.

17. Observações

Unidade Curricular Opcional