

Ficha de Unidade Curricular – (Versão A3ES 2018-2023)

1. Caracterização da Unidade Curricular.

- 1.1. **Designação da unidade curricular** (1.000 carateres).
Comunicações e Processamento de Sinais / Signal Processing and Communication
- 1.2. **Sigla da área científica em que se insere** (100 carateres).
TEL
- 1.3. **Duração**¹ (100 carateres).
Semestral
- 1.4. **Horas de trabalho**² (100 carateres).
162 horas
- 1.5. **Horas de contacto**³ (100 carateres).
67.5h (TP – 45h, PL – 22,5)
- 1.6. **ECTS** (100 carateres).
6 ECTS
- 1.7. **Observações**⁴ (1.000 carateres).
- 1.7. **Remarks** (1.000 carateres).

2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo) (1.000 carateres). André Ribeiro Lourenço, 67.5 horas de contacto

3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres). Pedro Fazenda, 67.5 horas de contacto

4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 carateres).

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

1. Analisar os sistemas de comunicação multimedia e descrever cada um dos seus blocos constituintes.
2. Compreender os sinais aleatórios e o ruído (em particular o ruído gaussiano branco): média, correlação, covariância e densidade espectral de potência.
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. Projectar e avaliar diferentes sistemas de comunicação multimedia, dadas as especificações e objectivos dos mesmos.

4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters).

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 (1.000 carateres).

I. Fundamentos dos sistemas de comunicação multimedia.

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.
- 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. Sincronismo de símbolo e de portadora. Implementação do emissor e do receptor.
- VII. Codificação para controlo de erros. Códigos de detecção e correcção. Distância de Hamming.
- VIII. Projectar, e avaliar os blocos constituintes de um sistema de comunicação digital.

5. Syllabus (1.000 characters).

- 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.
- 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.
- 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 (1.000 caracteres).

O objectivo da unidade curricular é compreender os fundamentos teóricos da comunicação e processamento de sinais multimedia. Projectar 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 projecto 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 (1.000 characters).

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) (1.000 caracteres).

A metodologia de ensino desenvolve-se em duas componentes, ambas com 50% de peso na avaliação:

TP – 45 horas de contacto teórico-práticas - Exposição e discussão dos conceitos teóricos e de exemplos práticos de aplicação (aprendizagem baseada em casos), incentivando à interatividade e desenvolvimento do espírito crítico sobre os temas abordados.

PL – 22,5 horas de contacto de prática laboratorial: Os conceitos teóricos são aprofundados através da implementação eficiente (em linguagem Python) dos diferentes blocos do sistema de comunicação, realizados em grupo.

Os resultados da aprendizagem desta unidade curricular são avaliados individualmente através de teste global escrito realizado no final do semestre e de um trabalho prático e relatório realizado em grupo ao longo do período lectivo do semestre.

7. Teaching methodologies (including assessment) (1.000 characters).

The teaching methodology is developed in two components, each with 50% of weight in the evaluation:

TP – 45 theoretical and practical teaching contact hours - Presentation and discussion of theoretical concepts and practical examples (case-based learning), where interactivity is encouraged and critical thinking is developed.

PL – 22,5 laboratory practice contact hours: Theoretical concepts are further developed through the simulation

(on Python language) of the different blocks of the communication system, performed in groups. The individual final results are assessed with a final examination given during the Final Examination Period and with laboratory project and written report realized during the semester.

8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3.000 carateres).

Nas aulas teórica-práticas são expostos os conceitos fundamentais para a compreensão dos diferentes blocos do sistema de comunicação multimédia. Esta exposição interactiva 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 (3.000 characters).

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.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 carateres).

Haykin S, "Communication Systems," 5th Edition, Wiley, 2009, ISBN: 978-0471697909
Meneses, C. "Comunicação de Dados", Sebenta ADEETC - 2012

¹ Anual, semestral, trimestral, ...

² Número total de horas de trabalho.

³ Discriminadas por tipo de metodologia adotado (T - Ensino teórico; TP - Ensino teórico-prático; PL - Ensino prático e laboratorial; TC - Trabalho de campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação tutorial; O - Outro).

⁴ Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.