

Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular MICROELECTRÓNICA

Cursos ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA (2.º Ciclo) (*)
ÁREA DE ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES

(*) Curso onde a unidade curricular é opcional

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 14771029

Área Científica ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português

Modalidade de ensino Presencial

Docente Responsável Jorge Filipe Leal Costa Semião

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Jorge Filipe Leal Costa Semião	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 6TP; 24PL; 5OT

* 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	S1	30T; 6TP; 24PL; 50T	280	10

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

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos de Sistemas Digitais e de Electrónica.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Fornecer aos alunos a competência para: (1) compreender e analisar o funcionamento de circuitos lógicos digitais das principais famílias lógicas; (2) avaliar a dependência do comportamento de circuitos electrónicos CMOS com os parâmetros tecnológicos e eléctricos do processo de fabricação; (4) definir as especificações de teste em circuitos integrados digitais, e compreender os principais métodos para testar circuitos digitais; (3) projectar um circuito integrado digital CMOS de complexidade reduzida.

Conteúdos programáticos

1 - CIRCUITOS LÓGICOS DIGITAIS: Conceitos básicos; Circuitos digitais NMOS, CMOS; Bipolares e BiCMOS.

2 - TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO DE CIRCUITOS INTEGRADOS: Introdução; Fluxo de Projecto; Tecnologias de Fabricação; Fabricação, Isolamento e Interligação de Componentes; Regras de Desenho Geométrico, DRC (*Design Rule Checking*); Análise da implantação física (*Layouts*) e da secção transversal; Modelação e simulação de circuitos.

3 - TESTE DE SISTEMAS DIGITAIS: Introdução; Qualidade do teste, do processo de fabricação e do produto; Defeitos e Falhas; Modelação e Simulação de Falhas; Técnicas de Geração de Vectores (Algébricas e Algorítmicas); Técnicas de Detecção em Corrente e em Atraso; Projecto para Testabilidade (Técnica de Varrimento Interno (Scan), Externo (BST, Boundary-Scan) e Auto-Teste Integrado (BIST, Built-In Self Test).

4 - PROJECTO DE CIRCUITOS INTEGRADOS: Projecto de circuitos digitais CMOS, dimensionamento, simulação pré-layout, implementação física e simulação pós-layout.

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

Os conteúdos programáticos foram definidos de acordo com os objectivos da disciplina, sendo a matéria introduzida gradualmente, em função dos pré-requisitos iniciais e do conhecimento adquirido pelos alunos em cursos anteriores ou em disciplinas anteriores. Os capítulos iniciais incluem conceitos fundamentais sobre os circuitos lógicos digitais, para depois serem progressivamente introduzidas as tecnologias de fabricação dos circuitos integrados, que permitirão ao aluno construir layouts de circuitos integrados. Posteriormente será introduzida a temática do teste de circuitos integrados digitais. No final, os alunos deverão realizar um projecto de um circuito integrado, que requer dos alunos um conhecimento mais abrangente sobre a matéria, já adquirido nos capítulos anteriores. A introdução progressiva destes conteúdos programáticos facilita a compreensão da matéria, permitindo que os alunos atinjam os objectivos finais da disciplina.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Aulas teóricas, de carácter expositivo, com utilização de slides e/ou acetatos, e exemplos no quadro; aulas teórico-práticas, resolvendo exercícios; aulas práticas e de laboratório, onde os alunos resolvem exercícios em laboratório e onde serão propostos alguns trabalhos; orientação tutorial, onde os alunos poderão esclarecer dúvidas e resolver exercícios e trabalhos, sob a orientação do docente.

Nota Final = 40% x (componente teórica) + 60% x (componente prática)

A componente teórica é a avaliação por 1 exame ou por 1 frequência (teste único). A componente prática é a avaliação contínua dos trabalhos realizados. A nota mínima de cada componente é de 8 valores e a Nota Final deve atingir 9.5 valores.

Para melhoria de classificação, dispensa-se a realização dos trabalhos e a nota de exame (componente teórica) terá o peso de 100%.

Poderá ser efectuada uma prova oral, em substituição de uma prova escrita, quando o número de alunos inscrito nessa prova de avaliação for muito restrito.

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

As metodologias de ensino utilizadas incluem 4 diferentes abordagens, nomeadamente: (1) uma abordagem teórica, onde os conceitos fundamentais são abordados e são dadas indicações precisas sobre como utilizar esses conteúdos para atingir os objectivos da disciplina; (2) uma abordagem teórica e prática, que inclui a resolução de exercícios de aplicação da matéria, sendo demonstrado a utilização dos conceitos fundamentais na resolução de diversos problemas; (3) uma abordagem prática e laboratorial, que inclui a resolução de problemas em laboratório pelos alunos e a realização de montagens de circuitos em laboratório, com medição e verificação experimental dos conceitos fundamentais da matéria; e (4) uma abordagem de orientação tutorial, em que o professor esclarece dúvidas aos alunos, ou estes resolvem problemas ou trabalhos sob orientação do professor. Estas quatro diferentes abordagens complementam-se, permitindo aos alunos ter diferentes perspectivas sobre os mesmos conteúdos, para que a sua aprendizagem seja feita de uma forma consistente e para que os objectivos da unidade curricular sejam mais facilmente atingidos.

Bibliografia principal

- [1] "Microelectronic Circuits", A. Sedra, K. Smith, Oxford University Press, 2004, 5th Edition.
- [2] "CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation", R. J. Baker, 2nd Ed., IEEE Press, Wiley-Interscience
- [3] "Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed-Signal VLSI Circuits", M. Bushnell, V. Agrawal, Kluwer Academic Publishers.
- [4] Página Web do programa Microwind: <http://www.microwind.org/>
- [5] Página Web do programa WinSpice: <http://www.winspice.co.uk/>
- [6] "VLSI Design Techniques for analog and Digital Circuits", R. Geiger, P. Allen, N. Strader, McGraw-Hill
- [7] "Principles of CMOS VLSI Design", N. Weste, K. Eshraghian, 2nd Ed., Addison Wesley.
- [8] Página Web dos Modelos PTM (Predictive Technology Model): <http://www.eas.asu.edu/~ptm/>
- [9] "Digital Integrated Circuits", J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, 2nd Ed., Prentice-Hall

Academic Year 2019-20

Course unit MICROELECTRONICS

Courses ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING (*)
BRANCH SPECIALISATION IN INFORMATION TECHNOLOGIES AND
TELECOMMUNICATIONS

(*) Optional course unit for this course

Faculty / School INSTITUTE OF ENGINEERING

Main Scientific Area ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Acronym

Language of instruction Portuguese

Teaching/Learning modality Presential

Coordinating teacher Jorge Filipe Leal Costa Semião

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Jorge Filipe Leal Costa Semião	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 6TP; 24PL; 5OT

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

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	6	24	0	0	0	5	0	280

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

Knowledge of Electronics and Digital Systems.

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

Provide the students the ability to: (1) comprehend and analyse the behaviour of digital logic circuits from the main logic families; (2) evaluate the dependency of the behaviour of CMOS electronic circuits with the technology and electric parameters in the fabrication process; (4) define test specifications in digital integrated circuits, and comprehend the main methods to test digital circuits; (3) design a CMOS digital integrated circuit with reduced complexity.

Syllabus

1 - DIGITAL LOGIC CIRCUITS: Basic concepts; NMOS CMOS, Bipolares and BiCMOS digital circuits, and their analysis.

2 - INTEGRATED CIRCUIT FABRICATION TECHNOLOGY: Introduction; Design-flow; CMOS Integrated Circuit technology fabrication; Fabrication, Isolation and Interconnection of components; Design Rules, DRC (Design Rule Checking); Layout analysis and cross-section analysis; Modeling and circuit simulation.

3 - DIGITAL SYSTEMS TEST: Introduction; Quality of the test, of the fabricating process and of the product; Defects and Faults; Fault Modeling and Fault Simulation; Test Pattern generation techniques; Error Detection using Current and Delay; Design for Testability (Scan, Boundary-Scan and BIST (Built-In Self Test)).

4 - CIRCUIT INTEGRATED DESIGN: Design of CMOS digital circuits, transistor sizing, pre-layout simulation, layout design and post-layout simulation.

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

The syllabus was defined according with the curricular unit objectives, and the contents are introduced gradually, according with the initial prerequisites and the knowledge acquired in previous courses. The initial chapters include fundamental concepts on digital logic circuits, followed by integrated circuit fabrication technologies, which are progressively introduced and will allow the student to design layouts of integrated circuits. After that, the test problem in digital integrated circuits will be introduced. At the end, the students should design an integrated circuit, as a project, which requires from the students a wide-ranging knowledge, already acquired in the previous chapters. The progressive introduction of the content eases subject comprehension, and allows students to achieve the expected outcomes.

Teaching methodologies (including evaluation)

Theoretical lectures, using exposition, explanation and projection of slides and examples; theoretical and practical lectures, solving exercises; practical and laboratorial classes, where students solve exercises and problems in laboratorial context; tutorials, where students can clarify doubts and solve exercises and assignments.

Final Grade = 40% x (Theoretical part) + 60% x (Practical part)

The theoretical part corresponds to a final examination or a test; The practical part corresponds to a set of assignments to be developed by the students. Each part must meet the minimum grade of 8 out of 20, and Final Grade must meet a minimum of 9.5.

If a student wants to improve their passing grade, only a final examination is required, and the final grade will be the examination grade (theoretical part).

When the number of students registered to a test or examination is small, an oral test may replace the written test.

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

The teaching methodologies include 4 different approaches, namely: (1) a theoretical approach, where the fundamental concepts are transmitted and precise hints are given on how to use these concepts to achieve the unit outcomes; (2) a theoretical and practical approach, which includes exercises, where explanations are given on how to use the key concepts to solve problems; (3) a practical and laboratorial approach, which includes problem solving in laboratorial context by the students, and designing, building and testing circuits in the laboratory, to allow experimental verification of unit's key concepts; and (4) a tutorial approach, where the teacher answers students' questions, or the students solve applied problems or assignments under teacher's guidance. These four different approaches complement themselves, and allow students to have different perspectives on the same content, so their knowledge is reached in a consistent way, allowing to achieve the curricular unit's outcomes easier.

Main Bibliography

- [1] "Microelectronic Circuits", A. Sedra, K. Smith, Oxford University Press, 2004, 5th Edition.
- [2] "CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation", R. J. Baker, 2nd Ed., IEEE Press, Wiley-Interscience
- [3] "Essentials of Electronic Testing for Digital, Memory and Mixed-Signal VLSI Circuits", M. Bushnell, V. Agrawal, Kluwer Academic Publishers.
- [4] Microwind Web page: <http://www.microwind.org/>
- [5] WinSpice Web page: <http://www.winspice.co.uk/>
- [6] "VLSI Design Techniques for analog and Digital Circuits", R. Geiger, P. Allen, N. Strader, McGraw-Hill
- [7] "Principles of CMOS VLSI Design", N. Weste, K. Eshraghian, 2nd Ed., Addison Wesley.
- [8] Predictive Technology Models' web page: <http://www.eas.asu.edu/~ptm/>
- [9] "Digital Integrated Circuits", J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, 2nd Ed., Prentice-Hall