



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
**Departamento de Engenharia Electrotécnica**  
**Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores**

**(Sistemas Digitais)**

Ano:1º

**Regime:** Semestral (1º)

**Ano Lectivo:** 2004/2005

**Carga Horária:**

- 1 aula teórica (2 horas)
- 1 aula prática (3 horas)

**Docentes:**

**Docente Responsável:** Assistente de 2º Triénio Ana Cristina Barata Pires Lopes

**Parte Teórica:** Assistente de 2º Triénio Ana Cristina Barata Pires Lopes

**Parte Prática:** Assistente de 2º Triénio Ana Cristina Barata Pires Lopes

Professor Adjunto António Casimiro Teixeira Batista

Assistente de 2º Triénio Rodrigo Tiago Correia Teixeira Maia

---

**OBJECTIVOS:**

Familiarizar os alunos com os conceitos essenciais da lógica digital, tais como: sistemas de numeração e a manipulação matemática da Álgebra de Boole. Compreender o funcionamento das portas lógicas e a sua utilização no projecto de circuitos digitais. Compreender o funcionamento dos circuitos integrados baseados em circuitos combinacionais, designadamente: somadores, comparadores, multiplexers, demultiplexers, decodificadores, codificadores de prioridade, etc. Analisar o funcionamento de dispositivos digitais bi-estáveis e utilizar estes dispositivos no projecto de circuitos sequenciais. Ilustrar e analisar circuitos síncronos e assíncronos no domínio do tempo. Compreender os conceitos de: diagrama de estados, tabela de transição de estados e mapas de excitação e com base nestes realizar a síntese e análise de circuitos sequenciais. Estudar o funcionamento dos registos de deslocamento, dispositivos aritméticos e de memória.

As aulas laboratoriais procuram exemplificar através da experiência prática os conceitos teóricos ministrados. Estas consistem na realização de pequenos projectos que compreendem a análise, montagem e teste de circuitos lógicos e integrados. Por cada projecto deve ser elaborado e entregue obrigatoriamente um relatório, no final da aula de laboratório em que a respectiva montagem foi executada.



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
**Departamento de Engenharia Electrotécnica**  
**Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores**

*[Handwritten signature and notes in the top right corner.]*

**Programa Relativo à Parte Teórica:**

- 1) **Introdução.**
  - a) **Organização da disciplina;**
  - b) **Conceitos introdutórios;**
  - c) **Quantidades digitais e analógicas – bits, níveis lógicos e sinais digitais;**
  - d) **Operações e funções lógicas básicas;**
  - e) **Circuitos digitais integrados.**
  
- 2) **Bases de Numeração**
  - a) **Bases de numeração e conversão entre bases;**
  - b) **Sistemas de numeração;**
  - c) **Operações aritméticas nas diferentes bases.**
  
- 3) **Códigos**
  - a) **Códigos para representação de números com sinal (complemento para 1 e para 2);**
  - b) **Códigos binários para representação de números decimais;**
  - c) **BCD, 2421, Excesso-3, Código Grey e Código ASCII;**
  - d) **Códigos para a detecção e correção de erros: Códigos de Hamming;**
  - e) **Códigos para transmissão série de dados: NRZ, NRZI, RZ, BPRZ e Manchester.**
  
- 4) **Postulados da Álgebra de Boole e leis de DeMorgan**
  - a) **Funções e expressões Booleanas;**
  - b) **Leis e teoremas da Álgebra de Boole;**
  - c) **Suficiência do NAND e suficiência do NOR;**
  - d) **Formas standard das expressões booleanas;**
  - e) **Mapas de Karnaugh, adjacência lógica e agrupamentos.**
  
- 5) **Simplificações de expressões lógicas**
  - a) **Simplificação de expressões lógicas utilizando:**
    - i) **Postulados da Álgebra de Boole;**
    - ii) **Mapas de Karnaugh.**
  
- 6) **Circuitos digitais e famílias lógicas**
  - a) **Família TTL;**
  - b) **Família CMOS;**
  - c) **Atraso de propagação das portas lógicas e factor de mérito;**
  - d) **Saídas em "Totem-Pole" e saídas em três estados.**
  
- 7) **Circuitos Combinacionais**
  - a) **Concretização de lógica combinacional em circuitos lógicos;**
  - b) **Multiplexers e demultiplexers;**
  - c) **Comparadores lógicos;**
  - d) **Circuitos aritméticos (somadores e substractores);**
  - e) **Codificadores e descodificadores;**
  - f) **Geradores de paridade;**
  - g) **Conversores de código;**
  - h) **Análise e síntese de circuitos combinacionais.**
  
- 8) **Circuitos sequenciais**
  - a) **Elementos básicos: Latch NOR, NAND e Latch D;**



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
**Departamento de Engenharia Electrotécnica**

**Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores**

- b) A chave sem trepidação;
  - c) Sincronismo;
  - d) Flip-flops: JK, D e T;
  - e) Análise e síntese de circuitos sequenciais;
  - f) Máquinas de Moore e de Mealey;
  - g) Circuitos auto-correctores;
  - h) Projecto de circuitos sequenciais.
- 9) Contadores e Registos de Deslocamento
- a) Características adicionais e utilização dos registos de deslocamento;
  - b) Contador síncrono Incrementador/Decrementador;
  - c) Contadores por pulsação ("Ripple Counters");
  - d) Circuitos integrados contadores.
- 10) Dispositivos de Memória
- a) Estruturas das memórias de semicondutores;
  - b) Memórias só de leitura (ROM);
  - c) Memórias de acesso aleatório (RAM);
  - d) Expansão da capacidade de memória;
  - e) ROMs programáveis e volatilidade da memória;
  - f) Memórias RAM dinâmicas;
  - g) Aplicações.

**Programa Relativo à Parte Prática:**

Pretende-se que os alunos realizem os seguintes trabalhos de laboratório:

- 1) Implementação de uma função lógica em laboratório: "Função JURI".
- 2) Implementação de uma montagem com um conversor BCD de sete segmentos e um contador de 4 bits.
- 3) Implementação de um conversor BCD de sete segmentos com multiplexers.
- 4) Implementação de um jogo electrónico simples com base num comparador de 4 bits.
- 5) Multiplicador de dois bits utilizando meio-somadores.
- 6) Implementação de um contador em anel com flip-flops D.
- 7) Implementação de um controlador lógico para um motor de passo utilizando flip-flops JK.

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO:**

Parte teórica – 15 Valores (prova escrita)

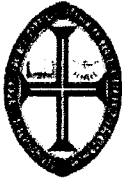
Parte prática – 5 Valores (trabalhos laboratoriais)

Mínimos de 50% em cada uma das partes. Os alunos com uma nota inferior a 2,5 Valores na parte laboratorial serão excluídos da avaliação.

Os alunos que não frequentarem pelo menos 2/3 das aulas de laboratório serão excluídos da avaliação.

Os alunos devem trazer obrigatoriamente para as aulas de laboratório o enunciado do trabalho prático que se irá realizar nessa aula. Os enunciados estão disponíveis na reprografia e estão online em: <http://orion.ipt.pt/~anacris/SD/sd.htm>.

Os alunos que se apresentem nas aulas de laboratório sem o enunciado do trabalho prático necessário terão falta nessa aula de laboratório.



## INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

### BIBLIOGRAFIA:

- [1] – Wakerly, John. - *Digital Design Principles and Practices*, Prentice Hall, 3rd edition, 2000.
- [2] – Nelson, Victor P., Nagle, H. Troy, Carrol, Bill D., e Irwin, J. David. - *Digital Logic Circuit Analysis and Design*, Prentice Hall, 1995.
- [3] – Nunes, Mário Serafim. – *Sistemas Digitais*, Presença.
- [4] – Cuesta, L. E Padilla, G. – *Electrónica Digital*, Mc Graw Hill.
- [5] – Pereira, A. Silva e Baldaia, Rogério – *Sistemas Digitais*, Porto Editora.
- [6] – Barros, F. Manuel – *Sebenta de Sistemas Digitais em Português disponível na reprografia do IPT.*


### ANEXOS:

- Exercícios resolvidos de circuitos combinacionais;
- Exercícios resolvidos de circuitos sequenciais;
- Manual em Português do simulador Electronics Workbench.

### DOCENTES RESPONSÁVEIS:

  
(Assistente de 2º Triénio Ana Cristina Barata Pires Lopes)

  
(Professor Adjunto António Casimiro Teixeira Batista)

  
(Assistente de 2º Triénio Rodrigo Tiago Correia Teixeira Maia)