

---

**Ano Letivo** 2019-20

---

**Unidade Curricular** SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES II

---

**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** 15241034

---

**Área Científica** ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

---

**Sigla**

---

**Línguas de Aprendizagem** Português

---

**Modalidade de ensino** Aulas Teóricas, Teórico-Práticas e de 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
3º	S2	30T; 15TP; 15PL; 20OT	140	5

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

#### Precedências

Sem precedências

#### Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos de propagação de ondas electromagnéticas e de antenas. Conhecimentos de modulações digitais.

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

Esta UC tem por objetivo complementar os conhecimentos sobre sistemas de telecomunicações adquiridos na UC Sistemas de Telecomunicações I

Após concluírem com êxito esta disciplina os alunos devem ser capazes de:

- Calcular a potência recebida num sistema de comunicações via rádio
- Verificar a qualidade de serviço num projeto de feixes hertzianos digitais verificando o cumprimento das normas de qualidade do ITU-R.
- Elaborar um projeto completo de engenharia de feixes hertzianos, de acordo com os requisitos e cumprindo as normas de qualidade, especificando o material necessário e otimizando os custos.
- Realizar um relatório de um projeto respeitando as regras relativas à forma, redigindo de forma correta e fluente, e tecendo considerações e reflexões sobre as soluções propostas;
- Enunciar e demonstrar conhecimentos básicos sobre radar de posição e de frequência.
- Conceber arquiteturas, dimensionar redes móveis celulares e medir o seu desempenho para diferentes cenários de aplicações.

#### Conteúdos programáticos

##### 1.Introdução aos sistemas de comunicação em rádio frequência

Sistemas por Feixes Hertzianos Digitais: generalidades; elementos de propagação; repetidores passivos; desvanecimento; modulações utilizadas; qualidade de serviço; projeto de ligações por feixes hertzianos.

##### 2.Radar de posição e de frequência.

3.Sistemas de Comunicações Móveis: generalidades; modelos de propagação; desvanecimento e métodos de redução dos mesmos; cálculo da probabilidade de erro em ambientes com desvanecimento; modos de operação dos sistemas de comunicações móveis. Características e componentes dos sistemas de comunicações móveis; interferência cocanal e interferência de canal adjacente; técnicas de acesso múltiplo; planeamento de frequência; capacidade de tráfego; expansão do sistema; os sistemas GSM e UMTS.

---

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

Pretende-se nesta UC que o aluno adquira progressivamente um conhecimento abrangente teórico e prático dos conteúdos programáticos. Assim, a unidade curricular é iniciada com a caracterização dos sistemas de comunicação por feixes hertzianos e suas aplicações. Segue-se o estudo dos elementos que afetam a propagação do sinal em condições reais de propagação. São analisadas as várias técnicas de modulação e a viabilidade das mesmas. Tendo em conta diferentes perfis de ligações propostos são discutidos entre os alunos e o docente alternativas que passam pelo uso de repetidores. Através da verificação do cumprimento das recomendações do ITU-R o aluno ficará habilitado a discutir a viabilidade de uma ligação por feixes hertzianos digitais, com simultânea otimização dos custos do projeto.

Relativamente aos sistemas de comunicações móveis são fornecidos os elementos necessários a habilitar o aluno da capacidade de dimensionar e projetar um sistema celular.

---

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

1. Aulas Teóricas? exposição teórica dos conteúdos, alternada com exemplos práticos e interagindo com os alunos.
2. Aulas Teórico-Práticas? Resolução de fichas de exercícios e/ou trabalho(s) após discussão do enunciado com os alunos, dos métodos a utilizar e do esclarecimento das dúvidas.

3. Aulas Tutoriais? Resolução de fichas de exercícios e/ou execução de trabalho(s) de avaliação pelos alunos com esclarecimento de dúvidas individualmente, quando solicitado. Estes trabalhos têm como objetivo a realização de um projeto de um feixe hertziano digital

#### 1. Avaliação Contínua:

- 2 provas escritas (testes) com um peso de 70% na Classificação Final (CF);
- Um trabalho de avaliação obrigatório com um peso de 20% na CF;
- Participação nas aulas Teórico-práticas e Tutoriais com um peso de 10% na CF.

#### 2. Avaliação Final:

- Exame escrito com um peso de 70% na CF;
- Um trabalho de avaliação obrigatório com um peso de 20% na CF;
- Participação nas aulas Teórico-práticas e Tutoriais com um peso de 10% na CF.

---

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

Nas aulas teóricas sobre feixes hertzianos são introduzidos progressivamente todos os elementos necessários à realização do projeto de um feixe hertziano digital, estes conhecimentos são solidificados nas aulas teórico práticas com a realização de exemplos e problemas de aplicação. Os exemplos são realizados pelo docente e os problemas são realizados nas aulas de orientação tutorial pelos alunos e discutidos nas mesmas. Nas últimas aulas dedicadas ao projeto são realizadas funções em MATLAB cujo objetivo é a realização do projeto final. São formados grupos de dois alunos, aos quais é atribuído um projeto de feixes hertzianos a realizar nas aulas de orientação tutorial que deve culminar com um relatório a realizar fora das aulas. Esse projeto será alvo de discussão entre docente e alunos depois de realizado. Pretende-se assim dotar os alunos de capacidade crítica, capacidade de escolher entre várias soluções a que mais a que melhor se adequa a cada situação tendo sempre em vista uma otimização dos custos de realização de um projeto de telecomunicações.

A avaliação continua nas aulas de orientação tutorial visa motivar os alunos a uma participação mais ativa na aula, fomentando a troca de conhecimentos e o debate dos temas em estudo.

A UC culmina com a realização de um relatório de um projeto de engenharia que deve mostrar a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos e por uma apresentação do trabalho de projeto que tem por objetivo preparar o aluno para a exposição de conteúdos em audiências constituídas por públicos especializados. Esta capacidade, é fundamental para a formação em engenharia e é obtida com o trabalho individual do aluno, preparado nas aulas de orientação tutorial.

**Bibliografia principal**

- [1] Carlos Salema, Feixes Hertzianos
- [2] Paul F. Combes, Microwave Transmission for Telecommunication
- [3] John S. Seybold , Introdution to RF Propagation
- [4] M. I. Sholnik, Introduction for Radar System
- [5] R. Freeman, Telecommunication Systems Engineering
- [6] R. Stele, Mobile Radio Communication
- [7] W. Lee, Mobile Communications Design Fundamentals
- [8] Shrader, Electronic Communication
- [9] Freeman, Radio System Design for Telecommunications
- [10] Apontamentos da Disciplina
- [11] Slides da Disciplina

**Academic Year** 2019-20

**Course unit** TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS II

**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 classes, Theoretical Practical classes 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

Background Knowledge in digital communications and propagation and radiation.

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

This course aims to complement the knowledge of telecommunications systems acquired in UC Telecommunication Systems I.

After successfully completing this course students should be able to:

- Calculate the received power in a radio communications system
- Check the quality of service design in a digital radio relay verifying compliance with the quality standards of the ITU-R.
- Develop a complete project engineering radio, according to the requirements and complying with quality standards, specifying the necessary materials and optimizing costs.
- Make a report of a project within the rules concerning the form, writing correctly and fluently, and with considerations and reflections on the proposed solutions;
- Spell out and demonstrate basic knowledge of radar position and frequency.
- Designing architectures, mobile cellular networks scale and measure their performance for different application scenarios.

### Syllabus

1.Introduction to communication systems for radio frequency

Microwave radio links: general; propagating elements; passive repeaters; fading; modulations used, quality of service; project of microwave links.

2.Radar position and frequency.

3.Mobile Communication Systems: general; propagation models; fading and reduction methods; calculating the probability of error in fading environments; operating modes of mobile communications systems. Features and components of mobile communications systems; co-channel interference and adjacent channel interference, multiple access techniques, frequency planning, traffic capacity, system expansion, GSM and UMTS.

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

It is intended that this UC students gradually acquire a comprehensive knowledge of theoretical and practical syllabus, so that the objectives of the course are fully achieved. Thus, the course starts with the characterization of communication systems by radio and their applications. Below is the study of factors that affect the propagation of the signal propagation in real conditions. It analyzes the various modulation techniques and viability. Taking into account the different profiles are discussed proposed links between students and teaching alternatives that pass through the use of repeaters. Through the verification of compliance with the recommendations of the ITU-R students will be able to discuss the feasibility of a digital connection by radio, with simultaneous optimization of project costs. For mobile communication systems are provided the information necessary to enable the student's ability to scale and design a cellular system.

### Teaching methodologies (including evaluation)

- Theoretical lessons - theoretical content exposition, alternating with practical examples and interacting with students.
- Theoretical and Practical lessons - Resolution of chips exercises and/or work(s) of the statement after discussion with the students, using the methods and clarify their doubts.
- Tutorial lessons - Resolution of exercises and/or execution of evaluation work(s) by students individually to answer questions when asked. These works aim at the realization of a project of a digital microwave radio link.

#### Continuous Assessment:

- 2 partial written tests with a 70% weight in the Final Classification (FC);
- A microwave link project required with a weight of 20% in the FC;
- Class participation Theoretical and practical tutorials with a weight of 10% in the FC.

#### Final Assessment:

- Written exam with a weight of 70% in FC;
  - A microwave link project required with a weight of 20% in the FC;
  - Class participation Theoretical and practical tutorials with a weight of 10% in the FC.
- 

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

In the lectures on microwave links are introduced progressively all the elements needed to complete the design of a digital microwave radio link, this knowledge is solidified in theoretical with practical examples of the implementation and enforcement problems. The examples are made by the teacher and the problems are performed in class tutorial guidance by students and discussed therein. In recent lessons devoted to the project are carried out in MATLAB functions aimed at the attainment of the final project. They are divided in groups of two students, which is assigned a project by radio to perform in orientation classes tutorial that should culminate in a report to be carried out outside the classroom. This project will be the subject of discussions between teachers and students after undertaking. The aim is to equip students with critical skills, ability to choose between multiple solutions to more than the one that best suits each situation keeping in view an optimization of the costs of conducting a telecommunications project. The evaluation continues in orientation classes tutorial aims to motivate students to participate more actively in class, encouraging knowledge exchange and debate of the issues under study.

The UC culminates with the completion of a report by an engineering project that should show the practical application of acquired knowledge and a presentation of the project work which aims to prepare the student for displaying content to audiences comprised of specialized audiences. This capability is critical to the engineering background and is obtained with the individual work of the student, prepared the lessons tutorials.

### **Main Bibliography**

- [1] Carlos Salema, Feixes Hertzianos
- [2] Paul F. Combes, Microwave Transmission for Telecommunication
- [3] John S. Seybold , Introduction to RF Propagation
- [4] M. I. Sholnik, Introduction for Radar System
- [5] R. Freeman, Telecommunication Systems Engineering
- [6] R. Stele, Mobile Radio Communication
- [7] W. Lee, Mobile Communications Design Fundamentals
- [8] Shrader, Electronic Communication
- [9] Freeman, Radio System Design for Telecommunications
- [10] Notes of the discipline
- [11] Slides of the discipline