
Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular RADIAÇÃO E PROPAGAÇÃO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

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 15241027

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; 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	S1	30T; 15TP; 15PL; 20OT	140	5

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

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos de análise vetorial e eletromagnetismo.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Desenvolver capacidades ao nível da manipulação e interpretação física das equações de Maxwell e da formulação das equações de onda para as ondas planas e uniformes.

Caracterizar os meios isotrópicos simples em termos electromagnéticos.

Analisar e interpretar a propagação e o comportamento de ondas eletromagnéticas, incluindo a incidência em interfaces entre meios diferentes, assim como a sua polarização.

Reconhecer os diferentes tipos de linhas de transmissão identificando as vantagens/desvantagens em função da aplicação em questão.

Caracterizar e interpretar a propagação guiada em linhas de transmissão em radiofrequência no modo TEM.

Saber utilizar a carta de Smith na resolução de problemas em linhas de transmissão, nomeadamente, de adaptação de impedâncias.

Conferir capacidades que permitam caracterizar, determinar e dimensionar os principais parâmetros das antenas em função da sua aplicação, assim como dos agregados lineares de antenas.

Conteúdos programáticos

1- Introdução - Conceitos básicos de álgebra vectorial. Campos vectoriais conservativos. Teoremas divergência, de Stokes e de Green.

2- Ondas Eletromagnéticas - Equações de Maxwell. Equações de onda e suas soluções para ondas planas. Potência e vector de *Poynting*. Comportamento de ondas planas incidentes entre meios diferentes. Ondas estacionárias. Polarização de ondas planas uniformes.

3- Linhas de Transmissão - Introdução. Equações de tensão e corrente na linha e suas soluções. Reflexões em linhas de transmissão. Ondas estacionárias. Impedância na linha. Características de propagação e dependência com a frequência. Adaptação de impedâncias. Carta de Smith.

4- Antenas - Introdução. Conceitos fundamentais: diagrama de radiação, directividade, ganho, lóbulos secundários, resolução, intensidade de radiação, rendimento, área e altura efectivas, polarização. Estudo dos diversos tipos de antenas e suas aplicações práticas. Agregados lineares e uniformes. Aplicações da teoria dos conjuntos.

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

O estudo dos conceitos e princípios básicos da propagação guiada e não guiada em espaço livre de ondas eletromagnéticas, assim como os inerentes às antenas, são matérias essenciais e indispensáveis na formação de base dos alunos em telecomunicações. De facto, a capacidade de compreensão, análise e projeto dos modernos sistemas de telecomunicações passa necessariamente pela aquisição de uma formação sólida nestas matérias. Neste sentido, os conteúdos programáticos abordados nesta UC estão organizados para que os conhecimentos, as competências e as aptidões a desenvolver pelos alunos lhes permita complementar a sua formação em telecomunicações noutras UCs onde são estudados os sistemas de radiodifusão, os feixes hertzianos, as comunicações via satélite, as comunicações móveis, as redes sem fios, 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 tutoriais consistindo na resolução de exercícios propostos e/ou execução individual ou em grupo de trabalhos de laboratório, em regime tutorial.

Avaliação:

A avaliação é composta por duas componentes principais: teórica e prática. A componente teórica consiste na realização de dois testes (nota $\geq 8,0$ valores em cada teste), ou um exame (peso de 70%). A componente prática consiste na execução de trabalhos práticos em laboratório e/ou escritos (peso de 20%). É ainda atribuído um peso de 10% 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 $\geq 9,5$ 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 interligação e alternância entre a exposição detalhada dos conceitos teóricos fundamentais, e das respetivas interpretações físicas das formulações matemáticas envolvidas, com a discussão e resolução de problemas práticos envolvendo os conceitos apresentados. Para o efeito, são ministradas aulas de carácter teórico e teórico-prático onde o docente apresenta e explica os conteúdos programáticos da UC interagindo com os alunos e resolvendo problemas de natureza prática e teórico-prática que permitam a plena compreensão das matérias. Por forma a consolidar e aprofundar a aquisição das competências definidas são ministradas aulas tutoriais e de laboratório, centradas na resolução de problemas propostos e realização de trabalhos, sob a orientação do docente, promovendo o treino dos conhecimentos adquiridos e a autoavaliação do nível de conhecimentos do aluno.

Bibliografia principal

- Apontamentos da disciplina disponibilizados pelo docente.
- Clayton Paul, Syed Nasar, "Introduction to Electromagnetic Fields", 3th Edition, Mc-Graw-Hill, 1997.
- John Kraus, "Electromagnetics", Mc-Graw-Hill, 1988.
- William Hayt Jr., "Engineering Electromagnetics", 4th Edition, Mc-Graw-Hill, 1985.
- Steven Schwartz, "Electromagnetics for Engineers", Mc-Graw-Hill, 1990.
- John Kraus, Daniel Fleisch, "Electromagnetics with Applications", 5th Edition, Mc-Graw-Hill, 1999.
- Syed A. Nasar, "200 Solved Problems in Electromagnetics", Mc-Graw-Hill, 2000.
- Joseph Edminister, "Electromagnetismo - Problemas Resolvidos", Mc-Graw-Hill, 1995.
- Constantine Balanis, "Antenna Theory, Analysis and Design", John Wiley & Sons, 1982.

Academic Year 2019-20

Course unit RADIATION AND ELECTROMAGNETIC WAVE PROPAGATION

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; 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

Knowledge in vector analysis and electromagnetics.

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

Develop student's abilities to handle and interpret the physical meaning of Maxwell's equations as well as to formulate wave equations for uniform plane waves.

Know how to characterize simple isotropic media in electromagnetic terms.

Analyse and interpret the propagation and behaviour of electromagnetic waves, including wave incidence in different media interfaces, as well as their polarization.

Recognize different types of transmission lines, identifying the advantages/disadvantages depending on the application in question.

Characterize and interpret guided TEM propagation mechanisms in RF transmission lines.

Learn to use Smith chart to solve transmission lines problems, namely, impedance matching.

Provide student's abilities to characterize, calculate and design the main antennas' parameters depending on its application, including linear array antennas.

Syllabus

1 - Introduction - Basic concepts of vector algebra. Conservative vector fields. Theorems of divergence, Stokes and Green.

2 - Electromagnetic Waves - Maxwell's equations. Wave equations and their solutions for plane waves. Power and Poynting vector. Behaviour of electromagnetic plane waves incidence in different media interfaces. Standing waves. Uniform plane waves polarization.

3 - Transmission Lines - Introduction. Voltage and current equations in transmission lines and their solutions. Reflections on transmission lines. Standing waves. Line impedance. Propagation characteristics and frequency dependence. Impedance matching. Smith chart.

4 - Antennas - Introduction. Antennas' fundamental concepts: radiation pattern, directivity, gain, side lobes, resolution, radiation intensity, efficiency, effective area and height, polarization. Study of various types of antennas and their practical applications. Linear array antennas and their applications.

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

The study of concepts and basic principles of guided and free space electromagnetic wave propagation, as well as those related with antennas, are indispensable and essential basic subjects for a student in the area of telecommunications. In fact, the ability to understand, analyse and design modern telecommunication systems necessarily involves acquiring a solid education in these matters. In this sense, the syllabus covered in this UC is organized so that the knowledge, skills and abilities to be developed by students allows them to complement their training in other UCs where telecommunication systems as radio broadcasting, communications via satellite, mobile communications, wireless network, etc., are studied.

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/or execute individual or group laboratory assignments under the teacher's supervision.

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 (70% of the final grade). Practical component consists of laboratory and/or written assignments (20% of the final grade). A 10% weight of the final grade is reserved to students' lecture participation and assignment delivering. U.C. 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 UC relies on the interconnection between exposition of fundamental theoretical concepts, and respective physical interpretations of the mathematical formulations involved, with discussion and resolution of practical problems involving the concepts presented. To that end, theoretical and practical classes are taught where the teacher introduces and thoroughly explains the UC syllabus, interacting with students, and solving practical problems enabling a complete understanding of the subjects. In order to consolidate and deepen the acquisition of knowledge, tutorial and laboratory classes are taught, focusing on solving proposed problems and laboratory assignments, under the teacher's supervision, promoting the training of acquired knowledge and student's self-evaluation of their knowledge level.

Main Bibliography

- The teacher's c.u. material (Lectures' slides and proposed problems with solutions);
- Clayton Paul, Syed Nasar, "Introduction to Electromagnetic Fields", 3th Edition, Mc-Graw-Hill, 1997.
- John Kraus, "Electromagnetics", Mc-Graw-Hill, 1988.
- William Hayt Jr., "Engineering Electromagnetics", 4th Edition, Mc-Graw-Hill, 1985.
- Steven Schwartz, "Electromagnetics for Engineers", Mc-Graw-Hill, 1990.
- John Kraus, Daniel Fleisch, "Electromagnetics with Applications", 5th Edition, Mc-Graw-Hill, 1999.
- Syed A. Nasar, "200 Solved Problems in Electromagnetics", Mc-Graw-Hill, 2000.
- Joseph Edminister, "Electromagnetismo - Problemas Resolvidos", Mc-Graw-Hill, 1995.
- Constantine Balanis, "Antenna Theory, Analysis and Design", John Wiley & Sons, 1982.