



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**

**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**

**Departamento de Engenharia Electrotécnica**

**Curso de Engenharia Electrotécnica**

**DISCIPLINA DE ELECTRÓNICA DIGITAL**

4º Ano

**Regime:** Semestral (8º)

**Ano Lectivo:** 2003/2004

**Carga Horária:** 2T + 2TP

**Docente:** Professor Adjunto Jorge Manuel Correia Guilherme  
Assistente do 2º Triénio Pedro Daniel Frazão Correia

---

**OBJECTIVOS:**

Os objectivos desta disciplina foram subdivididos nos módulos seguintes. Projecto de sistemas digitais com dispositivos lógicos programáveis. Introdução ao projecto estruturado de sistemas digitais. Funcionamento interno de portas lógicas CMOS. Projectos de circuitos integrados CMOS digitais ASICS. Ferramentas de projecto assistido por computador. Especificação e simulação na linguagem de descrição de hardware VHDL. Desenvolvimento de módulos lógicos utilizando VHDL. Projecto de dispositivos electrónicos incluindo a especificação de um modelo funcional, utilizando as ferramentas CASE disponíveis. Considerações sobre a realização prática do projecto: a propagação em linhas condutoras, compatibilidade eléctrica. Execução de projectos laboratoriais em grupo (equipas de 2 estudantes).

As aulas laboratoriais têm uma forte componente prática, com o desenvolvimento de projectos de hardware utilizando circuitos digitais programáveis. As actividades de projecto no desenvolvimento, simulação e teste com base na linguagem VHDL e um sistema CASE de suporte ao desenvolvimento. O conjunto inicial das aulas práticas consiste no treino dos diferentes construtores da linguagem VHDL para a sintetização de circuitos digitais combinacionais e sequenciais. A parte final coloca maior ênfase na realização de circuitos digitais de complexidade média e respectiva simulação e teste. Dois trabalhos práticos são sujeitos a avaliação e são tomados em conta para a classificação final.

## **PROGRAMA:**

### 1. Introdução ao Projecto de Sistemas Digitais com dispositivos lógicos programáveis

Um grande domínio de aplicação da electrónica digital: Os Computadores. Sistemas CASE de ajuda ao projecto de sistemas digitais. Desafio: Novas ferramentas de projecto. A zona de intervenção dos sistemas CASE

### 2. Conceitos Fundamentais de Projecto de Sistemas.

Os vários passos no desenvolvimento do projecto. Uma Metodologia de Projecto: Especificar, Explorar, Refinar. As recentes tecnologias disponíveis: os CPLDs (Complex Programmable Logic Device) e os FPGAs (Field Programmable Gate Arrays). os ASICs. As diferentes possibilidades de projectos com dispositivos programáveis. Opções económicas e de velocidade de desenvolvimento. Modelos e Arquitecturas para lógica digital.

### 3. Metodologias de Projecto e Modelos e Arquitecturas de Projecto.

Representações por diagramas de estado, de Actividade de Estrutura. As representações por diagramas de fluxo - DFDs. Exemplos.

### 4. Linguagens de Especificação. Especificação e Simulação com linguagem VHDL.

A Linguagem VHDL. Os níveis de abstracção da linguagem, as hierarquias, os componentes em VHDL e Exemplos de utilização. Programação em VHDL: declaração WITH, tipos e iniciação de dados, operadores relacionais e aritméticos, os construtores mais utilizados no VHDL concorrente, exemplos de programação, os "template" típicos para geração de flip-flops e exemplos de Registos e Contadores. Modelos estruturais. Soluções de Dispositivos em linguagem VHDL: lógica combinacional, lógica sequencial. Utilização de Macrofunções. Exemplos: construção de um pequeno descodificador de instruções, construção de filtros digitais.

### 5. Metodologia RTL e Teste, e Análise de Performance.

Projecto com base na metodologia RTL (Register Transfer Level): Introdução à metodologia, Metodologia de Projecto e Temporização, os diferentes estágios do projecto, exemplo. A criação de vectores de teste e simulação em VHDL.

### 6. Considerações Eléctricas para a realização do projecto.

Panorâmica Sobre Dispositivos de Interligação de Circuitos Digitais: Interligação com Circuitos Digitais, Exemplo da Comunicação entre Computadores, Redes, Códigos e Topologias, BUSES - A interligação mais utilizada em Sistemas Digitais, Vantagens e Desvantagens deste tipo de ligação. Transmissão Ponto-a-Ponto, Interface RS-232 (camada física) . Panorâmica breve sobre o bus USB para PCs. Transmissão em linhas.

### 7. Projecto de circuitos integrados CMOS digitais.

Funcionamento interno de portas lógicas CMOS. Lógica dinâmica. Arquitecturas de memórias. Projectos de circuitos integrados CMOS digitais ASICs.

## **MÉTODO DE AVALIAÇÃO:**

1. Os alunos dispõem das seguintes possibilidades de avaliação:
  - Frequência
  - Exame
  - Trabalhos Laboratoriais
2. A classificação final dos alunos é obtida com base nas seguintes percentagens
  - 5.1. Frequências ou exames - 70 %
  - 5.2. Trabalhos laboratoriais - 30 %

## **BIBLIOGRAFIA:**

- Daniel Gajski, F. Vahid, S. Narayan, J. Gong, " Specification and Design of Embedded Systems", Prentice-Hall, 1994, ISBN 0-13-150731-1.
- Peter J. Ashenden, "The Student's Guide to VHDL", 1996, Morgan Kaufmann Publishers, Inc
- Peter J. Ashenden, "The Designer's Guide to VHDL", 1996, Morgan Kaufmann Publishers, Inc, ISBN 1-55860-270-4
- Frank Scarpino, "VHDL and AHDL Digital System Implementation", Prentice-Hall, ISBN 0-13-857087-6
- R. Jacob Baker, CMOS Circuit Design, layout and Simulation" IEEE Press, ISBN 0-7803-3416-7
- Manuel de Medeiros Silva, "Circuitos com Transistores Bipolares e MOS", ed. F.C. Gulbenkian, 1999.
- Paul Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis and Robert G. Meyer, *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits*, John Wiley & Sons, 2001.
- James O. Hamblen and Michael D. Furman, *Rapid Prototyping of Digital Systems*, Kluwer Academic Publishers, 2000, ISBN 0-7923-8604-3.
- Altera Max-Plus<sup>®</sup> II – Getting Started – Version 8.1 - 1997

Docentes:

*José Guilherme*

*Pedro Daniel Krugio Corio*