instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Optoelectrónica: Dispositivos e Sistemas
Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[3611] Optoelectrónica: Dispositivos e Sistemas / Optoelectronics: Devices and Systems

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: 40h 00m, 45h 00m | P: 20h 00m, 22h 30m
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	[1472] Alessandro Fantoni | 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).

O objetivo UC é de familiarizar os alunos com tecnologias e as aplicações avançadas da optoelectrónica e fotónica na área da fotónica integrada (PICs), geração e processamento de sinais, sensores físicos e biomédicos.

Ao completarem com sucesso esta UC, os alunos devem:1

- 1 obter uma base teórica solida que lhe permita ***entender*** o funcionamento dos dispositivos e a física dos materiais utilizados nos sistemas de conceção tradicional bem como nos sistemas de última geração e a respetiva integração em aplicações especificas.
- 2 Saber ***aplicar*** os conceitos teóricos em trabalhos laboratoriais e de simulação por computador que permitam ***demonstrar*** os princípios de funcionamento dos sistemas em análise.
- ***3 Hipotisar e planear*** a integração dum sistema/dispositivo numa área especifica de aplicação como solução dum problema.

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

The aim of the course is to familiarize the students with advanced optoelectronic and photonic technologies and applications in integrated photonics (PICs), signal generation and processing, physical and biomedical sensors.

On successful completion of this course, the students should:

- 1 Obtain a solid theoretical basis enabling them to understand the operation of devices and the physics of materials used in traditional design systems as well as state-of-the-art systems and their integration into specific applications.
- 2 Know how to apply theoretical concepts in laboratory and computer simulation work to demonstrate the operating principles of the systems under analysis.
- 3 Hypothesize and planning the integration of a system/device in a specific area of application as a solution to a problem.

11. Conteúdos programáticos

1 Dispositivos

Sistemas Fotovoltaicos:

Radiação solar, Células solares de Silício e Thin-Film, 3ª geração, novos materiais e estruturas.

Tecnologia dos Lasers

Princípios físicos: Laser de gás, de semiconductor, de comprimento de onda ajustável. Intensidade da radiação. Operação contínua e pulsada. Largura espectral, divergência, coerência.

Aplicações, eficiência e segurança.

Fotónica integrada.

Guias de onda de semicondutores. Fundamentos dos circuitos integrados fotónicos (PICs). Aneis resonantes, acopladores, moduladores.

Plataformas de integração e exemplos de aplicações.

2 Sistemas

PICs para modulação, filtragem, multiplexagem.

Sensores fotónicos para a física e a biomedicina.

A fotónica na Indústria automóvel, biomedicina, robótica e automação.

A inteligência artificial em projetos de Sistemas Fotónicos.

3 Laboratorio

Técnicas de simulação em cenários de aplicação

Instrumentação e medidas optoelectrónicas

Recolha de dados e inteligência artificial.

11. Syllabus

1 Devices

Photovoltaic systems:

Solar radiation, Silicon and Thin-Film solar cells, 3rd generation, new materials and structures.

Laser technology

Physical principles: gas lasers, semiconductor lasers, adjustable wavelength lasers. Radiation intensity. Continuous and pulsed operation. Spectral width, divergence, coherence.

Applications, efficiency and safety.

Integrated photonics.

Semiconductor waveguides. Fundamentals of photonic integrated circuits (PICs). Resonant rings, couplers, modulators.

Integration platforms and examples of applications.

2 Systems

PICs for modulation, filtering, multiplexing.

Photonic sensors for physics and biomedicine.

Photonics in the automotive industry, biomedicine, robotics and automation.

Artificial intelligence in photonic systems projects.

3 Laboratory

Simulation techniques in application scenarios

Optoelectronic instrumentation and measurements

Data collection for artificial intelligence.

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

Os conteúdos programáticos apresentam uma componente teórica onde o aluno é gradualmente levado para entender a importância da física da interação luz-matéria na configuração dos dispositivos fotónicos. O exemplo inicial das células solares permite que o aluno consiga experimentar em laboratório os efeitos macroscópicos e assim desenvolver uma sua própria sensibilidade para o problema. Sucessivamente ao aprender trabalhar com lasers e sensores e com PICs (com o suporte de software de simulação), o aluno deverá desenvolver capacidade para desenvolver um trabalho de projeto numa aplicação especifica a sua escolha, dentro das opções apresentadas pelo docente.

Os tópicos abordados nas seções ?dispositivos? e ?sistemas?, numa sinergia entre componente teórica, laboratorial e de projeto permite a evolução do aluno dum inicial entendimento dos conceitos básicos até uma atividade de planeamento duma, simples quanto possível, solução a um problema da vida real.

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

The syllabus has a theoretical component where the student is gradually led to understand the importance of the physics of light-matter interaction in the configuration of photonic devices. The initial example of solar cells allows students to experiment in the laboratory with macroscopic effects and thus develop their own sensitivity to the problem. Successively, by learning to work with lasers and sensors and with PICs (with the support of simulation software), the student should develop the ability to carry out project work on a specific application of their choice, within the options presented by the teacher.

The topics covered in the "devices" and "systems" sections, in a synergy between the theoretical, laboratory and project components, allow the student to evolve from an initial understanding of the basic concepts to an activity of planning a solution, as simple as possible, to a real-life problem.

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

As aulas teóricas destinam-se à apresentação dos temas e conceitos, recorrendo a exemplos práticos.

Para suportar um processo ativo de aprendizagem, são previstas componentes de laboratório e de simulação por computador onde os conhecimentos teóricos são aplicados para uma análise critica dos casos reais.

Os trabalhos são realizados em grupo e diferenciados em função da formação de base dos alunos. A realização dos trabalhos é acompanhada pelo docente nas aulas PL.

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

The lectures are designed to present the themes and concepts using practical examples.

To support an active learning process, there are laboratory and computer simulation components where theoretical knowledge is applied to a critical analysis of real cases.

Assignments are carried out in groups and are differentiated according to the students' background. The work is supervised by the teacher in PL classes.

14. Avaliação

A avaliação é realizada pelo método de ?avaliação distribuída com exame final? e inclui as seguintes componentes:

- 1. Um teste escrito de avaliação e um relatório escrito em forma de artigo científico.
- 2.Uma discussão oral do projeto desenvolvido. No final do semestre é realizado um workshop publico com uma audiência convidada.

Os resultados da aprendizagem teórica são avaliados numa prova de exame (escrita ou oral). Os alunos estão dispensados do exame final, caso tenham obtido avaliação positiva na avaliação distribuída.

14. Assessment

Assessment is carried out using the "distributed assessment with final exam" method and includes the following components:

1. A written assessment test and a written report in the form of a scientific article.

2. An oral discussion of the project developed. At the end of the semester, a public workshop is held with an invited audience.

The theoretical learning outcomes are assessed in an exam (written or oral). Students are exempt from the final exam if they have obtained a positive evaluation in the distributed assessment .

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

As aulas teóricas visam familiarizar os alunos com os conceitos básicos do funcionamento dos dispositivos e dos sistemas optoelectrónicos de última geração nos temas 1-3. É atribuído a cada aluno um projeto personalizado, que é realizado nos laboratórios e sobre o qual deve ser produzido um relatório com um estudo bibliográfico sobre a o estado da arte. Acompanhado pelo docente neste trabalho o aluno deve assim estruturar os conceitos teóricos que permite fundamentar os resultados obtidos no projeto. Pretende-se assim acompanhar o aluno num percurso de estudo critico e orientado ao sucesso na realização do projeto.

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

Theoretical classes aim to familiarize students with the basic concepts of the operation of the latest generation devices and optoelectronic systems in topics 1-3. Each student is assigned to a personalized project, which is carried out in the laboratories and on which a report with a bibliographic study on the state of the art must be produced. Accompanied by the teacher in this work the student should thus structure the theoretical concepts that allow to base the results obtained in the project. It is intended to accompany the student in a course of critical study and oriented to the success in the realization of the project.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

- Kasap, S. O., & Sinha, R. K. (2001). Optoelectronics and photonics: principles and practices (Vol. 340). New Jersey: Prentice Hall.
- Nelson, J. (2003). The physics of solar cells. World Scientific Publishing Company.
- Hamakawa, Y. (Ed.). (2013). Thin-film solar cells: next generation photovoltaics and its applications (Vol. 13). Springer Science & Business Media.
- Hitz, C. B., Ewing, J. J., & Hecht, J. (2012). Introduction to laser technology. John Wiley & Sons.
- Paschotta, R. (2008). Field guide to lasers (Vol. 12). SPIE press.
- Okamoto, K. (2006). Fundamentals of optical waveguides. Academic press.
- Saleh, B. E., & Teich, M. C. (2019). Fundamentals of photonics. john Wiley & sons.
- Ho, A. H. P., Kim, D., & Somekh, M. G. (2017). Handbook of photonics for biomedical engineering. Springer Netherlands.
- Yao, K., & Zheng, Y. (2023). Nanophotonics and Machine Learning (Vol. 1, pp. 1-178). Springer.

17. Observações

Unidade Curricular Opcional