



## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[4171] Comunicação Digital / Digital Communications

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

IC

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

162h 00m

### 1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais TP: 67h 30m

### 1.6 ECTS

6

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

---

## 2. Docente responsável

[1375] Artur Jorge Ferreira

---

**3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular** Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

---

**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. 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)**

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

- 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. Teoria de informação de Shannon ? informação própria e entropia.
- VI. Codificação de fonte. Compressão de dados. Codificação estatística e baseada em dicionário.
- VII. Codificação de canal. Códigos detetores e corretores de erros.
- VIII. Códigos de linha e modulações digitais.
- IX. Estudo de Sinais e Sistemas nos domínios do tempo e da frequência.
- X. Realização de comunicação digital entre dispositivos

---

5. Syllabus

- I. Digital communication systems and their main 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. Shannon information theory ? self information and entropy.
- VI. Symbol source encoding. Data compression. Statistical and dictionary-based coding.
- VII. Channel coding. Error detection and correcting codes.
- VIII. Line codes and digital modulations.
- IX. Study of Signals and Systems in the time and frequency domains.
- X. Carrying out digital communication between devices

---

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

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**

The processes of coding and transmitting digital information are of great importance, given their high number of applications and contexts of use. This curricular unit aims to provide students with the essential concepts of: 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 creation of a digital communication system or modules that constitute it.

The concepts of information theory are presented in a generic way, showing their applicability to various 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 coding and compression. The laboratory component will take place on different platforms.

---

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

Ensino teórico-prático, com aulas práticas para apoio à execução dos dois trabalhos práticos obrigatórios (pedagogicamente fundamentais). Avaliação distribuída com exame final. A realização dos trabalhos práticos com projetos baseados em computador e outros sistemas alvo é acompanhada pelo docente, para assegurar a correta apreensão de conhecimentos e competências dos estudantes. 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 9,50 valores. A classificação teórica pode ser obtida por testes durante o período letivo (com exame parcial na época normal de exame) ou por exame final. No caso dos exames parciais, a classificação mínima é 8,00 valores em cada. A classificação da componente prática é obtida pela avaliação dos trabalhos práticos, dos respetivos relatórios e validação oral dos mesmos.

---

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

Theoretical-practical teaching, with practical classes to support the execution of the two mandatory practical works (pedagogically fundamental). Distributed assessment with final exam. The performance 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. 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 CT and CP values are 9.50 values. Theoretical classification can be obtained through tests during the academic period (with a partial exam during the normal exam period) or through a final exam. For partial exams, the minimum grade is 8.00 in each. The classification of the practical component is obtained by evaluating the practical work, the respective reports and their oral validation.

---

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

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**

Knowledge about the operation and techniques used in digital transmission is obtained through interactive classes with various support elements (slides, notes and software), carrying out exercises (inside and outside classes) and practical work. With this approach, the student comes into contact with the different and current applications of digital communication, understanding the importance and ubiquity of these systems.

Conducting interactive classes, with many short periods of theory exposition, accompanied by solving exercises, allows students to assimilate the main concepts of the curricular unit. This approach means that students are able to apply many of these concepts to computer projects, under the supervision of the teacher.

On the other hand, the assessment of the theoretical component is carried out with two partial tests, the first of which takes place in the middle of the academic semester. This form of assessment of the theoretical component proves to be appropriate, given the variety of syllabus content. Carrying out the individual final oral discussion makes it possible to rigorously assess the quality of the learning results for each student. The classification obtained in the curricular unit results from the weighting, with equal weight, of the classifications obtained in the theoretical and practical components.

---

**9. Bibliografia de**

**consulta/existência obrigatória**

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, 2<sup>nd</sup> edition, Prentice Hall, 2017, ISBN 9780134724058

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

---

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

---

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