

**Engenharia Informática**

Licenciatura, 1º Ciclo

Plano: Despacho n.º 8644/2020 - 08/09/2020

**Ficha da Unidade Curricular: Sistemas Digitais**

ECTS: 6; Horas - Totais: 162.0, Contacto e Tipologia, TP:28.0; PL:42.0;

Ano | Semestre: 1 | S1

Tipo: Obrigatória; Interação: Presencial; Código: 91194

Área Científica: Electrónica

**Docente Responsável**

Manuel Fernando Martins de Barros

Professor Adjunto

**Docente(s)**

Manuel Fernando Martins de Barros

Professor Adjunto

Francisco José Alexandre Nunes

Professor Adjunto

Ana Cristina Barata Pires Lopes

Professor Adjunto

**Objetivos de Aprendizagem**

Desenvolver competências na área da eletrónica digital explorando os conceitos da lógica digital e das técnicas de projeto de circuitos e sistemas combinacionais e sequenciais usando a lógica TTL e as mais recentes tecnologias baseadas em ferramentas CAD e linguagens de descrição de hardware (HDL)

**Objetivos de Aprendizagem (detalhado)**

Após a aprovação à unidade curricular, o aluno deverá ser capaz de:

- converter entre os sistemas numéricos decimal, binário, octal e hexadecimal
- calcular a adição, subtração, multiplicação e divisão binária
- usar a álgebra booleana para descrever e otimizar funções lógicas
- desenhar e interpretar diagramas lógicos com os respetivos símbolos de portas lógicas e

componentes standard digitais

- conhecer as tecnologias de fabricação e as limitações das famílias lógicas digitais
- fazer a análise de circuitos lógicos combinatórios e sequenciais LSI, MSI e LSI
- implementar e solucionar problemas de circuitos lógicos combinatórios e sequenciais com circuitos padrão
- conhecer e projetar Máquinas de Estados Finitas
- usar ferramentas de simulação para simular circuitos lógicos combinatórios e sequenciais
- conhecer e explorar as técnicas de projeto baseados nas mais recentes ferramentas CAD e linguagens de descrição de hardware VHDL
- Projetar e programar circuitos lógicos usando linguagem de descrição de hardware VHDL.

### **Conteúdos Programáticos**

- 1) Introdução
- 2) Álgebra de Boole
- 3) Sistemas de Numeração
- 4) Circuitos Combinacionais de média complexidade MSI
- 5) Tecnologia dos circuitos digitais e famílias lógicas
- 6) Introdução às ferramentas CAD e linguagem VHDL
- 7) Circuitos sequenciais – Análise e Síntese
- 8) Introdução às Máquinas de Estados Finitos
- 9) Contadores, Registos e Memórias
- 10) Dispositivos de Lógica Programável CPLDs e FPGAs

### **Conteúdos Programáticos (detalhado)**

- 1) Introdução.
  - Organização da disciplina;
  - Conceitos introdutórios;
  - Quantidades digitais e analógicas: bits, níveis lógicos e sinais digitais;
  - Operações e funções lógicas básicas;
  - Circuitos digitais integrados.
- 2) Funções Lógicas
  - Funções e expressões algébricas Booleanas;
  - Leis, teoremas e postulados da Álgebra de Boole;
  - Formas normalizadas das expressões booleanas e tabelas de verdade;
  - Representação e minimização de funções booleanas;
  - Mapas de Karnaugh, adjacência lógica e agrupamentos.
  - Simplificações de expressões lógicas
  - Simplificação de expressões lógicas utilizando os Postulados da Álgebra de Boole;
  - Simplificação de expressões lógicas utilizando os Mapas de Karnaugh.
- 3) Representação digital de informação
  - Bases de numeração e conversão entre bases;
  - Sistemas de numeração;
  - Operações aritméticas nas diferentes bases;

- Códigos para representação de números com sinal (complemento para 1 e para 2);
- Códigos binários para representação de números decimais;
- BCD, Excesso-3, Código Grey e Código ASCII.
- Representação binária de números reais – vírgula fixa e flutuante

#### 4) Tecnologias dos circuitos digitais e estudo das famílias lógicas

- Famílias lógicas TTL; Família CMOS;
- Atraso de propagação das portas lógicas e factor de mérito;
- Detecção de falhas na realização de circuitos digitais
- Saídas em "Totem-Pole" e saídas em três estados.

#### 5) Circuitos Combinacionais de média complexidade

- Concretização de lógica combinatória em circuitos lógicos;
- Multiplexers e demultiplexers;
- Comparadores lógicos;
- Circuitos aritméticos (somadores, substractores e multiplicadores);
- Codificadores e decodificadores;

#### 6) Dispositivos de Lógica programável e introdução à linguagem de descrição de hardware, VHDL

- Introdução às Ferramentas de projeto CAD
- Linguagens de Descrição de Hardware
- VHDL básico - Estrutura de um componente, Tipos de dados, operadores
- Entidades, arquitetura, instanciação
- Instruções concorrentes vs sequenciais
- Atribuição de sinais
- Clock e Testbench em VHDL
- Exemplos de programação VHDL

#### 7) Circuitos sequenciais básicos

- Comportamento sequencial de circuitos;
- Circuitos sequenciais Síncronos e Assíncronos;
- Elementos básicos: Latch NOR, NAND e Latch D;
- Flip-flops: JK, D e T;
- Máquinas de Moore e de Mealey;

#### 8) Análise e projeto de circuitos sequenciais e Máquinas de Estados Finitas

- Análise e síntese de circuitos sequenciais;
- Circuitos auto-correctores;
- Projeto de circuitos sequenciais de baixa complexidade;
- Introdução às Máquinas de Estado Finitas;
- Programação em VHDL de circuitos sequenciais e de Máquinas de Estado Finitas

#### 9) Contadores, Registos e Memórias

- Características e utilização dos registos de deslocamento;
- Contadores síncronos/assíncronos Incrementador e Decrementador;
- Contadores por pulsação ("Ripple Counters");
- Circuitos integrados contadores;

- Estrutura das memórias de semicondutores;
- Memórias só de leitura, ROMs; Memórias de acesso aleatório RAMs;
- Implementação com ROMs.

#### 10) Dispositivos de Lógica Programável

- Introdução ao estudo de lógica programável;
- Dispositivos programáveis EPROM, PLAs, PALs;
- Implementação de circuitos combinatórios/sequenciais programáveis; Programação de PALs.
- Introdução às CPLD e FPGAS

### **Metodologias de avaliação**

As aulas práticas acompanham o programa teórico, permitindo assim ao aluno complementar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas, bem como ser avaliado sobre a implementação de circuitos combinatórios e sequenciais.

Componentes de Avaliação:

Nota final é a média das seguintes componentes:

- a) Exame escrito (E)
- b) Trabalhos desenvolvidos nas aulas práticas de Laboratório (L)
- c) Realização de um projeto (P)

A classificação final é dada por:  $F = 0,6 * E + 0,3 * L + 0,1 * P$

Nota mínima:

Mínimo de 8,5 valores na componente a)

Mínimo de 10 valores para a componente b)

### **Software utilizado em aula**

Ferramentas gratuitas:

Logisim (<http://www.cburch.com/logisim>)

VHDPlus (<https://vhplus.com>)

Eagle (<http://www.cadsoftusa.com>)

LTSpice (<http://www.linear.com/designtools/software/>)

Outras Ferramentas que os alunos podem explorar (comerciais):

MultiSim (<http://www.ni.com/multisim/pt/>)

Proteus (<http://www.labcenter.com/>)

### **Estágio**

Não aplicável.

### **Bibliografia recomendada**

- Arroz, G. e Monteiro, J. e Oliveira, A. (2009). *Arquitetura de Computadores: dos Sistemas Digitais aos Microprocessadores*. (Vol. 1).. 2ª edição, IST - Instituto Superior Técnico.

<http://www.wook.pt/ficha/arquitetura-de-computadores/a/id/190902>

- Barros, M. *INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DIGITAIS E À LÓGICA PROGRAMÁVEL FUNDAMENTOS BÁSICOS*. (Vol. 1).. 1, Instituto Politécnico de Tomar. IPT

- Dias, M. (2013). *Sistemas Digitais - Princípio e prática*. (Vol. 1).. 3.ª Edição Revista, FCA.

[https://www.fca.pt/cgi-bin/fca\\_main.cgi/?op=2&isbn=978-972-722-700-6](https://www.fca.pt/cgi-bin/fca_main.cgi/?op=2&isbn=978-972-722-700-6)

- Harris, D. e Harris, S. e , . (2013). *Digital Design and Computer Architecture, 2nd Edition*.. Elsevier.

<https://www.elsevier.com/books/digital-design-and-computer-architecture/harris/978-0-12-394424-5>

- Tocci, R. e Moss, G. (2009). *Digital Systems - Principles and Applications*. (Vol. 1). (pp. 992). 10 edition, Perason - Prentice Hall.

<http://www.pearsonhighered.com/educator/product/Digital-Systems-Principles-and-Applications-11E/9780135103821>.

### **Coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos**

Os conteúdos programáticos definidos cobrem um largo espectro de aplicações e conhecimentos na área dos sistemas digitais que permitem aos alunos terem a capacidade de dominar os conceitos e os instrumentos básicos dos Sistemas Digitais. Serão apresentados as ferramentas essenciais, para o aluno projetar, simular, implementar e testar Circuitos Combinatórios, Sequenciais e de Lógica Programável, aplicados nos mais diversos domínios como, projeto básico de portas lógicas, contadores e controladores digitais, conversão analógico digital, projetos de máquinas de estado finito, etc. Privilegiou-se uma abordagem mais orientada para a prática, na medida em que nos parece ser esta a formula que mantém os estudantes mais motivados.

### **Metodologias de ensino**

Aulas teóricas expositivas, Aulas de resolução de problemas; Aulas práticas laboratoriais.

### **Coerência das metodologias de ensino com os objetivos**

Na unidade curricular de Sistemas Digitais, privilegiou-se, uma metodologia mais orientada para a demonstração de conceitos teóricos e da ilustração de aplicações práticas, na medida em que nos parece ser esta a formula que mantém os estudantes mais motivados. Nas aulas teórico-prático será feito um acompanhamento aos alunos, através do esclarecimento de duvidas, da resolução de exercícios e da orientação de trabalhos práticos laboratoriais que ilustram de uma maneira objetiva as matérias descritas nos objetivos da unidade curricular. A aplicação desta metodologia pedagógica visa desenvolver no aluno as competências que o permitam pesquisar e interpretar informação de forma autónoma e desenvolver as capacidades de reflexão e autocritica na avaliação dos problemas que lhe são propostos. Serão realizados trabalhos de grupo, que permitirá ao aluno aplicar os conhecimentos adquiridos e desenvolver a sua capacidade de comunicação, num ambiente de trabalho de equipa e de partilha de conhecimentos.

### **Língua de ensino**

Português

### **Pré-requisitos**

Não aplicável.

### **Programas Opcionais recomendados**

Não aplicável.

### **Observações**

Esta unidade curricular rege-se pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: 4, 8, 13  
Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:  
4 - Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;  
8 - Garantir o trabalho digno e crescimento económico para todos  
13 - Adotar medidas para combater as alterações climáticas e os seus impactos para todos.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

- 4 - Garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
  - 5 - Alcançar a igualdade de género e empoderar todas as mulheres e raparigas;
  - 8 - Promover o crescimento económico inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho digno para todos;
  - 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- 

**Docente responsável**

---