

## Ficha de Unidade Curricular – (Versão A3ES 2018-2023)

### 1. Caracterização da Unidade Curricular.

- 1.1. **Designação da unidade curricular** (1.000 carateres).  
Sistemas Eletrónicos Analógicos e Digitais Programáveis
- 1.2. **Sigla da área científica em que se insere** (100 carateres).  
ET
- 1.3. **Duração<sup>1</sup>** (100 carateres).  
Semestral
- 1.4. **Horas de trabalho<sup>2</sup>** (100 carateres).  
162
- 1.5. **Horas de contacto<sup>3</sup>** (100 carateres).  
T – 15h; TP – 15h; PL – 37,5h. Total= 67,5h
- 1.6. **ECTS** (100 carateres).  
6 ECTS
- 1.7. **Observações<sup>4</sup>** (1.000 carateres).  
Optativa
- 1.7. **Remarks** (1.000 carateres).  
Optional

### 2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo) (1.000 carateres). José Fernando de Jesus da Rocha - 67,5h

### 3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres).

### 4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 carateres).

Os estudantes que terminam com sucesso esta unidade curricular serão capazes de:

1. Conhecer uma linguagem de descrição de hardware de alto-nível (VHDL ou Verilog) para descrever e simular circuitos digitais e mistos;
2. Compreender como projetar sistemas eletrónicos digitais de pequena e média dimensão, recorrendo a uma metodologia descendente de projeto contemplando síntese automática e implementação em dispositivos lógicos reconfiguráveis (FPGAs e CPLDs);
3. Compreender como projetar sistemas eletrónicos mistos digitais e analógicos de pequena dimensão, com implementação em dispositivos analógicos e mistos reconfiguráveis (FPAA's e PSoCs)
4. Analisar compromissos de projeto de sistemas eletrónicos;
5. Desenvolver o projeto de um sistema eletrónico analógico e digital, utilizando ferramentas de projeto assistido por computador e implementação em dispositivos de hardware reconfigurável;
6. Escrever relatórios onde se defendem as escolhas de implementação e se avaliam os resultados.

### 4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters).

Students who successfully complete this course unit should be able to:

1. Knowledge of a high-level hardware description language (VHDL or Verilog) to describe and to simulate digital and mix signal circuits;
2. Understand how to design small and medium complexity digital electronic systems, using a top down methodology including automatic synthesis and implementation in field-programmable logical devices (FPGAs and CPLDs);
3. Understand how to design small and medium complexity analog electronic systems, with implementation in

field-programmable analog and mix signal devices (FPAA's and PSoCs);

4. Analyze the design tradeoffs in electronics systems such as technological implementation alternatives, speed, area and cost;

5. Design digital and analog electronic systems, using computer aided design (CAD) tools and physically implementation in field-programmable (configurable) hardware devices;

6. Write reports defending the implemented decisions and evaluate the results.

**5. Conteúdos programáticos (1.000 caracteres).**

I. Arquitetura de dispositivos lógicos reconfiguráveis dinamicamente (CPLD, FPGAs).

II. Arquitetura de dispositivos mistos analógicos e digitais reconfiguráveis (FPAA's, PSoCs).

III. Fluxo de projeto de circuitos analógicos e digitais integrados em ambiente de síntese automática.

IV. Linguagens de alto-nível de descrição de hardware: VHDL ou Verilog. Estrutura do código; Tipos de dados; Operadores e seus atributos; Construções concorrentes e código concorrente; Construções sequenciais e código sequencial; Objetos (sinais, variáveis e constantes); Projeto de máquinas de estados finitos; Componentes e "packages"; Funções e procedimentos.

VI. Projeto de sistemas e circuitos típicos, descritos em linguagem de descrição de hardware para síntese.

V. Estudo de metodologias de teste funcional de circuitos integrados.

**5. Syllabus (1.000 characters).**

I. Internal architecture of dynamically field-programmable logical devices (CPLDs, FPGAs).

II. Internal architecture of field-programmable mix analog and digital devices (FPAA's, PSoCs).

III. Design flow of integrated analog and digital circuits in an automatic synthesis environment.

IV. High-level hardware description languages: VHDL or Verilog: Code structure; Data types; Operators and attributes; Concurrent statements and concurrent code; Sequential statements and sequential code; Objects (signals, variables and constants); Design of finite state machines; Package and components; Functions and procedures.

V. Design of typical systems and circuits described in hardware description language for synthesis.

VI. Study of integrated circuits functional test methodologies.

**6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1.000 caracteres).**

Esta unidade curricular aborda o projeto de sistemas eletrônicos e sua implementação em dispositivos analógicos e digitais reconfiguráveis dinamicamente (tópicos I, II e III do conteúdo programático). Introduz uma linguagem de descrição de hardware de alto-nível (VHDL ou Verilog), para a especificação, simulação e síntese lógica de circuitos (tópico IV). O projeto de sistemas eletrônicos digitais e analógicos é complementado por experimentação utilizando ferramentas de projeto assistido por computador e implementação em dispositivos de hardware reconfigurável (tópicos V e VI).

**6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).**

This curricular unit deals with the design of electronic systems implemented in analog and digital dynamically reconfigurable devices (items I, II and III of syllabus). It introduces a high-level hardware description language (VHDL or Verilog), for the specification, simulation and logical synthesis of circuits (item IV). The design of digital and analog electronic systems is complemented by experimentation, using computer aided design tools and system implementation in field-programmable (reconfigurable) hardware devices (items V and VI).

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1.000 caracteres).**

As aulas de 1,5h são para ensino teórico (T) e ensino teórico-prático (TP), onde se expõem interativamente os conteúdos programáticos, discutindo-se as alternativas para a especificação e a síntese de parcelas de circuitos eletrônicos exemplificativos, com demonstração da sua implementação em dispositivos de hardware reconfigurável.

As aulas de 3h são majoritariamente para ensino prático e laboratorial (PL), onde os tópicos fundamentais são consolidados através da realização supervisionada de trabalhos de laboratório e de um projeto, abordados na perspectiva de aprendizagem baseada na resolução de problemas, usando ferramentas computacionais num

fluxo de projeto que exige a especificação, a síntese automática e as simulações do sistema e dos circuitos, que são depois implementados em dispositivos de hardware reconfigurável e testados para validar o seu real desempenho. Os trabalhos de laboratório e o projeto são pedagogicamente fundamentais. Os resultados da aprendizagem são avaliados por fichas de avaliação (1-5) e da discussão dos relatórios dos trabalhos de laboratório e do projeto realizados ao longo do semestre (1-6).

**7. Teaching methodologies (including assessment) (1.000 characters).**

The classes with 1.5h are for theoretical teaching (T), and for theoretical and practical teaching (TP), where the syllabus topics are interactively exposed, with discussion of the specification alternatives and synthesis of some examples of electronic circuits' blocks, and demonstrating their implementation in field-programmable hardware devices.

The 3h classes are mainly for practical and laboratory teaching (PL), where the fundamental topics are consolidated through the supervised practical work assignments and a project, addressed in a problem-based learning approach, using computer aided design (CAD) tools in a design flow that requires the specification, automatic synthesis, and logic and functional simulations of the system and circuits, which are then implemented in configurable hardware devices, and tested to validate their "on-line" operation. The laboratory practical work assignments and the project are pedagogically fundamentals.

Learning outcomes are assessed by evaluation written quizzes (1-5) and the validation and discussion of the reports of laboratory work assignments and project carried out during the semester (1-6).

**8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3.000 caracteres).**

Nas aulas teóricas e teórico-práticas descrevem-se as arquiteturas dos principais dispositivos de hardware reconfigurável; apresentam-se os fundamentos de uma linguagem de descrição de hardware de alto-nível (VHDL ou Verilog), exemplificando-se com o projeto de sistemas e de circuitos que são especificados, sintetizados e simulados utilizando ferramentas computacionais, com a participação dos alunos; e demonstra-se a sua implementação em dispositivos de hardware reconfigurável.

Nas aulas de ensino prático e laboratorial, os trabalhos laboratoriais e o projeto são supervisionados pelo docente e pretende-se que os alunos proponham antecipadamente uma arquitetura do sistema e dos circuitos a implementar, usando ferramentas computacionais que executem síntese automática. Em cada trabalho, as arquiteturas propostas pelos alunos são discutidas com o docente para facilitar o desenvolvimento de conhecimentos ao longo do semestre, pois os trabalhos laboratoriais são de complexidade crescente, sendo necessárias novas competências para a sua resolução.

**8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 characters).**

The theoretical and theoretical-practical classes are used to describe the architectures of the main field-programmable hardware devices; to present the fundamentals of a high-level hardware description language (VHDL or Verilog), and to exemplify the design of systems and circuits that are specified, synthesized and simulated through the aid of computational tools, with the participation of the students; these classes are also used to demonstrate the implementation of the designed circuits in field-configurable hardware devices.

In the practical and laboratory classes, the laboratorial work assignments and the project are supervised by the teacher and it is intended that students propose in advance an architecture of the system and the circuits to implement it, using computational tools that perform automatic syntheses. In each experimental work assignment, the architectures proposed by students are discussed with the teacher to facilitate the development of knowledge throughout the semester, since the laboratorial work assignments are increasingly complex and new skills are needed for their resolution.

**9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 caracteres).**

Pong Chu, "FPGA Prototyping By VHDL Examples (Xilinx Microblaze MCS SoC)", 2-Edition, Wiley & Sons, 2017.

Volnei A. Pedroni, "Circuit Design and Simulation with VHDL", 2-Edition, MIT Press, 2010.

José F. Rocha, Apontamentos das aulas teóricas de SEADP, ISEL (disponível no moodle), 2017.

José F. Rocha, Apontamentos das aulas práticas e de laboratório de SEADP, ISEL (disponível no moodle), 2017.

---

<sup>1</sup> Anual, semestral, trimestral, ...

<sup>2</sup> Número total de horas de trabalho.

<sup>3</sup> Discriminadas por tipo de metodologia adotado (T - Ensino teórico; TP - Ensino teórico-prático; PL - Ensino prático e laboratorial; TC - Trabalho de campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação tutorial; O - Outro).

<sup>4</sup> Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.