

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

1. Caracterização da Unidade Curricular.

- 1.1. **Designação da unidade curricular (1.000 carateres).**
Comunicação Digital / Digital Communications
- 1.2. **Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).**
IC
- 1.3. **Duração¹ (100 carateres).**
Semestral
- 1.4. **Horas de trabalho² (100 carateres).**
162 h
- 1.5. **Horas de contacto³ (100 carateres).**
Total - 67,5 h
T - 33 h
TP - 12 h
PL – 22,5 h
- 1.6. **ECTS (100 carateres).**
6
- 1.7. **Observações⁴ (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).

Artur Jorge Ferreira

3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres).

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. Descrever e explicar o funcionamento dos sistemas e do processo de comunicação digital, bem como dos problemas e limitações inerentes à comunicação digital
2. Descrever e explicar o funcionamento de protocolos de comunicação série assíncronos e síncronos e os respetivos domínios de aplicação
3. Selecionar e aplicar códigos detetores e corretores de erros, de acordo com os requisitos do sistema a implementar
4. Reconhecer, identificar e aplicar as principais técnicas de codificação de dados com e sem perda
5. Enunciar as principais medidas da teoria da informação e aplicar as mesmas a problemas concretos de engenharia
6. Projetar, realizar e avaliar sistemas que incluam comunicação digital entre dispositivos, de acordo com os requisitos pretendidos, em diferentes plataformas de hardware e software

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

A student completing this course unit should be able to:

1. Describe and explain the functioning of digital communication systems and processes, as well as the problems and limitations inherent to digital communication
2. Describe and explain the operation of asynchronous and synchronous serial communication protocols and the respective application domains
3. Select and apply error detecting and correcting codes, according to the system requirements to be implemented
4. Recognize, identify and apply the main data encoding lossy and lossless techniques
5. State the main measures of information theory and apply them to concrete engineering problems

6. Design, implement and evaluate systems that include digital communication between devices, according to the required requirements, on different hardware and software platforms

5. Conteúdos programáticos (1.000 caracteres).

- I. Sistemas de comunicação digital e principais indicadores.
- II. Meios de transmissão - cabos metálicos, fibra ótica e espaço livre.
- III. Protocolos de comunicação série síncronos e assíncronos e seus domínios de aplicação.
- IV. O modelo de comunicação de Shannon para canal ruidoso.
- V. Codificação de canal. Códigos detetores e corretores de erros. Códigos lineares de bloco, de Hamming e cíclicos (Cyclic Redundancy Check - CRC).
- VI. Teoria de informação de Shannon – informação própria, entropia e informação mútua.
- VII. Codificação de fonte. Compressão de dados. Codificação estatística e baseada em dicionário.
- VIII. Aspectos de realização de protocolos e sua implementação e avaliação em sistemas dedicados.

5. Syllabus (1.000 characters).

- I. Digital communication systems and their key indicators.
- II. Transmission media - metallic cables, optical fiber and free space.
- III. Synchronous and asynchronous serial communication protocols and their application domains.
- IV. Shannon's communication model for noisy channel.
- V. Channel encoding. Error detecting and correcting codes. Linear block, Hamming and cyclic codes (Cyclic Redundancy Check - CRC).
- VI. Shannon's information theory - self-information, entropy and mutual information.
- VII. Data encoding. Data compression. Statistical and dictionary based coding techniques.
- VIII. Aspects of carrying out protocols and their implementation and evaluation in dedicated systems.

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1.000 caracteres).

Os processos de codificação e transmissão de informação digital assumem grande relevância, dado o seu elevado número de aplicações e contextos de utilização. Esta unidade curricular visa fornecer aos estudantes os conceitos essenciais de: teoria de informação; técnicas de codificação de fonte; técnicas de codificação de canal; sistemas e protocolos de comunicação digital. Os estudantes deverão também conseguir implementar algumas destas técnicas de codificação, em diferentes sistemas alvo, na realização de um sistema de comunicação digital ou de módulos constituintes do mesmo. Os conceitos de teoria de informação são apresentados de forma genérica mostrando a sua aplicabilidade em diversos problemas na área de engenharia informática. Como tal, estes conceitos são apresentados como uma ferramenta de resolução de problemas, para além de servirem como fundamento para a codificação e compressão de dados. A componente laboratorial realizar-se-á sobre diferentes plataformas.

6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).

The processes of encoding and transmitting digital information are of great relevance, given their high number of applications and contexts of use. This curricular unit aims to provide students with the essential concepts regarding: information theory; font encoding techniques; channel coding techniques; digital communication systems and protocols. Students should also be able to implement some of these coding techniques, in different target systems, in the realization of a digital communication system or of its constituent modules.

The concepts of information theory are presented in a generic way showing their applicability in several problems in the area of computer engineering. As such, these concepts are presented as a problem-solving tool, in addition to serving as a foundation for data encoding and compression. The laboratory component will be carried out on different platforms.

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1.000 caracteres).

Funcionamento em modo de ensino teórico-prático. Durante o semestre são realizadas aulas práticas para apoio à execução dos dois trabalhos práticos. As aulas teórico-práticas decorrem de forma interativa, estimulando a participação dos estudantes e a realização de exercícios.

A realização dos trabalhos práticos com projetos baseados em computador e outros sistemas alvo é acompanhada pelo docente, para assegurar a correta apreensão dos conhecimentos e das competências dos estudantes.

Os objetivos de aprendizagem (1)-(5) são avaliados através de teste final escrito ou de dois testes parciais. Os objetivos de aprendizagem (1)-(6) são avaliados através de um trabalho prático, realizado em módulos.

A Classificação Final (CF) é obtida através de $CF = 0,5 * CT + 0,5 * CP$, em que CT corresponde à classificação da componente teórica e CP é a classificação da componente prática. Para obter aprovação, os valores mínimos de CT e CP são 10 valores.

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

Theoretical-practical teaching mode. During the semester, practical classes are held to support the execution of the two practical assignments. Theoretical-practical classes take place in an interactive way, stimulating student participation and exercises.

The realization of practical work with computer-based projects and other target systems is monitored by the teacher, to ensure the correct understanding of students' knowledge and skills.

Learning outcomes (1) - (5) are assessed through a final written test or two partial tests. Learning outcomes (1) - (6) are assessed through practical work, carried out in modules.

The Final Classification (CF) is obtained through $CF = 0.5 * CT + 0.5 * CP$, where CT corresponds to the classification of the theoretical component and CP is the classification of the practical component. To obtain approval, the minimum values of CT and CP are 10 points.

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

O conhecimento sobre o funcionamento e sobre as técnicas empregues na transmissão digital é obtido através de aulas interativas com diversos elementos de apoio (slides, apontamentos e software), da realização de exercícios (dentro e fora das aulas) e de um trabalho prático. Com esta abordagem, o estudante toma contacto com as diferentes e atuais aplicações da comunicação digital, entendendo a importância e ubiquidade destes sistemas.

A realização de aulas interativas, com muitos períodos curtos de exposição da teoria, acompanhada da resolução de exercícios conduz a que aos estudantes assimilem os principais conceitos da unidade curricular. Esta abordagem leva a que os estudantes consigam aplicar muitos desses conceitos nos projetos em computador, com supervisão do docente.

Por outro lado, a avaliação da componente teórica é realizada com dois testes parciais, sendo que o primeiro ocorre a meio do semestre letivo. Esta forma de avaliação da componente teórica revela-se adequada, dada a variedade dos conteúdos programáticos. A realização da discussão oral final individual permite avaliar, com rigor, a qualidade dos resultados de aprendizagem para cada estudante. A classificação obtida na unidade curricular resulta da ponderação, com igual peso, das classificações obtidas nas componentes teórica e prática.

8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 characters).

The knowledge about the functioning and techniques used in digital transmission is obtained through interactive classes with different support elements (slides, notes and software), exercises (inside and outside classes) and practical work. With this approach, the student contacts with the different and current applications of digital communication, understanding the importance and ubiquity of these systems.

The realization of interactive classes, with many short periods of exposition of the theory, accompanied by the resolution of exercises leads the students to assimilate the main concepts of the curricular unit. This approach leads students to be able to apply many of these concepts in computer projects, with teacher supervision.

On the other hand, the evaluation of the theoretical component is carried out with two partial tests, the first of which occurs in the middle of the academic semester. This form of evaluation of the theoretical component proves to be adequate, given the variety of syllabus. The realization of the individual final oral discussion allows to rigorously evaluate the quality of the learning results for each student. The classification obtained in the course results from the weighting, with equal weight, of the classifications obtained in the theoretical and practical components.

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

A. Grami, Introduction to Digital Communications, Academic Press, 2015, ISBN 9780124076822.

H. Balakrishnan, C. Terman, G. Verghese, Bits, Signals, and Packets: An Introduction to Digital Communications and Networks, Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2012.

B. Sklar, Digital Communications: Fundamentals and Applications, 2nd edition, Prentice Hall, 2017, ISBN 9780134724058

C. McAnlis, A. Haecky, Understanding Compression: Data Compression for Modern Developers, O'Reilly Media, 2016, ISBN 9781491961537.

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.