

Caracterização da Unidade Curricular / Characterization of the Curricular Unit

Designação da Unidade Curricular (UC) / Title of Curricular Unit (CU): Projeto de Sistemas Digitais / Digital Systems Project

Área científica da UC / CU Scientific Area: Eletrónica e Automação / Electronics and Automation

Semestre / Semester: 2º

Número de créditos ECTS / Number of ECTS credits: 6

Carga horária por tipologia de horas / Workload by type of hours: TP: 22,5; PL: 22,5; OT: 6; O: 9

Carga letiva semanal / Weekly letive charge: 3h

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

Estudar os sistemas digitais programáveis e o seu modo de operação, bem como desenvolver técnicas de análise e simplificação específicas ao desenvolvimento de projectos de sistemas digitais usando uma HDL (Linguagem de Descrição de Hardware) - o VHDL, para transposição do projeto para uma versão aplicável a boards Intel existentes no espaço laboratorial.

Metodologicamente, pretende-se reforçar a capacidade de análise e de síntese de projetos de Sistemas Digitais, complementados com a verificação experimental, reforçando a aprendizagem através da experiência e da prática. Desta forma reúne-se, no processo de aprendizagem dos alunos, a lógica da investigação aliada à implementação prática e dirigida, que lhes permita abordar novos conhecimentos, bem como estudar novos equipamentos e técnicas de projeto. Pretende-se que a abordagem dos assuntos seja motivadora, procurando fomentar o diálogo e a participação dos alunos, utilizando-se a exemplificação no desenvolvimento de soluções, de forma correta e equilibrada.

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

This Curricular Unit aims to study programmable digital systems and their operation mode, through specific analysis techniques for the development of digital systems projects using an HDL (Hardware Description Language) - VHDL, so as to transpose the project to an Intel boards in the lab space, for testing.

Methodologically, it is planned to strengthen the analysis and synthesis capacity in Digital Systems projects, complemented with experimental verification, reinforcing learning through experience and practice. In this way, students' learning process, as well as the logic of investigation are combined in practical and directed implementation, allowing new knowledge, and new equipment project techniques.

We believe that this approach is self-motivating, seeking to encourage dialogue and student participation in classroom, using examples for the development of solutions.

Conteúdos programáticos:

1. Revisão de bases de Sistemas Digitais

- a. Sistemas combinatórios
- b. Sistemas Sequenciais

2. Fundamentos de circuitos Programáveis e Memórias

- a. Tipos de Circuitos Programáveis
- b. Tipos de HDL (*Hardware Description Language*)
- c. Os Standard IEEE

3. Estratégias de base para Projetos de Sistemas Digitais

4. Tecnologias de implementação de sistemas digitais

- a. Elementos base de PLDs:
 - i. Input Buffer
 - ii. Gates programáveis
 - iii. Noção de programação reversível e irreversível.

5. Lógica Programável – tipos de dispositivos e funcionamento respetivo

- a. PDLs - Programmable Logic Devices.
- b. PROM
- c. PLA's
- d. PAL's,
- e. FPGA (field programmable gate array)

6. Fabricantes de FPGA – Xilinx e Intel/Altera

- a. Dispositivos e ferramentas de simulação e síntese de circuitos.
- b. Estudo geral de simuladores:
 - i. Simuladores online
 - ii. Simulador da Xilinx
 - iii. O Quartus da Intel/Altera e o ModelSim
- c. Estudo do Quartus e sua utilização pratica.
- d. Desenvolvimento de projetos de sistemas digitais no Quartus

7. O VHDL

- a. Estudo do VHDL
- b. Código VHDL

c. Exemplos

8. Projeto de Sistemas Digitais em VHDL

- a. Estudo e implementação de circuitos combinatórios
- b. Análise de casos. Programação, simulação e síntese.
- c. Sistemas sequenciais em VHDL
- d. Como gerar sinais sequenciais em sistemas de simulação de HW
- e. Latches e Flip-flops e respetiva implementação em VHDL no Quartus.
- f. Contadores síncronos e assíncronos.
- g. Máquinas de estados
- h. Máquinas de Mealey em VHDL
- i. Máquinas de Moore em VHDL

9. Desenvolvimento de projetos em VHDL

- a. Bibliotecas de IP (Intellectual Property) disponíveis para projetos de complexidade superior em VHDL no Quartus e usando boards FPGA da Intel.
- b. Desenvolvimento e teste nos boards da Intel

Syllabus:

1. Review of Digital Systems bases

- a. Combinatorial systems
- b. Sequential Systems

2. Fundamentals of Programmable Circuits and Memories

- a. Types of Programmable Circuits
- b. HDL types (Hardware Description Language)
- c. IEEE Standards

3. Basic Strategies for Digital Systems Projects

4. Technologies for digital systems design

- a. The Plds base elements:
 - i. Input Buffer
 - ii. Programmable Gates
 - iii. Notion of reversible and irreversible programming.

5. Programmable Logic - types of devices and their respective operation

- a. PDLs - Programmable Logic Devices.
- b. PROM
- c. PLA's
- d. PAL's,
- e. FPGA (field programmable gate array)

6. FPGA Manufacturers – Xilinx's and Intel/Altera

- a. The devices and tools for simulation and synthesis of circuits.
- b. General study of simulators:
 - i. Online simulators
 - ii. Xilinx Simulator
 - iii. Intel Quartus/Altera and ModelSim
- c. Study of Quartus and its practical use.
- d. Development of digital systems projects in Quartus

7. The VHDL

- a. The VHDL study
- b. VHDL code
- c. Examples

8. Project of Digital Systems in VHDL

- a. The study and implementation of combinatorial circuits
- b. Case analysis. Programming, simulation and synthesis.
- c. Sequential VHDL systems
- d. How to generate sequential signals in HW simulation systems
- e. Latches and Flip-flops and their VHDL implementation in Quartus.
- f. Synchronous and asynchronous counters.
- g. State machines
- h. Mealey Machines in VHDL
- i. Moore Machines on VHDL

9. Development of projects in VHDL

- a. The intellectual Property (IP) libraries available for higher complexity VHDL projects in Quartus and using Intel FPGA boards
- b. Development and testing on Intel boards