

---

**Ano Letivo** 2019-20

---

**Unidade Curricular** SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES I

---

**Cursos** ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÓNICA (1.º ciclo)  
- RAMO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES (1.º ciclo)

---

**Unidade Orgânica** Instituto Superior de Engenharia

---

**Código da Unidade Curricular** 15241026

---

**Área Científica** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português

---

**Modalidade de ensino** Presencial

---

**Docente Responsável** Paulo Gustavo Martins da Silva

---

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Paulo Gustavo Martins da Silva	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	16T; 14TP; 10OT
Paula Raquel Viegas dos Santos Nunes Laurêncio	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	14T; 16TP; 10OT

\* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
3º	S1	30T; 30TP; 20OT	140	5

\* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos adquiridos nas UCs de Fundamentos de Telecomunicações, Sinais e Sistemas e Comunicações Digitais.

#### Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

O objetivo principal desta UC é fornecer uma perspetiva global dos sistemas de comunicações por fibra ótica, por satélite e de transmissão de TV. As competências a desenvolver são:

- Caracterizar os mecanismos de propagação da luz nas fibras óticas e determinar os efeitos da atenuação e da dispersão temporal na qualidade das ligações.
- Entender o funcionamento das fontes (LEDs e LASERs), dos detetores (PINs e APDs) e dos amplificadores óticos.
- Realizar o estudo do desempenho de sistemas óticos na presença de ruído.
- Desenvolver conhecimentos sobre a evolução das comunicações por satélite, do tipo de serviços, das órbitas e do seu impacto nas ligações.
- Analisar uma ligação por satélite, na presença de ruído e de interferências, e estudar o seu desempenho.
- Fornecer os conceitos associados ao sistema visual humano, da construção dos sinais relativos a imagens fixas e em movimento para TV monocromática e policromática analógica e digital.
- Fornecer conhecimentos sobre a norma DVB.

#### Conteúdos programáticos

**1- Introdução** - Evolução das telecomunicações. Aspectos de transmissão: meios de transmissão, atenuação e distorção. Unidades logarítmicas: o dB, dBw, dBm, dBi e EIRP.

**2- Sistemas de Comunicações Óticas** - Introdução aos sistemas óticos. A fibra como meio de transmissão. Fontes óticas. Recetores óticos. Amplificadores óticos. Sistemas de comunicação óticos com modulação de intensidade e deteção direta.

**3- Sistemas de Comunicações por Satélite** - Evolução da tecnologia por satélite e aplicações. Órbitas de satélites. Análise das ligações por satélite. Temperatura equivalente de ruído e figura de mérito. Interferências. Modulações.

**4- Sistemas de Transmissão de Televisão** - Televisão monocromática e policromática. Princípios básicos dos formatos de cor. Princípios básicos do vídeo digital. Sistemas de televisão digitais: DVB-T, DVB-S, DVB-C, DVB-H. Televisão de alta definição (HDTV).

---

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

A capacidade de compreensão, análise e projeto dos modernos sistemas de telecomunicações envolve o domínio e a aplicação de uma vasta gama de tópicos, muitos dos quais abordados separadamente noutras UCs. É o caso das ondas eletromagnéticas, das técnicas de modulação, dos conceitos associados aos sinais e sistemas, entre outros. Além disso, é necessário introduzir o estudo de tecnologias e técnicas específicas, e introduzir as metodologias adequadas que possibilitem a sua compreensão, análise e projeto. Refira-se, neste caso, o estudo de dispositivos óticos, satélites e TV, a análise de desempenho em presença de ruído e/ou interferências, etc. Os conteúdos programáticos desta UC, cujo enfoque se direciona para os sistemas por fibra ótica, por satélite e transmissão de TV, estão organizados no sentido de promover a articulação entre todos estes conhecimentos e aplicá-los ao estudo dos sistemas referidos, fornecendo desta forma uma perspetiva global sobre o funcionamento dos mesmos.

---

### **Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

Aulas teóricas de carácter expositivo recorrendo à apresentação de slides e de exemplos no quadro.

Aulas teórico-práticas onde são discutidos problemas práticos que permitam complementar a aprendizagem dos conteúdos após análise do enunciado, dos métodos a utilizar e do esclarecimento de dúvidas.

Aulas tutoriais consistindo na resolução de exercícios propostos e execução individual ou em grupo de trabalhos de pesquisa sobre diferentes temas no âmbito das telecomunicações.

#### **Avaliação :**

A avaliação é composta por duas componentes: teórica e prática. A comp. teórica consiste na realização de dois testes (nota  $\geq 8,0$  valores/teste), ou um exame (peso de 80%). A comp. prática consiste na execução de trabalhos de pesquisa sobre temas ligados às telecomunicações (peso de 20%). A avaliação dos trabalhos é realizada com base num relatório escrito entregue pelos alunos e na apresentação oral e respetiva discussão do mesmo. A aprovação na UC é obtida com uma classificação final  $\geq 9,5$  valores.

---

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

A metodologia de ensino adotada nesta UC assenta na lecionação de aulas teóricas, teórico-práticas e de orientação tutorial. Recorre-se ainda à realização de trabalhos de pesquisa sobre diferentes temas na área das telecomunicações, propostos tanto pelo professor como pelos próprios alunos.

Nas aulas teóricas é realizada a exposição detalhada dos conceitos teóricos e da respetiva interpretação dos modelos matemáticos envolvidos, recorrendo à projeção de slides ou ao quadro. Nesta fase de exposição privilegia-se a discussão com os alunos sobre os conceitos apresentados, no sentido de promover a sua motivação e aprendizagem. Esta abordagem é a primeira fase na construção de uma perspetiva global que se pretende transmitir sobre o funcionamento dos diferentes sistemas de telecomunicações abordados. A alternância da exposição teórica com a apresentação de aplicações concretas complementa este objetivo.

Nas aulas teórico-práticas recorre-se à resolução de problemas práticos no sentido de consolidar os conhecimentos teóricos adquiridos. Os enunciados dos problemas são discutidos com o docente e entre os próprios alunos, sendo estes convidados a apresentar sugestões de resolução do problema em análise. Após a resolução do problema pelo docente procede-se à análise da solução. Os problemas resolvidos envolvem cálculos de parâmetros simples de diferentes dispositivos que integram os sistemas (fibras óticas, LEDs, LASERs, PINs, APDs, amplificadores óticos, antenas, parâmetros de ruído, etc), e cálculos mais elaborados envolvendo, entre outros, análise de desempenho e viabilidade dos sistemas (relações sinal/ruído+interferência, taxas médias de erro (BER), débitos binários, alcance das ligações, etc).

De forma a desenvolver e aprofundar a aquisição das competências definidas são ministradas aulas tutoriais, centradas na resolução, pelos alunos, de problemas propostos, sob a orientação do docente, e no esclarecimento de dúvidas sobre os conteúdos abordados e sobre os trabalhos de avaliação. Pretende-se com estas aulas promover o treino dos conhecimentos adquiridos e a auto avaliação do nível de conhecimentos dos alunos.

No sentido de potenciar o interesse para o vasto e complexo universo das telecomunicações, é solicitada nesta UC a realização de trabalhos de avaliação de carácter essencialmente de pesquisa sobre temas na área das telecomunicações. Para além de incentivar o contacto com literatura da especialidade e de alargar a base de conhecimentos noutros temas, a apresentação oral do trabalho permite preparar o aluno para apresentações públicas de temas da especialidade.

#### **Bibliografia principal**

- [1] Apontamentos da UC disponibilizados pelo docente (sebenta, problemas propostos e respetivas soluções);
- [2] Ajoy Ghatak, K. Thyagarajan, "Introduction to Fiber Optics".
- [3] John Senior, "Optical Fiber Communications", Prentice Hall.
- [4] Joseph C. Palais, "Fiber Optic Communications".
- [5] Max Liu, "Principles and Applications of Optical Communications", IRWIN.
- [6] B. Elbert, "Introduction to Satellite Communication", Artech House.
- [7] B. Elbert, "The Satellite Communication Applications", Artech House.
- [8] S. Ohmori, H. Wakana, S. Kawase, "Mobile Satellite Communications", Artech House, 1998.
- [9] Hervé Benoit, "Digital Television", Focal Press, 2006.
- [10] Walter Ciciora, et all, "Modern Cable Television Technology", Elsevier, 2004.

**Academic Year** 2019-20

**Course unit** TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS I

**Courses** ELECTRIC AND ELECTRONICS ENGINEERING  
- BRANCH SPECIALISATION IN INFORMATION TECHNOLOGIES AND  
TELECOMMUNICATIONS

**Faculty / School** INSTITUTE OF ENGINEERING

**Main Scientific Area** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

**Acronym**

**Language of instruction** Portuguese

**Teaching/Learning modality** Classroom

**Coordinating teacher** Paulo Gustavo Martins da Silva

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Paulo Gustavo Martins da Silva	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	16T; 14TP; 10OT
Paula Raquel Viegas dos Santos Nunes Laurêncio	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	14T; 16TP; 10OT

\* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

### Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	30	0	0	0	0	20	0	140

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

### Pre-requisites

no pre-requisites

### Prior knowledge and skills

Knowledge acquired in the following CUs: Telecommunications Fundamentals, Signals and Systems and Digital Communications.

### The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

The main goal of this CU is to provide an overview of optic and satellite communication systems and TV broadcast. The skills to be developed are:

- Know how to characterize the propagation mechanisms of light in optical fibers and determine the effects of attenuation and time dispersion on the transmissions quality.
- Understand the functioning of optical sources (LEDs and LASERs), detectors (PINs and APDs) and amplifiers.
- Perform the performance study of optical systems in the presence of noise.
- Provide a perspective of satellite communications evolution, the type of services, the satellites orbits and their impact on communications.
- Learn to analyze a satellite link in the presence of noise and interferences, and study their performance.
- Provide the concepts associated with the human visual system and know how analog and digital monochromatic and polychromatic TV broadcasted signals are constructed, transmitted and received.
- Provide knowledge on DVB standards.

### Syllabus

**1- Introduction-** Evolution of telecommunications systems. Transmission aspects: transmission media, attenuation and distortion. Logarithmic units: the dB, dBw, dBm, dBi and EIRP.

**2- Optical Communication Systems** - Introduction to optical systems. The optical fiber as transmission medium. Optical sources. Optical receivers. Optical amplifiers. Optical communication systems with intensity modulation and direct detection.

**3- Satellite Communications Systems** - Evolution of satellite technology and applications. Satellite orbits. Analysis of satellite links. Noise equivalent temperature and figure of merit. Interferences. Modulations.

**4- TV Broadcasting Systems** - Monochromatic and polychromatic TV. Basics of color formats. Basics of digital video. Digital television systems: DVB-T, DVB-S, DVB-C, DVB-H. High-definition television (HDTV).

---

### **Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives**

The ability to understand, analyze and design modern telecommunications systems involves the knowledge and application of a wide range of topics, many of which are addressed separately in other CUs. This is the case of electromagnetic waves, modulation techniques, concepts associated to signals and systems, among others. Moreover, it is necessary to introduce the study of specific techniques and technologies, and introduce appropriate methodologies to understand, analyze and design such systems. For example, the study of optical devices and satellite, TV concepts, the performance analysis in presence of noise and/or interference, etc. The syllabus of this CU, whose focus is directed to fiber optic, satellite and TV broadcast systems, is organized to promote the link between all these skills and apply them to the study of these systems, providing a global perspective on their functioning.

---

### **Teaching methodologies (including evaluation)**

Theoretical lectures of expository nature using slide presentation and practical examples on frame. Theoretical and practical lectures where theoretical concepts are complemented by discussing and presenting methods for solving practical examples. Tutorial lectures where students clarify their doubts, solve proposed problems and execute individual or group research assignments on various topics in the field of telecommunications.

#### **Evaluation :**

Evaluation is composed by two main components: theoretical and practical. Theoretical component consists of two written tests ( $\geq 8.0$  points in each test) and/or a written final exam (80% of the final grade). Practical component consists on research assignment(s) (20% of the final grade) which assessment is based on a written report and its oral presentation and discussion. CU approval is obtained with a final grade  $\geq 9.5$  points.

---

### **Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes**

The teaching methodology adopted in this CU relies on theoretical, problem-oriented and tutorial lectures, as well as research assignment(s) on different topics in the field of telecommunications.

In theoretical lectures a detailed exposition of theoretical concepts and interpretation of the mathematical models involved is carried out using slides presentation. At this stage, discussion with students about the concepts presented is privileged in order to promote their motivation and learning. This approach is a first step in constructing a global perspective on the operation of the different telecommunication systems addressed. Alternation between theoretical exposition and practical applications complements this goal.

Problem-oriented lectures resort to solving practical problems in order to consolidate the theoretical knowledge acquired by students. Problem statements are discussed with the teacher and between students. The students are invited to submit suggestions for addressing the problem in question. After solving the problem the solution is discussed and analyzed. The proposed problems involve simple calculations of different devices parameters within the systems (fiber optics, LEDs, LASERS, PINs, APDs, optical amplifiers, antennas, noise parameters, etc.), and more elaborate calculations involving, among others, performance analysis and systems viability (signal/noise + interference, bit error rates (BER), data rates, connections range, etc.).

In order to develop and enhance students' skills, tutorial classes are used for solving problems under the teacher supervision. Moreover, these classes are also used to clarify students' doubts about the CU contents, as well as those related to the research assignment. The goal of these classes is to promote the training of acquired knowledge and to self-assess students' knowledge levels.

In order to enhance the interest for the vast and complex world of telecommunications, in this CU is requested a research assignment on topics in the field of telecommunications. In addition to encouraging contact with specialized literature and to broaden the base of knowledge in other subjects, assessment oral presentation allows the student to prepare public presentations on expertise topics.

### Main Bibliography

- [1] Theacher's c.u. material (Lectures' slides and proposed problems with solutions);
- [2] Ajoy Ghatak, K. Thyagarajan, "Introduction to Fiber Optics".
- [3] John Senior, "Optical Fiber Communications", Prentice Hall.
- [4] Joseph C. Palais, "Fiber Optic Communications".
- [5] Max Liu, "Principles and Applications of Optical Communications", IRWIN.
- [6] B. Elbert, "Introduction to Satellite Communication", Artech House.
- [7] B. Elbert, "The Satellite Communication Applications", Artech House.
- [8] S. Ohmori, H. Wakana, S. Kawase, "Mobile Satellite Communications", Artech House, 1998.
- [9] Hervé Benoit, "Digital Television", Focal Press, 2006.
- [10] Walter Ciciora, *et al*, "Modern Cable Television Technology", Elsevier, 2004.