**Escola Superior de Tecnologia de Tomar** **Ano letivo:** 2023/2024

**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 nas 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 analise de circuitos lógicos combinatórios e sequênciais 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.

**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.

3) Simplificações de expressões lógicas
- Simplificação de expressões lógicas utilizando os Postulados da Álgebra de Boole;
- Simplificação de expressões lógicas utilizando os Mapas de Karnaugh.

4) 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

5) 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.

6) Circuitos Combinacionais de média complexidade
- Concretização de lógica combinatória em circuitos lógicos;
- Multiplexers e demultiplexers;
- Comparadores lógicos;
- Circuitos aritméticos (somadores, subtractores e multiplicadores);
- Codificadores e descodificadores;

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**

Componentes de Avaliação
Nota final é a média das seguintes componentes:
a) Exame escrito (60%)
b) Trabalhos de casa e laboratórios (40%)

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://vhdplus.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). *Arquitectura de Computadores: dos Sistemas Digitais aos Microprocessadores* (Vol. 1).. 2ª edição, IST - Instituto Superior Técnico. http://www.wook.pt/ficha/arquitectura-de-computadores/a/id/190902
- Tocci, R. e Moss, G. (2009). *Digital Systems - Priciples and Applications* (Vol. 1). (pp. 992). 10 edition, Perason - Prentice Hall. http://www.pearsonhighered.com/educator/product/Digital-Systems-Principles-and-Applications-11E/9780135103821.
- 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
- 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
- Barros, M. (0). *Sebenta e Slides de Sistemas Digitais (PT)* Acedido em 24 de setembro de 2021 em http://www.e-learning.ipt.pt/course/view.php?id=310

**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 autocrítica 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;
13 - Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos;
15 - Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda de biodiversidade;

**Docente responsável**

Manuel Barros

Assinado de forma digital por Manuel Barros
Dados: 2023.10.20 14:56:18 +01'00'