

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4409] Circuitos Integrados Fotónicos / Photonic Integrated Circuits

2. Sigla da área científica em que se insere ENG FIS

3. Duração Unidade Curricular Semestral

4. Horas de trabalho 162h 00m

5. Horas de contacto Total: 67h 30m das quais TP: 67h 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 [1607] Manfred Niehus | Horas Previstas: 67.5 horas

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).

A unidade curricular "Desenho de circuitos integrados fotónicos" engloba a teoria e prática do desenho de componentes fotónicos integrados e respetivos circuitos (photonic integrated circuits, PICs) em sistemas de materiais relevantes na indústria (Si, III-V, SiN, SiO₂ e polímeros).

Os conhecimentos e competências a adquirir devem permitir ao estudante iniciar uma carreira profissional no desenho fabless de PICs. Na parte teórica a UC providencia os conhecimentos fundamentais para compreender o espaço paramétrico do desenho; na parte prática o treino necessário para implementar os desenhos.

Objetivos da aprendizagem são a competência de transformar aplicações em medidas e/ou comunicação e processamento de dados em desenho de máscaras de PICs, incluindo a capacidade de identificar e especificar blocos fotónicos, e simular, desenhar e testar PICs funcionais.

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

The course "Design of photonic integrated circuits (PIC)" covers the theory and practice of the design of integrated photonic components and circuits (photonic integrated circuits, PICs) in industrially relevant material systems (Si, III-V, SiN, SiO₂ and polymers).

The knowledge and competences shall allow the student to pursue a professional career towards fabless PIC design. The course will provide both the underlying know-how to enable an understanding of the parametric design space as well as the practical skills to implement designs.

Learning outcomes are the competence to transform relevant applications in sensing and data communication and processing into a PIC mask design, including the ability to identify and specify photonic building blocks, and simulate, lay out and test functional PICs.

11. Conteúdos programáticos

Na primeira parte são desenvolvidos os fundamentos de guias de onda óticos e análise modal a conhecer o espaço paramétrico da propagação da luz na ótica integrada, incluindo qual a melhor maneira de construir componentes passivos. Blocos ativos são introduzidos pelos princípios de funcionamento e pela implementação prática. Integração monolítica e híbrida é descrita.

Na segunda parte a ênfase é nas habilidades práticas. Métodos de desenho e simulação serão desenvolvidos, baseado em ferramentas de nível profissional. Será descrito o estado da arte dos kits de desenho do processo, específico para cada fábrica, assim como simuladores do empenho e a geração dos ficheiros do processo. Fábricas são apresentadas, desde sala limpa até medida e teste; o papel de tolerâncias e testes nos métodos de desenho são discutidos.

Na terceira parte os estudantes consolidam os conhecimentos adquiridos, ao simular, desenvolver e implementar um projeto de desenho de PIC.

11. Syllabus

In the first part, optical waveguiding and mode analysis is presented to understand the parameter space of light propagation in integrated optics, including how best to construct passive components. Active building blocks are introduced in terms of physical principles and practical implementation. Monolithic and hybrid integration is described.

In the second part, the emphasis turns to practical skills. Layout and simulation methods are developed based on professional level simulation and design tools. Insight will be given into state of the art foundry specific process design kits, on simulators to predict performance and generation of the process file sets. Foundries are presented, from clean room facilities to measurement and test. The role of tolerances and testing on design methods is discussed.

In the third part, the student consolidates the acquired knowledge, through simulation, development and implementation a PIC design project.

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

Os conteúdos programáticos são alinhados com os objetivos de aprendizagem.

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

The syllabus is streamlined with the intended learning outcomes.

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

O ensino é teórico-prático, estando previstas 30 aulas durante o semestre a que correspondem 67,5 horas de contacto (15 aulas de 3 horas e 15 de 1,5 horas). O tempo total de trabalho do estudante é de 162 horas.

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

The teaching is of type theoretical-practical, and 30 classes are foreseen during the semester corresponding to 67.5 hours of contact with the students (15 classes of 3 hours and 15 of 1.5 hours). The total students workload is 162 hours

14. Avaliação

Os resultados da aprendizagem são avaliados individualmente na componente teórica com um exame (com peso de 50% na nota final), e na componente prática através de relatório, apresentação e discussão (com peso de 50% na nota final).

14. Assessment

The learning outcomes are evaluated individually, in the theoretical component with an exam (weighting 50% to the final mark), and in the practical component with report, presentation and discussion (weighting another 50% in the final mark).

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

Nas sessões teóricas são apresentados e lecionados os conteúdos programáticos e feitos alguns exercícios complementares sobre cada um dos assuntos. Nas sessões práticas os alunos implementam os trabalhos de complexidade crescente, estruturada e hierárquica. Esta metodologia permite ao aluno realizar os trabalhos práticos propostos na unidade curricular.

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

In the theory sessions the thematic topics are presented and lectured and some complementary exercises are realized for each topic. In the practical sessions the students implement the works with an increasing complexity, in a structured and hierarquic way. This methodology allows the student to realize the work as proposed in this curricular unit.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Ginés Ligante, "Integrated Photonics: Fundamentals", Ed. Wiley (2003)

2. Lukas Chrostowski and Michael Hochberg, "Silicon Photonics Design: From Devices to Systems", Ed. Cambridge University Press (2015)

17. Observações

Unidade Curricular Opcional