

---

**Ano Letivo** 2019-20

---

**Unidade Curricular** FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES

---

**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** 15241022

---

**Área Científica** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português

---

**Modalidade de ensino** Aulas Teóricas, Teórico Práticas, Práticas Laboratoriais e Orientação Tutorial

---

**Docente Responsável** Paula Raquel Viegas dos Santos Nunes Laurêncio

---

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Paula Raquel Viegas dos Santos Nunes Laurêncio	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 15TP; 15PL; 20OT

\* 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
2º	S2	30T; 15TP; 15PL; 20OT	140	5

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

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Domínio do Cálculo Diferencial e Integral e de Análise Complexa. Conhecimentos de Teoria de Fourier e Teoria das Probabilidades e Estatística.

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

Pretende-se que os alunos adquiram os conhecimentos básicos de telecomunicações nas suas vertentes analógica e digital. Os alunos devem adquirir os conhecimentos necessários para a análise e processamento de sinais (assim como os conceitos matemáticos necessários), as características dos meios de transmissão e conceitos gerais relacionados com o domínio das telecomunicações propriamente ditas ? modulação, redução de distorção e ruído, desmodulação, multiplexagem, etc.

#### Conteúdos programáticos

1- INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO: Conceitos fundamentais. Modelo de um sistema de comunicação. O espectro electromagnético.

2- ANÁLISE DE SINAIS E SISTEMAS: Fasores e espectros de linhas. Sinais periódicos e séries de Fourier. Representação de sinais com transformadas de Fourier. Convolução de sinais e Impulso unitário. Teoria de espaço de sinal. Correlação e densidade espectral. Utilização da aplicação MATLAB.

3- MEIOS DE TRANSMISSÃO: Linhas e cabos de pares simétricos e coaxiais. Guias de onda. Fibras ópticas. Ligações por feixe hertziano. Ligações via satélite. Antenas. Comparação crítica dos meios de transmissão.

4- TRANSMISSÃO ANALÓGICA: Banda base. Sinais e ruído. Distorção. AM; SSB; DSB; VSB; Desmodulação. FDM. FM; PM. Aplicações.

5- TRANSMISSÃO DIGITAL: PAM. PCM. TDM. Sistema PCM de 30 canais. Largura de banda. Regeneração. Formas de onda dos sinais digitais. Transmissão multinível. Ruído de quantificação. ISI. Ruído Gaussiano. Filtro Adaptado.

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

São estudados os conceitos, técnicas e problemas básicos que caracterizam a transferência de informação por meio de sinais eléctricos e as limitações dos sistemas físicos. Neste sentido, os conteúdos programáticos abordados nesta UC estão organizados de forma a que os conhecimentos, as competências e as aptidões a desenvolver pelos alunos lhes permitam concretizar os objectivos da UC e complementar a sua formação em telecomunicações noutras UCs (Comunicações Digitais, Comunicações Móveis, etc).

---

### **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 de orientação tutorial/prático e laboratorial consistindo na resolução de exercícios propostos e/ou execução individual ou em grupo de trabalhos de laboratório.

A avaliação é composta por duas componentes principais: teórica e prática. A componente teórica consiste na realização de dois testes (nota ? 8,0 valores em cada teste), ou um exame (peso de 80%). É atribuído um peso de 20% na classificação final para a participação do aluno nas aulas e para a execução dos exercícios/trabalhos propostos. A aprovação na UC é obtida com uma classificação final ? 9,5 valores.

---

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

- exposição de conceitos fundamentais em sistemas de comunicação;

- revisão e aplicação de ferramentas matemáticas já leccionadas noutras UCs:

i) Série de Fourier e Transformada de Fourier como meio de representação e processamento de sinais no domínio da frequência;

ii) Teoria de espaço de sinal: utilização de conceitos como produto escalar e norma no cálculo de energia, potência e função densidade espectral, caracterização e análise de sinais através da função correlação, etc.;

iii) Teoria das Probabilidades e Estatística aplicada na análise de ruído eléctrico.

- apresentação de conceitos de meios de transmissão e tecnologias de telecomunicações descritas nos objectivos da UC.

Pretende-se desta forma explicar detalhadamente os conteúdos programáticos da UC.

Aulas teórico-práticas:

- resolução e discussão de problemas práticos envolvendo os conceitos apresentados.

Aulas de orientação tutorial/prático e laboratorial:

- resolução de problemas propostos;

- utilização do software MATLAB como ferramenta de análise e projecto em sistemas de comunicação;

- realização de experiências no Laboratório de Telecomunicações de forma a familiarizar o aluno com equipamento de medida (funções avançadas de Osciloscópios digitais, Analisador de espectros) e verificar conceitos como espectro do sinal, modulação/desmodulação, multiplexagem, etc.

- realização de trabalhos práticos sob a orientação do docente;

- apresentação de meios de transmissão como cabos coaxiais, guias de onda, fibras ópticas, antenas.

Com as aulas TP e OT/PL pretende-se promover e consolidar os conhecimentos adquiridos nas aulas T e a auto-avaliação do nível de conhecimentos do aluno.

### **Bibliografia principal**

- [1] Apontamentos da UC disponibilizados pelo docente (sebenta, problemas propostos e respectivas soluções);
- [2] Bruce Carlson, Crilly, Rutledge, Communications Systems, McGraw-Hill, 2002;
- [1] Apontamentos da UC disponibilizados pelo docente (sebenta, problemas propostos e respectivas soluções);
- [2] Bruce Carlson, Crilly, Rutledge, Communications Systems, McGraw-Hill, 2002;
- [3] Lathi and Z. Ding, Modern Digital and Analog Communication Systems;
- [4] Dennis Roddy, John Coolen, Electronic Communications, 4th Edition, Prentice Hall, 1995;
- [5] Simon Haykin, Communications Systems, John Wiley & Sons;
- [6] Rodger Ziemer, W. Tranter, Principles of Communications, Systems, Modulation and Noise, John Wiley & Sons, 2002;
- [7] Gerd Keiser, Optical Fiber Communications, 2nd Edition, McGraw-Hill, 1991.
- [8] John G. Proakis, Masoud Salehi, Gerard Bauch, Contemporary Communication Systems using MATLAB AND Simulink, 2nd Edition, Brooks/Cole, 2004.

**Academic Year** 2019-20

**Course unit** FUNDAMENTALS OF TELECOMMUNICATIONS

**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** Theoretical lectures, Theoretical and practical lectures, Pratical and Laboratory lectures and Tutorial .

**Coordinating teacher** Paula Raquel Viegas dos Santos Nunes Laurêncio

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Paula Raquel Viegas dos Santos Nunes Laurêncio	OT; PL; T; TP	T1; TP1; PL1; OT1	30T; 15TP; 15PL; 20OT

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

### Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	15	15	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

The aim is for students to acquire the basic knowledge of telecommunications in both analogy and digital communication systems/technologies. Students must learn signal analysis and processing (as well as the necessary mathematical concepts), know transmission media characteristics and learn general telecommunications concepts

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

The aim is for students to acquire the basic knowledge of telecommunications in both analogy and digital communication systems/technologies. Students must learn signal analysis and processing (as well as the necessary mathematical concepts), know transmission media characteristics and learn general telecommunications concepts ? modulation, distortion and noise reduction, demodulation, multiplexing, etc.

### Syllabus

- 1- Introduction to communication systems: Basic concepts. Elements of a communication system. The electromagnetic spectrum.
- 2- Signals and spectra: Phasors and line spectra. Periodic signals and Fourier Series. Fourier Transform and continuous spectra. Convolution and Unit Impulse. Signal Space. Correlation and Spectral Density. Use of MATLAB software in communication Systems.
- 3- Transmission media. Twisted-pair wire. Coaxial cable. Waveguide. Fiber-optics. Wireless links: Satellite; Microwave and Radio. Antennas fundamentals.
- 4- Analog Transmission. Baseband signal transmission. Signals and noise. Signal Distortion in transmission. AM; DSB; SSB; VSB. Demodulation. FDM. Angular Modulation: FM; PM.
- 5- Digital Transmission: Baseband transmission. PAM. PCM. TDM. Digital hierarchy. PCM bandwidth. Regenerative repeaters. PCM waveform types. Intersymbol Interference, ISI. Additive White Gaussian Noise channel. Matched filter demodulator.

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

Students learn the concepts, techniques and basic issues that characterize information transmission via electrical signals and the limitations of physical systems. In this sense, the syllabus covered in this UC are organized so that the acquired knowledge, skills and abilities enables students to attain the goals of the UC and complement their training in telecommunications in other UCs (Digital Communications, Mobile Communications, etc.).

### 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 group laboratory assignments under the teacher's supervision.

Assessment is composed by two main components: theoretical and practical. Theoretical component consists of two written tests (? 8,0 points in each test) and/or a written final exam (80% of the final grade). A 20% weight of the final grade is reserved to students' lecture participation and assignment delivering. U.C. approval is obtained with a final grade ? 9,5 points.

---

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

Theoretical classes:

- Presentation of basic concepts in communication systems;
- Review and application of mathematical tools already taught on other UCs:
  - i) Fourier series and the Fourier transform as a mean of signal representation and processing in the frequency domain;
  - ii) Signal space Theory: use of concepts such as scalar product and norm in computing power, energy, and spectral density function, characterization and analysis of signals using correlation function, etc.;
  - iii) Theory of Probability and Statistics applied on the analysis of electrical noise.
- Presenting concepts of transmission media and telecommunications technologies as described on the UC objectives.

The aim is thus to present in detail the syllabus of the UC.

Theoretical and practical classes:

- Discussion and resolution of practical problems involving the concepts presented.

Tutorial/practical and laboratorial classes:

- Resolution of proposed problems;
- Using MATLAB software as a tool for the analysis and design of communication systems;
- Laboratory experiments in Telecommunications in order to familiarize the student with measuring equipment (advanced functions of digital oscilloscopes, spectrum analyzer) and verify concepts as signal spectrum, modulation / demodulation, multiplexing, etc.
- Practical work under the guidance of the teacher;
- Presentation of transmission media such as coaxial cables, waveguides, fiber optics, antennas.

OT and PT / PL classes aims promoting the training of acquired knowledge and student's self-evaluation of their theoretical knowledge level.

### Main Bibliography

- [1] Theacher?s CU material (Lectures? slides and proposed problems with solutions);
- [2] Bruce Carlson, Crilly, Rutledge, Communications Systems, McGraw-Hill, 2002;
- [3] Lathi and Z. Ding, Modern Digital and Analog Communication Systems;
- [4] Bruce Dennis Roddy, John Coolen, Electronic Communications, 4th Edition, Prentice Hall, 1995;
- [5] Simon Haykin, Communications Systems, John Wiley & Sons;
- [6] Rodger Ziemer, W. Tranter, Principles of Communications, Systems, Modulation and Noise, John Wiley & Sons, 2002;
- [7] Gerd Keiser, Optical Fiber Communications, 2nd Edition, McGraw-Hill, 1991.
- [8] John G. Proakis, Masoud Salehi, Gerard Bauch, Contemporary Communication Systems using MATLAB AND Simulink, 2nd Edition, Brooks/Cole, 2004.