

# Guião de Sinais e Sistemas Electrónicos

(41945)

Ano lectivo 2022/2023

2º Ano, 2º semestre

**Escolaridade:** 2 horas teórico-práticas + 2 horas laboratório;

**ECTS:** 6

## **Cursos:**

8240 – Mestrado Integrado em Engenharia de Computadores e Telemática;

8302 – Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica;

8285 – Mestrado Integrado em Engenharia Física;

8316 – Licenciatura em Engenharia de Computadores e Informática;

8317 – Licenciatura em Engenharia Biomédica;

8320 – Licenciatura em Engenharia Física;

8312 – Licenciatura em Engenharia de Automação Industrial

8258 – Licenciatura em Física (opção).

## **1- Sinopse da disciplina**

Sinais e Sistemas Electrónicos (SSE) é uma unidade curricular de introdução aos circuitos eléctricos e à electrónica nos domínios analógico e digital.

Na componente teórica-prática estudam-se os aspectos fundamentais dos circuitos em corrente contínua e em regime sinusoidal. São introduzidos conceitos sobre sinais e a correspondente resposta dos circuitos no tempo e na frequência. O programa inclui ainda noções sobre a constituição, o funcionamento e a utilização de dispositivos electrónicos básicos como díodos, transístores e amplificadores operacionais.

A componente prática proporciona um primeiro contacto com o laboratório de electrónica e com a utilização dos equipamentos respectivos, e passa pela montagem e teste de circuitos eléctricos e electrónicos simples com o objectivo de proporcionar aos alunos uma perspectiva prática dos conceitos adquiridos nas aulas teóricas.

## **2- Pré-requisitos**

Frequência com aproveitamento de unidades curriculares de Álgebra e Cálculo, e frequência de disciplina de Electromagnetismo.

## **3- Objectivos da disciplina**

Através das suas componentes teórica-prática e laboratorial, a disciplina pretende conferir as seguintes competências:

- Compreender os conceitos elementares sobre circuitos eléctricos;
- Conhecer bem as principais técnicas de análise de circuitos lineares e suas limitações;
- Saber como caracterizar a resposta de circuitos elementares nos domínios do tempo e da frequência;
- Identificar dispositivos electrónicos elementares e conhecer as suas principais limitações físicas;

- Analisar circuitos electrónicos simples baseados em díodos e transístores, em aplicações analógicas e digitais;
- Analisar e dimensionar circuitos elementares com amplificadores operacionais;
- Utilizar correctamente os instrumentos mais comuns do laboratório de electrónica e conhecer as suas limitações;
- Consultar adequadamente uma folha de especificações (*data sheet*) para obter informação técnica sobre componentes electrónicos;
- Montar e ensaiar correctamente circuitos simples em ambiente laboratorial.

#### 4- Aulas teóricas-práticas

O ensino em SSE conjuga a habitual abordagem expositiva com o trabalho autónomo dos alunos. As aulas teórico-práticas, com a duração de 120 minutos cada, são suportadas por apresentações *powerpoint* e complementadas com exercícios feitos no quadro.

##### 4.1- Turmas e horários

| TP1                  | TP2                    |
|----------------------|------------------------|
| Terça-feira, 9 – 11h | Quarta-feira, 14 – 16h |
| Anf. IV              | Anf. 5.2.22            |

Número de aulas previstas: 14

##### 4.2- Programa

###### Capítulo 1: Fundamentos

Corrente eléctrica e diferença de potencial; Circuito eléctrico básico: analogia hidráulica; Condutores, isoladores e resistência eléctrica; Elementos de circuitos elementares: dispositivos físicos e modelos matemáticos; Polaridades e sentidos de referência; Potência em circuitos eléctricos; Lei de Ohm; Resistividade; Lei das correntes e lei das tensões de Kirchhoff; Análise de circuitos simples com um só loop ou dois nós; Combinação de resistências; Divisores de tensão e de corrente.

###### Capítulo 2: Técnicas de Análise de Circuitos

Análise nodal; Exemplos de cálculo; Análise nodal com super-nós; Teorema de Thévenin; Equivalente de Thévenin: Método Universal.

###### Capítulo 3: Capacidade e Indutância

Redefinição de elemento activo e passivo; Condensador e capacidade; Resposta ao degrau do circuito RC; Bobina e indutância; Combinação de bobinas e combinação de condensadores.

###### Capítulo 4: Circuitos em Regime Sinusoidal

Resposta forçada a uma função sinusoidal; Função forçadora complexa; Fasores; Relações fasoriais para R, L e C; Extensão das técnicas de análise aos circuitos em regime sinusoidal; Impedância; Potência em regime sinusoidal; Valor eficaz.

###### Capítulo 5: Noções de Sistemas e Sinais

Sinais: definição e classificação; Sinais nos domínios do tempo e da frequência; Resposta em frequência; Caso do circuito RC passa-baixo; O decibel (dB); Resposta de amplitude e de fase; Circuito RC passa-alto; Diagramas de Bode; Resposta ao degrau; Tempo de subida; Tilt.

###### Capítulo 6: Amplificadores Operacionais

Amplificador operacional: fundamentos; Modelo equivalente simplificado; Realimentação: configuração inversora; Cálculo do ganho; Modelo ideal do OpAmp; Noção de curto-circuito virtual na entrada; Configuração não inversora; Limites do modelo ideal; Resistência de entrada e resistência de saída num amplificador de tensão; Outras configurações básicas do OpAmp: Seguidor de tensão e sua utilidade; Amplificador somador; Amplificador integrador; Comparadores de tensão.

### Capítulo 7: Díodos e Aplicações

Fundamentos físicos do diodo; Junção pn em equilíbrio, inversamente e directamente polarizada; Característica corrente/tensão do diodo; Parâmetros mais importantes do dispositivo; Modelos simplificados para análise de circuitos; Rectificadores: meia onda e onda completa; Filtragem; Diodo Zener e aplicações; Diodo LED e foto-diodo.

### Capítulo 8: O Transistor MOS

Estrutura física e funcionamento do MOSFET; Modelo quadrático do NMOS e MOSFET de canal p; MOSFET em DC; MOSFET como amplificador; MOSFET como interruptor electrónico; Aplicações do MOSFET como interruptor: Interruptor de potência e interruptor analógico; Circuitos digitais; Capacidades intrínsecas do MOSFET

## 5- Aulas práticas

Estas aulas consistem na realização de sete trabalhos laboratoriais, com a duração de uma a três aulas cada, onde se abordam alguns dos temas teóricos do conteúdo programático da disciplina. Os objectivos passam pela consolidação dos conhecimentos sobre as técnicas de análise de circuitos, sobre os aspectos fundamentais dos dispositivos electrónicos estudados e sua aplicação, e ainda pela familiarização com a aparelhagem de medida e teste encontrada frequentemente num laboratório de electrónica. Sempre que possível, os trabalhos são executados por grupos de dois alunos. Todos os elementos relevantes para o trabalho, designadamente medidas e resultados, deverão ser registados pelos alunos.

### 5.1- Turmas e horários

|         | P8       | P7       |
|---------|----------|----------|
| Segunda | 16 – 18h | 18 – 20h |
|         | 4.3.20   | 4.3.03   |

Número de aulas previstas: 13

|       | P5       | P1       | P6       | P12      |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| Terça | 14 – 16h | 16 – 18h | 17 – 19h | 18 – 20h |
|       | 4.3.03   | 4.3.03   | 4.3.20   | 4.3.03   |

Número de aulas previstas: 14

|        | P2      | P3      | P11      | P14      | P10      | P9       |
|--------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Quinta | 9 – 11h | 9 – 11h | 11 – 13h | 11 – 13h | 14 – 16h | 17 – 19h |
|        | 4.3.19  | 4.3.20  | 4.3.19   | 4.3.17   | 4.3.20   | 4.3.20   |

Número de aulas previstas: 14

|       |            |
|-------|------------|
| Sexta | <b>P13</b> |
|       | 14 – 16h   |
|       | 4.3.20     |

Número de aulas previstas: 13

## 5.2- Trabalhos práticos

### 1 – Introdução ao laboratório de electrónica

Introdução sumária dos equipamentos e componentes básicos do laboratório de electrónica. Utilização da placa branca, da fonte de alimentação e do multímetro. Montagem de circuitos simples em DC e medições.

### 2 – Característica tensão-corrente de um dispositivo

Relação V em função de I numa resistência. Lei de Ohm. Comparação com a característica V/I extraída de um dispositivo não linear dado. Noção de resistência dinâmica.

### 3 – Conceitos de análise de circuitos na prática

Montagem e estudo de circuitos em DC. Utilização de duas fontes de tensão. Demonstração prática do Princípio da Sobreposição e do Teorema de Thévenin.

### 4 – Osciloscópio e circuito RC

Exploração das funcionalidades básicas do osciloscópio. Utilização do gerador de funções. Influência da impedância de entrada do osciloscópio nas medições. Estudo da resposta do circuito RC nos domínios do tempo e da frequência.

### 5 – Amplificadores operacionais: configurações básicas

Características principais dum amplificador operacional comercial. Dimensionamento da configuração inversora. Circuitos somador e integrador.

### 6 – Díodos e aplicações

Montagem e teste de circuitos com díodos. Rectificador de meia onda com filtragem. Díodo LED. Díodo Zener como limitador de tensão.

### 7 – Electrónica em aplicações reais (opcional)

Projecto, montagem e teste de pequenos projectos que integram os conhecimentos adquiridos nos trabalhos anteriores e ao mesmo tempo ilustram aplicações concretas de circuitos electrónicos.

## 5.3- Planeamento

| Trabalhos  | # aulas |
|--|---------|
| 1 – Introdução ao laboratório de electrónica           | 2       |
| 2 – Característica tensão-corrente de um dispositivo   | 1       |
| 3 – Conceitos de análise de circuitos na prática       | 1       |
| 4 – Osciloscópio e circuito RC                         | 3       |
| 5 – Amplificadores operacionais: configurações básicas | 1.5     |
| 6 – Díodos e aplicações                                | 1.5     |
| Trabalhos de avaliação                                 | 2       |

## 5.4- Kit de electrónica

Para realizar os trabalhos práticos em laboratório os alunos devem possuir, obrigatoriamente, um Kit de Electrónica. Este Kit, que é considerado um objecto didáctico pessoal, deve incluir, no mínimo, uma placa branca (*breadboard*), três fios com banana, uma ponta de prova de osciloscópio e um alicate de corte. Um Kit com este conjunto de ferramentas pode ser adquirido no DETI.

## 6- Bibliografia e documentação de apoio

- Hayt, W. H.; Kemmerly, J. E.; Durbin, S. M. – “Engineering Circuit Analysis”, McGraw-Hill, 7th edition, 2007;
- Sedra, Adel S.; Smith, Kenneth C. – “Microelectronic Circuits”, Oxford University Press, 7th edition, 2016;
- Neamen, Donald A. – “Microelectronics: Circuit Analysis and Design”, McGraw-Hill, 4th edition, 2010;
- Hayes, Thomas C. – "Learning the Art of Electronics: A Hands-On Lab Course", Cambridge University Press, 2016;
- Oliveira, Pedro Guedes e Santos; Dinis M. – "Electrónica: Uma Visão de Projecto", Universidade do Porto, 2018.

**Documentação disponível no *website* da disciplina:** <http://elearning.ua.pt/>

Acesso com *login* e *password* de Utilizador Universal.

Inclui este Guião da UC, Guias dos Trabalhos Práticos, Cópias dos slides das aulas teórico-práticas, documentação de apoio às aulas de laboratório e fichas de exercícios.

## 7- Avaliação

A avaliação da disciplina está dividida em duas componentes: a componente teórica, com um peso de 60% na nota final, e a componente prática com um peso de 40%. A nota mínima para efeitos de aprovação é, na componente teórica, de 7.5 valores.

### 7.1- Componente teórica

A avaliação da componente teórica será feita através de uma prova escrita presencial única, a realizar na época de exames, que abrange toda a matéria leccionada nas aulas TP.

### 7.2- Componente prática

A nota da componente prática é arredondada com uma casa decimal e resulta dos seguintes dois elementos de avaliação e respectivas ponderações:

- Teste prático 1 – 40%
- Teste prático 2 – 60%

**Testes práticos:** Realizados em grupo, em duas aulas práticas do semestre, nas datas abaixo indicadas. Consistem na execução de trabalhos de laboratório que deverão incidir sobre qualquer das temáticas abordadas nos trabalhos realizados até ao momento.

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| <b>Testes práticos</b> |                          |
| 1                      | 17, 18, 20 e 21 de Abril |
| 2                      | 1, 2, 5 e 6 de Junho     |

## 8- Regime de Faltas

*Aulas teórico-práticas:* A frequência é livre, não havendo lugar à marcação de faltas.

*Aulas práticas:* Haverá lugar à marcação de faltas. O limite de faltas não justificadas é de 20% do número total de aulas (3 aulas).

## 9- Equipa docente

|                     | <b>Gabinete</b> | <b>email</b>       | <b>Turma(s)</b>   |
|---------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| Ernesto Martins     | DETI – 4.2.38   | evm@ua.pt          | TP1, TP2, P6 e P8 |
| Alexandre Mota      | DETI – 4.2.41   | alex@ua.pt         | P1 e P5           |
| Armando Rocha       | DETI – 4.3.39   | arocha@ua.pt       | P10, P11 e P13    |
| João Nuno Matos     | DETI – 4.3.26   | matos@ua.pt        | P3 e P14          |
| Luís Nero Alves     | IT1 – 2.27      | nero@ua.pt         | P9                |
| Rui Escadas Martins | DETI – 4.2.46   | rmm@ua.pt          | P2                |
| Vinicius Oliveira   | DETI – 4.2.46   | viniciuschoa@ua.pt | P7 e P12          |

-----