

Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular MICROPROCESSADORES

Cursos ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA (1.º ciclo)
- RAMO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES (1.º ciclo)
- RAMO DE SISTEMAS DE ENERGIA E CONTROLO (1.º ciclo)

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 140064380

Área Científica ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português

Modalidade de ensino Presencial

Docente Responsável António João Freitas Gomes da Silva

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
António João Freitas Gomes da Silva	OT; PL; T	T1; PL1; OT1	30T; 30PL; 20OT

* 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
2º	S2	30T; 30PL; 20OT	140	5

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

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos de sistemas digitais e álgebra de Boole.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Pretende-se nesta disciplina que os alunos adquiram competências na idealização, projeto e implementação de sistemas embebidos nomeadamente com dispositivos de logica programável (DLP) e microprocessadores.

Específicos:

1. Compreensão das diferenças fundamentais entre circuitos digitais não programáveis, programáveis por hardware (PLDs) e programáveis por software (microprocessadores).
2. Domínio de linguagens de programação de descrição de hardware, nomeadamente VHDL.
3. Capacidade de projeto de sistemas digitais recorrendo a dispositivos de lógica programável, nomeadamente CPLDs e FPGAs.
4. Conhecimento da estrutura e do funcionamento de um sistema computacional baseado em microprocessadores.
5. Domínio dos conceitos relativos ao funcionamento, estrutura interna e programação dos microcontroladores.
6. Capacidade de desenvolvimento de programas para microcontroladores.
7. Capacidade de projeto de pequenos sistemas embebidos utilizando microcontroladores

Conteúdos programáticos

1ª PARTE: DISPOSITIVOS LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

- 1.1 Introdução aos Dispositivos de Lógica Programável
- 1.2 Projetos Top-Down e implementação de sistemas embebidos
- 1.3 Ferramentas de Desenvolvimento: Altera University Program Design, MAXPLUS II
- 1.4 Linguagens de descrição de hardware: VHDL
- 1.5 Projeto e implementação de Microprocessadores em VHDL

2ª PARTE: MICROCONTROLADORES

- 2.1 Introdução aos sistemas com Microprocessadores
 - 2.2 Introdução ao desenvolvimento de sistemas embebidos com o Arduino
 - 2.3 Microcontrolador ATmega328
 - 2.4 Projeto e implementação de sistemas embebidos
-

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

Os conteúdos pragmáticos desta unidade curricular são o primeiro contacto dos alunos com o desenvolvimento de sistemas embebidos e pretende dota-los com a capacidade de projetar e implementar circuitos digitais de media complexidade com recurso a dispositivos de lógica programável e microprocessadores. Para isso, são lecionadas numa primeira fase: a metodologia de projeto Top-down e Bottom-up; a linguagem de programação de hardware, VHDL; e a tipologia dos dispositivos de lógica programável, nomeadamente CPLDs e FPGAs. Numa segunda fase são lecionadas as metodologias de projeto e implementação de sistemas embebidos em microcontroladores. Entre estas duas fases são lecionados os conceitos de desenvolvimento de microprocessadores dedicados em VHDL. A leção T e TP é acompanhada pela realização nas OT de vários trabalhos práticos que correspondem a circuitos digitais de complexidade crescente em projeto e implementação.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Serão lecionadas aulas T para exposição dos conceitos teóricos com recurso a diapositivos e exemplos práticos, aulas TP para apresentação de realização de problemas; projeto e implementação de códigos para dispositivos de lógica programável e programas assembler para microprocessadores com o apoio do professor nas aulas OT; realização em grupo de trabalhos práticos em laboratório para experimentação e avaliação.

Avaliação

A avaliação tem 2 componentes:

- 3 Trabalhos práticos.
- 2 Frequências e/ou Exame para avaliação Teórica e Teórico-Prática.

Classificação final = $0,6 \times (\text{classificação da prova escrita ou exame}) + 0,1 \times (\text{classificação do 1º trabalho prático}) + 0,1 \times (\text{classificação do 2º trabalho prático}) + 0,2 \times (\text{classificação do 3º trabalho prático})$,

Cada uma das componentes de avaliação tem nota mínima de 9 valores.

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

Como este é uma disciplina que serve de base à realização de muitos dos sistemas eletrónicos que têm grande visibilidade sócio-económico e para os quais os estudantes têm maiores expectativas, é essencial ter uma boa interligação e alternância entre os conceitos teóricos e as aplicações práticas. Nesse contexto esta disciplina visa proporcionar aos alunos a formação necessária para projetar e implementar sistemas embebidos envolvendo DLP e microcontroladores. Em seguida, vamos expor os métodos de ensino adotados, relacionando-os com os principais objetivos de aprendizagem da disciplina.

A metodologia de ensino adotada assumirá as metodologias de projeto top-down e bottom-up como as ferramentas básicas para a conceção e implementação de sistemas embebidos, e durante o processo de ensino/aprendizagem tais metodologias serão intensamente utilizados.

Na primeira fase, serão abordados os temas que servem de base ao desenvolvimento de sistemas embebidos com DLP, nomeadamente: Dispositivos Lógicos Programáveis (das PALs aos CPLDs e FPGAs), linguagem de descrição de hardware, VHDL; instanciação, programação concorrente e programação sequencial. Durante o processo de aprendizagem os alunos experimentam o que aprendem implementando pequenos sistemas embebidos no kit de desenvolvimento MaxPlus II. Esta fase termina com um trabalho de laboratório onde os alunos demonstram o que aprendem implementando num CPLD ou FPGA um projeto desenvolvido em VHDL.

Na segunda fase será abordada a implementação de microprocessadores dedicados em VHDL. Esta fase inicia-se com a definição da arquitetura do microprocessador e o desenvolvimento dos seus componentes básicos, e termina com a integração de todos os componentes em um único sistema que inclui também os componentes de interface. A exposição teórica será complementada com implementações práticas, onde os alunos experimentam o que aprendem. Esta fase termina com um trabalho de avaliação, onde os alunos implementam num FPGA um microprocessador dedicado desenvolvido em VHDL.

A terceira fase, aborda o desenvolvimento de sistemas embebidos com microcontroladores, as diferenças entre microprocessadores e microcontroladores serão estabelecidos, as questões relativas à linguagem assembler serão expostas e as ferramentas de desenvolvimento serão apresentadas. A exposição teórica será complementada com implementações práticas, onde os alunos experimentam o que aprendem. Esta fase termina com um trabalho de avaliação, onde os alunos implementam um sistema baseado num microcontrolador.

A crescente complexidade dos trabalhos e o uso sistemático da metodologia Top-down irá fornecer aos alunos a capacidade necessária para o desenho, projeto e implementação de qualquer sistema embebido de média complexidade com base em DLP e microcontroladores.

Bibliografia principal

1. I. Martins, A. Silva; Acetatos de apoio à cadeira de Microprocessadores
2. I. Martins, A. Silva; Roteiro prático de apoio à cadeira de Microprocessadores
3. Altera Corporation, Max+Plus II, Programmable Logic Development System, Getting Started
4. Altera Corporation, University Program Design Laboratory Package User Guide
5. V. P. Nelson; Prentice Hall; Digital Logic Circuit Analysis and Design
5. E. O. Hwang; Digital Logic and Microprocessor Design with VHDL
6. <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/>

Academic Year 2019-20

Course unit MICROPROCESSORS

Courses ELECTRIC AND ELECTRONICS ENGINEERING
- BRANCH SPECIALISATION IN INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATIONS
- BRANCH SPECIALISATION IN ENERGY AND CONTROL SYSTEMS

Faculty / School INSTITUTE OF ENGINEERING

Main Scientific Area ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Acronym

Language of instruction Portuguese

Teaching/Learning modality Presential

Coordinating teacher António João Freitas Gomes da Silva

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
António João Freitas Gomes da Silva	OT; PL; T	T1; PL1; OT1	30T; 30PL; 20OT

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

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	0	30	0	0	0	20	0	140

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 digital systems and Boolean Algebra

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

It is intended that in this course students acquire skills in idealizing, designing and implementing embedded systems within programmable logic devices (PLDs) and microprocessors.

Specific Objectives:

1. Understanding the differences between: non-programmable digital circuits; digital circuits programmable hardware (PLDs), digital circuits programmable with software (microprocessors).
2. Ability to use hardware description languages, in particular VHDL.
3. Ability to design digital systems using programmable logic devices, including FPGAs and CPLDs.
4. Knowledge of the structure and functioning of a computer system based on microprocessors.
5. Knowledge of concepts relating to the operation, internal structure and programming of microcontrollers.
6. Ability to develop programs with microcontrollers
7. Ability to design small embedded systems using microcontrollers

Syllabus

PART 1: PROGRAMMABLE LOGIC DEVICES

- 1.1. Introduction to Programmable Logic Devices
- 1.4. Top-Down projects and implementation of embedded systems
- 1.3. Development Tools: Altera University Program Design, MaxPlus II
- 1.2. Hardware description languages: VHDL
- 1.5. Design and implementation of Microprocessors in VHDL

PART 2: MICROCONTROLLERS

- 2.1. Introduction to Microprocessor systems
 - 2.2. Introduction to the development of embedded systems with the Arduino
 - 2.3. The ATmega328 microcontroller
 - 2.4. Project and implementation of embedded systems
-

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

This course's contents are students first contact with the development of embedded systems and aims to endow them with the ability to design and implement medium complexity digital circuits using programmable logic devices and microcontrollers.

For this, are taught initially: the Top-down and Bottom-up methodologies, the hardware programming language, VHDL; and the typology of programmable logic devices, namely FPGAs and CPLDs. Secondly are taught the methods of designing and implementing embedded systems on microcontrollers. Between these two phases are taught the concepts of developing dedicated microprocessor in VHDL. The T and TP classes will be accompanied by practical works built during OTs, those works will involve embedded circuits of growing complexity both in project and implementation.

Teaching methodologies (including evaluation)

Teaching and Learning Methods

For the explanation of theoretical concepts there will be T classes using slides and examples on the board; for presenting and solving practical problems there will be TP classes; for the design and implementation of codes for programmable logic devices and assembler programs for microprocessors, with teacher support, there will be OT class, where in addition there will be practical group works in the lab for experimentation and evaluation.

Assessment:

There are 2 components to the assessment:

- 3 Practical works
- 2 Tests and / or Exam for a T and TP evaluation.

Final grade = $0.6 \times (\text{mean of tests or exam}) + 0.1 \times (\text{grade of 1st practical work}) + 0.1 \times (\text{grade of 2nd practical work}) + 0.2 \times (\text{grade of 3rd practical work})$

Each evaluation components have a minimum score of 9 values.

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

As this is a course that serves as a basis for the implementation of many of the electronic systems which have the biggest socioeconomic visibility and on which students have the biggest expectations, it is essential to have a good interconnection and alternation between the theoretical concepts and the practical applications. In such context this course aims at providing the students with the necessary skills for projecting and implementing embedded systems involving PLDs and Microcontrollers. Next, we will expose the adopted teaching methods, relating them to the course main learning goals.

The adopted teaching methodology will assume the Top-down and Bottom-up project methodologies as the basic tools for conceiving and implementing embedded systems; and during the teaching/learning process such methodologies will be intensively used.

In the first stage, the themes that serve as a basis for the development of embedded systems with PLDs will be addressed, namely: Programmable Logic Devices (from PALs to CPLDs and FPGAs); hardware description language, VHDL; instantiation, concurrent programming and sequential programming. During the learning process students experiment what they learn implementing small embedded systems in the MAXPLUS II development kit. This stage ends with a lab work where students demonstrate what they learn by implementing in a CPLD or in FPGA a project developed in VHDL.

In the second stage we will approach the implementation of dedicated Microprocessors in VHDL. This stage starts with the microprocessor architecture definition and the development of the Microprocessor basic components; and ends with integration of all components in a single system which also includes interface components. The theoretical exposition will be complemented with practical implementations where the students experiment what they learn. This stage ends with an evaluation work where the students implement in a FPGA a dedicated microprocessor developed in VHDL.

The third stage will approach the embedded systems development with microcontrollers, the differences between Microprocessors and Microcontrollers will be established, the assembler language issues will be exposed and the development tools will be presented. The theoretical exposition will be complemented with practical implementations where the students experiment what they learn. This stage ends with an evaluation work where the students implement a microcontroller based system.

During the course the growing complexity of the works and the systematic use of the Top-down methodologies will provide the students with the abilities for designing and implementing any medium complexity embedded system based on PLD's and Microcontrollers.

Main Bibliography

1. I. Martins, A. Silva; "Acetatos de apoio à cadeira de Microprocessadores"
2. I. Martins, A. Silva; "Roteiro prático de apoio à cadeira de Microprocessadores"
3. Altera Corporation, "Max+Plus II, Programmable Logic Development System, Getting Started"
4. Altera Corporation, "University Program Design Laboratory Package User Guide"
5. V. P. Nelson; Prentice Hall; "Digital Logic Circuit Analysis and Design"
5. E. O. Hwang; "Digital Logic and Microprocessor Design with VHDL"
6. <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/>