
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[4107] Eletrónica de Circuito Integrado / Integrated Circuit Electronics

1.2 Sigla da área científica em que se insere

AE

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

162h 00m, 60h 00m

1.5 Horas de contacto

Total: 60h 00m das quais TP: 22h 30m | P: 22h 30m | O: 15h 00m

1.6 ECTS

6

1.7 Observações

Unidade Curricular Opcional

2. Docente responsável

[1067] Vítor Manuel da Silva Costa

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

[1067] Vítor Manuel da Silva Costa | Horas Previstas: 67.5 horas

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

1. Reconhecer as técnicas inerentes ao projeto de um circuito eletrónico em circuito integrado.
2. Identificar as técnicas a utilizar num projeto de um circuito integrado específico.
3. Operar com ferramentas de Cad Design no desenho de projeto e simulação de circuitos integrados (em particular com a ferramenta Cadence).
4. Analisar, testar e comparar as possíveis soluções de desenho dos circuitos eletrónicos em circuito integrado.
5. Desenvolver novos circuitos básicos, planeando devidamente os diferentes passos necessários à concretização destes inseridos num projeto.
6. Avaliar o desempenho e defender os procedimentos utilizados na realização destes circuitos como parte constituinte de um SoC em relatório e em discussão com os pares mostrando os resultados do circuito projetado.

**4. Intended learning outcomes
(knowledge, skills and
competences to be developed
by the students)**

1. State the integrated circuits design techniques, including the ?IPCore? definition.
2. Identify and select the integrated circuits design techniques to use on a specific integrated circuit project.
3. Use Cad Design tools for integrated circuits design and simulation (in particular the Cadence tool).
4. Integrated circuit design possible solutions analysis, test and comparison.
5. Basic electronic circuit design, organizing the design necessary steps.
6. Evaluate and defend the design procedures on a report and discussion showing results from the design circuit in the SoC context.

5. Conteúdos programáticos

- I. Introdução ao projeto de circuitos integrados baseado no conceito SoC (System on Chip).
- II. Metodologias de projeto Top-Down com referências Bottom-Up.
- III. Restrições no desenho de Layout dum circuito integrado: dimensão dos dispositivos, componentes parasitas, fenómenos de latch-up, etc.
- IV. Utilização de ferramentas de Cad Design, nomeadamente o Cadence para o projeto de pequeno circuito, esquemático, simulação e layout.
- V. Projeto e caracterização de Amplificadores Operacionais, Comparadores e Fontes de Referência nas suas diferentes topologias, vantagens e desvantagens destas.

5. Syllabus

- I. Introduction to integrated circuit design, system on chip (SoC) context.
- II. Top-down and bottom-up design methodologies.
- III. Integrated circuits layout restrictions: components dimensions; parasitic elements; latch-up phenomenon; substrate interference.
- IV. Cad Design tools. ?Cadence? has a design tool: schematic, simulation and layout.
- V. Integrated electronic basic circuits design and simulation. Operational Amplifiers, Comparators and Reference Sources topologies study, advantage and disadvantage of the different topologies.

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

Os objetivos definidos nos pontos 1 e 2 são atingidos através da apreensão da matéria lecionada em I, II e III, onde são referidos todos os conceitos sobre projeto de circuito integrado, fazendo referência às técnicas existentes para o projeto de circuitos eletrónicos em circuito integrado. São ainda feitas referências às limitações dos componentes e de alguns circuitos quando implementados em circuito integrado. O objetivo definido em 3 é atingido através da elaboração de pequenos circuitos como amplificadores de source comum, pares diferenciais, etc. utilizando uma ferramenta de Cad Design tal como se apresenta nos conteúdos programáticos em IV. Finalmente os objetivos definidos em 4, 5 e 6 são atingidos através do projeto de circuitos eletrónicos contidos nos conteúdos programáticos contidos em V.

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

The learning outcomes that were defined in 1 and 2 are reached using the syllabus defined on I, II and III, where are mentioned the integrated circuit design concepts referring the integrated circuits electronic circuits design techniques. Limitations on integrated circuits from some components and simple circuits are also referred. The learning outcome from point 3 is reached using simple circuits design like common source amplifiers, differential pair, etc. on a Cad Design tool as presented on IV from syllabus. Finally the learning outcomes from 4, 5 and 6 are reached using the electronic circuits design defined on syllabus point V.

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Inicialmente são lecionados os conteúdos programáticos correspondentes aos pontos I, II e III em aulas teórico-práticas (TP). No seguimento dos conteúdos programáticos definidos em IV é introduzida uma ferramenta de *Cad Design* onde são projetados alguns circuitos simples utilizando as técnicas lecionadas nos pontos anteriores. A avaliação é distribuída e sem exame final e nesta fase são sugeridos dois trabalhos, pedagogicamente fundamentais e com um peso na nota final de 30%, desenvolvidos em aula de laboratório (P) para consolidação dos conceitos aprendidos. Finalmente e durante a leção dos conteúdos programáticos definidos em V em aulas teórico-práticas (TP) é proposto um trabalho final, pedagogicamente fundamental com um peso na nota final de 70%, realizado durante aulas práticas laboratoriais (P) e em modo de orientação tutorial (O), que é avaliado através de uma discussão sobre um relatório do projeto desenvolvido, avaliando-se os objetivos definidos nos pontos 4, 5 e 6.

7. Teaching methodologies (including assessment)

Initially the I, II and III points from syllabus are introduced in TP classes. To introduce the syllabus point IV, some simple circuits are designed using the techniques described in the previous points from syllabus. The evaluation is distributed without a final exam and in this phase two works, pedagogically fundamental, are proposed and realized on P classes. These works are evaluated and represent 30% of the final student classification. Finally with the introduction of the contents from point V of syllabus in TP classes it's proposed a final work, pedagogically fundamental and representing 70% of the final student classification, having parts realized on P classes and other parts realized as tutorial orientation (O). This work will be evaluated by a discussion after the elaboration of a report that presents the results and evaluation of the design produce by the students. This permits the evaluation of points 4, 5 and 6 from the learning outcomes.

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

Para o desenvolvimento de circuitos eletrónicos em circuito integrado é necessário reconhecer as técnicas inerentes ao projeto e identificar quais se adequam ao desenvolvimento de um determinado circuito eletrónico. Neste contexto, a metodologia de ensino passa por primeiro lecionar os conteúdos programáticos definidos nos pontos I, II e III em aulas teórico-práticas para que os alunos atinjam os objetivos 1 e 2. O objetivo 3 é atingido realizando aulas de práticas onde são utilizadas ferramentas de Cad Design no desenvolvimento de circuitos eletrónicos de complexidade reduzida. Nestas aulas são efetuados dois trabalhos que permitem aferir se os objetivos definidos nos pontos 1, 2 e 3 são atingidos com sucesso. Os objetivos 4, 5 e 6 são cobertos pela lecionação dos conteúdos programáticos definidos em V. Esta lecionação tem além de aulas teórico-práticas, aulas práticas onde se inicia um trabalho final de desenvolvimento de um circuito eletrónico de complexidade superior. Esta abordagem permite atingir o objetivo 4 e começar a trabalhar a parte de síntese identificada no objetivo 5. A orientação tutorial do trabalho realizado nesta fase permitirá aos alunos atingirem, caso tenham sucesso, o objetivo 6, sendo que a avaliação deste trabalho validará a concretização dos objetivos 4, 5 e 6.

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

To design integrated electronic circuits it is necessary to recognize the design techniques and to identify which ones apply to a specific integrated electronic circuit design. In this context, the teaching methodology consists in teaching points I, II and III from syllabus in TP classes to reach the goals from points 1 and 2 from the learning outcomes. The learning outcome point 3 is reached in P classes where a Cad Design tool is used on low complexity integrated electronic circuit design. On these classes two works are done which permits to verify and evaluate if the goals from points 1, 2 and 3 from learning outcomes are reached. The learning outcomes defined on points 4, 5 and 6 are developed by the teaching of V from syllabus. This teaching includes TP classes and P classes where the initial part of a final work, based on an integrated electronic circuit design with superior complexity, is developed. This work continues with some tutorial orientation and has its final evaluation on a discussion. The success of the discussion permits to reach the goal of point 6 from learning outcomes and the evaluation of all work will certify the goals of points 4, 5 and 6 from learning outcomes.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

Gray, Hurst, Lewis and Meyer, ?Analysis and Design of Analog Integrated Circuits?, 5th Ed., Wiley-IEEE Press, 2010, ISBN: 9780470245996.

T. C. Carusone, D. Johns, K. Martin, ?Analog Integrated Circuit Design?, Wiley, 2012, ISBN: 9781118379455.

R. J. Baker, ?CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation?, 4th Ed., Wiley-IEEE Press, 2019, ISBN: 9781119481515.

10. Data de aprovação em CTC «INFORMAÇÃO NÃO DISPONIVEL»



Ficha de Unidade Curricular A3ES
Eletrónica de Circuito Integrado
Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações
2024-25

11. Data de aprovação em CP «INFORMAÇÃO NÃO DISPONIVEL»