



---

## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[2008] Comunicações e Processamento de Sinais / Communications and Signal Processing

### 1.2 Sigla da área científica em que se insere

TEL

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

162h 00m

### 1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais TP: 45h 00m | P: 22h 30m

### 1.6 ECTS

6

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

---

## 2. Docente responsável

[1755] André Ribeiro Lourenço

---

## 3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

[1690] Joel Vera Cruz Preto Paulo | Horas Previstas: 90 horas  
[1755] André Ribeiro Lourenço | Horas Previstas: 67.5 horas  
[2083] Michele Mengucci | Horas Previstas: 112.5 horas

---

**4. Objetivos de aprendizagem  
(conhecimentos, aptidões e  
competências a desenvolver  
pelos estudantes)**

Os estudantes que terminam com sucesso esta unidade curricular serão capazes de:

1. Analisar os sistemas de comunicação multimédia e descrever cada um dos seus blocos constituintes.
2. Compreender os sinais aleatórios e o ruído em particular o ruído branco gaussiano.
3. Descrever os canais de comunicação e as suas restrições em termos de ruído, largura de banda e potência.
4. Compreender as técnicas de sincronização e controlo de erros de um sistema de comunicação digital.
5. Projetar e avaliar diferentes sistemas de comunicação multimédia, dadas as especificações e objetivos dos mesmos.

---

**4. Intended learning outcomes  
(knowledge, skills and  
competences to be developed  
by the students)**

On successful completion of this course, students will be able to:

1. Evaluate multimedia communication systems and analyze each constituent block.
2. Understand and characterize random signals in particular noise signals such as additive white Gaussian noise.
3. Understand communication channels and their bandwidth, power, and noise limitations.
4. Understand error control and synchronism techniques.
5. Design and evaluate digital communication systems as per needs and given specifications.

---

## 5. Conteúdos programáticos

- I. Fundamentos dos sistemas de comunicação multimédia.
- II. Modulação por código de pulsos (PCM): Amostragem, quantificação uniforme e codificação. Ruído de quantificação.
- III. Quantificação não uniforme (lei A e lei-u), codificação diferencial (DPCM) e preditiva (ADPCM).
- IV. Canal AWGN: Restrições de largura de banda, ruído e potência. Relação sinal ruído (SNR).
- V. Transmissão de sinais digitais em banda base. Códigos de linha e probabilidade de erro de bit (BER). Interferência inter-simbólica e formatação de pulsos.
- VI. Modulação digital. Largura de banda e BER. Filtro adaptado. Sincronismo de símbolo e de portadora. Implementação do emissor e do recetor.
- VII. Codificação para controlo de erros. Códigos de deteção e correção. Distância de Hamming.
- VIII. Projetar, e avaliar os blocos constituintes de um sistema de comunicação digital.

---

## 5. Syllabus

- I. Fundamental concepts of multimedia communications systems.
- II. Pulse code modulation (PCM): Sampling, quantization, and encoding. Quantization noise.
- III. Non-uniform quantization (A-law and u-law), differential encoding (DPCM) and predictive encoding (ADPCM).
- IV. AWGN channel: Bandwidth, noise, and power limitations. Signal to noise ratio (SNR).
- V. Baseband pulse transmission, line codes bit error rate (BER), inter-symbolic interference, Pulse shaping.
- VI. Digital modulation: Bandwidth, BER and synchronism. Matched filter.
- VII. Error control coding, error detection and correction. Hamming distance.
- VIII. Design and assessment of a multimedia communications system.

---

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

O objetivo da unidade curricular é compreender os fundamentos teóricos da comunicação e processamento de sinais multimédia. Projetar e avaliar o desempenho dos diferentes blocos integrantes de um sistema de comunicação (item II a VI). Introduzir os conceitos de sinais aleatórios, de ruído (ruído gaussiano branco) e de densidade espectral de potência. Compreender os canais de comunicação e suas restrições de ruído, largura de banda e potência (item IV). Analisar as técnicas de sincronização e controlo de erros de um sistema de comunicação multimédia (item VII).

O processo de ensino/aprendizagem dos tópicos abordados é suportado na realização de um projeto de um sistema de comunicação e sua implementação usando a linguagem Python e bibliotecas apropriadas (item VIII).

---

**6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes**

This course covers fundamentals of digital communication and signal processing.

This course aims at the development of the student's skills and ability to design and analyse a digital communication system (items II - VI). It introduces the random signals, noise (in particular additive white Gaussian noise) and power spectral density. Channel communication power, noise, and bandwidth limitations are explained (item IV). Different synchronization and error control techniques are presented (item VII).

Students project and simulate, on Python programming language, the key issues of the different blocks of the communication system in order to further develop their skills on these subjects (item VIII).

---

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

A metodologia de ensino tem duas componentes:

- Teórico-prática (TP): Exposição e discussão dos conceitos teóricos e de exemplos práticos de aplicação, incentivando à interatividade e desenvolvimento do espírito crítico;
- Prática laboratorial (PL): Os conceitos teóricos são aprofundados através da implementação dos blocos do sistema de comunicação com execução de trabalhos práticos.

A UC tem avaliação distribuída com exame final, com duas componentes pedagógicamente fundamentais: teórica (NT) e prática (NP), sendo a nota final  $NF=(NT+NP)/2$ .

A NT pode ser realizada por 2 testes escritos (T1, T2) de avaliação distribuída ou por exame final. A nota NT realizada por testes é  $NT=(T1+T2)/2$ .

A nota mínima em cada teste é de 8,00 e da NT é de 9,50. Há exame parcial na época normal.

A NP tem 2 trabalhos práticos (TP1, TP2) realizados em grupo com prova oral de validação da contribuição de cada estudante. A nota NP é  $NP=(TP1+TP2)/2$ .

A nota mínima em cada TP é de 8,00 e na NT é de 9,50.

---

**7. Teaching methodologies  
(including assessment)**

The teaching methodology has two components:

- Theoretical-practical (TP): Presentation and discussion of theoretical concepts and practical application examples, encouraging interactivity and the development of critical thinking;
- Laboratory Practice (PL): Theoretical concepts are deepened through the implementation of communication system blocks with practical work.

The assessment is distributed with a final exam and there are two pedagogically fundamental components: theoretical (NT) and practical (NP), the final grade being  $NF=(NT+NP)/2$ .

The NT can be done by 2 written tests (T1, T2) of distributed assessment or by final exam. The NT grade for tests is  $NT=(T1+T2)/2$ .

The minimum grade for each test is 8.00 and for the NT is 9.50. There is a partial exam in the normal term.

The NP has 2 practical assignments (TP1, TP2) carried out in groups with an oral test to validate each student's contribution. The NP grade is  $NP=(TP1+TP2)/2$ .

The minimum grade for each TP is 8.00 and for the NT is 9.50.

---

**8. Demonstração da coerência  
das metodologias de ensino  
com os objetivos de  
aprendizagem da unidade  
curricular**

Nas aulas teórico-práticas são expostos os conceitos fundamentais para a compreensão dos diferentes blocos do sistema de comunicação multimédia. Esta exposição interativa é acompanhada de exercícios e exemplos práticos que ajudam a compreender os sistemas de comunicações assim como caracterizar as suas limitações.

Nas aulas de prática laboratorial são simulados e implementados, usando a linguagem de programação Python, os diferentes blocos da cadeia do sistema de comunicação assim como é aferido o desempenho do mesmo.

---

**8. Evidence of the teaching  
methodologies coherence with  
the curricular unit's intended  
learning outcomes**

In theoretical and practical classes, the system communication and its fundamental concepts are presented where interactivity is encouraged. Practical examples and exercises are also presented and solved to illustrate and characterize the different blocks of the system as well as characterize their limitations.

In laboratorial classes, students' skills are developed as they implement and simulate, on Python programming language, the different system communication block, as well as they measure the systems efficiency.



**Ficha de Unidade Curricular A3ES**  
**Comunicações e Processamento de Sinais**  
**Licenciatura em Engenharia Informática e Multimédia**  
**2024-25**

---

**9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória**

Haykin, S. ?Communication Systems,? 5th Edition, Wiley, 2009, ISBN: 978-0471697909.

Meneses, C. ?Comunicação de Dados?, Sebenta DEETC ? 2021.

---

**10. Data de aprovação em CTC** 2024-07-17

---

**11. Data de aprovação em CP** 2024-06-26