

---

**Ano Letivo** 2019-20

---

**Unidade Curricular** SISTEMAS DIGITAIS

---

**Cursos** ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA (1.º ciclo)  
- RAMO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES (1.º ciclo)  
- RAMO DE SISTEMAS DE ENERGIA E CONTROLO (1.º ciclo)

---

**Unidade Orgânica** Instituto Superior de Engenharia

---

**Código da Unidade Curricular** 140064378

---

**Área Científica** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português

---

**Modalidade de ensino** Presencial.

---

**Docente Responsável** António João Freitas Gomes da Silva

---

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
António João Freitas Gomes da Silva	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 10TP; 20PL; 20OT

\* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
2º	S1	30T; 10TP; 20PL; 20OT	140	5

\* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

### Precedências

Sem precedências

### Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Matemática do Ensino Secundário

### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Pretende-se nesta disciplina abordar os princípios básicos dos sistemas digitais do ponto de vista teórico e prático ao nível da conceção, projeto e implementação. Pretende-se que os alunos apreendam os fundamentos de álgebra de Boole e a sua importância no projeto de Sistemas Digitais. Para além de projetar os alunos deveram ser capazes de implementar Circuitos de Lógica combinatória SSI e MSI. Após a consolidação da aprendizagem de circuitos de Lógica Combinatória, será abordado o projeto e implementação de circuitos de Lógica Sequencial. No final da disciplina os alunos devem estar aptos a projetar e implementar qualquer circuito combinatório ou sequencial que utilize circuitos SSI e MSI, além disso devem estar aptos a compreender o funcionamento e iniciar o estudo de circuitos digitais Larga Escala de Integração (LSI) e Muito Larga Escala de Integração (VLSI) nomeadamente dispositivos de lógica programável e microprocessadores.

### Conteúdos programáticos

1. Sistemas de Numeração e Álgebra de Boole: Sistemas de Numeração, Operações Aritméticas em Binário, Códigos Binários, Álgebra de Boole, Simplificação de Funções Booleanas
2. Conceitos Básicos de Eletrónica e Sistemas Digital: Funções Lógicas Básicas, Lógica Positiva e Lógica Negativa, Características Elétricas dos Circuitos Digitais, Tecnologias Digitais e Circuitos Integrados, Eliminação de Glitches em Mapas de Karnaugh, Noções Básicas de Comunicação Digital de Dados
3. Lógica Combinatória e Circuitos MSI: Os Circuitos Conversores de Código, Multiplexadores e Demultiplexadores, Codificadores e Decodificadores, Circuitos Aritméticos
4. Lógica Sequencial: Circuitos Combinatórios versus Circuitos Sequenciais, Dispositivos de Memória Biestáveis Básicos, Especificações dos Flip-Flops, Circuitos Sequenciais Síncronos - Projeto e Implementação de Circuitos de Moore e Mealy, Registradores, Contadores e Circuitos Sequenciais Assíncronos
5. Realização de trabalhos práticos

---

### **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**

Os conteúdos pragmáticos desta curricular são o primeiro contacto dos alunos com o desenvolvimento de sistemas e circuitos digitais e pretende dota-los com a capacidade de projetar e implementar circuitos de média complexidade. Além disso, os alunos deverão ficar preparados para a aprendizagem de circuitos de grande complexidade realizados com dispositivos de logica programável e microprocessadores. Para isso, são lecionadas as bases de Sistemas de Numeração, Códigos Binário, Álgebra de Boole e Tecnologias de Circuitos Digitais que servirão de base ao projeto de circuitos combinatórios standard ou postos a partir de problemas concretos. Numa fase posterior será abordado o projeto e implementação de circuitos sequenciais, as suas implementações standard e metodologias de projeto. A leção T e TP será acompanhada da realização nas OT de vários trabalhos práticos que correspondem a circuitos digitais de complexidade crescente em projeto e implementação.

---

### **Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

#### **Metodologias de Ensino**

Serão lecionadas aulas T para exposição dos conceitos teóricos com recurso a diapositivos e exemplos no quadro, aulas TP para apresentação de problemas de realização analítica; realização de problemas analíticos pelos alunos com o apoio do professor nas aulas OT; realização em grupo de trabalhos práticos em laboratório

#### **Avaliação**

A avaliação tem 3 componentes:

- Trabalho práticos de laboratório.
- 3 Mini-Testes.
- Frequência única e/ou Exame para avaliação Teórica e Teórico-Prática.

Nota Prática =  $0.7 * \text{Trabalho Prático de laboratório} + 0.3 * \text{Média dos Mini-testes}$

Nota Teórica = MAXIMO (Frequência e/ou Exame)

Nota Final =  $0.3 * \text{Nota Prática} + 0.7 * \text{Nota Teórica}$

Cada uma das componentes de avaliação (Nota Prática e Nota Teórica) tem nota mínima de 9 valores.

---

### Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Tratando-se de uma unidade curricular que serve de base à implementação de muitos dos sistemas eletrónicos com maior visibilidade socioeconómica e para os quais os alunos têm maiores expectativas é fundamental uma boa interligação e alternância entre conceitos teóricos e aplicações práticas. No que se segue expõe-se a metodologia de ensino adotada, relacionando-a com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular.

Na primeira fase serão abordados os temas que servem de base ao desenvolvimento de sistemas digitais, nomeadamente: Sistemas de numeração, Códigos binários e Álgebra de Boole. A metodologia de ensino, nesta fase, baseia-se na exposição das matérias por diapositivos e na realização de problemas analíticos, pelo professor e pelos alunos, dedicados ao projeto de sistemas digitais a partir de formulações algébricas e/ou tabelas de verdade. No final desta fase os alunos serão confrontados com a implementação tecnológica das funções básicas da álgebra de Boole em circuitos integrados (CI) e com as limitações devidas às suas características elétricas. Esta fase culmina com a realização de um mini-teste e de um trabalho de laboratório "Noções básicas de Sistemas Digitais" onde os alunos demonstram e experimentam os conhecimentos adquiridos, bem como melhoram as suas capacidades na utilização de instrumentos laboratoriais.

Na segunda fase será abordada a implementação de sistemas digitais combinatórios com recurso a CI de Média Escala de Integração (MSI). A metodologia de ensino nesta fase terá por base a exposição da matéria por diapositivos onde se apresentam os CI-MSI standard e suas aplicações. Durante a exposição das matérias será intuída a metodologia de projeto Top-Down através da apresentação sistemática da "Entidade" e da "Arquitetura" dos circuitos em causa. O projeto de circuitos digitais será elaborado a partir de uma única tabela de verdade quando a "Arquitetura" coincidir com a "Entidade" e a partir de múltiplas tabelas de verdade caso contrário. Esta fase culmina com a realização de um Mini-Teste e o projeto e implementação do trabalho de laboratório "Lógica combinatória" onde os alunos utilizaram CI-MSI, *dip-switchs*, leds e displays de 7-segumentos.

Na terceira fase serão abordadas com recurso a diapositivos: as noções de básicos de memórias digitais (*latch* e *Flip-Flop*); a implementação standard de montagens síncronas e assíncronas como registadores e contadores; as arquiteturas e metodologias de projeto de circuitos sequenciais síncronos. Em paralelo serão realizados diversos exercícios analíticos pelo professor e pelos alunos. Esta fase culmina com a realização de um mini-teste e o projeto e implementação do trabalho de laboratório "Flip-Flops e suas aplicações" onde os alunos terão a oportunidade de experimentar os conhecimentos adquiridos.

Durante as 3 fases descritas anteriormente serão dados, sempre que oportuno, exemplos de aplicação dos sistemas digitais na construção de Microprocessadores e outros sistemas embebidos

---

### Bibliografia principal

1. Acetatos das aulas teóricas e folhas de exercicios
2. R.S. Sandice, **Modern Digital Design**, McGraw-Hill
3. Pestopnik , **Digital Electronics**, Saunders College Publishing
4. Carlos Pedro Baptista, **Sistemas Digitais**, FCA - Editora de Informática
5. Morgado Dias, **Sistemas Digitais Princípios e Prática**, FCA ? Editora de Informática

**Academic Year** 2019-20

**Course unit** DIGITAL SYSTEMS

**Courses** ELECTRIC AND ELECTRONICS ENGINEERING  
- BRANCH SPECIALISATION IN INFORMATION TECHNOLOGIES AND TELECOMMUNICATIONS  
- BRANCH SPECIALISATION IN ENERGY AND CONTROL SYSTEMS

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

**Main Scientific Area** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**Acronym**

**Language of instruction** Portuguese

**Teaching/Learning modality** Presential

**Coordinating teacher** António João Freitas Gomes da Silva

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
António João Freitas Gomes da Silva	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 10TP; 20PL; 20OT

\* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

**Contact hours**

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	10	20	0	0	0	20	0	140

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

**Pre-requisites**

no pre-requisites

**Prior knowledge and skills**

Knowledge acquired in Mathematics at Secondary Education

**The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)**

This course aims at addressing the basics of digital systems in terms of theoretical and practical in terms of conception, design and implementation. It is intended that students seize the fundamentals of Boolean algebra and its importance in the design of digital systems. Apart from design students had to be able to implement combinatorial logic circuits SSI and MSI. After learning Combinatory circuits design, will be addressed the design and implementation of Sequential Logic circuits. At the end of the course students should be able to design and implement any circuit combinatorial or sequential circuits using SSI and MSI also must be able to understand the operation and start the study of digital circuits Large Scale Integration (LSI) and Very Large Scale Integration (VLSI) devices including programmable logic and microprocessors

**Syllabus**

1st. Number Systems and Boolean Algebra: Number Systems, Binary Arithmetic, Binary Codes (Reviews), Boolean Algebra, Simplification of Boolean Functions

2nd. Basics of Electronics and Digital Systems: Logic Functions, Basic Logic Positive and Negative Logic, Electrical Characteristics of Digital Circuits, Digital Technologies and Integrated Circuits, Elimination of Glitches in Karnaugh maps, Basics of Digital Data Communication

3rd. Combinatorial Logic Circuits and MSI: The Circuits Code Converters, Multiplexers and Demultiplexers, Encoders and Decoders, Arithmetic Circuits

4th. Sequential Logic: Sequential Circuits versus Combinatorial Circuits, Devices Memory bistable Basics, Specifications Flip-Flops, Synchronous Sequential Circuits - Design and Implementation of Mealy and Moore circuits, Shift registers, Sequential Circuits Asynchronous

5th. Practical work

**Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives**

This course is the first contact of students with the development and implementation of systems and digital circuits and intends to endow them with the ability to design and implement circuits of medium complexity. Furthermore, students should be prepared for learning circuits made with highly complex programmable logic devices (VHDL) and microprocessors. For this, they are taught the basics of Number Systems, Binary Codes, Boolean Algebra and Digital Circuits Technologies to underpin the design of combinational circuits standard or made from concrete problems. At a later stage we will address the design and implementation of sequential circuits, their standard implementations and design methodologies. The lectures T and T / P will be accompanied by the realization of OT in various practical assignments that match the digital circuits of increasing complexity in design and implementation.

---

### Teaching methodologies (including evaluation)

Be lectured to theoretical exposition of theoretical concepts using slides and examples in the table, tuition theoretical practices for submission of analytical problems of realization, realization of analytical problems by students with teacher support system in tutorial; achievement in practical work group laboratory

### Evaluation

The assessment has three components:

- Laboratorial Practical work.
- 3 Mini-Tests.
- Single frequency and / or Theoretical Examination for evaluating T and TP components.

Practice Assessment =  $0.7 * \text{Laboratorial Practical Work} + 0.3 * \text{Average of Quizzes}$

Theoretical Assessment = MAXIMO (frequency and / or Examination)

Final Rating =  $0.3 + 0.7 * \text{Practice Note} * \text{Note Theory}$

Each of the components of evaluation (Theoretical Assessment and Practice Assessment) has a minimum score of 9 values.

---

### Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

Since this is a course that serves as the basis for implementation of many electronic systems with greater visibility and socioeconomic wanted students to have higher expectations is a good fundamental interconnection and switching between theoretical concepts and practical applications. In what follows exposes himself to teaching methodology adopted, relating it to the learning objectives of the course.

The first phase will address the issues that underpin the development of digital systems, including: Number Systems, Binary codes and Boolean Algebra. The teaching methodology at this stage, based on the exposure of the material by slides and conducting analytical problems, the teacher and students, dedicated to the design of digital systems from algebraic formulations and / or truth tables. At the end of this phase students will be confronted with the technological implementation of the basic functions of Boolean algebra in integrated circuits (IC) and constraints due to its electrical characteristics. This phase culminates with the completion of a quiz and a lab work "Basics of Digital Systems" where students demonstrate their knowledge and experience as well as improve their skills in the use of laboratory instruments.

In the second phase will be addressed to implement digital systems using combinatorial IC Media Scale Integration (MSI). The teaching methodology at this stage will be based on the exposure of matter by slides which sets the standard MSI-CI and its applications. During the exposure of the material to be intuited design methodology Top-Down through the systematic presentation of "Entity" and "architecture" of the circuits concerned. The design of digital circuits is made from a single truth table when the "Architecture" match the "Entity" and from multiple tables true otherwise. This phase culminates with the completion of a Mini Test and the design and implementation of laboratory work "combinatorial logic" where students used MSI-CI, dip-switches, LEDs and displays 7-segumentos.

In the third phase will be addressed using slides: the notions of basic digital memories (Latch and Flip-Flop), the standard implementation of synchronous and asynchronous mounts as registers and counters; architectures and design methodologies for synchronous sequential circuits. In parallel several analytical exercises will be conducted by the teacher and the students. This phase culminates in the realization of a mini-test and the design and implementation of laboratory work "Flip-Flops and their applications" where students will have the opportunity to experience the knowledge acquired.

During the three phases described above will be given, where appropriate, examples of application of digital systems in the construction of Microprocessors and other embedded systems

#### Main Bibliography

1. Acetatos das aulas teóricas e folhas de exercicios
2. R.S. Sandice, **Modern Digital Design**, McGraw-Hill
3. Pestopnik , **Digital Electronics**, Saunders College Publishing
4. Carlos Pedro Baptista, **Sistemas Digitais**, FCA - Editora de Informática
5. Morgado Dias, **Sistemas Digitais Princípios e Pratica**, FCA ? Editora de Informática